

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Katedra fyzické geografie a geoekologie

**ZMĚNY SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH POMĚRŮ
A ANTROPOGENNÍ ÚPRAVY V POVODÍ LOMNICE**

Diplomová práce

Tereza Bažatová

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Miroslav Šobr, Ph.D.

Praha 2009

Poděkování

Především bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce RNDr. Miroslavu Šobrovi, Ph.D. za odbornou pomoc a ochotu při konzultacích. Dále děkuji ČHMÚ a ostatním institucím za poskytnutí dat. A zvláštní dík patří všem blízkým osobám, které mi byly oporou.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Miroslava Šobra, Ph.D. s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Praze dne 26.4. 2009

.....

Tereza Bažatová

Abstract

The runoff from a landscape is a natural process which is very complicated. It's not simple to express the runoff process in general because it depends on many factors that participate more or less in its course.

The main aim of this paper is the explanation of rainfall-runoff process in Lomnice River basin, the land use changes description and the evaluation of anthropogenic modifications of Lomnice River. All of these elements influence the course of hydrological extremes. Another parts of this thesis concentrate on floods (especially flood 2002) in the Lomnice River basin and on water systems of Blatensko which is the third largest of all water systems in the Czech Republic.

The relationship between a rainfall and a runoff in Lomnice River basin is being assessed with the help of the simple- and double-mass curve method, regarding possible changes caused by anthropogenic impacts. This part contains the analysis of trend in development of land use, the analysis of air temperature and snow parameters as well.

Great anthropogenic changes of river channels and river floodplain can evoke dramatic geomorphological effects. The methodology of research - anthropogenic modifications of Lomnice River is based on a field survey of anthropogenic transformation of a riverbed and river floodplain. Then the geoinformational analysis of acquired data using GIS software was carried out. In larger part of the study area is relatively high intensity of modification.

Keywords: rainfall-runoff relationship, anthropogenic modification, flood, water system, simple and double-mass curve, factors affecting runoff, Lomnice River basin.

Obsah

1. Úvod a vymezení cílů diplomové práce	7
1.1. Úvod	7
1.2. Vymezení cílů	7
2. Základní informace o povodí řeky Lomnice	9
2.1. Vybrané charakteristiky povodí	9
2.2. Rybníky – vodohospodářská soustava	14
2.2.1. Příčiny protržení rybníků při povodni 2002	20
2.3. Ochrana přírody	24
3. Povodňové situace na Lomnici	28
4. Metodika práce	33
4.1. Analýza trendů srážko-odtokového režimu	33
4.2. Metodika posuzování vývoje využití ploch	34
4.3. Mapování antropogenní upravenosti toku	35
5. Srážko-odtokový proces	38
5.1. Faktory ovlivňující odtok	40
5.1.1. Klimatické faktory	40
5.1.2. Fyzickogeografické faktory	41
5.1.3. Atropogenní faktory	47
5.1.3.1. Meliorační opatření v povodí Lomnice	48
6. Výsledky analýzy srážko-odtokového procesu	49
6.1. Analýza odtoku pomocí jednoduchých a podvojných součtových čar	49
6.2. Změny sezónního rozložení odtoku	51
6.3. Analýza odtoku z pohledu výskytu a četnosti N-letých vod	54
6.4. Vývoj teplotních a sněhových poměrů	54
7. Výsledky analýzy vývoje využití ploch	58
7.1. Výběr sledovaných kategorií ploch	58
7.2. Hodnocení vývoje vybraných kategorií v povodí Lomnice	60
7.3. Koeficient ekologické stability	67
7.4. Podstatná zjištění	71

8. Zhodnocení antropogenní upravenosti toku Lomnice	72
8.1. Vlastní terénní mapování	72
8.2. Upravenost trasy toku	73
8.3. Morfometrie koryta	76
8.4. Upravenost podélného profilu	80
8.5. Upravenost koryta	82
8.6. Upravenost břehové vegetace	86
8.7. Vymezení údolní nivy, její šířka a variabilita	91
8.8. Využití příbřežní zóny a údolní nivy	94
8.9. Index upravenosti toku	100
8.10. Průchodnost zátopového území a následky povodní	104
8.11. Protipovodňová ochrana	110
8.12. Geomorfologické následky povodní	115
9. Diskuze	119
10. Závěr	122
11. Seznam uvedených tabulek, grafů, obrázků a map	123
12. Seznam použité literatury a jiných zdrojů informací	128
13. Přílohy	132

1. Úvod a vymezení cílů diplomové práce

1.1. Úvod

Srážko-odtokový proces je jednou z významných složek podílejících se na oběhu vody v krajině. Mechanismus tvorby odtoku je velice složitý proces, na kterém se podílí mnoho faktorů. Neopomenutelný je vliv přímé či nepřímé činnosti člověka na odtokový režim, který prokázala řada experimentálních výzkumů z různých částí světa včetně České republiky.

Otázka ovlivňování přírodních procesů člověkem je v současné době velmi aktuální a význam porozumění přírodním procesům vzrůstá spolu s rostoucí intenzitou antropogenního ovlivnění. Lidská společnost je odedávna limitována fyzickogeografickou sférou, ovšem člověk ji svým působením neustále upravuje a pozměňuje. Tak tomu je i v případě vodních toků. Příkladem je modifikace hydrografické sítě, změny ve struktuře a charakteru krajinného pokryvu, rostoucí urbanizace krajiny, tvorba umělých nádrží. Význam vlivu antropogenních zásahů do prostředí vodních toků a údolní nivy se zcela jistě projevil při povodních ve 20. a 21. století, a proto se tato problematika dostala do popředí zájmů četné skupiny odborníků.

Zájemové území v předkládané diplomové práci tvoří povodí řeky Lomnice. Lomnice je vodohospodářsky významným tokem, který odvádí značné množství vody do toku vyššího řádu – Otavy. Povodí Lomnice se z fyzickogeografického hlediska jeví jako velice rozmanité a na charakter odtoku se zde podepisuje mnoho různých činitelů. Toto vybrané povodí prošlo ve své historii četnými antropogenními změnami, jeho podobu přeměnilo rybníkářství, zemědělství, vodní hospodářství a samozřejmě vznik a rozvoj obcí. Tato fakta podmínila stanovení cílů této práce.

1.2. Vymezení cílů

Cílem diplomové práce je objasnění změn srážko-odtokových poměrů a hodnocení antropogenních úprav v povodí řeky Lomnice. Povodí reprezentují rozdílně využívaná území s různou mírou antropogenních zásahů do odtokového režimu. Pro podrobnější studium této problematiky bylo potřeba zpracovat několik doplňujících kapitol. Mezi tyto kapitoly patří: vybrané fyzickogeografické charakteristiky zájemového území (doprovázené grafickým znázorněním v různých podobách), nástin problematiky povodní (popis historických povodní

a vysvětlení průběhu a následků poslední největší povodně v této oblasti – povodně v roce 2002), analýza vodohospodářské soustavy na Blatensku (vymezení rybníkářské oblasti, určení účelu rybníků a především vysvětlení vlivu rybníční soustavy na odtok v této oblasti, a to na příkladu tzv. zvláštní povodně vyvolané protržením hrází rybníků v roce 2002), a na závěr vysvětlení srážko-odtokového procesu obecně a snaha o vytvoření uceleného přehledu faktorů, které tento proces ovlivňují.

Posouzení srážko-odtokových změn v povodí Lomnice vychází z analýzy trendů srážko-odtokového režimu, doplněnou o analýzu teplotních a sněhových poměrů a analýzu změn land use.

Poslední důležitá součást této diplomové práce se zabývá antropogenní upraveností toku Lomnice a její údolní nivy ve vztahu k potencionálnímu ovlivnění průběhu a následků povodní. Tato část je založená na terénním mapování.

2. Základní informace o povodí řeky Lomnice

2.1. Vybrané charakteristiky povodí

Jméno řeky Lomnice bylo zmíněno již v roce 1785 v německém popisu blatenského panství (do té doby bylo používáno jméno Smolivecký potok).

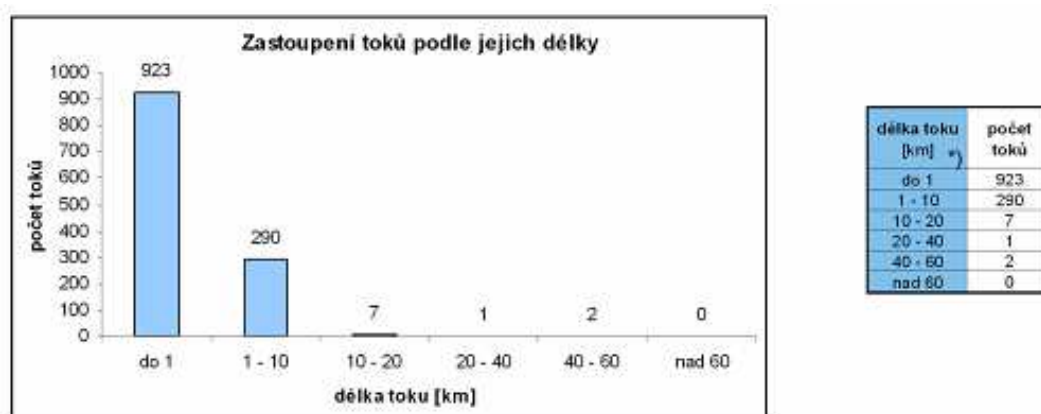
Řeka Lomnice pramení na svazích Třemšína ve výšce 733 m n. m., ústí zleva do Otavy nedaleko hradu Zvíkova v 346 m n. m., číslo toku je 1-08-04-029. Řeka Lomnice odvodňuje území o ploše 831 km², délka toku je 56,6 km a charakteristika povodí (P/L^2) je 0,26 (Zídek 1965). Průměrný roční průtok v hydrologické stanici Ostrovec je 1,67 m³/s (objem odtoku $O = 52,6 \cdot 10^6$ m³/rok). Horní tok řeky leží v chráněné oblasti Třemšínska, v dolní části se vyskytuje Národní přírodní památka V obouch. Od pramene tok Lomnice směřuje jihovýchodně k Blatné, zde se obrací k východu, za Miroticemi se nachází soutok se Skalicí. Protéká Brdskou vrchovinou, Benešovskou pahorkatinou, Blatenskou pahorkatinou a Táborskou pahorkatinou. V povodí se nacházejí tyto hydrologické stanice: Blatná a Dolní Ostrovec na Lomnici, Varvažov na Skalici. Levé přítoky řeky Lomnice jsou: Metelský potok, Hajanský potok, Závišínský potok, Kostratecký potok a Skalice. Její pravé přítoky jsou: Hradištský potok, Pálenecký potok, Mračovský potok, Škvoretický potok a Jesenický potok. Největším přítokem je jednoznačně Skalice (povodí 375,6 km²).

Tabulka č. 1: Přítoky řeky Lomnice a jejich základní údaje

Tabulka znázorňující přítoky řeky Lomnice a jejich základní údaje					
Název přítoku	L/P	P /km ² /	L /km/	P/L ²	Říční km
Metelský potok	L	24,6	12,2	0,17	12,2
Hradištský potok	P	31,5	11,1	0,26	20,4
Pálenecký potok	P	13,8	7,6	0,24	21,6
Hajanský potok	L	23,9	11,7	0,17	25,4
Závišínský potok	L	72,5	20,8	0,17	27,2
Mračovský potok	P	40,1	13,1	0,23	30,4
Škvoretický potok	P	11,7	6,1	0,31	33,4
Kostratecký potok	L	60	15,7	0,25	39,6
Jesenický potok	P	58,4	15,3	0,24	53,3
Skalice	L	375,6	50,2	0,15	53,7

Zdroj: Zídek 1965

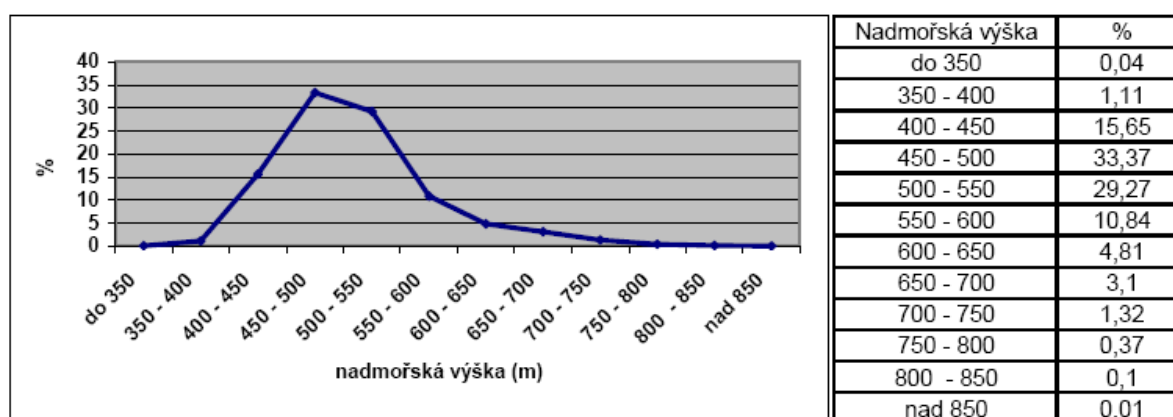
Graf č. 1: Zastoupení toků podle jejich délky v povodí Lomnice



Zdroj: ČHMÚ 2008

Povodí Lomnice je ukloněno na jihovýchod, na severozápadě se nachází nejvyšší partie Třemšínska (vrch Třemšín – 827 m n. m.). Ovšem nacházejí se zde i četné vrcholy, z nichž jen málokterý přesahuje nadmořskou výšku 600 m (na severozápadě u Radošic – Na skále, na západě les Danielka nad Kasejovicemi a vrch Čihadlo nad Polánkou). Výškové rozpětí 550 až 600 m n.m. dosahují například Hůrky u Smolivců, vrch Volyně u Čečelovic, Hradec u Lažan, Mužetický vrch, Kamenice a Chlum u Sedlice, Jezbyně u Lnář, Slepíčí hora u Bělčic. Touto členitou pahorkatinou protéká řeka Lomnice s jejími četnými přítoky. Tyto drobné vodoteče zavlažují půdu a jsou zdrojnicemi rozsáhlé rybníční soustavy, a také vyrovnávají vodní bilanci řeky Lomnice.

Graf č. 2: Podíl nadmořských výšek na ploše povodí Lomnice

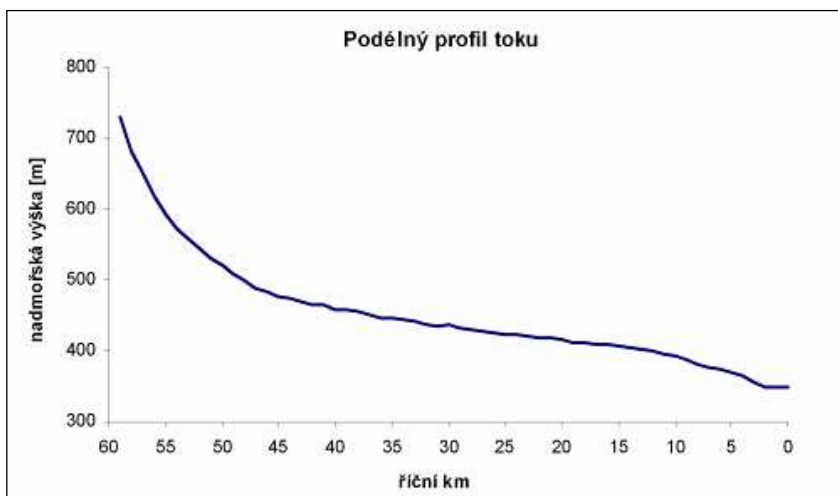


Zdroj: ČHMÚ 2008

Hospodářské využití řeky Lomnice, jejích přítoků a rybníků má především funkci zdrojnic vody pro vodárenské účely a pro chov ryb. Například Velký Bělčický rybník sbírá vodu ještě z dalších menších rybníků, je rezervoárem vody pro město Blatnou. Závišínský potok teče z velké části lesem, na svém dolním toku má pouze rybník Pustý, a proto byl vybrán jako zdroj pitné vody a zařazen mezi vodárenské toky. Správcem toku je Státní meliorační správa – územní pracoviště Písek, která zajišťuje nejen jeho průtočnost, ale sleduje i kvalitu vody. Ta je ovlivněna především hospodařením v okolí potoka. Je proto nutné přijímat zpřísněná opatření týkající se hospodaření na okolních pozemcích a také i na rybnících, jejichž soustavou potok protéká, zvláště v období podzimních výlovů, kdy jsou rybníky upouštěny a kvalita vody výrazně klesá a je na hranici upravitelnosti. Důležitým mezníkem pro rozvoj Blatné bylo vybudování vodovodu, protože tato oblast je sice bohatá na povrchovou vodu, ovšem geologické složení vylučuje větší zásoby podzemní vody. Vodovod zde vznikl v roce 1969 (MO ČRS Blatná 2008).

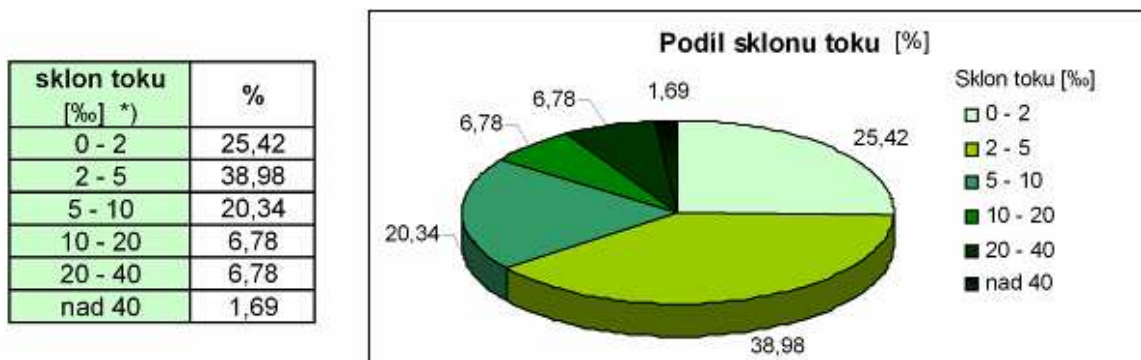
Jakost vody je sledována i na Lomnici. Její kvalitu zhoršují rybářsky intenzivně obhospodařované rybníky, jimiž protéká (především biologické znečištění). Podle ČHMÚ patří Lomnice mezi značně znečištěné toky (MO ČRS Blatná 2008). Její voda obsahuje nadbytek organických látek, při jejichž rozkladu se rychle vyčerpává kyslík. K dalšímu znečištění dochází pod vyústěním odpadních vod z ČOV v Lapači. Jsou to především organické soli dusíku a fosforu a také bakterie indukující fekální odpady. Teprve v úseku Ostrovec – ústí Lomnice do Otavy se kvalita vody mírně zlepšuje díky samočistící schopnosti toku (MO ČRS Blatná 2008).

Graf č. 3: Podélný profil toku



Zdroj: ČHMÚ 2008

Graf č. 4: Podíl sklonu toku Lomnice

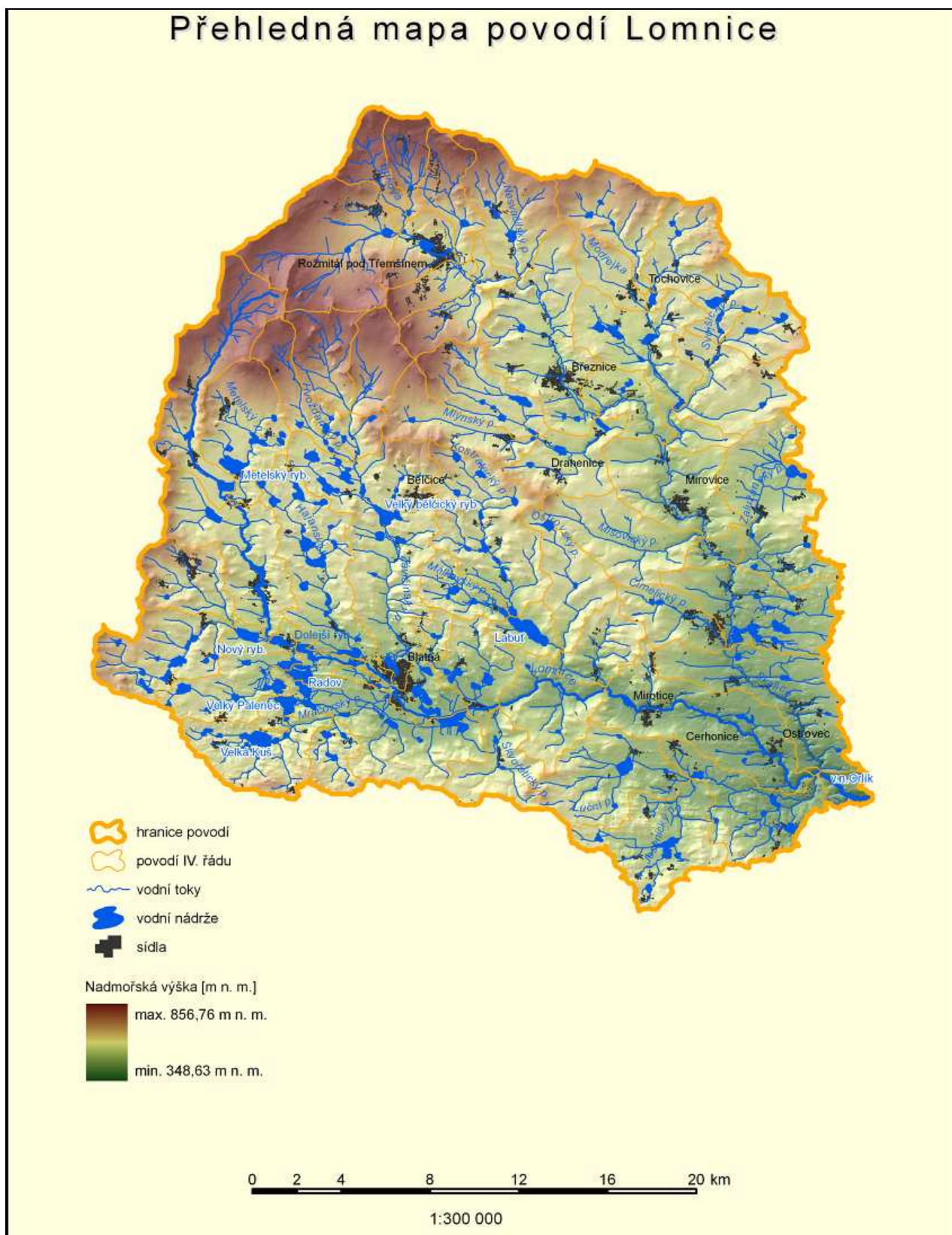


Zdroj: ČHMÚ 2008

Na toku Lomnice výrazně převyšují sklony do 5 ‰, zabírají přes 2/3 délky toku. Střední sklon je přes 6,68 ‰.

Povodí Lomnice má největší podíl ploch sklonu svahů v intervalu 2 - 5°, což zaujímá téměř polovinu území. Sklony nad 15° jsou v povodí minimálně.

Přehledná mapa povodí Lomnice



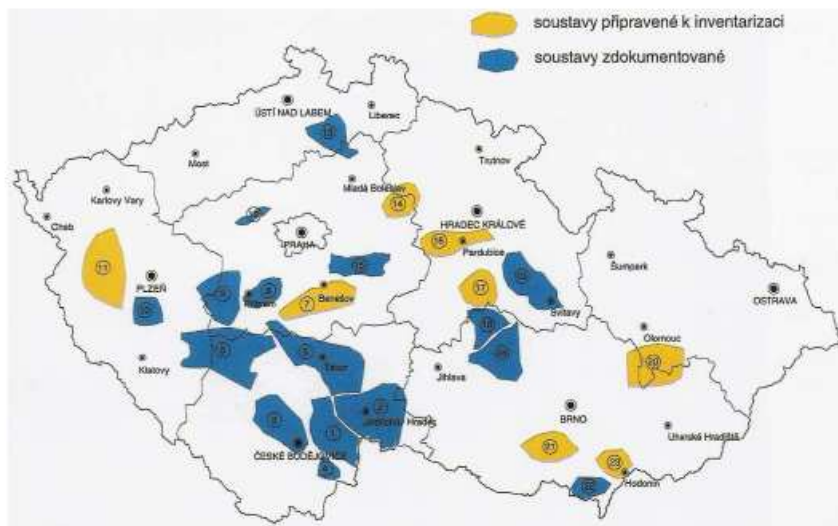
Mapa č. 1: Mapa povodí Lomnice (Zdroj: ČHMÚ 2008)

2.2. Rybníky – vodohospodářská soustava Blatenska

První rybníky vznikaly na Blatensku již ve 14. století a jejich soustavu budoval i Jakub Krčín z Jelčan. Dnes retenční objem rybníků činí zhruba 520 milionů m³. Blatenská rybníční soustava je třetí největší soustavou rybníků v České republice (což dokládá obrázek a tabulka č. 1). Nachází se v ní 375 rybníků větších než jeden hektar (z nichž většina leží v povodí Lomnice).

Obrázek č. 1: Mapa a seznam rybníčních soustav v ČR (v tabulce je uveden počet rybníků větších než 1 ha)

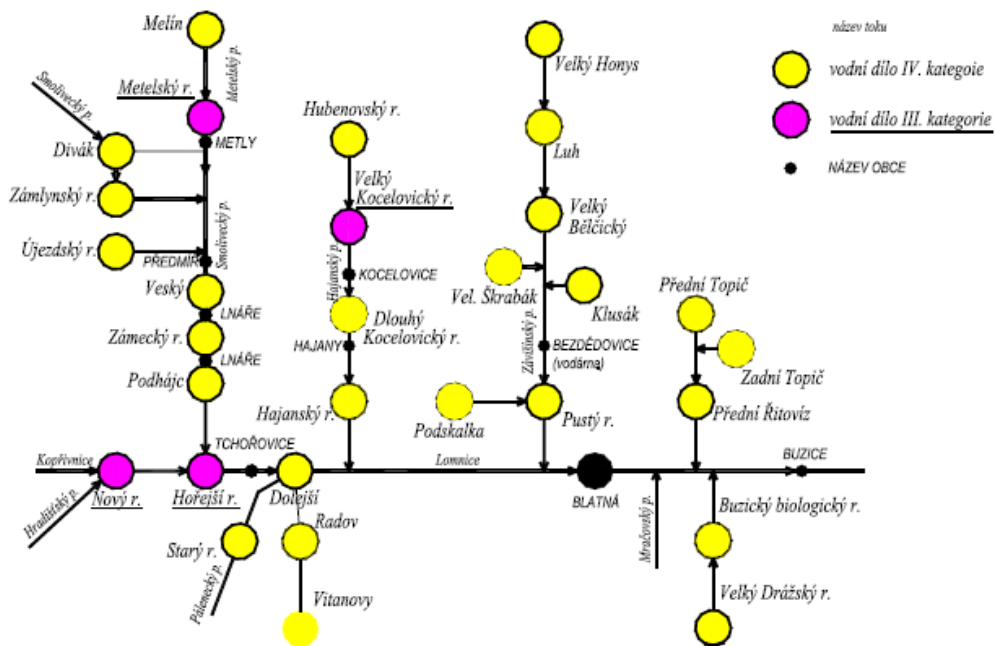
1	Třeboň	393
2	Jindřichův Hradec	437
3	Hluboká n./V	264
4	Nové Hradky	141
5	Blatná	375
6	Tábor	316
7	Benešov	100
8	Dobříš	27
9	Rokycany	52
10	Holýšov	32
11	Bor u Tachova	143
12	Mšec	43
13	Doksy	20
14	Dymokury	111
15	Bečváry	28
16	Lázně Bohdaneč	33
17	Skuteč	25
18	Žďár n. S.	35
19	Litomyšl	28
20	Přerov	10
21	Pohodělce	18
22	Břeclav	10
23	Hodonín	19
24	Křižanov	164



Zdroj: Němec 2006

Vodohospodářská soustava na Blatensku je poměrně složitá. Můžeme ji definovat jako soubor jednotlivých nádrží (rybníků). Provoz rybníků je veden snahou zabezpečit požadavky kladené na vodní hospodářství za daných přírodních, hospodářských a společenských podmínek. Tato snaha nebyla při povodni 2002 dostačující, a proto u mnoha rybníků došlo k protržení hrází, což umocnilo obrovské následky ničující povodně. Na obrázku č. 2 je vyobrazeno schéma vodních nádrží na Blatensku, rybníky jsou seříděny podle své polohy v povodí a podle své vazby na další nádrže.

Obrázek č. 2: Schéma vodních nádrží na Blatensku



Zdroj: Barovjanová 2003

Po vymezení vodohospodářské soustavy je důležité definovat účel nádrží. Malé vodní nádrže na Blatensku, nebo-li rybníky, slouží (viz. tab. č. 2):

- k rybochovným účelům;
- k vodárenským účelům;
- k zajištění minimálních průtoků na straně jedné a k zachycení povodňových průtoků na straně druhé;
- k likvidaci odpadních vod - biologické nádrže;
- a také mají nezapomenutelnou estetickou a krajinnou funkci (Barovjanová 2003).

Tabulka č. 2: Účel vybraných nádrží v povodí Lomnice

Rybník	hlavní účel nádrže	potenciální využití
Luh	rybochovný	
Velký Bělčický r.	vodárenský, rybochovný	drobná energetika
Buzický r.	likvidace odpadních vod - biologická nádrž	
Velký Kocelovický r.	rybochovný	
Melín	rybochovný	
Metelský r.	rybochovný	drobná energetika
Hořejší r.	rybochovný	
Nový r.	rybochovný	
Dolejší r.	rybochovný	

Zdroj: vlastní zpracování

Přestože většina z rybníků má jako hlavní účel rybí hospodářství, je nutné, aby do jisté míry plnily i ostatní funkce. Obdobně i nádrže s hlavním vodárenským účelem plní ostatní funkce (např. na rybníku Velký Bělčický je umožněn chov ryb). Využitelné množství vody odebírané pro vodárenské účely ze Závašinského potoka určuje bilance vody v tomto potoce ovlivněná akumulací schopností rybníka Velký Bělčický (Říha 2002). Většina rybníků není v současné době hydroenergeticky využívána, přesto však by tato možnost u některých nádrží byla zajímavá (potenciální výroba energie: Velký Bělčický – $P = 11$ kW, Metelský – $P = 5$ kW). Obecně rybníky působí příznivě na vyrovnávání odtoků a v případě povodní by tuto extrémní situaci neměly zhoršovat (např. vznikem zvláštní povodně – rybník Melín, Metelský – srpen 2002). Vzhledem k zvláštní poloze mnoha rybníků nad obcemi (např. Velký Kocelovický nad Kocelovicemi) by bylo potřeba problematiku nádrží detailně prostudovat a jistá opatření začlenit do protipovodňových plánů.

Důležitým prvkem prevence před negativním působením rybníční soustavy je optimalizace řízení nádrží. Pod optimalizací řízení nádrží spadá nejprve přesná klasifikaci účelu nádrže, zjištění vazeb mezi nádržemi a zajištění jejich bezproblémového provozu (což definuje manipulační řád každého rybníka).

Manipulační řád rybníku je soubor předpisů, zásad a směrnic, schválených vodohospodářským orgánem a upravujících nakládání s povrchovými vodami z hlediska účelného a hospodárného využití vody, ochrany a zlepšení její jakosti v souladu se zájmy ochrany životního prostředí (Barovjanová 2003). Z již citované práce Barovjanová (2003) vyplývá, že manipulační řady mnoha rybníků na Blatensku jsou neúplné a nevyhovující současné situaci, např. chybí údaje o kapacitě bezpečnostních přelivných objektů při překročení stoletého

(maximálního) průtoku; o předpouštění spodními výpustmi za povodní menšího rozsahu; pro manipulaci za mimořádných okolností apod.

Pro řízení vodohospodářské soustavy na Blatensku lze využít simulační metodu, během výpočtu se sleduje průběh polohy hladiny v nádrži a odtok z nádrže. Technicky se dá dimenzovat přeliv nádrže s pomocí stanovení nejvyšší hladiny v nádrži při návrhovém průtoku. Návrhový průtok je pro malé nádrže (objem do 2 mil. m³ a maximální hloubka do 9 m) stanoven Q₁₀₀ (Říha 2002). Z časového hlediska dochází k zpřesňování hydrologických údajů (např. v roce 1974 byl Q₁₀₀ pod Velkým Bělčickým rybníkem stanoven na 23 m³/s, v roce 2000 se Q₁₀₀ = 31 m³/s) (Říha 2002). Doporučuje se nově budované či rekonstruované bezpečnosti přelivy rybníků rozumně předimenzovat.

Vodní nádrže se dají klasifikovat na základě individuálního zhodnocení možných následků v případě havárií.

Posuzovaná hlediska jsou:

a - ohrožení lidských životů;

b - ekonomické ztráty (b₁ - přímé ztráty na vodním díle; b₂ - přímé ztráty v území pod vodním dílem; b₃ - ztráty užitků z vodního díla; b₄ - nepřímé ztráty v území pod vodním dílem);

c - poškození životního prostředí;

d - sociální a ekonomické důsledky pro vlastníka, region, stát (Říha 2002).

Charakteristiky pro členění vodních děl do skupin jsou uvedeny v tabulce č. 3 (A – velmi vysoké škody, B – vysoké škody, C – nízké škody).

V rámci vodohospodářské soustavy Blatenska jsou vybrané rybníky zařazeny do skupin uvedených v tabulce č. 4. Srpnové povodně vedly k naplnění rybníků, jejich přelití a vzniku zvláštních povodní, které si dokonce vyžádaly ztráty na lidských životech a ohromné materiální škody. Proto by bylo vhodné provést rekategorizaci nádrží. Přeřadit by bylo vhodné rybníky, které svou zvláštní povodní mohou způsobit protržení rybníků ležících níže na toku (např. rybník Melín nacházející se nad rybníkem Metelským). Do vyšší kategorie by měly být zařazeny ty rybníky, které se nachází v bezprostřední blízkosti lidských sídel.

Tabulka č. 3: Charakteristiky pro třídění vodních děl z hlediska potenciálního ohrožení v případě havárií

skupina	Charakteristiky pro třídění vodních děl
A	<p><i>a</i> Očekávají se značné ztráty na lidských životech (v násobku desítek a více osob)</p> <p><i>b₁</i> Vysoké ztráty na význačném vodním díle, oprava je prakticky neuskutečnitelná.</p> <p><i>b₂</i> Mimořádně vysoké ekonomické ztráty; rozsáhlé škody na husté nebo souvislé škody zástavbě, v průmyslových centrech, na hlavní silniční síti, železnici. Ohrožení bezpečnosti dalších vodních děl ve směru po vodě</p> <p><i>b₃</i> Nenahraditelné ztráty z užitku díla.</p> <p><i>b₄</i> Mimořádně vysoké, těžko nahraditelné nepřímé ztráty z přerušení průmyslové výroby, dopravy a pod.</p> <p><i>c</i> Vysoké škody na životním prostředí.</p> <p><i>d</i> Vyvolané škody překračují význam regionu, soc. a ekon. důsledky se dotýkají celého státu.</p>
B	<p><i>a</i> Očekávají se ztráty na jednotlivých lidských životech (v počtu jednotek osob)</p> <p><i>b₁</i> Škody na vlastním díle značné, vodohospodářská funkce díla možná až po opravě, která je proveditelná.</p> <p><i>b₂</i> Materiální ztráty zničením ojedinělých objektů bytových, rekreačních, průmyslových nebo zemědělských objektů, možné škody na vedlejších komunikacích, místních železnicích a vlečkách. Poškozeno koryto na dolním toku, bezpečnost dalších děl není ohrožena, jejich další funkce vyžaduje jen dílčí opravy.</p> <p><i>b₃</i> Ztráty z užitku díla velké, ale nahraditelné.</p> <p><i>b₄</i> Možná zástupná a organizační opatření pro minimalizaci nepřímých ztrát z přerušení průmyslové výroby, dopravy a pod.</p> <p><i>c</i> Vysoké škody na životním prostředí.</p> <p><i>d</i> Sociální a ekonomické důsledky nepřekračují význam regionu.</p>
C	<p><i>a</i> Ztráty na životech jsou nepravděpodobné.</p> <p><i>b₁</i> Vodní dílo poškozeno, oprava proveditelná.</p> <p><i>b₂</i> Jen minimální materiální škody; poškozeny jen ojedinělé rekreační, zemědělské a provizorní objekty, místní a obslužné komunikace; zemědělsky využívané škody pozemky postiženy max. jednorázovou sezónní ztrátou. Koryto toku pod dílem jen místně poškozeno, provozuschopnost ostatních děl není ohrožena.</p> <p><i>b₃</i> Nepřímé ztráty z užitku VD nevýznamné.</p> <p><i>b₄</i> Nepřímé ztráty ze zemědělské a průmyslové výroby plně nahraditelné.</p> <p><i>c</i> Zanedbatelné škody na životním prostředí.</p> <p><i>d</i> Sociální důsledky nejsou, ekonomické ztráty se týkají jen části regionu.</p>

Zdroj: Říha 2002

Tabulka č. 4: Zařazení vybraných rybníků do klasifikace vodních nádrží

rybník	zatopená plocha [ha]	objem [10 ³ m ³]	hloubka vody u hráze [m]	skupina
Velký Zlatohlav	19,9		4,2	B
Velký Honys	13,3	123	2,5	C
Luh	6,8	48,0	2,5	C
Velký Bělčický	39,5	788	5,9	B
Velký Škrábák	11,3	101	1,4	C
Klusák	4,4	22	1,5	B
Podskalka	8	80	3,5	B
Pustý r.	5,5	55	3,5	B
Přední Topič	12,6	89	3,0	C
Zadní Topič	10	49	2,5	C
Přední Řitovíz	10,8	115	3,5	C
Vel. Dražský r.	11,8	164	4,0	B
Buzický r.	60	900	2,7	B
Hubenovský r.	22,6	256	3,3	B
Velký Kocelovický r.	21,1	241	3,0	B
Dlouhý Kocelovický r.	6,1	42	2,0	B
Hajánský r.	18,6	297	2,0	C
Melín	11,4	110	3,0	B
Metelský r.	51,5	710	3,6	B
Divák	20	264	3,7	B
Zámlyňský r.	6	54		C
Újezdský r.	18,8	230	5,0	C
Veský r.	17	126	2,2	B
Zámecký r.	5	60	3	B
Podhájč	15	225	2,9	B
Hořejší r.	30	232	4,0	B
Nový r.	28	520	4,7	B
Dolejší r.	30	334	2,6	B
Vítanovy	14,1	141	2,4	C
Radov	47,3	374	2,4	B
Starý r.	28,9	408	3,0	B

Zdroj: Říha 2002

2.2.1. Příčiny protržení rybníků při povodni 2002

Povodeň 2002 na Blatensku byla vyvolána srážkovou situací – dvě vlny srážek vyvolaly dvě vlny odtoku, kdy při první vlně od 6. do 8. srpna došlo k nasycení povodí a vyčerpání jeho retenční kapacity. Druhá (větší vlna) trvala na Blatensku zhruba od 12. do 14. srpna 2002 a vyznačovala se značnou extremitou, která byla umocněna tzv. zvláštní povodní způsobenou protržením rybníků - Melín, Metly, Tchořovické a Lnářské rybníky, Luh a Velký Bělčický, v noci z 12. na 13.8. 2002 (viz. kapitola č. 3).

Rybník Melín

Primární příčinou protržení hráze rybníka Melín byla nedostatečná kapacita bezpečnostních přelivů. Nadměrně vysoká poloha hladiny vody v nádrži způsobila pravděpodobně místní sesuvy v důsledku průsaků svrchní propustnější vrstvou. Svrchní eroze hráze byla způsobena přeléváním vln vody, které hnal vítr o rychlosti 13 m/s.

Tyto faktory působící na hráz zhruba tři hodiny, byly s největší pravděpodobností příčinou protržení hráze. Vzhledem k tomu, že k protržení hráze došlo 2,5 hodiny před kulminací přítoku do rybníka, se dá předpokládat, že pokud by nedošlo k protržení v důsledku kombinace výše uvedených skutečností, zcela jistě by tato situace nastala po kulminaci přítoku do rybníka (Říha 2002).



Obrázek č. 3: Nátrž rybníka Melín (Zdroj: Golík 2003)

Metelský rybník

U Metelského rybníka byla situace poněkud odlišná. Hlavní příčinou byla extrémní hydrologická situace, kdy přirozené kulminační průtoky dosáhly na přítoku do Metelského rybníka v druhé povodňové vlně až $22 \text{ m}^3/\text{s}$. Kapacita přelivů je při maximální výšce hladiny pouhých $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Při vyšších průtocích situaci komplikuje např. zahlcení profilu mostku za přelivem, zanesení čestlí apod. Průtok tedy dosahoval až $22 \text{ m}^3/\text{s}$, ovšem modelové studie vypracované na VUT v Brně dokazují, že by i při nepotržení hráze rybníka došlo k přelivu, ale mnohem později. Celá situace se urychlila a stala se nezvladatelnou právě v době protržení hráze rybníka Melín, kdy v rozmezí cca 40 minut přiteklo do Metelského rybníka asi $300\,000 \text{ m}^3$ vody při kulminačním průtoku $130 \text{ m}^3/\text{s}$. Celkový objem přívalové vlny z rybníka Metelský byl cca $2\,310\,000 \text{ m}^3$ (Říha 2002).

Opět zde sehrály roli i dílčí faktory jako např. větrné vlny, které vyvolávají erozi horní části hráze a následné sesuvy, a také vyplavování materiálu (písku) do dřevěných potrubí apod.



Obrázek č. 4: Metelský rybník (Zdroj: Golík 2003)

Rybník Luh

U rybníku Luh byly faktory, které vyvolaly protržení hráze podobné jako v ostatních případech (větrné vlny a následná eroze, sesuvy části hráze, nedostatečná kapacita bezpečnostního přelivu apod.). Tyto nepříznivé skutečnosti koncentrované do nejslabšího místa hráze vytvořily podmínky pro následné urychlení protržení hráze, kdy dominantním faktorem bylo přelítí hráze, následná zpětná eroze a postupná destrukce. To nastalo až relativně dlouho po prvním přelítí (několik hodin) a to díky vodorovnosti koruny hráze (voda se tak přelívala přes šířku 100 – 130 m). V důsledku relativně malé plochy rybníka docházelo k plynulejšímu

vyprázdnění rybníka, menší hloubce v nádrži, a tím i pomalejší erozi dna a stěn rybníka. Dílčí okolností, která urychlila protržení hráze, je nevhodné umístění čestlí v průtočném profilu bezpečnostního přelivu a ne zcela dostatečná manipulace s uzávěry, které nebyly vytaženy až do jejich horní polohy, zřejmě díky jejich špatnému technickému stavu. Celkový kulminační odtok $Q = 58 \text{ m}^3/\text{s}$ nastal 12.8.2002 zhruba v 5:00 hodin (Říha 2002).



Obrázek č. 5: Rybník Luh 13.8. 2002 v 8:00 hod. (Zdroj: Golík 2003)

Rybník Velký Bělčický

Příčinou protržení hráze rybníka Velký Bělčický bylo jeho přelití díky extrémní hydrologické situaci, kdy kulminační průtoky dosáhly na přítoku do rybníka v druhé povodňové vlně $59 \text{ m}^3/\text{s}$. V průběhu stoupání hladiny byla průběžně otvírána stavidla bezpečnostního přelivu, v 21:30 již voda protékala nezahrazeným přelivem. Modelové studie naznačují (VUT v Brně), že k přelití hráze došlo kolem půlnoci. Asfaltová vozovka na koruně hráze odolávala vodě asi hodinu (až asi v 1:00 hod. 13.8. 2002 došlo k destrukci hráze).

Vzhledem k pomalému vyprazdňování rybníka Luh (asi 6 hodin) nemělo jeho protržení vliv na destrukci hráze rybníka Velký Bělčický. Opět přispěl erozní faktor vln vyvolaných větrem. Celkový kulminační odtok $Q = 610 \text{ m}^3/\text{s}$ z rybníka Velký Bělčický nastal 13.8. 2002 zhruba ve 2:00 hod.



Obrázek č. 6: Velký Bělčický rybník (Zdroj: Gotík 2003)

Dle práce Golíka (2003) existuje způsob havarijního odpouštění průtoku při povodni. Modelová studie se zabývá havarijním odpouštěním povodňových vod rýhou v tělese hráze Metelského rybníka. Předpokladem je, že se situace mohla vyvíjet odlišně, pokud by prokopání rýhy bylo provedeno 12.8. 2002 ve 23:30 hod. při levém břehu, tak aby byl vytvořen otvor velikosti 3 krát 2 m a proudění vody by zároveň neporušilo stabilitu přilehlých stromů. Závěrem tohoto modelového řešení je, že průkop by pomohl prakticky do průtoku $8 \text{ m}^3/\text{s}$, kdy se ještě neprojeví zahlcení mostního profilu. Při vyšších průtocích by průkop nijak výrazně situaci neovlivnil.

Problematika týkající se vodohospodářské soustavy na Blatensku není nijak jednoduchá. Je složité definovat do jaké míry rybníky ovlivňují průběh a následky povodní. Ovšem je jasné, že při správné manipulaci lze pozorovat pozitivní vliv z hlediska retenční schopnosti rybníků. Ztráty při zkolabování této soustavy rybníků jsou rozsáhlé (viz. povodeň 2002), a to z toho důvodu, že rybníky se nacházejí v blízkosti sídel (a důsledkem povodně jsou pak rozsáhlé ztráty na majetku, anebo dokonce na životech). Je proto nutností udržovat dobrý technický stav jednotlivých rybníků i soustavy jako celku, pečlivě dokumentovat hydrologická data, samozřejmě doplnit data o retenční kapacitě rybníků a schopnosti bezpečnostních přelivů.

2.3. Ochrana přírody

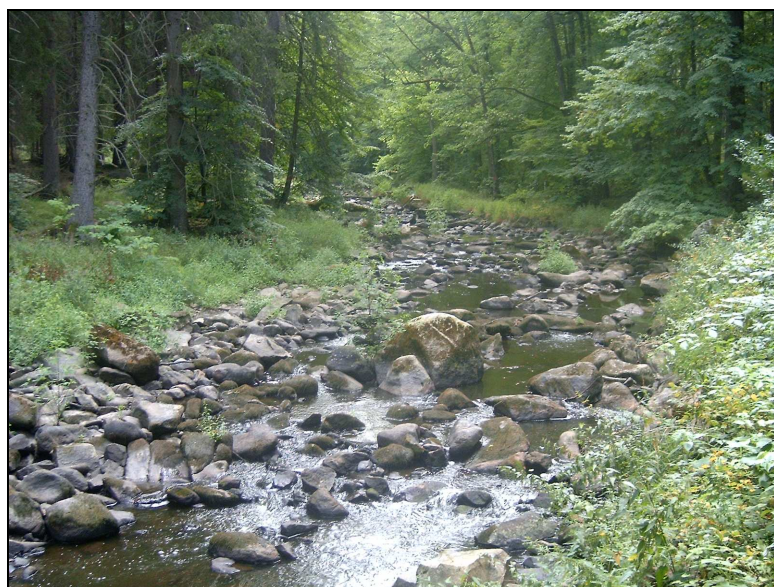
V oblasti povodí Lomnice se nachází několik přírodních rezervací nebo památek (jmenovitě: V obouch, Vystrkov, Smyslovské louky, Velká Kuš, Nový rybník u Lnář, Hořejší rybník, Dolejší rybník, Sedlická obora, Kocelovické pastviny, Pastvina u Zahorčic) a přírodní park Třemšín. Státní přírodní rezervace je maloplošné území, které je něčím unikátní a pro které je vypracován ochranný plán. Přírodní rezervaci vyhláší ministerstvo kultury. Termín "přírodní park" je termínem ze zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Přírodní park je charakterizován jako území s významnými estetickými a přírodními hodnotami, které nejsou chráněny zákonem o ochraně přírody jako zvláště chráněné území, ale obecně závazným předpisem okresního úřadu (MŽP 2009).

Oblast přírodního parku Třemšín se nachází v pramenné oblasti řeky Lomnice, a je významnou součástí povodí. Jeho převážně lesní plochy ovlivňují pozitivně retenční schopnost této oblasti. Přírodní park Třemšín byl zřízen okresním úřadem Příbram v roce 1997, jeho rozloha je 112 km² a obvod 85 km po hranici. Součástí území Přírodního parku Třemšín jsou tyto přírodní rezervace nebo přírodní památky: Přírodní památka Hřebenec, Přírodní rezervace Na Skalách, Přírodní památka Třemešný vrch, Přírodní rezervace Getsemanka I. a II. Mezi zvláště chráněné druhy patří: lýkovec jedovatý (Třemešný vrch), původní lesní porost s bylinným patrem (Getsemanka), původní lesní porost na zajímavém skalním podloží (Na Skalách, Hřebenec), úpolín evropský, kosatec sibiřský, mlok skvrnitý (Albrecht 2003).



Obrázek č. 7: Lomnice v PP Třemšín (Foto: Bažatová 2008)

Přírodní památka V obouch se nachází na dolním toku řeky Lomnice jihovýchodně od obce Dolní Ostrovec. Tvoří ji přirozené říční koryto, kterým protéká řeka Lomnice, s množstvím žulových balvanů. Chráněné jsou zde skupiny živočichů a jednotlivé rostliny, z těch vzácnějších zde žije např. vydra říční, čáp černý nebo ještěrka obecná (Albrecht 2003).



Obrázek 8: Přírodní památka V obouch (Foto: Bažatová 2008)

Přírodní památka „Vystrkov“ se nachází severozápadně od obce Ostrovec a má rozlohu 3 ha. Předmětem ochrany je část toku řeky Lomnice od hájenky Karlov po železniční most u Ostrovice. Důvodem ochrany je ocenění krajinářského významu tohoto úseku řeky a výskyt chráněných druhů rostlin a živočichů v příbřežním pásmu toku. Přímo v ploše chráněného území dlouhodobě žijí dva silně ohrožené druhy - skokan zelený a ledňáček říční. Z rostlin jsou to také dva ohrožené druhy - oměj pestrý a lilie zlatohlavá. Polohou navazuje na chráněnou památku V obouch, takže i jejich charakter je podobný (granitové balvany). Protože Lomnice byla v minulosti zlatonosnou řekou, zachovaly se zde četné pozůstatky po historické těžbě zlata. Jedná se o hromady vyrýžované hlušiny (tzv. zlatokopecké sejpy) v lesním porostu na pravém břehu Lomnice (Albrecht 2003).

Další přírodní rezervací jsou Smyslovské louky (19.3.1990), jež zabírají plochu 8 ha, nacházejí se v nadmořské výšce 460-464 m. Tato chráněná lokalita leží 5 km jižně od Lnář vedle rybníků Smyslova a Smyslovského jezera. Předmětem ochrany je zbytek původních přirozených společenstev mokřadních luk a balvanitých pastvin (Albrecht 2003).



Obrázek č. 9: Smyslovské louky (Zdroj: <http://www.lnare.cz/>)

Státní přírodní rezervace rybník Velká Kuš (poloha – 8 km od Lnář), vybudován v 16. století Václavem Zmrzlíkem ze Svojšína, je největším a současně nejkrásnějším rybníkem na Lnářsku (52 ha). Jeho písčité dno je pokryto velkými zaoblenými žulovými balvany, z nichž mnohé vyčnívají nad hladinu i při plném napuštění a jsou proto oblíbeným místem odpočinku vodního ptactva (Albrecht 2003).



Obrázek č. 10: Rybník Velká Kuš (Zdroj: <http://www.lnare.cz/>)

Přírodní rezervace Dolejší rybník je chráněné rašeliniště se zachovanou velmi cennou rašelinoslatinnou vegetací. Tato rezervace byla vyhlášena v roce 1985, její rozloha je 6 ha. Tato oblast se rozprostírá na jižním břehu Dolejšího rybníka, asi 1 km od Tchořovic.

Zajímavé pro tuto oblast je výskyt bedlobytky, dosud jinde v Čechách nenalezené (Albrecht 2003).



Obrázek č. 11: PR Dolejší rybník (Zdroj: <http://www.csop-jc.org/>)

U Dolejšího rybníka se rozprostírá Přírodní rezervace Hořejší rybník (vznik: 1996, rozloha: 57 ha). Důvodem ochrany jsou významná společenstva litorálních pásem a habrových doubrav, které se vyskytují po obou stranách řeky Lomnice nad rybníkem západně od Tchořovic. Dosud zde bylo zaznamenáno 78 druhů ptáků. V porostech orobince a rákosu hnízdí chřástal vodní, moták pochop, slavík modráček a jiné druhy (Albrecht 2003).

Ostatní chráněná území jsou uvedena v následující tabulce:

Tabulka č. 5: Ostatní chráněná území vyskytující se v povodí Lomnice.

Název ZCHÚ	Kategorie ZCHÚ	Charakteristika území	Rok vyhlášení	Výměra (ha)
Nový rybník u Lnář	PP	Hnízdiště vodního ptactva	1933	34,4
Pastvina u Zahorčic	PP	Zamokřené louky s bohatou květenou	1985	1,6
Kocelovické pastviny	PR	Mokřadní společenstva se vzácnými druhy rostlin	1990	2,2
Sedlická obora	PR	Smíšený les se vzácným lipovým a bukovým porostem	1985	20,4

Vysvětlivky: PR - přírodní rezervace, PP - přírodní památka

Zdroj: vlastní zpracování

3. Povodňové situace na Lomnici

V historických pramenech lze nalézt zmínky o mimořádných meteorologických situacích a s tím spojených povodních už od středověku. V povodí Lomnice nejsou povodňové stavy z historického hlediska žádnou mimořádnou situací. Z hydrologického hlediska mají významnější hodnotu až záznamy z druhé poloviny 19. století, kdy dochází k pravidelným měření vodních stavů. První zmínky o povodních na Lomnici pochází již z léta roku 1551. Od poloviny 19. století proběhly tyto rozsáhlé povodně: 21.6. 1895, 11.8. 1925, 26.5. 1932, 22.6. 1980, tzv. „stoletá voda“ 2.7. 1987 a povodeň v srpnu 2002 (Koubík 2003).

Povodeň 2002 je časově nejbližší a bezesporu nejničivější povodeň, která zasáhla povodí Lomnice. Při této povodni hrály nejdůležitější roli tři faktory: vydatné srážky, nasycenost povodí a rychle se plnící rybníční soustava (podrobněji jsou popsány příčiny protržení rybníků blatenské soustavy v kapitole č. 2.2.1., str. 20). V hydrologické stanici Dolní Ostrovec proběhla první vlna povodně 2002 dne 8.8., kdy byla zaznamenána výška vodního sloupce 210 cm a průtok 41,1 m³/s. Druhá vlna povodně byla o mnoho větší, v Dolním Ostrovcu bylo dosaženo stavu 361 cm a průtoku 262 m³/s (13.8. 2002). Hydrologická stanice Dolní Ostrovec leží asi 7 km od ústí řeky do Otavy (hydrologická stanice typu A – předpovědní profil ČHMÚ). Další měrné profily na Lomnici, které spravuje povodí Otavy, jsou v Předmíří a Blatné. Plocha povodí pro stanici Dolní Ostrovec činí 390,48 km². Průměrný roční průtok je udáván jako 1,67 m³/s. Číslo stanice je 1-08-04-029 (ČHMÚ 2008).

Tabulka č. 6: Hodnoty průtoků a výšek vodní hladiny pro jednotlivé stupně povodňové aktivity v hydrologické stanici Dolní Ostrovec

Stupeň povodňové aktivity	výška vodní hladiny (cm)	průtok (m ³ /s)
I. bdělost	145	10
II. pohotovost	175	17
III. ohrožení	220	50

Zdroj: ČHMÚ 2008

Tabulka č. 7: Hodnoty vybraných n-letých průtoků pro hydrologickou stanici Dolní Ostrovec

N-leté průtoky	Q ₁	Q ₅	Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
průtok (m ³ /s)	17	54	76	144	180

Zdroj: ČHMÚ 2008

Při povodni 2002 na řece Lomnici nastal kritický moment po protržení hráze nejvýše položeného Melínského rybníka, který se protrhl 13. 8. Přívalová vlna ochromila níže položený rybník Metelský (13.8. mezi 04,20 a 04,30 hod). Metelský rybník o poměrně vysokém objemu cca 1 mil. m³ (při naplnění po korunu hráze) se rychle vyprázdnil. Následkem protržení v soustavě největšího Metelského rybníka došlo na řece Lomnici k vytvoření typické zvláštní povodně, která byla v tomto případě vyvolána kombinací extrémní povodňové situace a přelitím s následným protržením hráze. Obě povodně tedy proběhly souběžně, což vyvolalo katastrofální následky v území níže položeném. Část obce Metly byla zcela zničena. V obcích Lnáře, Tchořovice a v městě Blatná vznikly velmi výrazné škody na zástavbě i na infrastruktuře (dopravní stavby, jiné objekty). Hráz Veského rybníka v intravilánu obce Lnáře, po které je vedena silnice II. tř., i přes vysoké přelití koruny dne 13. 8. (6,15 hod.) protržení odolala, avšak přilehlý svah i s částí vozovky byl zcela erodován. Obdobná situace nastala i u bezprostředně navazujícího Zámeckého rybníka, u něhož přelití přes korunu, která je současně komunikací I. tř. č. 20 - E 49, způsobilo výraznou erozi jak zejména části hráze, tak i vozovky s komunikací. Oprava si sice vyžádala přerušení dopravy po hrázi a neprovozuschopnost rybníka na téměř 3 měsíce, avšak k úplnému protržení hráze nedošlo. Na dalším rybníku Podhájč průlomová vlna vytvořila asi v 8,05 hod. dne 13. 8. průrvu prakticky na stejném místě, kde byla hráz opravována po protržení z r. 1987. Pod rybníkem Podhájč byl protržen i násyp železniční trati, když most, pod kterým protéká Lomnice, byl částečně blokován splaveninami a odplavenými stromy a keři. Tím došlo k vzestupu vody na výšku několika metrů, což vedlo k protržení násypu v úseku několika desítek metrů. Přívalová vlna po protržení železničního násypu prošla lesem a způsobila protržení hráze rybníka Hořejšího, a to na několika místech. O množství splavenin svědčí plně zaplněné bazény rybích sádek, které jsou umístěny pod Hořejším rybníkem. Sádky částečně ztlumily sílu vody, avšak přesto došlo ke zničení několika obytných objektů a značnému poškození silničního mostu přes Lomnici v obci Tchořovice pod hrází. Obdobná situace nastala u rybníka Dolejšího pod Tchořovicemi. Rybník s nejdelší hrází z celé soustavy se protrhl asi v 8,25 hod. 13. 8. Poměrně široké a ploché území pod tímto rybníkem ztlačilo průlomovou vlnu, což alespoň částečně zmírnilo katastrofické následky v městě Blatná. Asi ve 13,45 hod. se na dvou místech protrhla levá boční hráze Buzického rybníka pod Blatnou, a to především díky proudění vody přeplněným korytem Lomnice, které prochází podél rybníka (Poláček 2006).

Obdobná byla situace na několika přítocích Lomnice. Především Závišínský potok (levostranný přítok Lomnice, který se vlévá do Lomnice v Blatné) byl taktéž ovlivněn malými

vodními nádržemi. Vše začalo přelitím rybníka Velký Zlatohlav a protržením hráze rybníka Luh. Vzniklá situace zvýšila přítoky do níže položeného rybníka Velkého Bělčického (při naplnění po korunu hráze zadržoval rybník téměř 1,3 mil. m³ vody, informace o objemech rybníků tabulka č. 4, str. 19), u kterého došlo také k protržení. Problematické bylo, že tento rybník sloužil jako náhradní zdroj pitné vody pro město Blatná. Škody na majetku vznikly v obci Bezdědovice a následným protržením hráze rybníka Pustého i v Blatné.

Další místa na řece Lomnici, která byla ve velké míře povodní 2002 zasažena jsou Mirostice a Dolní Ostrovec. V Miroticích situaci ovlivnil silniční most a starý jez pod ním, který byl v havarijním stavu a levostranný přítok Kostrateckého potoka. Dolní Ostrovec je poslední obcí na toku Lomnice před soutokem s Otavou, i zde došlo při povodni 2002 k rozsáhlým škodám.



Obrázek č. 12: Rozliv vody při povodni 2002 u Nohavického mostu v Blatné (Zdroj: http://www.makofoto.cz/Foto/Ostatni/povoden_2002)

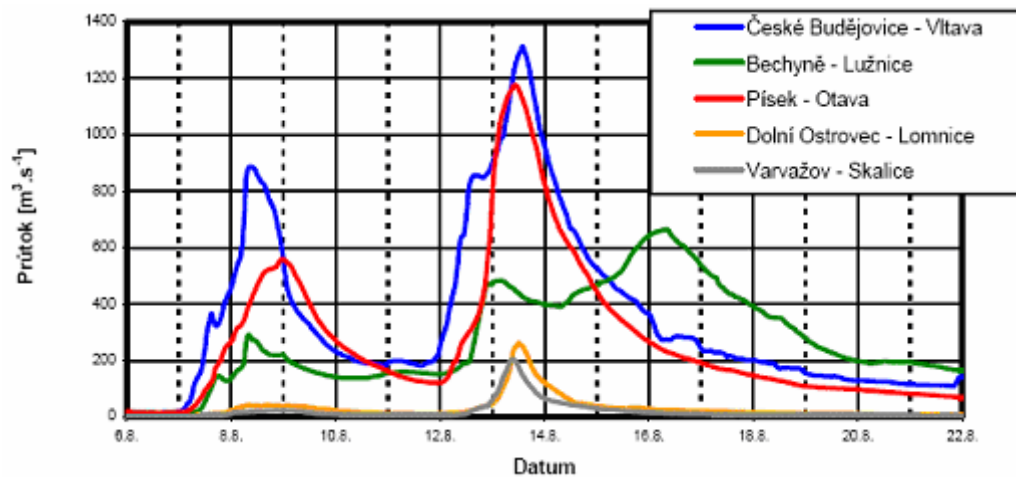


Obrázek č. 13: Zničená hráz rybníka Pustý a komunikace při povodni 2002
(Zdroj: http://www.makofoto.cz/Foto/Ostatni/povoden_2002).



Obrázek č. 14: Hráz a komunikace u rybníka Pustého v roce 2005
(Zdroj: http://www.makofoto.cz/Foto/Ostatni/povoden_2002).

Graf č. 5: Průběh povodně 2002 na přítocích do nádrže Orlík



Zdroj: MŽP 2004

Poslední povodeň v této oblasti povodně 2006 neprobíhala na tocích povodí Lomnice tak intenzivně. Hlavním důvodem je to, že tato povodeň byla zapříčiněna odtáváním velkých zásob sněhu, ovšem Lomnice pramení v oblasti Třemšínka, kde nejsou tak hojné sněhové zdroje, které by způsobily extrémní zvýšení průtoků (viz. kap. 6.4.). Přesto však došlo k dosažení druhého stupně povodňové aktivity na řece Lomnici.

4. Metodika práce

Změnami odtokového režimu vlivem antropogenních úprav se zabývala řada autorů (např. Kliment, Matoušková 2007; Kocum, Jánský 2008, Kříž 1981, Kaňok 1997 aj.).

Kaňok (1997) se ve své studii z povodí Odry zaměřuje na nové třídění metod:

1. metody odhalování antropogenního ovlivňování průtoků,
2. metody zjišťování velikosti změn odtoku vlivem antropogenního faktoru,
3. metody zabývající se změnami průběhu vodního režimu v určitém časovém období.

Při řešení předložené diplomové práce byly aplikovány metody, které slouží k identifikaci antropogenního ovlivnění průtoků (analýza trendů srážko-odtokového režimu pomocí součtových čar, analýza teplotních a sněhových poměrů, analýza četnosti velkých vod, změny land use a antropogenní ovlivnění řeky Lomnice).

4. 1. Analýza trendů srážko-odtokového režimu

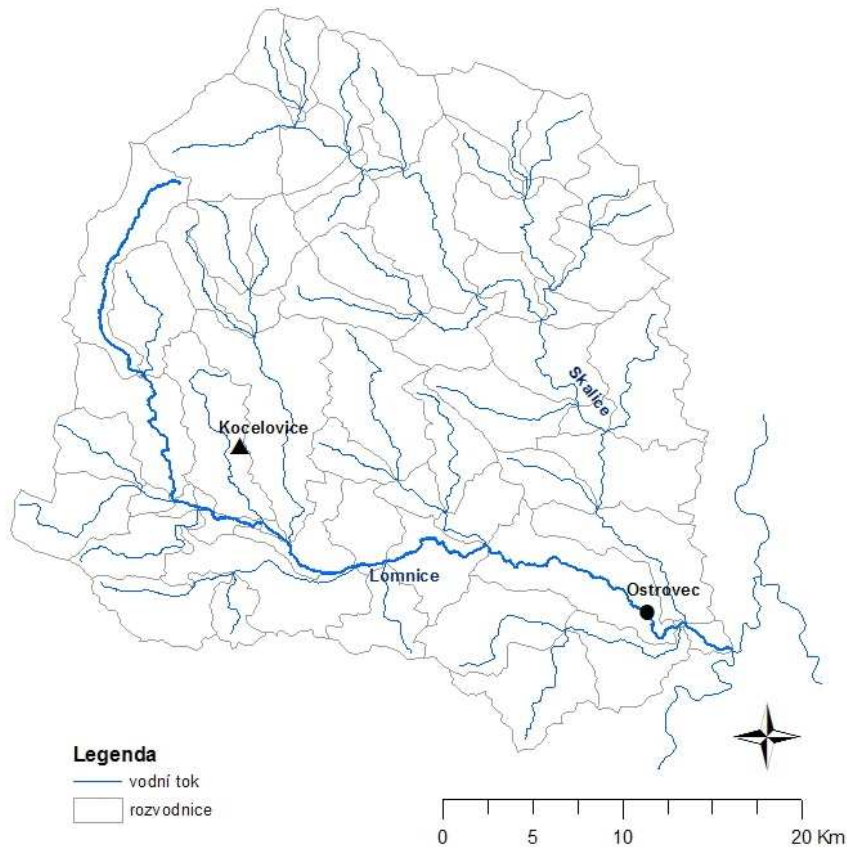
Základní metodou je analýza trendů srážko-odtokového režimu, doplněná o analýzu vývoje teplotních a sněhových poměrů. Hlavní metoda použitá pro posouzení vývoje odtoku v povodí Lomnice je metoda jednoduchých a podvojných součtových čar. Pro analýzu srážko-odtokového vztahu byla v této práci zvolena řada průměrných ročních průtoků a řada srážkových úhrnů. Z obou řad byly vytvořeny postupné součty. Odpovídající dvojice hodnot postupných součtů řady tvoří souřadnice bodů v pravouhlé souřadné soustavě, kde proložená přímka určuje vztah mezi řadami. V případě identifikace významných odchylek od lineárního průběhu a nalezení zlomů je možno uvažovat o změnách v odtokovém režimu.

Dále byla provedena analýza četnosti velkých vod za dobu limnigrafického měření (tzn. 1975 – 2008) s ohledem na jejich vztah ke zjištěným trendům odtoku. Četnost byla posuzována na základě výskytu 5letých a větších vod, jejichž hodnoty byly odvozeny na základě pravděpodobnosti výskytu p (%) hodnot denních průtoků. Změny trendu odtoku doplnila analýza změn rozložení odtoku během roku, při které byl sledován vývoj procentuálního zastoupení odtoku a spadlých srážek, a také časové rozložení průměrných průtoků v jednotlivých měsících a ročních sezónách (Kliment 2007a).

Vývoj odtoku v daných povodích byl dále doplněn o analýzu vývoje teploty vzduchu a sněhových poměrů, analýzu změn land use a analýzu upravenosti říční sítě. Odchytky ve vývoji teplotních a sněhových poměrů jsou přirozené příčiny, které ovlivňují hydrologickou bilanci.

Jako zdrojová data pro vytvořené analýzy byly použity hodnoty denních průtoků, srážek, výšky sněhové pokrývky a teplot. Hydrologická data z období 1975 – 2008 pochází z profilu Ostrovec (Lomnice) a klimatická data (1976 – 2008) ze stanice Kocelovice. Data poskytl Český hydrometeorologický ústav v Českých Budějovicích.

Mapa č. 2: Lokalizace klimatické stanice Kocelovice a limnigrafické stanice Ostrovec



Zdroj: vlastní zpracování

4.2. Metodika posuzování vývoje využití ploch

Pro posouzení vývoje land use byla použita data o využití ploch pro celé povodí Lomnice, rozděleného do dílčích povodí. Data poskytla Katedra aplikované informatiky a kartografie, PŘF UK.

Data o využití ploch zahrnují ornou půdu, trvalé kultury, louky, pastviny (což dohromady tvoří zemědělskou půdu – ZPF), lesní plochy, zastavěné plochy a plochy ostatní. Tyto údaje jsou pro 132 katastrů pro roky 1845, 1948, 1990 a 2000, jsou převedeny na

základní územní jednotky (ZUJ) na principu srovnatelnosti dat (rozlohy katastrů se v období 1845 – 2000 neliší víc jak o 1%, jelikož došlo k určitým redukcím).

V této části diplomové práce sleduji rozsah vybraných kategorií (ZPF, orná půda, lesní plochy), který mohl významněji ovlivnit změnou své rozlohy odtokové a celkové přírodní poměry v povodí Lomnice. Jako doplňující ukazatel byl vypočítán koeficient ekologické stability. Koeficient ekologické stability je obecně definován jako poměr rozlohy ploch relativně stabilních (S) k rozloze ploch relativně labilních (L). Pro výpočet je nutné rozdělit klasifikované kategorie využití půdy na ekologicky stabilní a labilní. Mezi plochy relativně stabilní řadíme lesy, trvalé travní porosty (louky, pastviny), zahrady, vinice, vodní plochy. Za plochy relativně labilní se považuje orná půda, chmelnice a zastavěné plochy (Míchal 1992).

Protože údaje, s nimiž pracuji, jsou za celé katastry, respektive za jednotlivá ZUJ z katastrů složená, je zřejmé, že vymezení povodí bylo realizováno na základě přidělení celé ZUJ do povodí, kde se nachází většina jeho území. To znamená, že celkové výměry povodí se mohou poněkud lišit od vymezení přesně daného rozvodnicí mezi povodími.

4.3. Mapování antropogenní upravenosti toku

Pro mapování upravenosti říční sítě a následků povodně byla použita metodika HEM-F, která vychází ze zkušeností z předchozích terénních mapování v letech 2005 a 2006 na řece Blanici, Sázavě a Litavce (a jako částečná modifikace předchozí metodiky MUTON) (Langhammer 2007 a). Metodika HEM-F je koncipována tak, aby umožňovala kompatibilitu s metodikou monitoringu ekomorfoloického stavu toků HEM, aplikovanou v ČR pro účely splnění Rámcové směrnice o vodní politice ES (Langhammer 2007 b).

Cílem terénního mapování a následné analýzy jsou:

- získat informace o intenzitě a charakteru upravenosti vodních toků a údolní nivy v oblastech postižených povodněmi;
- identifikovat geomorfologické změny, ke kterým dochází v korytě toku a příbřežní zóně v důsledku povodní;
- identifikovat potenciálně kritická místa v inundačním území a korytě toku a místa, která je možné využít pro využití přirozené retenční schopnosti údolní nivy (Langhammer 2007b).

Tyto cíle nelze odvodit z jiných informačních zdrojů, např. z map, leteckých či satelitních snímků (Langhammer 2007b).

Mapování tedy probíhá formou terénního průzkumu a jeho principem je rozdělení toku na úseky, pro které jsou zjišťovány hodnoty jednotlivých ukazatelů. Mapování postupuje od ústí či soutoku k prameni, tj. proti proudu. Podle Langhammera a Křížka (2007) je typická délka úseku 100 až 500 metrů u malých toků. Jejich délka se může podle charakteru toku a území značně měnit. Hranice úseků jsou voleny tak, aby vzniklý úsek byl homogenní alespoň v jednom z klíčových parametrů, kterými jsou v hierarchickém pořadí: charakter trasy toku, využití údolní nivy, upravenost koryta (Langhammer 2007b). Takto vymezený úsek se vyznačí do mapy a je mu přiřazen specifický kód, který se skládá jak z písemné, tak i z číselné části. První kód řeky Lomnice vypadá takto: LOM001, druhý LOM002 atd. Písemná část znamená první tři písmena názvu toku a následující tři číslice udávají pořadí úseku. Při větvení toku se hodnotí jednotlivá ramena odděleně. Tímto kódem se označují i jednotlivé formuláře, do kterých se následně zaznamenávají hodnoty jednotlivých ukazatelů. Sledované parametry jsou rozděleny do třech celků, které obsahují dílčí charakteristiky (viz. tabulka č. 8).

Tabulka č. 8: Charakteristiky sledované metodikou HEM-F

Morfometrie toku a nivy	Upravenost toku a nivy	Průběh a následky povodní
šířka koryta šířka nivy zhloubení koryta tvar údolí	upravenost podélného profilu upravenost trasy toku upravenost břehu charakter břehové vegetace charakter využití příbřežní zóny charakter využití údolní nivy průchodnost inundačního území	charakter rozlivu geomorfologické projevy a následky povodní potenciální překážky proudění protipovodňová ochrana

Zdroj: Langhammer (2007b)

Dle Langhammera (2007e) lze ukazatele rozdělit jako intenzifikační, identifikační a informační. Intenzifikační charakterizují míru intenzity změny prostředí toku a nivy. Dle této intenzity můžeme posoudit potenciální vlivy na proudění při povodni (upravenost trasy toku, upravenost podélného profilu, upravenost koryta toku, využití údolní nivy). Identifikační ukazatelé charakterizují výskyt prvků významných v průběhu povodně nebo jejich následky (přítomnost překážek proudění, geomorfologické projevy povodně a vůbec povodňové škody). Informační ukazatelé doplňují informace o vlastním toku a nivě (šířka koryta a nivy, charakter břehové vegetace, využití příbřežní zóny a nivy) (Langhammer 2007e).

Záznamy z vyplněných formulářů v terénu jsou následně pomocí aplikace v MS Access převedeny do sjednocující tabulky, která obsahuje informace o všech úsecích. Tato tabulka je propojena s digitální vrstvou toků, rozdělených na mapované úseky. Zjištěné prvky jsou analyzovány a vyhodnoceny slovně a pomocí tématických map.

5. Srážko-odtokový proces

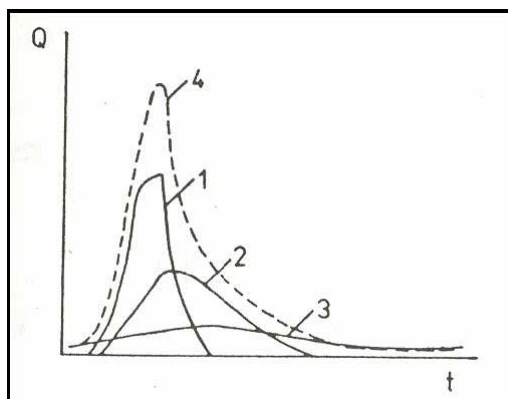
Srážko-odtokový proces, nebo-li přeměna srážek na odtok, je předmětem zájmu značného počtu světových hydrologů. Nedílnou součástí tohoto procesu je odtok z krajiny, což je komplikovaný mechanismus, který podléhá mnohým přírodním zákonitostem. Z praktických důvodů se odtok rozděluje na dvě základní složky: přímý (rychlý) odtok a základní (zpožděný) odtok. Přímý odtok je charakterizován jako odtok bezprostředně reagující na danou srážku a hlavní měrou se podílí na vytvoření odtokové vlny. Přímý odtok je tvořen zejména povrchovým a zčásti hypodermickým odtokem, který se obvykle vyskytuje jak v základním, tak v přímém odtoku (Blažková 1993). Základní odtok se vyznačuje poměrně stabilní celoroční vyrovnaností a probíhá hlavně v mimo srážkových obdobích. Základní odtok je zajišťován soustředěnými vývěry ze zásob podzemní vody prostřednictvím pramenů nebo rozptýleným průsakem. Voda vyvěrá na povrch v místech, kde se hladina podzemní vody protíná s povrchem terénu.

Stejně jako lze vyčlenit složky přímého a základního odtoku z celkového odtoku, je možné provést obdobnou schematizaci i u srážek. Zde je cílem kvantifikovat tzv. efektivní srážky, které jsou impulsem vyvolávajícím odezvu v podobě přímého odtoku. Efektivní srážka je takový podíl z celkové skutečné srážky, ze které odteklo množství vody spotřebované na intercepci a povrchovou či podpovrchovou retenci (Blažková 1993).

Základní rozdělení odtoku (na přímý a základní) však nestačí k vystižení jeho skutečného chování. Proto je snahou vyčlenit následující odtokové složky, které mohou přispívat jak do přímého, tak do základního odtoku. Patří sem povrchový odtok (hortonovský a nasycený), hypodermický odtok a podzemní odtok (obrázek č. 15) (Klimešová 1997).

Obrázek č. 15: Komponenty celkového odtoku :

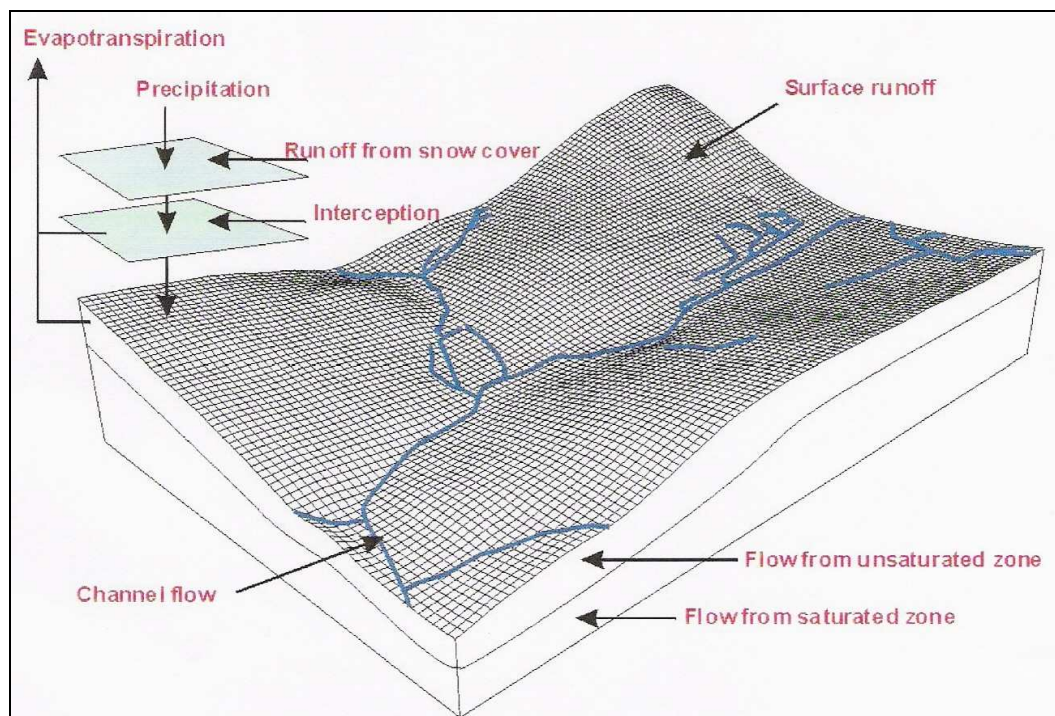
(1 – povrchový odtok, 2 – hypodermický odtok, 3 – podzemní odtok, 4 – celkový odtok)



Zdroj: Blažková 1993

Srážko-odtokový proces lze vystihnout následujícím způsobem. Po vzniku deště je jeho počáteční část zachycována vegetací (intercepce), postupně srážky propadají až na půdní povrch, kde jsou infiltrovány do půdních vrstev. Naplňuje se infiltrační kapacita půdy a po jejím překročení se přebývající dešť hromadí v depresích na povrchu terénu. Po vyplnění depresní akumulace se začíná voda pohybovat ve slabé vrstvě po svahu dolů a nastává fáze povrchového plošného odtoku. Tím dochází ke zvyšování akumulace vody na povrchu povodí vlivem retenčního účinku terénu. Povrchová voda se poté začíná soustřeďovat do drobných stružek ve směru největšího sklonu k závěrovému profilu povodí a vytváří hydrologickou mikrosíť. Větší měrou se na tomto procesu podílí i podpovrchový odtok. V konečné fázi vzniká soustředěný povrchový odtok, kdy voda odtéká v korytech toků říční sítě. Po dosažení vrcholu pokračuje odtok z povrchové i říční retence až do vyčerpání zásob. Dochází ke kulminaci podpovrchového odtoku, který je později vystřídán podzemním odtokem. Ten zůstává hlavní složkou odtoku po odeznění účinků srážkové situace.

Obrázek č. 16: Obecná struktura srážko-odtokového modelu



Zdroj: Jeníček 2007

5.1. Faktory ovlivňující odtok

Odtok z krajiny ovlivňují různé faktory, které se uplatňují za konkrétní situace a za konkrétních podmínek, a tak je celkově složité vybrat z nich ty nejdůležitější. Perlman (2005) rozděluje faktory ovlivňující odtok do tří kategorií: meteorologické (druh srážky, její intenzita, velikost, délka trvání a ostatní meteorologické a klimatické prvky), fyzickogeografické (velikost, tvar a sklon povodí, nadmožská výška, délka toku, typ půd, hydraulické parametry aj.) a antropogenní (např. zástavba, změny land use, antropogenní úpravy v korytech a nivách řek). V našich podmínkách jsou převládajícím zdrojem povrchového odtoku atmosférické srážky (déšť a sníh). Jejich množství, plošné a časové rozdělení předurčuje i režim našich toků. Různí autoři zavádějí i další faktory s úmyslem zpřesnit a zobecnit utváření povrchového odtoku.

5.1.1. Klimatické faktory

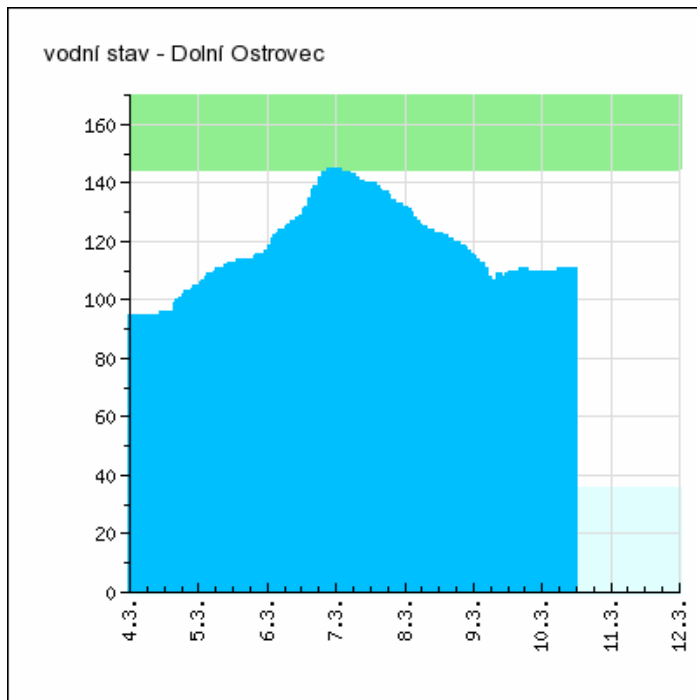
V přírodním prostředí České republiky jsou hlavním zdrojem vody atmosférické srážky. Lze je považovat za nejdůležitější klimatický faktor, který ovlivňuje velikost odtoku a jeho rozložení v čase. Závislost odtoku na srážkách je vázána na druh srážky, její intenzitu, velikost, dobu trvání a na její časové a prostorové rozložení.

Deště o největších intenzitách se u nás vyskytují převážně v letním období a jsou schopny vytvořit katastrofální povodně hlavně na tocích, které tvoří malá povodí. Krátkodobé intenzivní srážky se v povodňovém hydrogramu projevují rychlým nárůstem průtoku a pak jeho rychlým návratem na původní hodnoty základního odtoku. Tato srážka ale zpravidla nedoplní zásoby podzemní vody. Naopak méně intenzivní srážky se projevují pozvolnějším nárůstem vodních stavů a dosažení kulminačního průtoku trvá delší dobu. Zde má hlavní vliv na velikost odtoku délka trvání srážky a nasycenost povodí. Pokud spadne srážka s velkým objemem do povodí saturovaného vodou z předchozích dešťů, kulminační průtok dosahuje mnohonásobně vyšších hodnot. Tyto déletrvající regionální deště se v našich zeměpisných šířkách vyskytují nejčastěji v létě a na podzim a mohou způsobit rozvodnění celého říčního systému větších toků (Kemel 1980).

V zimním období je situace poněkud odlišná, srážky se akumulují v podobě sněhu, který pokrývá povrch povodí a neúčastní se odtoku. Dotace vody přichází především ze zdrojů podzemních vod a celkový odtok je malý. Zde má rozhodující vliv průběh teplot a případné tání, které často způsobuje povodňové stavy na tocích. Přesně tato situace se

odehrávala v březnu 2009, kdy došlo k odtání velkého objemu sněhu a na mnoha místech v České republice byl vyhlášen první stupeň povodňové aktivity (i na toku řeky Lomnice, což dokazuje graf č. 6).

Graf č. 6: Vodní stav v březnu 2009 – Dolní Ostrovec na Lomnici



Zdroj: ČHMÚ 2008

Dalším faktorem, který zásadně ovlivňuje proces odtoku a jeho velikost, je výpar. Výpar je přímým důsledkem rozdílu napětí vodních par vypařující se vody a přilehlého ovzduší. Závisí tedy bezprostředně na vlhkosti vzduchu, která bývá nejčastěji vyjadřována sytostním doplňkem. Výpar je v přímé závislosti s teplotou vzduchu. Všeobecně se dá říci, že s růstem nadmořské výšky vzrůstá srážkový úhrn a klesá (v důsledku poklesu teploty vzduchu) i velikost výparu. Znamená to, že se vzrůstem nadmořské výšky budeme za normálních okolností pozorovat zákonitý vzrůst odtoku.

5.1.2. Fyzickogeografické faktory

Fyzickogeografické faktory jsou rozhodujícím činitelem při časové i prostorové distribuci srážek spadlých v daném povodí a při jejich přeměně na určitou formu odtoku. Mezi nejdůležitější činitele patří vlastnosti povodí, vliv reliéfu, geologické a půdní poměry a vegetační kryt. Tyto faktory jsou určující pro to, jaký podíl srážek odeče po povrchu nebo

bude infiltrovat do půdy, a jak rychle se voda dostane do koryt vodních toků nebo bude plnit zásoby podzemních vod. Někteří z těchto činitelů jsou neměnné (geologické poměry, reliéf), jiné faktory naopak mohou být více či méně měněny lidskou činností, což se podle druhu a velikosti změny projeví i v odtoku vody (vegetace).

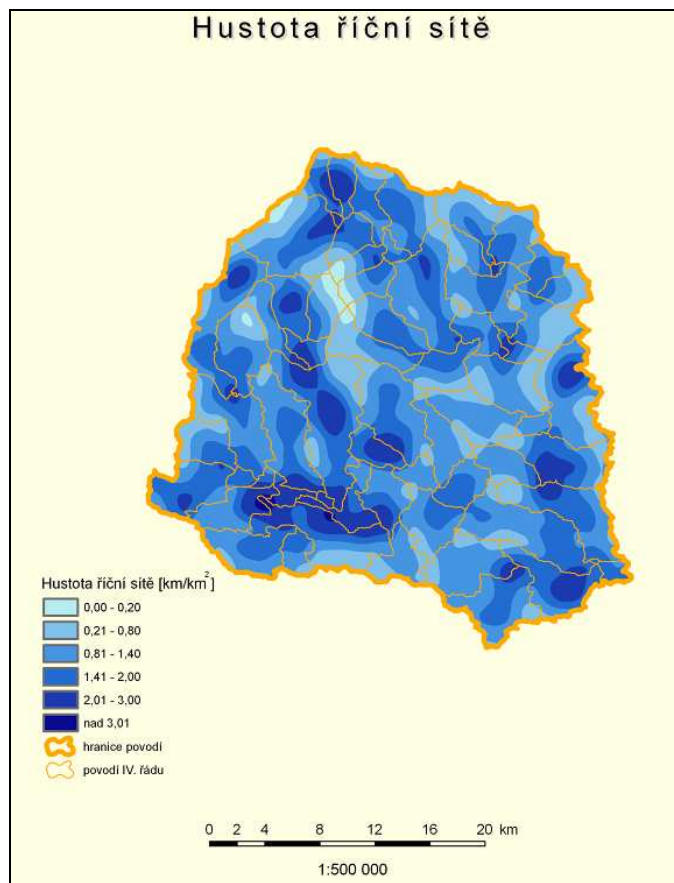
1. Vlastnosti povodí

Mezi vlastnosti povodí ovlivňující odtok patří velikost, tvar povodí a hustota říční sítě. Velikost a tvar povodí jsou charakteristiky, které rozhodují o čase potřebném k tomu, aby voda z různých dílčích ploch povodí dotekla do závěrového profilu. Povodí, která jsou úzká a protáhlá, mají obecně nižší parametry kulminací odtoku ve srovnání s vějířovitými povodími stejné velikosti. Je to dané tím, že u nich existuje delší doba odtoku vody z nejvzdálenějších částí povodí do závěrového profilu, tj. doba koncentrace (Kemel 1980). Povodí řeky Lomnice patří spíše mezi vějířovitá povodí.

Je logické, že se zvětšující plochou povodí bude růst doba koncentrace. Vinou delšího zdržení srážkové vody v povodí dochází k tomu, že voda má možnost po delší dobu infiltrovat do půdy a vypařovat se. To má za následek, že s rostoucí velikostí povodí se bude snižovat specifický odtok (runoff efficiency). Z toho vyplývá, že velikost povodí je přímo závislá na době koncentrace, ale nepřímo závislá na specifickém odtoku (Kemel 1980). Zájmové povodí odvodňuje území o velikosti 831 km².

Hustota říční sítě je proměnlivý faktor, který vyjadřuje podíl úhrnné délky toku a plochy povodí. V oblastech s větší sklonitostí a vyššími srážkovými úhrny (za jinak stejných podmínek) vzniká erozní činností členitější terén s podélnými rýhami, kterými buď permanentně nebo občas protéká srážková voda. V těchto oblastech je tedy zpravidla větší hustota říční sítě a oblast je lépe povrchově odvodňována. Malá hustota říční sítě je nepřímým ukazatelem určitých geologických a půdních poměrů. Svědčí to o propustnějším území, ve kterém srážková voda lehce infiltruje a povrchový odtok není tak výrazný (Kemel 1980). Povodí Lomnice má průměrnou hodnotu hustoty říční sítě 1,29 km/km².

Mapa č. 3: Hustota říční sítě - Lomnice



Zdroj: ČHMÚ 2008

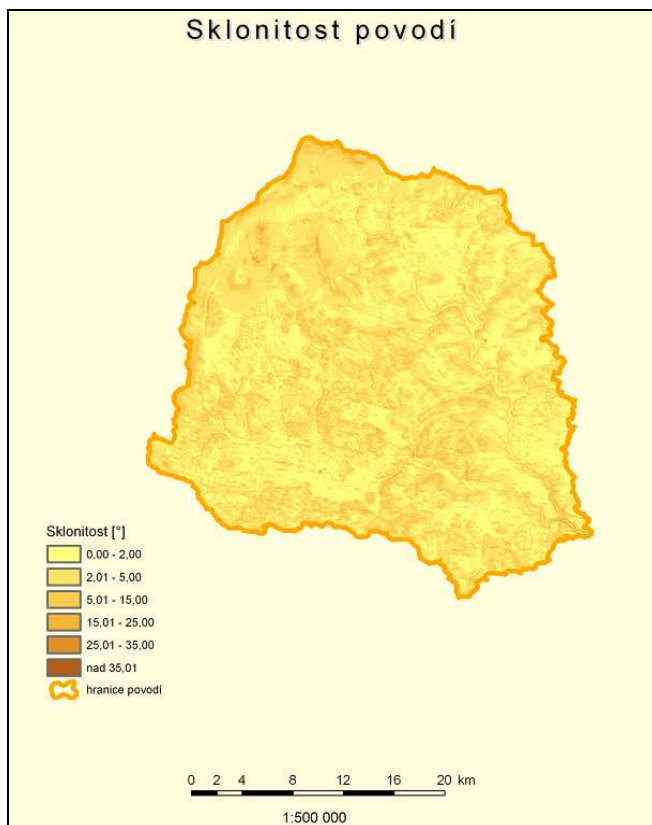
2. Vliv reliéfu

Z vlastností reliéfu je jednou z nejdůležitějších sklonitost. Čím je sklon území větší, tím jsou rychlosti stékání vyšší a možnost vsaku menší. V místech, kde je reliéf terénu plošší, voda zůstává po určitou dobu v prohlubních a může se značnou měrou uplatnit vsak i výpar. Kromě sklonitostních poměrů hraje v procesu odtoku vody z povodí velkou roli i horizontální a vertikální členitost povodí. Pokud nejsou strmé a delší svahy chráněny odolným vegetačním pokryvem, způsobí unášecí síla proudící vody rozrušování a odnos horních vrstev půdy (plošnou a rýhovou erozi).

Vliv uvedených vlastností reliéfu povodí na odtok vody nemusí být vždy jednoznačný v tom smyslu, že na hustěji rozčleněném a sklonitějším povrchu musí být větší a rychlejší odtok. V horských oblastech bývá jeho velikost i rychlost daleko více ovlivňována drsností povrchu svahů. K intenzivnímu vsakování vody do podzemí přispívá i humus a lesní hrabanka, které mají v místech s vyšší vlhkostí a propustností větší schopnost vodu rychle

převádět pod zemský povrch. Takové svahy mají i vysokou akumulaci a retenční schopnost. Naopak na svazích s hladkým povrchem bez četnějších depresí dochází k velkému povrchovému odtoku i na plochách zalesněných. Údaje o sklonitosti a členitosti povodí Lomnice jsou uvedeny v kapitole č. 2.

Mapa č. 4: Sklonitost povodí - Lomnice



Zdroj: ČHMÚ 2008

3. Geologické a půdní poměry

Geologické poměry mohou ovlivňovat infiltraci vody pod zemský povrch. Míra jejich účinku závisí na stupni propustnosti a pórovitosti horninového podloží. Toky odvodňující povodí složená z nepropustných vrstev se vyznačují zvýšenou extremitou odtoku a nízkou zásobou podzemní vody. Značně vyrovnanější charakter odtoku existuje v povodích propustných, kde bohaté zásoby podzemních vod jsou významným regulátorem odtoku.

S charakterem geologického podloží úzce souvisí i půdní poměry, jenž rozhodují o možnosti vsaku vody a tím o velikosti a rozložení odtoku. Intenzita vsaku vody do půdy závisí na jejich fyzikálních vlastnostech. S množstvím nekapilárních pórů intenzita vsaku

roste. Změna struktury půdy vyvolává změnu intenzity vsaku a zákonitostí pohybu vody v půdě. V místech, kde je povodí tvořeno propustnými půdami, se srážková voda vsakuje do nižších horizontů, obohacuje zásoby podzemních vod, které jsou pak hlavním zdrojem vodnosti toků v uvedených oblastech. I propustné půdy se ale po zaplnění vzdušných prostor vodou stávají nepropustnými, zvláště zamrzne-li voda v pórech. Za těchto podmínek mohou vznikat velmi nebezpečné a extrémní odtokové situace (Kemel 1980).

Právě území povodí Lomnice je tvořeno spíše nepropustnými vrstvami, které umocňují extremitu odtoku (žuly, granodiority apod.). Aluviální náplavy čtvrtohorního charakteru se v zájmovém povodí vyskytují jen v malé míře, oproti čtvrtohorním sedimentům při Otavě či Blanici. Půdní poměry v povodí Lomnice se vyznačují přítomností lehkých půd, charakterizovaných převahou hrubozrnných částic a obsahem nejvýše 20% jemnozrnných odplavitelných částic o velikosti pod 0,01 mm.

4. Vegetační kryt

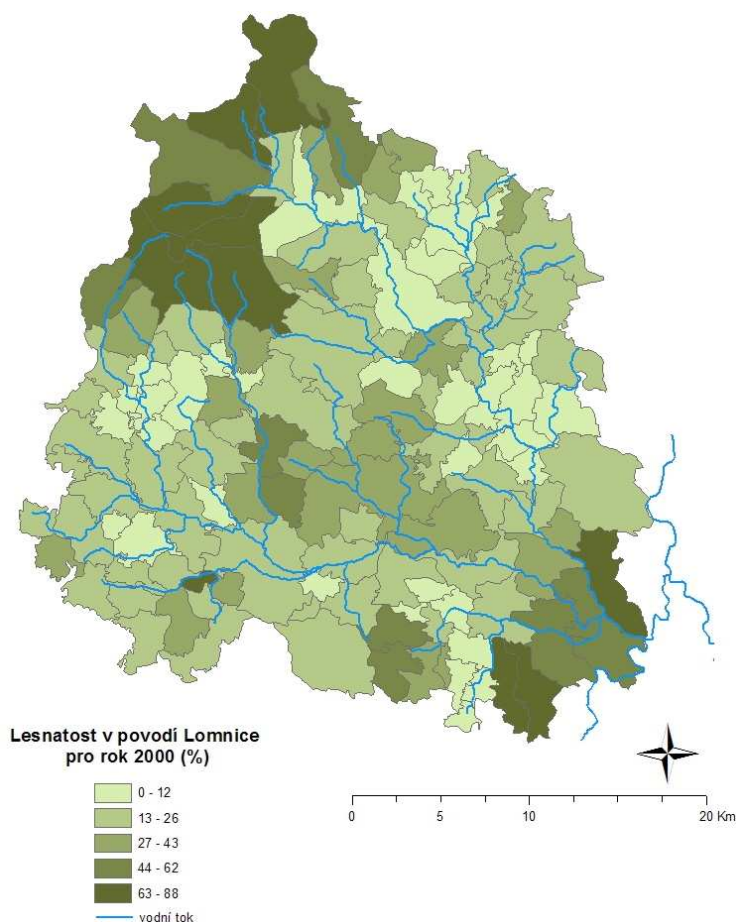
Dalším faktorem, který bezesporu ovlivňuje srážkoodtokové procesy v povodí je vegetační kryt, a to nejen kvůli částečnému zachycení srážek, ale také kvůli časovému rozdělení odtoku. Zatímco na půdu bez vegetace působí srážky bezprostředně, rostlinný kryt odtok modifikuje (má do jisté míry tlumící vliv). Zde je potřeba zdůraznit funkci lesa. Stromy svojí korunou mohou část srážek zachytit, umožnit výpar a případně odvést vodu po kmeni přímo pod zem. Travniny a polní rostliny tuto schopnost do jisté míry postrádají. Vegetační kryt může také brzdit proudění povrchové vody, což ale závisí na hustotě a druhu rostlinných jedinců. To znamená, že se celková doba odtoku prodlužuje, a tím pádem dochází ke snížení kulminačních odtoků a splachu z povodí.

Vliv lesa na srážko-odtokový proces je předmětem mnoha výzkumů, které se provádějí na různých experimentálních povodí po celém světě. Základním činitelem srážko-odtokových procesů v lesích pro vznik odtoku jsou atmosférické srážky, jejich intenzita, doba trvání, skupenství a plošný rozsah. Ve vodní bilanci lesních ekosystémů hraje významnou roli několik procesů. Prvním procesem je intercepce, to znamená zachycení srážky vegetací. Srážky se na rostliny váží povrchovými silami, takže voda nemůže stékat ani odkapávat k půdě a podléhá výparu. Část vody je v korunách stromů zadržována jen dočasně, může odkapávat, být setřásána větrem nebo stékat po kmenech k povrchu (což také závisí na druhu vegetace).

Ve vodní bilanci lesních ekosystémů se zpravidla vydělují tři základní ztrátové položky – kromě intercepce ještě evaporace (fyzikální výpar z povrchu půdy) a transpirace (fyziologický výpar dřevin a bylinné vegetace), souhrnný název – evapotranspirace (Černohous 2002). Podle Kantora (2003) je evapotranspirace dřevin ovlivňována vedle vlastních vnitřních charakteristik vegetačního krytu (strukturou dřevin, věkem, zdravotním stavem porostů) zejména nabídkou vody v půdě a povětrnostními činiteli.

Lesní půdy jsou typické kvůli uspořádání svrchních vrstev půdy a také specifickou infiltrací. Na povrchu půd se nachází hrabanka a pod ní je vrstva nahromadění humusu, tyto vrstvy se vyznačují vysokou infiltrační kapacitou pro atmosférické srážky. Celkově je v lesní půdě snazší retence srážkové vody a tvorba mělkého hypodermického odtoku vody aerační vrstvou půdy. Tento podpovrchový odtok tvoří u lesních půd významnou složku celkového odtoku z lesního povodí (Kantor 2003). Proces infiltrace je ovlivněn jednak intenzitou a časovým trváním srážek a jednak charakterem půdního prostředí (zrnitost, počáteční nasycení).

Mapa č. 5: Lesnatost v povodí Lomnice pro rok 2000



Zdroj: vlastní zpracování

5.1.3. Atropogenní faktory

Antropogenní vliv na odtok vody v krajině je velmi různorodý a může nabývat mnoha podob. Z tohoto hlediska je proto obtížné vyčlenit veškeré lidské aktivity, které by se na ovlivňování odtoku výrazně podílely. Při zjišťování faktorů, které hrají ve srážko-odtokovém procesu nejvýznamnější roli, se klade důraz na sledování jejich vlivu na velikost a rozložení odtoku, případně na množství unášeného materiálu a kvalitu vody. Langhammer (2004c) uvádí, že mezi tyto faktory patří zejména:

- změny ve využití území, v struktuře a kvalitě krajinného krytu;
- plošné odvodnění krajiny;
- zkrácení říční sítě;
- úpravy koryt toků;
- charakter využití údolní nivy.

Vliv jednotlivých faktorů se liší podle extremity dané odtokové události, podle velikosti zasaženého území i podle geografické polohy v hlavních funkčních oblastech vývoje povrchového odtoku. Změny ve funkčním využití land use jsou spojovány především s hodnocením míry přírodního charakteru jednotlivých typů krajinného pokryvu. Vliv funkčního land use na odtokový proces je zásadní a výrazné změny v land use mohou mít při extrémních událostech významný vliv. Ze změn ve využití krajiny, ke kterým dochází v souvislosti s rozvojem civilizace a rychlým růstem populace, mají pro odtokový proces největší význam:

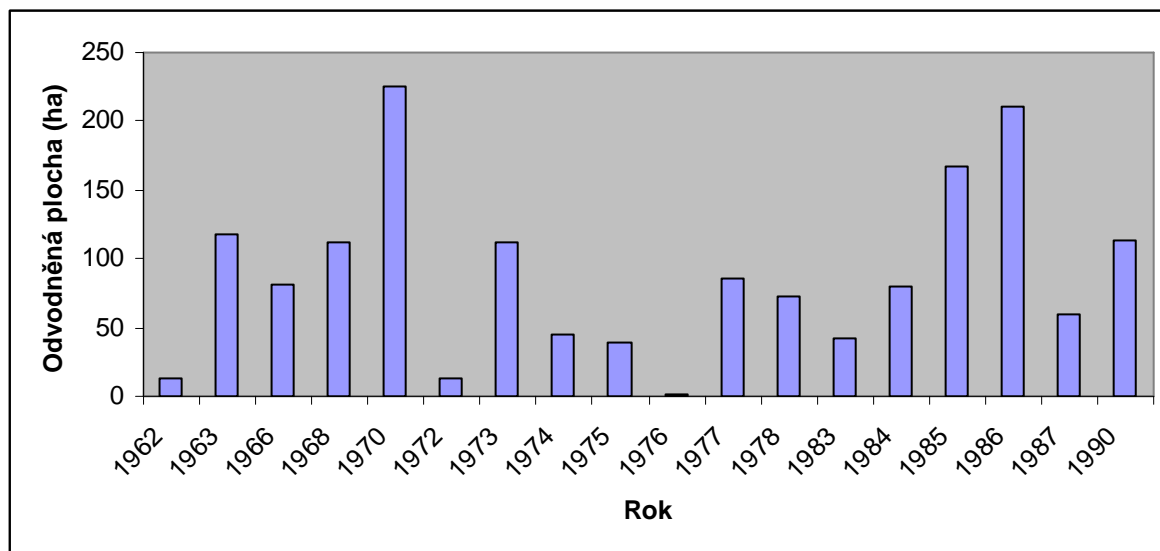
- odlesnění krajiny;
- intenzivní zemědělství;
- urbanizace krajiny;
- výstavba vodních nádrží;
- industrializace území (Královec 2006).

Antropogenní faktory ovlivňující konkrétní zájmové povodí, tzn. povodí řeky Lomnice, jsou podrobně rozebrány v kap. č. 7. (Výsledky analýzy vývoje využití ploch) a č. 8. (Zhodnocení antropogenní upravenosti toku Lomnice).

5.1.3.1. Meliorační opatření v povodí Lomnice

Meliorační opatření v povodí Lomnice nelze přesně vyhodnotit, mapové podklady nejsou kompletní a čitelnost některých mapových listů je špatná. Proto nelze určit celkovou odvodněnou plochu. Z dostupných mapových listů bylo zjištěno, že provedené úpravy byly prováděny od roku 1962 až do roku 1990. Pro představu jaká plocha byla odvodněna bylo vybráno území, které leží ve vzdálenosti do 1,5 km podél obou břehů řeky Lomnice v horní části povodí (až po obec Blatná). Rozsah odvodněného modelového území činí 1589 ha, přičemž k nejintenzivnějšímu nárůstu odvodněných ploch došlo v roce 1970, 1985 a 1986 (což ukazuje graf č. 7). Hydromeliorační opatření se netýkají chráněných území – na horním toku je to chráněná oblast Třemšínska (dolní tok – např. PP Vystrkov, PP V obouch). Nejmladší meliorace se nachází právě pod hranicí chráněné oblasti Třemšínska a byla vystavěna v roce 1990. Podle dostupné technické dokumentace (ZVHS Písek) mají tato hydromeliorační opatření životnost rámcově 15 – 30 let, proto lze konstatovat, že mnoho z nich ztrácí na funkčnosti.

Graf č. 7: Rozsah odvodněné plochy v modelovém území v povodí Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování dle mapových listů ZVHS Písek

6. Výsledky analýzy srážko-odtokového procesu

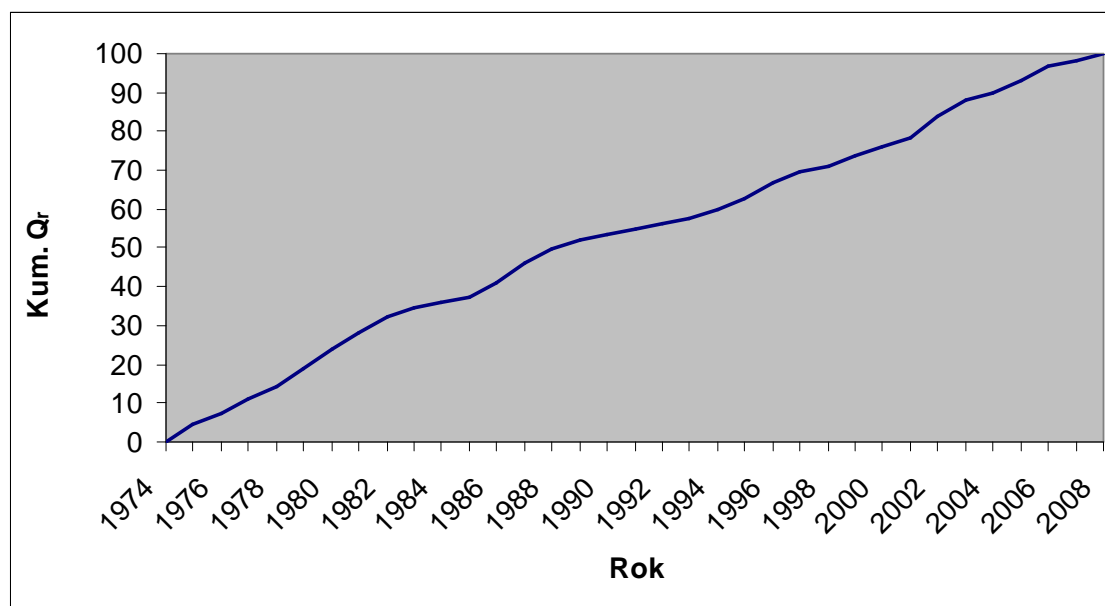
6.1. Analýza odtoku pomocí jednoduchých a podvojných součtových čar

Analýza změn odtoku pomocí jednoduchých součtových čar H_r a Q_r

Ke zjištění významných změn v odtokovém režimu bylo použito metody jednoduchých součtových čar, které byly zkonstruovány pro průměrné roční hodnoty srážek a průtoků. Součtová řada srážek byla vytvořena pro případnou identifikaci klimatických změn v povodí, které by mohly odtokové poměry ovlivnit.

Průběh součtové čary průtoků pro profil Ostrovec ukazuje graf č. 8. Vychýlení součtové čary od lineárního průběhu nám poukazuje na identifikaci zlomů ve vývoji odtoku. Při pohledu na graf č. 8 vidíme, že u profilu Ostrovec v období 1979 – 1982 dochází k nárůstu průtoků a následně pak do roku 1985 opět k poklesu. Stejný vývoj je charakteristický pro období 1985 – 1992, kde zlomovým rokem je 1988 (od tohoto roku dochází opět k poklesu průtoků). Růstové a poklesové tendence z hlediska strmosti jsou srovnatelné.

Graf č. 8: Jednoduchá součtová čára Q_r pro profil Ostrovec

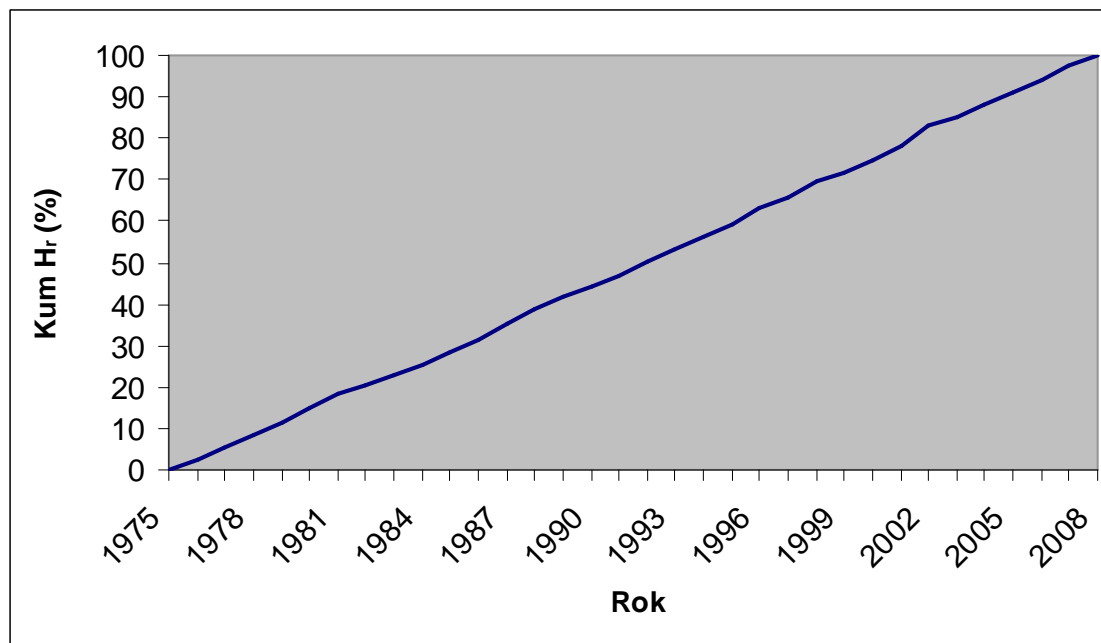


Zdroj dat: ČHMÚ

Při srovnání jednoduché součtové čary průtoků a srážek zjišťujeme, že nárůst průtoků ve zjištěném období nemá úzkou souvislost se srážkami, tzn. nelze toto období definovat jako

extrémně srážkově bohaté. Jednoduchá součtová čára H_r má téměř lineární průběh, nevyskytují se zde žádné významné odchylky.

Graf č. 9: Jednoduchá součtová čára H_r - Kocelovice



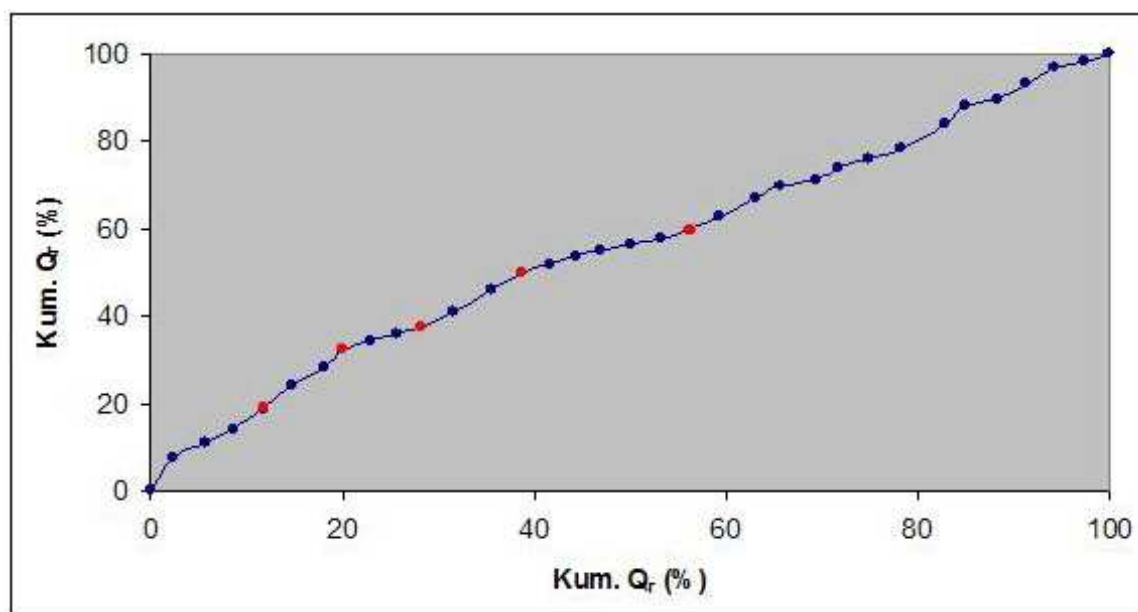
Zdroj dat: ČHMÚ

Analýza změn odtoku pomocí podvojně součtové čáry

Pro zpřehlednění situace a zpřesnění dosažených výsledků byla sestrojena podvojná součtová čára ročních průtoků a ročních srážkových úhrnů pro daný profil. Pro snazší orientaci byly červeně zvýrazněny roky, ve kterých došlo ke zjištění změny odtoku (1979, 1982, 1985, 1988, 1992). Analýza provedená prostřednictvím podvojně součtové čáry v podstatě potvrdila výsledek analýzy jednoduché součtové čáry.

Pomocí jednoduchých a podvojných součtových čar byly hodnoceny také srážko-odtokové poměry v povodí Otavy (Kliment, Matoušková 2004). Jelikož je Lomnice přítokem Otavy je vhodné následující srovnání. Výrazné změny v odtokovém režimu byly identifikovány na přítocích Otavy: Ostružné, Blanici a Volyňce (především v osmdesátých letech 20. století). Na dolním toku Otavy (Lomnice – profil Ostrovec) jsou změny v odtokovém režimu méně patrné než na toku horním (např. Ostružná – profil Kolinec).

Graf č. 10: Podvojná součtová čára Q_r a H_r - Lomnice

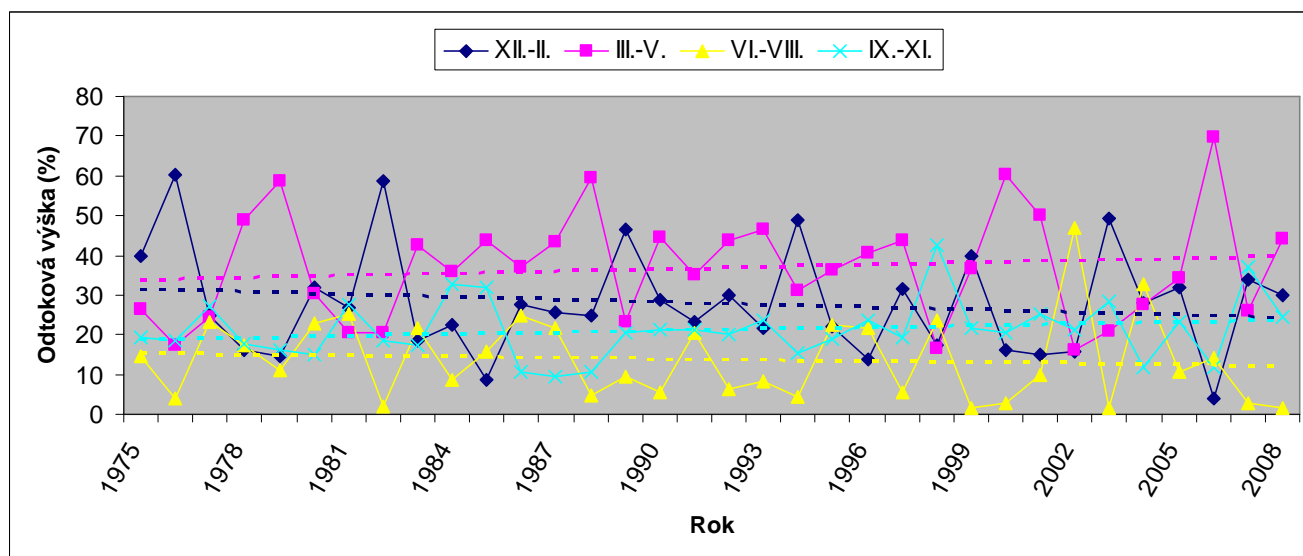


Zdroj dat: ČHMÚ

6.2. Změny sezónního rozložení odtoku

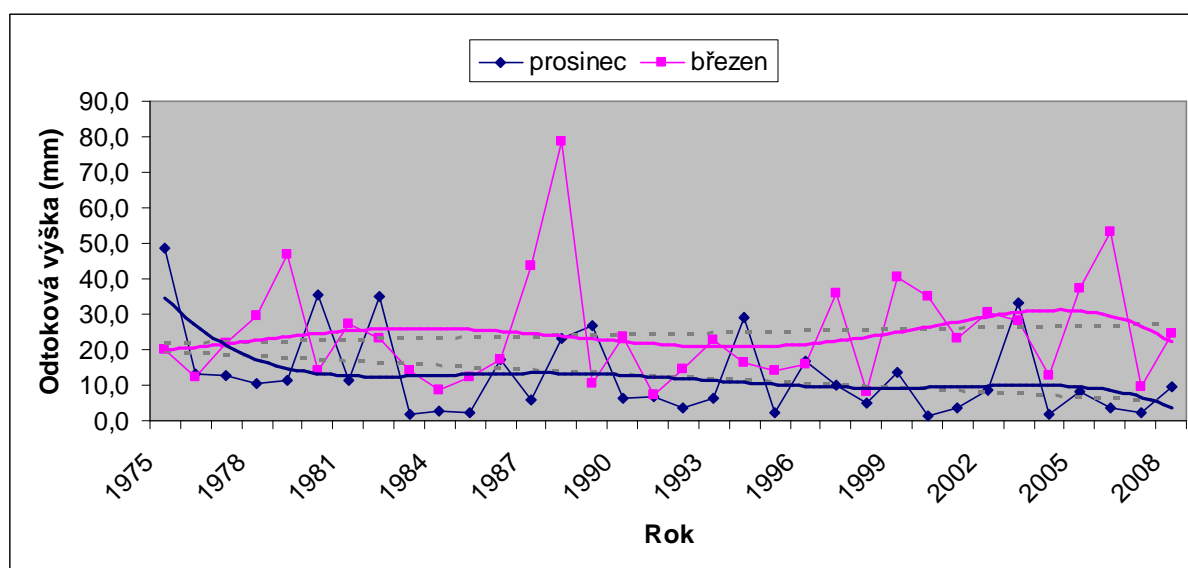
Změny v rozložení odtoku během roku byly posuzovány na základě procentuálního zastoupení odtečené vody a rozložení průměrných průtoků v jednotlivých měsících a ročních obdobích. Charakteristickým trendem v povodí Lomnice (profil Ostrovec) je úbytek odtečené vody v zimním a letním období, naopak na jaře a na podzim podíl odtečené vody roste. Ve srovnání s analýzou odtoku provedenou v pramenných oblastech Otavy (Kliment 2007a) je situace v povodí Lomnice zcela odlišná. Obecně pramenné oblasti Otavy vykazují za poslední půlstoletí zřetelné navýšení podílu odtoku v zimních měsících a na druhé straně až na výjimky (srpen 2002) postupný úbytek odtoku v letních měsících (Kliment 2007a). Největší nárůst podílu na celoročním odtoku v povodí Lomnice vykazuje březen, hlavní úbytek připadá na prosinec. V pramenných oblastech Otavy největší nárůst podílu odtoku připadá na prosinec, ovšem největší úbytek je charakteristický pro červenec.

Graf č. 11: Trend ve vývoji odtoku podle ročních období (1975 – 2008), Lomnice – profil Ostrovec



Zdroj dat: ČHMÚ

Graf č. 12: Trend ve vývoji odtoku v prosinci a březnu (1975 – 2008), Lomnice – profil Ostrovec

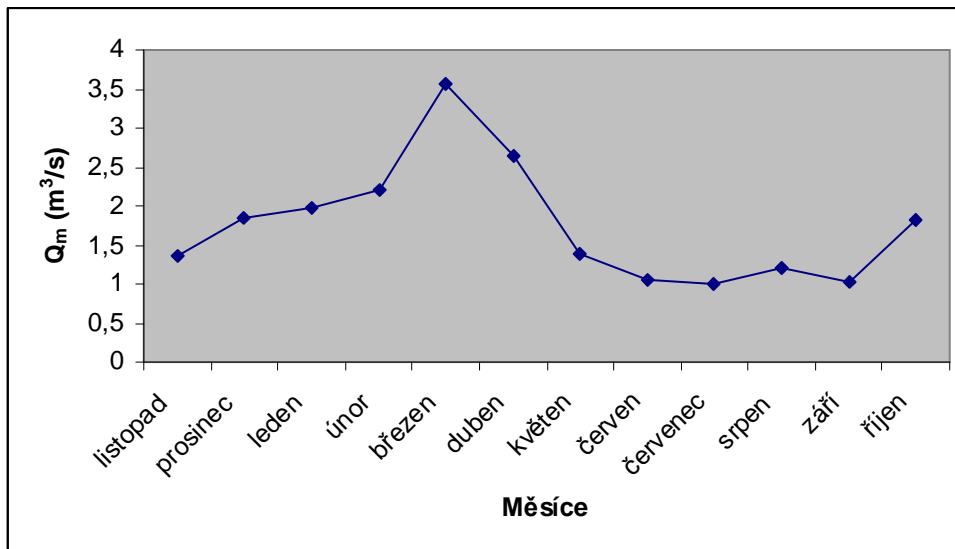


Zdroj dat: ČHMÚ

Rozložení odtoku v průběhu každého roku lze posuzovat i podle časového sledu měsíčních průtoků. Tyto průměrné měsíční průtoky (Q_m) charakterizují rozložení v průběhu roku. Jedná se tedy o roční chod měsíčních průtoků (Netopil, 1984). Pravidelnosti v tomto chodu lze vyjádřit dlouhodobými měsíčními průtoky. Ty jsou pro profil Ostrovec - Lomnice počítány z 33 hydrologických let. Měsíční průtoky jsou ovlivňovány zejména klimatickými

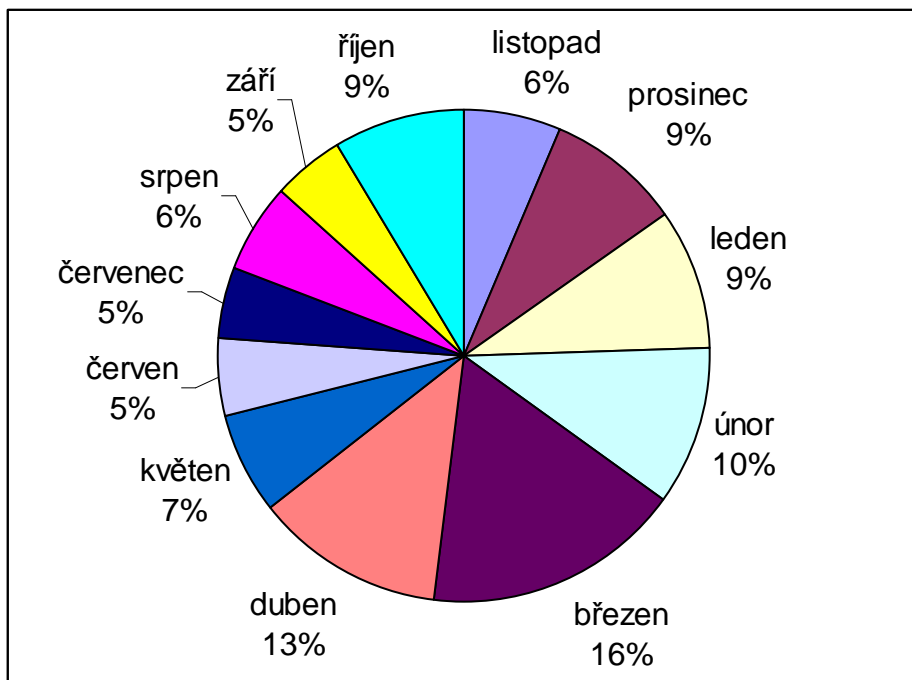
charakteristikami, které mají pravidelnější a dlouhodobější působnost. Hlavními jsou samozřejmě srážky a teplota. Ty také způsobují postupné hromadění a tání sněhové pokrývky, což největší měrou ovlivňuje průtoky v jarních měsících. Z grafu č. 13, 14 je názorně vidět, že řeka Lomnice je nejvodnatější v jarních měsících.

Graf č. 13: Dlouhodobý průměrný průtok v profilu Ostrovec (1975 – 2008)



Zdroj dat: ČHMÚ

Graf č. 14: Podíl jednotlivých měsíců na ročním odtoku, Ostrovec (1975 – 2008)



Zdroj dat: ČHMÚ

Podíly měsíčních i sezónních srážkových úhrnů zůstávají přitom v uvedených ročních obdobích na přibližně stejné úrovni (což dokazuje tabulka č. 9). Průměrný roční úhrn srážek ve stanici Kocelovice za období 1976 – 2008 činí 587 mm. Nejdeštivějším rokem byl jednoznačně rok 2002 (905 mm) a to kvůli extrémním srážkovým úhrnům v srpnu tohoto roku (209 mm).

Tabulka č. 9: Trend ve vývoji srážek podle ročních období, Kocelovice (1976 – 2008)

Období	H (%)			
	III. - V.	VI. - VIII.	IX. - XI.	XII. - II.
1976-1985	21,4	41,1	20,6	16,9
1986-1996	24,2	37,6	21,4	16,8
1997-2008	22,8	38,4	21,3	17,5

Zdroj dat: ČHMÚ

6.3. Analýza odtoku z pohledu výskytu a četnosti N-letých vod

Pro vyjasnění příčin změn v trendu odtoku byla provedena analýza četnosti výskytu velkých vod. Hranice, která určuje tzv. velkou vodu je úroveň pětileté vody (Kliment 2007a).

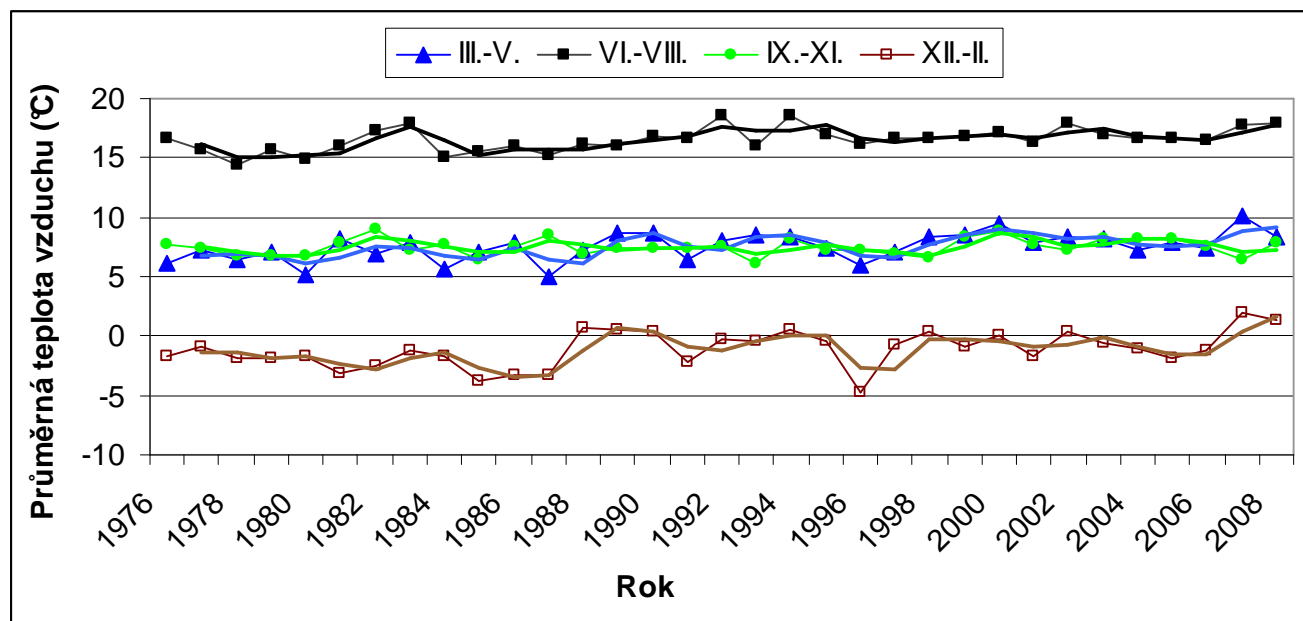
Tato analýza potvrdila, že zjištěný trend v nárůstu odtoku souvisí s výskytem velkých vod. Velké vody v profilu Ostrovec (Lomnice) se neprojeví mimo období zjištěného nárůstu odtoku. Největší koncentrace 5letých a vyšších vod je v roce 1980, 1982, 1975, 2002 a 2003 (roky jsou seřazeny sestupně od největší koncentrace). Naopak roky 1993, 1985, 1991, 1992, 1998, 2002, 1990 vykazují koncentrace nejmenší. Povodňové průtoky korespondují s roky největších koncentrací velkých vod. Výskyt povodňových průtoků není jediný faktor při změně ve vývoji odtoku, ovšem může být jeho průvodním jevem.

6.4. Vývoj teplotních a sněhových poměrů

Jednou z přirozených příčin změn odtokového režimu jsou bezesporu odchylky ve vývoji teplotních poměrů, které ovlivňují sněhové charakteristiky a celkovou hydrologickou bilanci. V současné době jsou často diskutovány změny v souvislosti s globálním oteplováním (Kliment 2007b). Sněhové a teplotní charakteristiky byly zpracovány pro klimatickou stanici Kocelovice, která leží v nadmořské výšce 519 m n. m., tato hodnota spadá do intervalu nejčastěji se vyskytující nadmořské výšky povodí.

Analyzovaná teplotní řada z Kocelovic čítá 32 let (1976 – 2008). Porovnáním průměru za období 1976 – 1991 a 1992 – 2008 byl zjištěn nárůst teploty vzduchu ze 7,2 °C na 8,9 °C. Přičemž nejvýraznější skok v nárůstu teploty nastal mezi lety 1996 a 2000, kdy teplota vzrostla z 6,2 °C na 8,8 °C (tzn. že rozdíl teplot činil 2,6 °C). Největší nárůst teploty vzduchu pozorujeme v lednu, únoru, dubnu a květnu. Situaci z hlediska chodu teplot v jednotlivých ročních obdobích přehledně ukazuje graf č. 15.

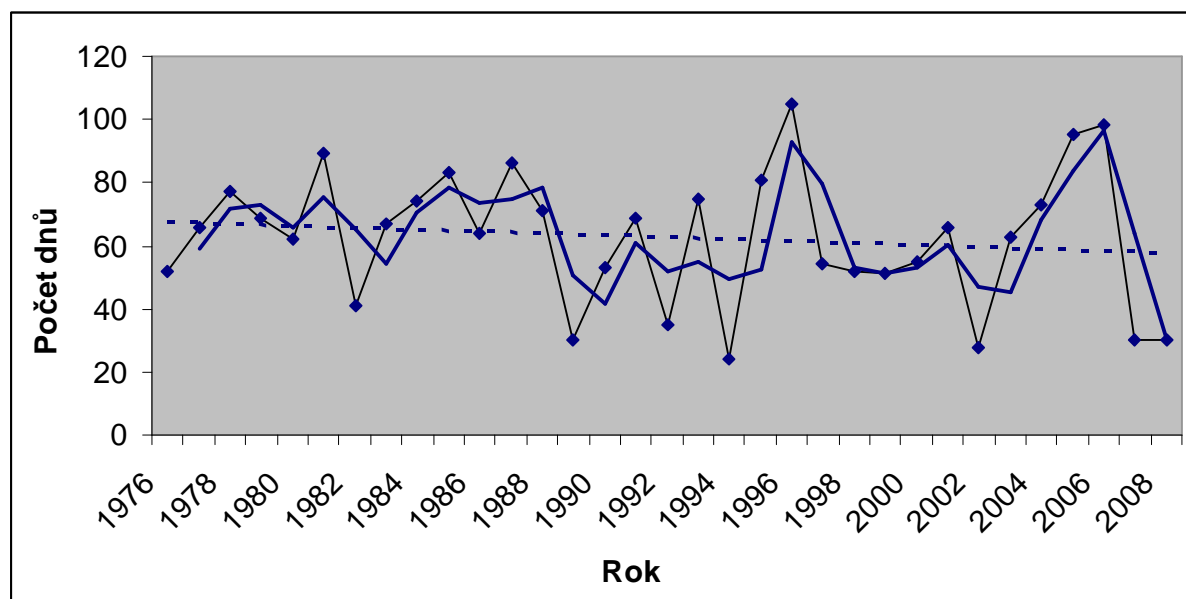
Graf č. 15: Chod průměrných ročních teplot vzduchu v jednotlivých ročních obdobích, stanice Kocelovice



Zdroj dat: ČHMÚ

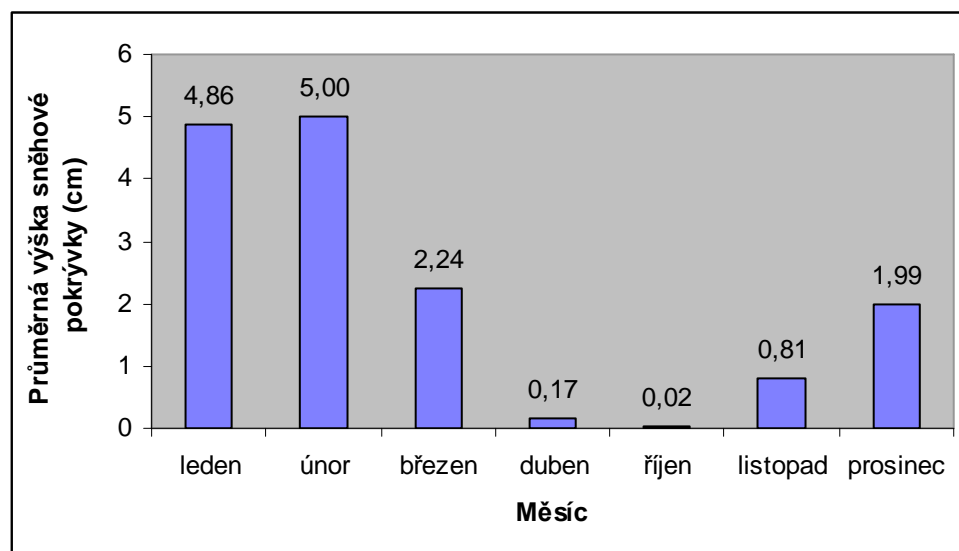
V období 1976 – 2008 se vyskytuje průměrně 63 dní se sněhovou pokrývkou. Celkový trend v tomto období má klesající tendenci. Pokud stejně jako u analýzy teplotních poměrů srovnáme období 1976 – 1991 a 1992 – 2008 zjistíme, že průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou klesl z 65,8 na 59,7 dní v roce. Trend ve vývoji počtu dní nám ukazuje graf č. 17, kde maxima v počtu dní se sněhovou pokrývkou připadají na roky 1996, 2005 a 2006. Nejvyšší průměrné výšky sněhové pokrývky jsou v únoru a lednu. Celkově dochází k úbytku sněhové pokrývky v zimních měsících.

Graf č. 16: Trend ve vývoji počtu dnů se sněhovou pokrývkou (Kocelovice, 1976 – 2008)



Zdroj dat: ČHMÚ

Graf č. 17: Průměrná výška sněhové pokrývky (Kocelovice, 1976 – 2008)



Zdroj dat: ČHMÚ

Období nárůstu průtoku (1979 – 1982, 1985 – 1988), které bylo vymezené pomocí součtových čar, můžeme charakterizovat jako teplotně průměrné s vyšší průměrnou výškou sněhové pokrývky a vyšším počtem dnů se sněhovou pokrývkou. Ze závěrů studie pramenných částí Otavy (Kliment 2007a) vyplývá, že se v nižších polohách (stanice Klatovy – 430 m n. m.) projevuje určitý úbytek počtu dní se sněhovou pokrývkou, který je kompenzován nárůstem podílu zimního odtoku. Z analýzy měsíčních průtoků v letech

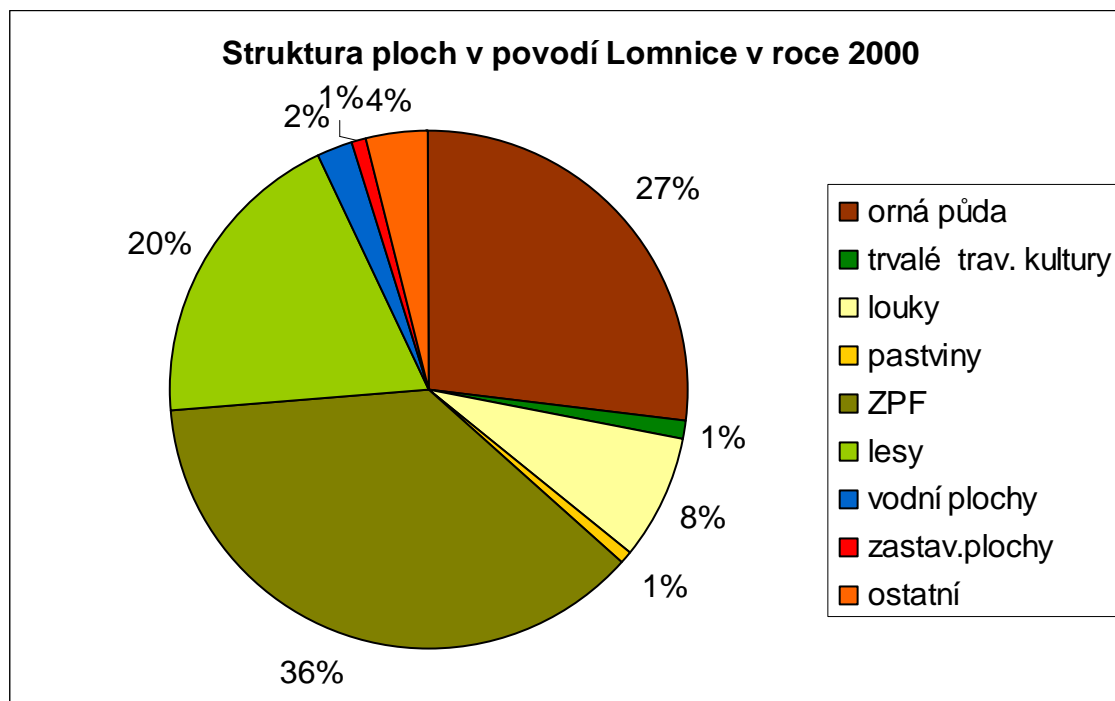
1975 – 2008 v povodí Lomnice bylo zjištěno, že k poklesu podílu odtoku dochází v zimních a letních měsících. Takže situace v pramenných oblastech Otavy a v povodí Lomnice je odlišná. Zvýšení jarních a letních teplot mohlo přispět k poklesu odtoku, zejména v letních měsících.

7. Výsledky analýzy vývoje využití ploch

7.1. Výběr sledovaných kategorií ploch

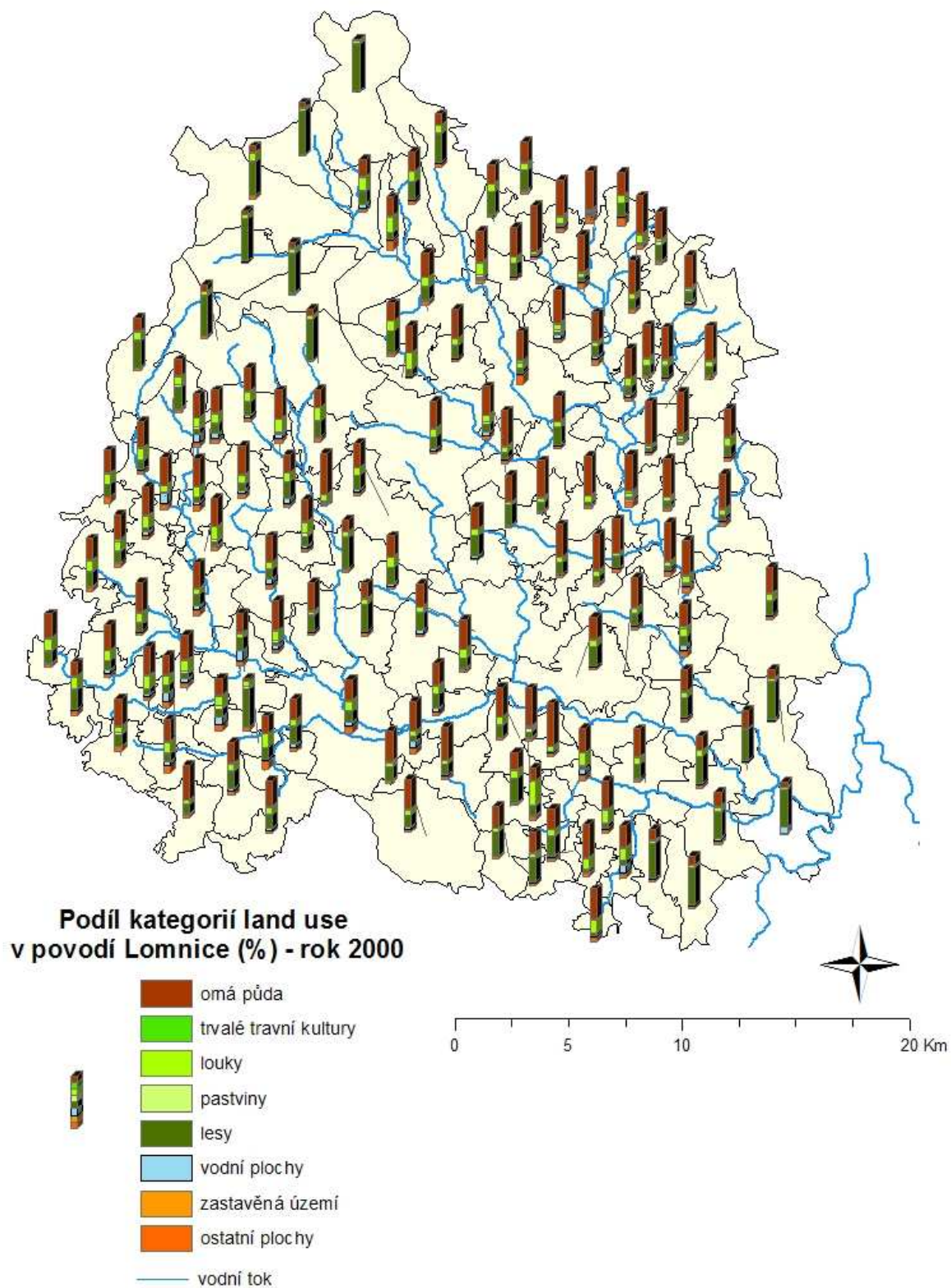
S ohledem na cíl této diplomové práce, tzn. posoudit srážko-odtokové vztahy v povodí Lomnice a vliv dlouhodobých změn ve využití ploch, jsou vybrány pouze některé kategorie, které zde hrají významnější roli a mají v daném území rozhodující podíl. Jedná se především o ZPF (zemědělský půdní fond) – orná půda, louky, pastviny, trvalé kultury. Kategorie trvalých kultur je ve vybraném území tvořena především zahradami, v omezené míře sady; vinice a chmelnice se v této oblasti nevyskytují. Obecně lze říci, že rozloha kategorie trvalých kultur v celé České republice trvale stoupá, přesto je její podíl na ploše celého území velice malý, proto nemá jejich analýza zvláštní význam. Další kategorií, která výrazně ovlivňuje odtokové poměry, jsou lesní plochy. Tato databáze ovšem nepopisuje druhovou skladbu lesů. Vodní plochy jsou relativně stabilní, zastavěné plochy a plochy ostatní jsou naopak velice dynamickým prvkem, ovšem vyvíjí se ve všech oblastech dost podobně.

Graf č. 18: Struktura ploch v povodí Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

Mapa č. 6: Podíl kategorií land use v povodí Lomnice (%) pro rok 2000



Zdroj: vlastní zpracování

7.2. Hodnocení vývoje vybraných kategorií ploch v povodí Lomnice

Zemědělská půda

Zemědělská půda v povodí Lomnice vykazuje závislost rozdělení na nadmořské výšce. V nejvyšších partiích v oblasti Třemšínska (vrch Třemšín 837 m n. m.) pramení řeka Lomnice i řeka Skalice. Nový potok (levostranný přítok řeky Skalice v oblasti Třemšínska) má podíl zemědělské půdy 19 % v r. 2000. Do největších nadmořských výšek také zasahuje Závišínský potok, kde je podíl ZPF 46 % (2000). Např. v povodí Závišínského potoka se vyskytují ZUJ Vacíkov a Roželov, kde je podíl zemědělské půdy okolo 20-ti % (r. 2000). V nižších polohách v málo svažitéch územích dosahoval podíl ZPF v r. 2000 hodnot kolem 60-ti až 70-ti %.

V povodí Lomnice tvoří ZPF 53309 ha (v r. 2000), což je 59 % z celkové výměry ploch tvořených jednotlivými ZUJ. Největší pokles podílu ZPF na celkové výměře byl zaznamenán v období 1948 – 1990, a to o 6%.

Tabulka č. 10: Podíl ZPF na celkové rozloze výměře dílčích povodí (povodí Lomnice) v letech 1845, 1948, 1990 a 2000

Povodí	ZPF (%)			
	r.1845	r.1948	r. 1990	r. 2000
Mračovský p.	75%	73%	62%	61%
Pálenecký p.	74%	70%	61%	61%
Hradičský p.	82%	77%	70%	70%
Závišínský p.	55%	54%	48%	46%
Hajanský p.	81%	78%	70%	70%
Škvoretický p.	71%	69%	64%	64%
Jesenický p.	55%	55%	50%	49%
Kostratecký p.	67%	65%	61%	61%
Metelský p.	71%	69%	61%	61%
Nový p.	23%	23%	19%	19%
Hoděmyšlský p.	78%	74%	65%	65%
Nesvačilský p.	66%	62%	56%	55%
Hradecký p.	83%	80%	74%	74%
Zálužanský p.	87%	85%	77%	77%
Čimelický p.	75%	73%	67%	67%
Svučický p.	80%	78%	73%	73%
Mlýnský p.	74%	72%	68%	68%
Bezděkovský p.	78%	74%	65%	65%

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud se podíváme na výše uvedenou tabulku zjistíme, že vývoj rozsahu zemědělského půdního fondu v obdobích 1845 – 1948, 1949 – 1990, 1990 – 2000 byl ve

všech dílčích povodích rozdílný. Ovšem i zde můžeme najít společný trend, kdy skoro ve všech povodích (krom Jesenického a Nového potoka, kde v letech 1845 – 1948 zůstává procento ZPF stejné), sledujeme pokles ZPF na celkové ploše - do 5 %. Významnější úbytky jsou charakteristické pro období 1948 – 1990 v téměř všech dílčích povodích, a to do 10 % (přesněji 6 – 10 %), jen v malé části do 5% a v jednom případě nad 11%. Ve třetím období, tzn. 1990 – 2000, jasně dominuje stagnace, v zájmovém území nedochází k významným změnám (u tří dílčích povodí jen k minimálním úbytkům).

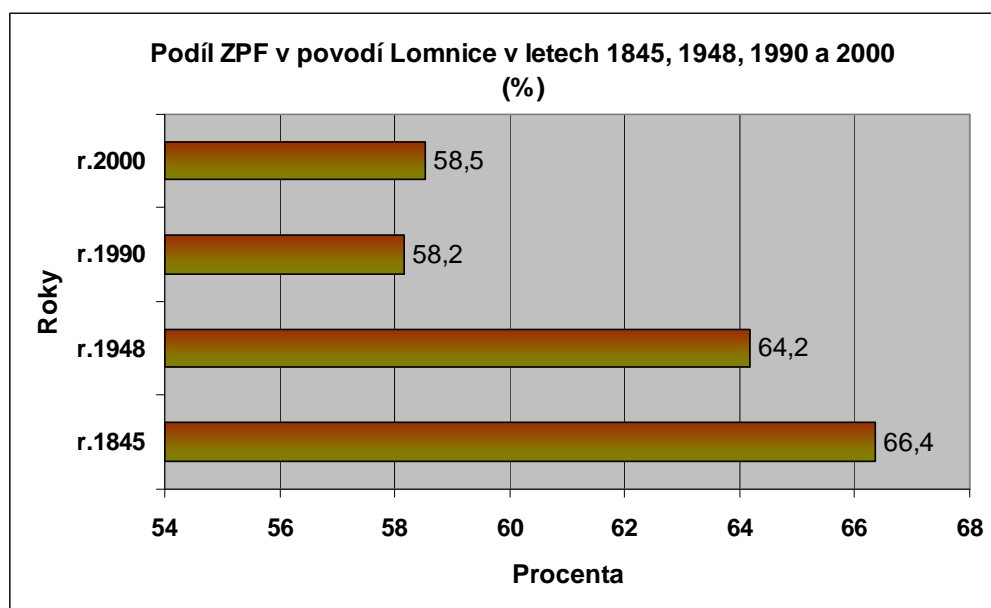
V rámci podrobnější analýzy, tzn. rozboru 132 ZUJ zjistíme, že i v rámci povodích je vývoj ZPF odlišný. Pro vývoj v České republice je typické, že až do 80. let 19. století dochází k mírnému nárůstu ZPF, zatímco od té doby zaznamenáváme celkový pokles jeho rozsahu (Bičík 2004). V ZUJ spadajících do povodí Lomnice je situace podobná. Objevují se zde ZUJ (cca 18%), u kterých je patrný pozitivní vývoj, tedy nárůst ZPF do 5%, nicméně pokles ZPF do 5% připadá na 84 % ZUJ a u 13 % ZUJ dokonce dochází k úbytku do 10%.

Období 1948 – 1990 („totalitní období“) poukazuje na výraznější úbytky ZPF v povodí Lomnice. U 47% ZUJ do 5%, 42% ZUJ do 10% a u 11 % dokonce tyto úbytky přesáhly hranici 11% (úbytky větší než 11%). Na celkové výměře povodí Lomnice tento pokles činí 6 %.

Třetí období (1990 – 2000) je obdobím, kdy docházelo k mnoha legislativním úpravám, restitucím a dalším reformním procesům. V České republice je obecným trendem další snižování ZPF způsobené např. vrácením pozemků restituentům apod. V povodí Lomnice převládá výrazná stagnace, u 76 % ZUJ nedochází k žádné změně velikosti ZPF (a když tak je minimální, např. o 0,3 %). 19 % ZUJ vykazuje opět úbytky podílu zemědělského půdního fondu na celkové rozloze do 5%. Jediný extrémní případ je ZUJ Chlum v povodí Závišínského potoka, který v tomto stagnujícím období přišel o 34% ZPF z celkové rozlohy.

Vývoj podílu ZPF na celkové ploše ZUJ v povodí je na mikroregionální úrovni velice rozdílný, přesto však je obecná tendence poklesu v celém sledovaném období převládající. V celém stošedesátiletém období došlo k poklesu ZPF o 8%.

Graf č. 19: Podíl ZPF v povodí Lomnice ve vybraných obdobích (%)



Zdroj: vlastní zpracování

Orná půda

V rámci povodí Lomnice se v prvním období 1845 – 1948 objevuje u téměř poloviny dílčích povodí přírůstek orné půdy do 2 %. Taktéž v celé České republice je obecným trendem přírůstek orné půdy v období 1845 - 1948. Dalším nejčastějším jevem je stagnace orné půdy a větší přírůstky nebo úbytky orné půdy jsou minimální. Z hodnocených 132 ZUJ v 33% došlo k nárůstu orné půdy do 2%, u 16% ZUJ dokonce k nárůstu do 5% a u 4% ZUJ k největším nárůstům orné půdy do 10%. 18% ZUJ vykázalo úbytek orné půdy do 2% a 9% ZUJ o 5%. V ostatních ZUJ se podíl orné půdy v tomto období téměř neměnil.

Totalitní období 1948 – 1990 charakterizuje úbytek orné půdy. Pouze v jednom dílčím povodí došlo k nárůstu orné půdy (Svučický potok, nárůst orné půdy o 2%). Nejčastěji to byly úbytky do 5%. Největší počet ZUJ taktéž vykazuje úbytky do 5% (33% ZUJ). V 19% ZUJ mizí orná půda do 10% a v 5% ZUJ dokonce nad 11%. Samozřejmě, že některé ZUJ vykazují i přírůstky orné půdy. U 20% ZUJ nalzáme tyto přírůstky, a to většinou do 5%, ve 3% ZUJ extrémně roste půda o více než 11%. V ostatních ZUJ podíl orné půdy stagnuje.

Vývoj rozlohy orné půdy po roce 1990 není nijak bouřlivý. Ve většině případů dílčích povodí dochází k minimálním nárůstům orné půdy (do 2%) nebo se podíl orné půdy nemění. Tento trend je podobný v rámci jednotlivých ZUJ, kde pouze převládá úbytek orné půdy nad

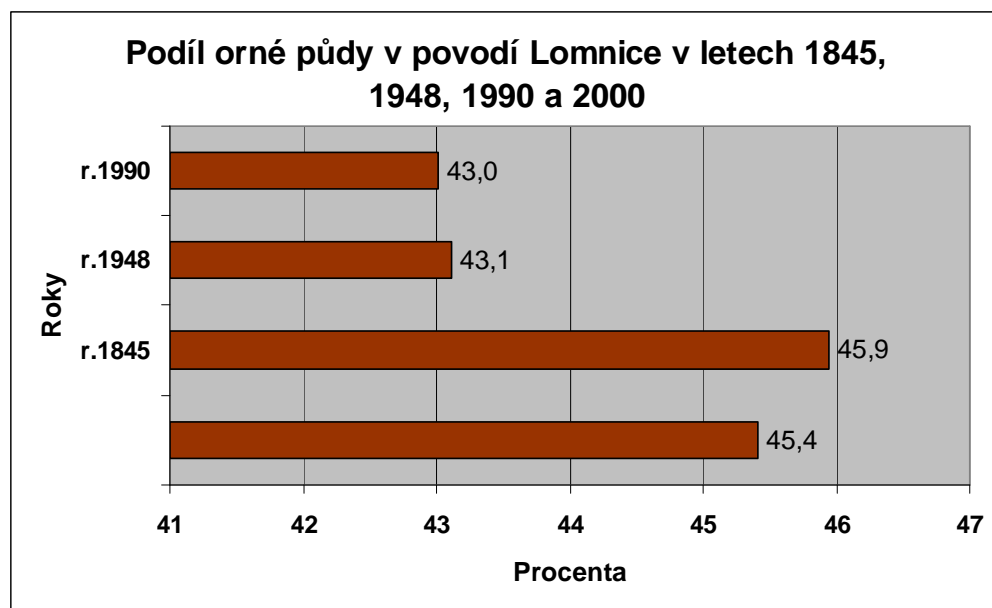
přírůstkem, ovšem ve valné většině ZUJ se podíl orné půdy nemění. Podíly orné půdy jsou samozřejmě největší ve střední až dolní části povodí (zemědělské oblasti).

Tabulka č. 11: Podíl orné půdy na celkové rozloze dílčích povodí (povodí Lomnice) v letech 1845, 1948, 1990 a 2000

Povodí	Orná půda (%)			
	r.1845	r.1948	r. 1990	r. 2000
Mračovský p.	49%	51%	41%	39%
Pálenecký p.	49%	50%	42%	41%
Hradičský p.	54%	53%	47%	46%
Závišinský p.	40%	42%	39%	38%
Hajanský p.	55%	55%	55%	54%
Škvoretický p.	52%	52%	52%	51%
Jesenický p.	45%	45%	41%	40%
Kostratecký p.	48%	49%	47%	47%
Metelský p.	47%	47%	43%	44%
Nový p.	17%	18%	14%	14%
Hoděmyšský p.	45%	45%	37%	35%
Nesvačilský p.	42%	42%	38%	37%
Hradecký p.	60%	63%	63%	63%
Zálužanský p.	67%	69%	64%	64%
Čimelický p.	59%	54%	54%	49%
Svučický p.	63%	64%	66%	66%
Mlýnský p.	44%	46%	45%	45%
Bezděkovský p.	50%	50%	46%	46%

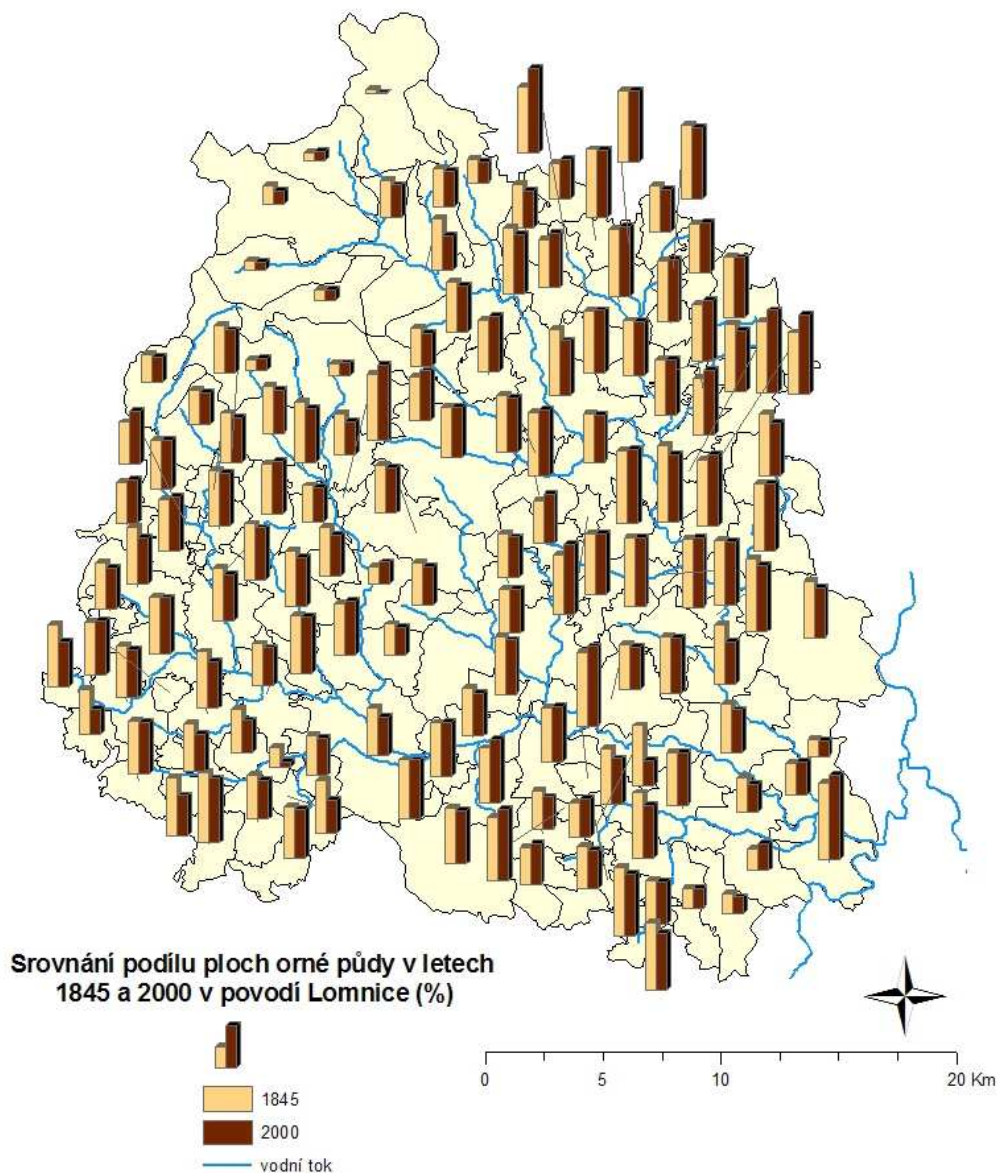
Zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 20: Podíl orné půdy v povodí Lomnice ve vybraných obdobích



Zdroj: vlastní zpracování

Mapa č. 7: Srovnání podílu orné půdy v letech 1848 a 2000 v povodí Lomnice (%)



Zdroj: vlastní zpracování

Lesy

Lesní plochy v dílčích povodích zaznamenaly v období 1845 – 1948 dosti jednotvárný vývoj. V žádném povodí nedochází k poklesu lesních ploch, naopak rozloha lesů stagnuje nebo roste. Nárůst lesních ploch je většinou do 2 – 5%. Detailnější analýza ZUJ nám podrobněji popisuje vývoj lesních ploch v tomto období, konkrétně u 15% ZUJ dochází k poklesu lesů do 2%, ovšem na druhé straně dochází k nárůstu lesů u 26% ZUJ do 2%, u 29% ZUJ do 5% a u 6% ZUJ do 10%. 21% ZUJ svůj podíl lesů nemění. Extrémním

případem prvního období je Starý Smolivec (Metelský p.), kde došlo k nárůstu lesů o 18%, naopak např. ve Vráži u Písku (Jesenický potok) se podíl lesů výrazně snížil, a to o 9,3 %.

V druhém období 1948 – 1990 se objevuje rozdílný trend, a to pokles lesních ploch (ovšem minimální do 2%). Ovšem ani nárůst není nijak výrazný, většinou také do 2% nebo výjimečně do 5%. V rámci jednotlivých ZUJ je ale jasně vidět, že nárůst do 2% není vůbec zanedbatelný (47% ZUJ vykazuje tyto přírůstky). V 19% ZUJ rostou lesy do 5%, ve 3% ZUJ dokonce do 10%. 20% ZUJ stagnuje. ZUJ Starý Smolivec má vůbec velice dynamický vývoj lesních ploch, jelikož v druhém období naopak dochází k extrémnímu úbytku lesů (o 16%).

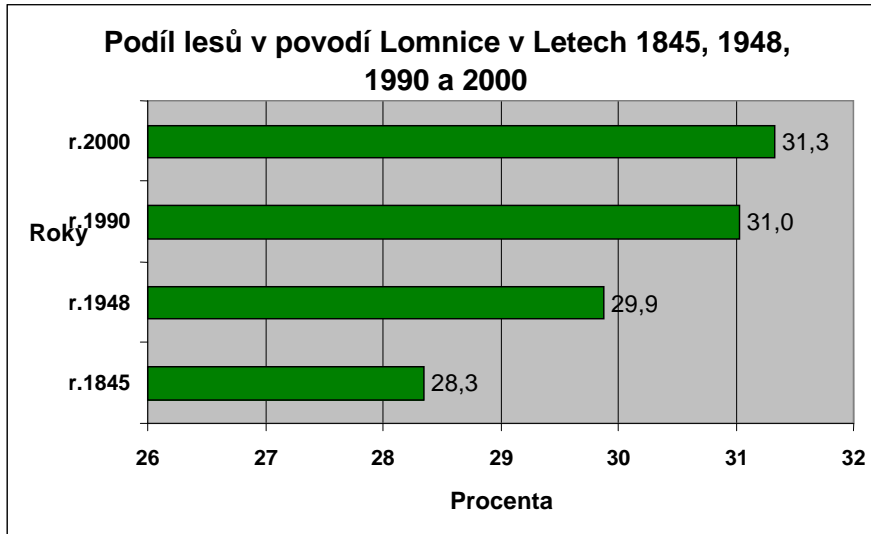
V posledním období 1990 – 2000 v rámci zpracovávaného území nedochází k výrazným změnám rozlohy lesních ploch.

Tabulka č. 12: Podíl lesů na celkové rozloze dílčích povodí (povodí Lomnice) v letech 1845, 1948, 1990 a 2000

Povodí	Lesy (%)			
	r.1845	r.1948	r. 1990	r. 2000
Mračovský p.	20%	22%	26%	26%
Pálenecký p.	10%	13%	16%	16%
Hradičský p.	10%	16%	19%	19%
Závišínský p.	32%	32%	33%	33%
Hajanský p.	10%	10%	11%	11%
Škvoretický p.	21%	24%	25%	25%
Jesenický p.	30%	30%	31%	30%
Kostratecký p.	28%	29%	30%	30%
Metelský p.	14%	21%	19%	19%
Nový p.	62%	62%	65%	65%
Hoděmyšský p.	20%	22%	22%	21%
Nesvačilský p.	31%	33%	33%	33%
Hradecký p.	12%	12%	14%	14%
Zálužanský p.	9%	9%	10%	10%
Čimelický p.	16%	18%	19%	19%
Svučický p.	15%	16%	17%	17%
Mlýnský p.	17%	19%	20%	20%
Bezděkovský p.	19%	22%	25%	25%

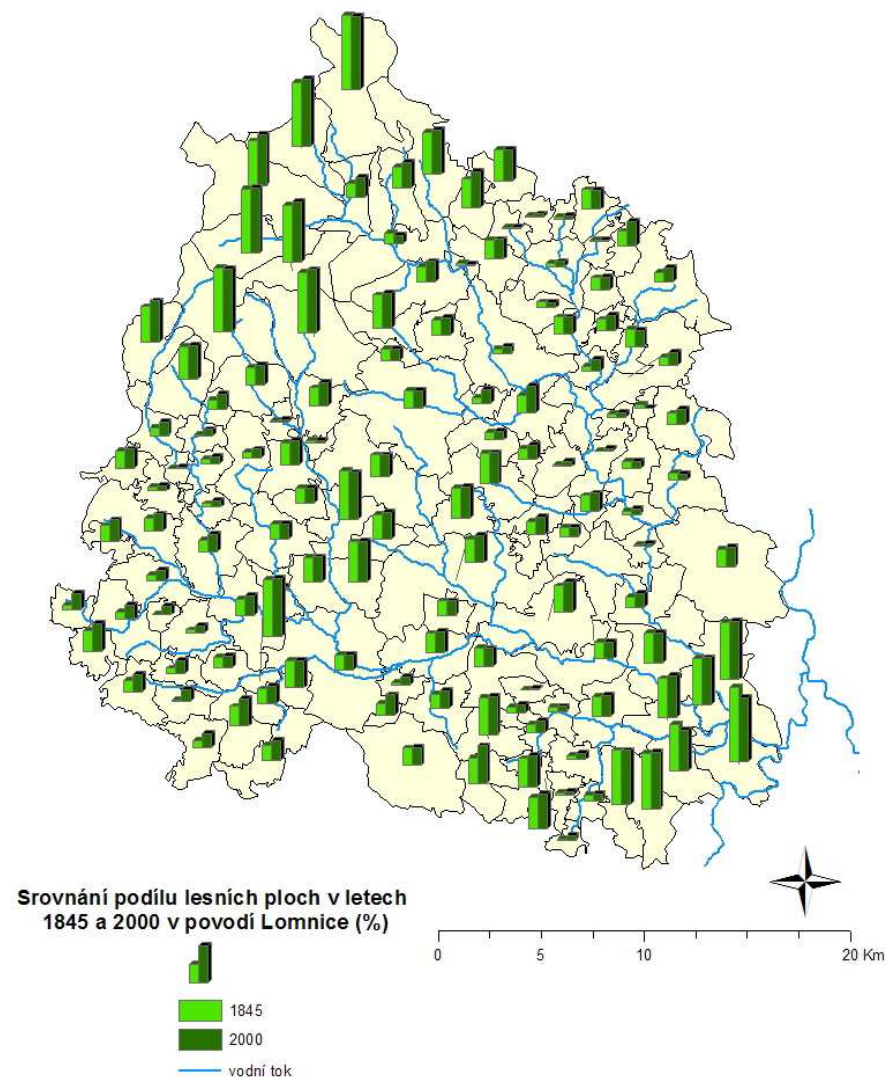
Zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 21: Podíl lesních ploch v povodí Lomnice ve sledovaných obdobích



Zdroj: vlastní zpracování

Mapa č. 7: Srovnání podílu lesních ploch v letech 1848 a 2000 v povodí Lomnice (%)



Zdroj: vlastní zpracování

7.3. Koeficient ekologické stability

Hodnocení ekologické stability krajiny poskytuje zpřesňující pohled na kvalitu ekologických funkcí území. Posouzení ekologické stability krajiny je základem např. posouzení vlivu činností člověka na krajinu (metodiky územních systémů ekologické stability, přípravy revitalizačních opatření atd.).

Ekologická stabilita ekosystému je definována jako schopnost ekologického systému uchovat a reprodukovat své podstatné charakteristiky pomocí autoregulačních procesů. Je to schopnost vyrovnávat změny způsobené vnějšími a vnitřními činiteli a zachovávat své přirozené vlastnosti a funkce (zák. č. 17/1992 Sb., zák. č. 114/1992 Sb.). Rozlišujeme ekologickou stabilitu vnitřní (endogenní) a vnější (exogenní) (Kopp 2004).

V našem konkrétním případě je zkoumán koeficient ekologické stability pro celé povodí Lomnice, jenž zahrnuje 132 ZUJ. Jako relativně stabilní plochy byly určeny: trvalé kultury, louky, pastviny, lesy, vodní plochy. Relativně labilní plochy: orná půda, zastavěné a ostatní plochy. Trvalé kultury zahrnují především zahrady, sady, vinice, chmelnice. Vinice a chmelnice se ovšem v této oblasti nevyskytují.

Tabulka č. 13: Hodnocení území podle koeficientu ekologické stability

KES < 0,10	Území s maximálním narušením přírodních struktur, základní ekologické funkce musí být intenzivně a trvale nahrazovány technickými zásahy.
0,10 < KES < 0,30	Území nadprůměrně využívané, se zřetelným narušením přírodních struktur, základní ekologické funkce musí být soustavně nahrazovány technickými zásahy.
0,30 < KES < 1,00	Území intenzivně využívané zejména zemědělskou velkovýrobou, oslabení autoregulačních pochodů způsobuje jejich značnou labilitu a vyžaduje vysoké vklady dodatečné energie.
1,00 < KES < 3,00	Vcelku vyvážená krajina, v níž jsou technické objekty relativně v souladu s dochovanými přírodními strukturami, důsledkem je i nižší potřeba energomateriálových toků.
3,00 < KES	Stabilní krajina s převahou přírodních a přírodně blízkých struktur.

Zdroj: dle Lipský 1998

Povodí Lomnice jako celek spadá do kategorie $1,00 < KES < 3,00$, což je vcelku vyvážená krajina, v níž jsou technické objekty relativně v souladu s dochovanými přírodními strukturami, důsledkem je i nižší potřeba energomateriálových toků. Celkové hodnoty

koeficientu ekologické stability pro celé povodí se pohybují okolo čísla 1, resp. v roce 1845 je to 1,1, dále hodnota nepatrně klesá na 1 a v dalších obdobích K_{ES} vykazuje stagnaci ekologické stability.

Pokud se na povodí Lomnice podíváme detailněji, tzn. po dílčích povodí, uvidíme značné rozdíly mezi hodnotami koeficientu ekologické stability.

V roce 2000, což je poslední sledované období, je nejlépe hodnocené z hlediska ekologické stability krajiny povodí Nového potoka. Toto dílčí povodí zasahuje do chráněné oblasti Třemšínska. Převažuje zde lesní porost nad ornou půdou. V roce 2000 podíl orné půdy na celkové ploše povodí Nového potoka činil pouze 14 %, naopak podíl lesních ploch 65 %. Nový potok zahrnuje pouze 3 ZUJ (Buková, Nepomuk, Starý Rožmitál), kde jediný Starý Rožmitál spadá do kategorie $1,00 < K_{ES} < 3,00$. Buková a Nepomuk jsou stabilní krajiny s převahou přírodních a přírodně blízkých kultur ($3,00 < K_{ES}$). V rámci povodí Lomnice jsou do kategorie $1,00 < K_{ES} < 3,00$ zahrnuty tyto povodí: Mračovský, Závišínský, Jesenický, Hoděmyšlský, Nesvačilský potok.

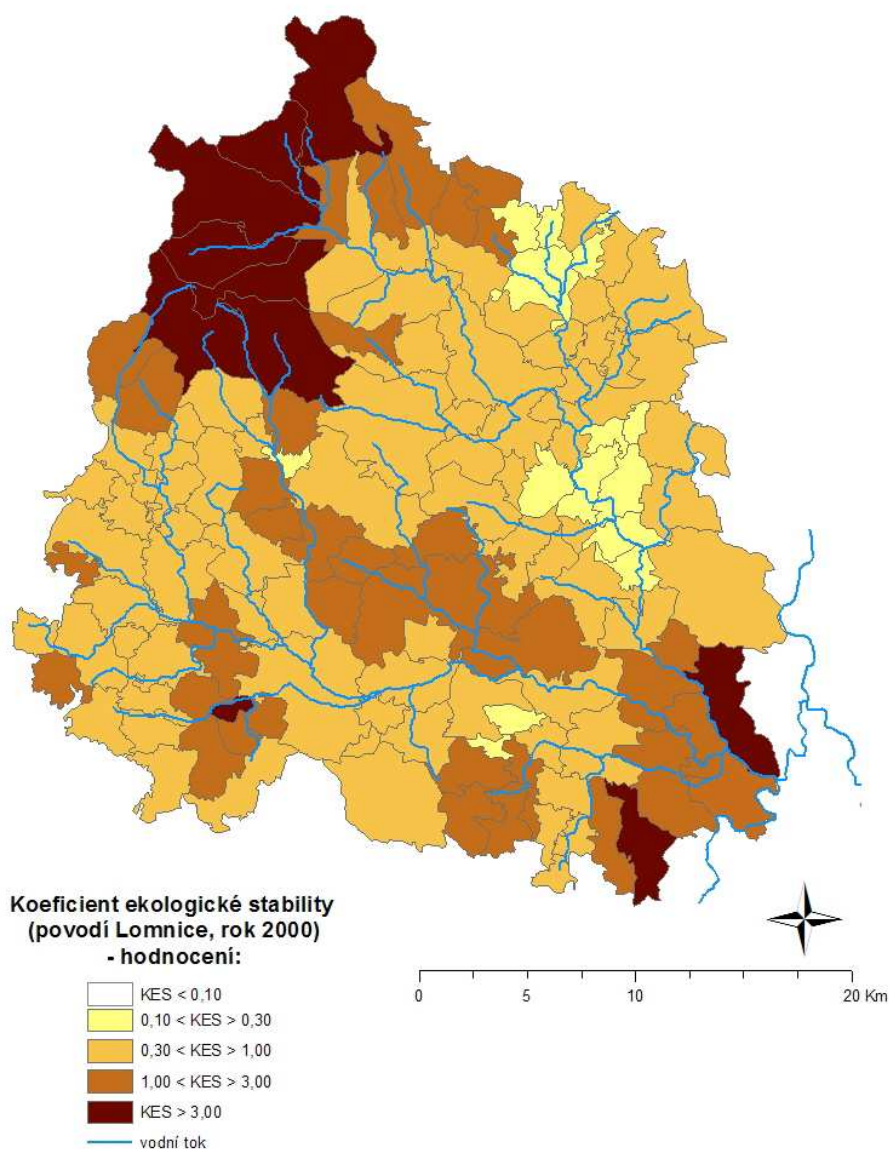
Tabulka č. 14: Podíl lesní a orné půdy na celkové ploše vybraných dílčích povodí

Povodí	Lesy (%)	Orná p. (%)
Mračovský p.	26	39
Závišínský p.	33	38
Jesenický p.	30	47
Hoděmyšlský p.	20	35
Nesvačilský p.	33	37

Zdroj: vlastní zpracování

Ostatní dílčí povodí (12) hodnotíme jako: území intenzivně využívané zejména zemědělskou velkovýrobou, oslabení autoregulačních pochodů způsobuje jejich značnou labilitu a vyžaduje vysoké vklady dodatkové energie ($0,30 < K_{ES} < 1,00$). Přesto však lze hodnotit ekologickou stabilitu krajiny v povodí jako dobrou.

Mapa č. 9: Ekologická stabilita v povodí Lomnice (2000)



Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 15: Seznam ZUJ KES > 3 v r. 2000

ZUJ	Povodí	Hodnota KES
Mračov	Mračovský p.	6,6
Vacíkov	Závišínský p.	5,58
Roželov	Závišínský p.	6,27
Dědovice	Jesenický p.	7,02
Zlivice	Jesenický p.	3,43
Buková	Nový p.	7,47
Nepomuk	Nový p.	31,82
Hutě pod Třemšínem	Skalice	7,73
Věšín	Skalice	4,2
Voltuš	Skalice	5,5

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 16: Seznam ZUJ 0,10 < KES < 0,30 v r. 2000

ZUJ	Povodí	Hodnota KES
Záhrobí	Závišínský p.	0,2
Strážovice	Jesenický p.	0,15
Jarotice	Jesenický p.	0,28
Ostrov u Tochovic	Hradecký p.	0,27
Třebsko	Hradecký p.	0,29
Modřovice	Hradecký p.	0,11
Tochovice	Hradecký p.	0,25
Boješice	Hradecký p.	0,14
Touškov	Hradecký p.	0,18
Dolní Nerestce	Zálužanský p.	0,24
Plíškovice	Svučický p.	0,24
Krsice	Skalice	0,29
Mirovice	Skalice	0,21

Zdroj: vlastní zpracování

Vývoj ekologické stability povodí Lomnice jako celku není v časových obdobích (1845, 1948, 1990, 2000) nijak významný. Celkově pro povodí Lomnice zůstává koeficient ekologické stability cca na hodnotě 1 (resp. v roce 1845 je to 1,1, dále hodnota nepatrně klesá na 1 a stagnuje). Ke změně kategorie více než o jeden stupeň nedošlo v žádné ZUJ v celém povodí. O jednu kategorii se posunulo 28 ZUJ a to ve valné většině negativním směrem, tzn. že došlo ke zhoršení. Pokud se podíváme na změny nejen o celou kategorii, ale i na menší změny, v období 1845 – 1948 došlo u 70 % ZUJ ke zhoršení KES a u 28 % ke zlepšení. U druhého období, tzn. 1948 – 1990, není rozdíl už tak výrazný (62% zhoršení, 37% zlepšení) a u třetího období 1990 – 2000 ještě menší (40 % zhoršení, 53% zlepšení). Doplněním do 100 % dostaneme počet procent ZUJ, kde nedošlo k žádné změně. Detailnější analýza nám ukázala, že celkově sice povodí Lomnice nevykazuje téměř žádné změny, u jednotlivých ZUJ jsou tyto změny už výrazné.

Tyto závěry jsou odvozeny z metodických výpočtů KES, které mají několik nedostatků, např. neberou v potaz druhovost lesních porostů, různé stupně narušení těchto kategorií, někdy sporné zařazení do kategorie aj., a proto zde uvedené závěry nejsou přesné, ovšem slouží k orientačním představám o ekologické stabilitě území a o stupni narušení území člověkem, jelikož tyto kategorie lze také rozčlenit jako plochy člověkem více ovlivněné či plochy více přírodní. Pokud v území převažují plochy více člověkem ovlivněné, je to území s horší ekologickou stabilitou.

7.4. Podstatná zjištění

V této části stručně shrnuji pouze podstatná zjištění.

- Rozloha orné půdy v celém povodí nevýrazně vzrostla v letech 1845 – 1948 (o necelé jedno procento). V období 1948 – 1990 naopak ubyla (pokles o necelé 3%, tzn. o 2598 ha). Třetí sledované období 1990 – 2000 víceméně beze změn (úbytek o 0,1%).
- Úhrn výměry luk vzrostl o 0,6% (tzn. o 542 ha) v letech 1845 – 1948, v letech 1948 – 1990 jejich výměra poklesla o 0,5% a ve třetím období opět o 0,5% vzrostla.
- Pastviny vykazují ve všech obdobích pokles. Nejvýrazněji v období 1845 – 1948 (o 4%, tzn. o 3699 ha), dále o 2,8% a ve třetí období zanedbatelně o 0,1%.
- Celkový pokles ZPF činil 8% (7605 ha), kdy největší byl ve druhém sledovaném období 1948 – 1990, a to o 6%. V prvním období 1845 – 1948 byl zaznamenán úbytek ZPF o 2,2% a ve třetím období 1990 – 2000 zanedbatelný vzrůst plochy ZPF o 0,3%.
- Lesní plochy se v celém povodí Lomnice zvětšovaly (nejprve o 1,6% = 1400 ha, poté o 1,1% a nakonec o 0,3%). Celkově tedy lesní plochy vzrostly o 2510 ha.
- Lesní plochy rostou většinou na úkor poklesu orné půdy.
- Podíl zastavěných ploch nápadně vzrostl (celkově činil vzrůst 704 ha). Mezi lety 1845 – 1948 vzrostly o 0,4% (=346 ha), taktéž mezi lety 1948 – 1990 (= 313 ha). Nepatrný vzrůst se objevil i mezi lety 1990 – 2000 (o 46 ha).
- Ostatní plochy vzrostly celkově o 4,2% z 1900 ha v roce 1845 na 5763 ha v roce 2000, kdy největší růst tato kategorie prodělala v období 1945 – 1990 (růst činil 3,9%).
- Trvalé kultury nejvíce rostly mezi lety 1845 – 1948 (o 0,7% = 657,2 ha), celkově o 857 ha.
- Z hlediska ekologické stability je nejlépe hodnocené povodí Nového potoka, které spadá do kategorie: stabilní krajina s převahou přírodních a přírodně blízkých struktur. Dále jsou velice dobře hodnocené tyto povodí: Mračovský, Závišínský, Jesenický, Hoděmyšlský, Nesvačilský potok, které jsou hodnoceny jako vcelku vyvážená krajina, v níž jsou technické objekty relativně v souladu s dochovanými přírodními strukturami, důsledkem je i nižší potřeba energomateriálových toků. Celkový koeficient ekologické stability povodí Lomnice se pohybuje okolo jedné, což je hodnoceno jako vcelku vyvážená krajina. Celkový vývoj není nijak markantní, ovšem mikroregionální změny jsou výraznější.

8. Zhodnocení antropogenní upravenosti toku Lomnice

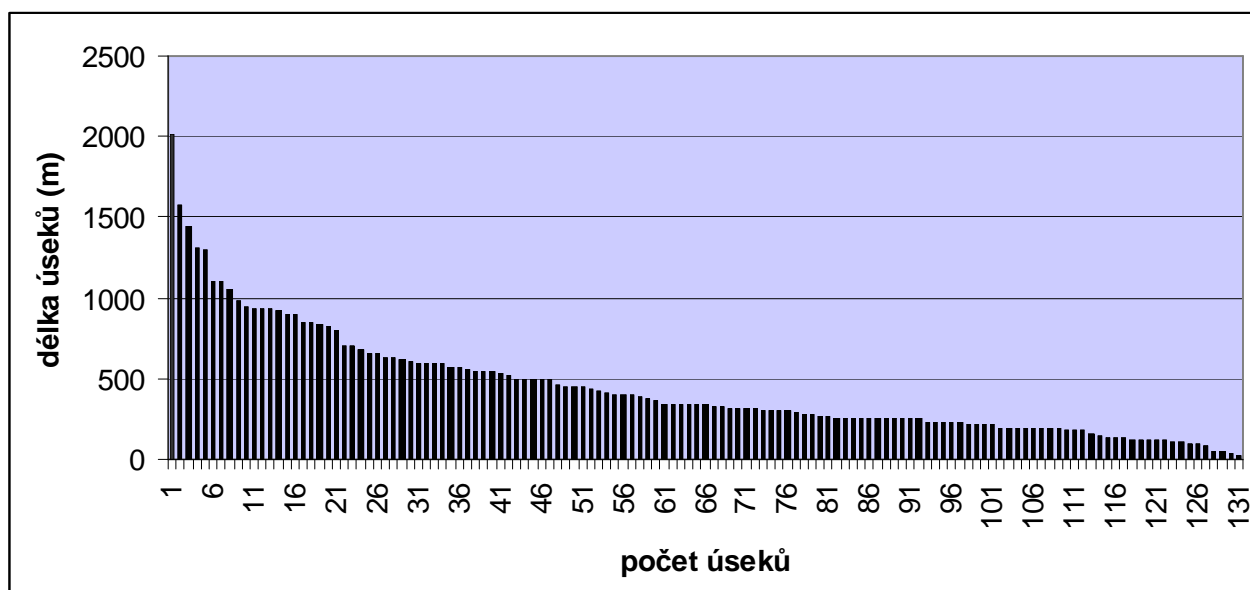
8.1. Vlastní terénní mapování

Mapování řeky Lomnice proběhlo v létě (konkrétně v červenci a srpnu) 2007, asi patnácti kilometrový úsek ve střední části toku byl domapován v srpnu 2008.

Celkem bylo zmapováno 58,6 km toku. Samotný tok má oficiální délku 56,6 km. Tento rozdíl je způsoben tím, že rozvětvené části toku byli mapovány samostatně, tzn. že došlo k navýšení délky toku. Případné minimální chyby mohou být způsobeny nepřesností ve stanovení délky úseků.

Na Lomnici bylo vymezeno 128 úseků, v grafu je vidět 131 úseků (tři úseky jsou charakterizovány jako rozvětvený tok). Nejkratší úsek měří 30 m a nejdelší 2020 m. Takto dlouhý úsek je výjimečný, pouze tento úsek přesahoval délku 2 km.

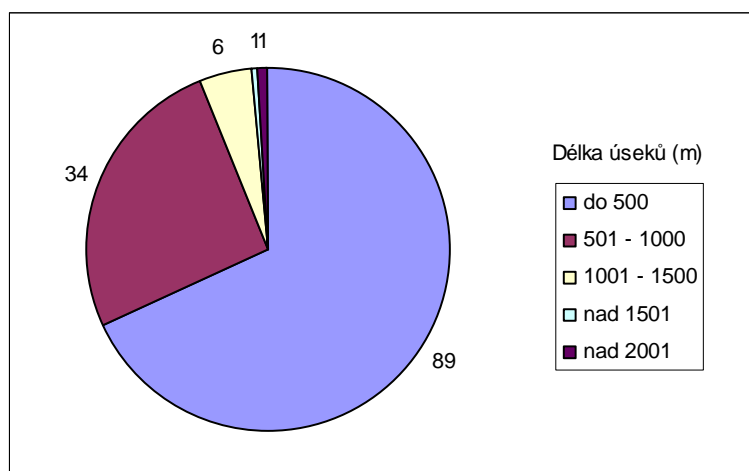
Graf č. 22: Rozložení délek úseků



Zdroj: vlastní zpracování

Průměrná délka úseku je 447 m, což v tomto rozložení délek úseků není zcela vypovídající hodnota. Protože nejvíce úseků (89) spadá do kategorie kratších než 500 m, 34 úseků je kratších než jeden kilometr. Pouze 7 úseků je delších než jeden kilometr, z toho pouze jeden přesahuje délku dvou kilometrů (viz graf č. 22).

Graf č. 23: Rozdělení délek úseků do 5 kategorií



Zdroj: vlastní zpracování

8.2. Upravenost trasy toku

Jedním z prvků, podle kterého lze hodnotit potenciální vlivy na proudění při povodni je právě upravenost trasy toku. Vodní toky jsou a byly podrobovány antropogenním úpravám, a to především za účelem zvýšení ochrany sídel a majetku při povodni, pro efektivnější využití v zemědělství a industrializaci krajiny (Langhammer 2007d). Změna geometrie toku poukazuje na ty části toku, kde došlo k úpravám, lze tedy předpokládat, že se zde vyskytnou i jiné prvky antropogenní upravenosti toku. Mezi nejčastější a nejzávažnější úpravy patří napřimování toků. Napřimování toku často vede k negativním vlivům na odtokové poměry, ale i na estetickou a ekologickou funkci vodních toků. Zkrácení trasy toku vede ke zvětšení spádu, což má za následek dosažení vyšších rychlostí proudění v korytě. Díky vyšším rychlostem dochází k intenzivnějším projevům hloubkové eroze a dochází k postupnému prohlubování koryta toku.

Další úpravou může být zkrácení délky toku. Zkrácením délky toku dochází k podstatnému snížení objemu říční sítě a tím ke zvětšení objemu odtokové vlny, který je při povodňových situacích nutno uskladnit mimo vlastní koryto (Langhammer 2005). Dochází tak i ke zrychlení postupu povodňové vlny, což snižuje možnosti využití retenčního potenciálu říční nivy (Langhammer 2005).

Půdorysný tvar průběhu trasy toku je rozdělen v metodice HEM-F na divočí tok, rozvětvený tok, přirozeně meandrující, zákruty, přirozeně přímý a uměle napřímený. Při hodnocení řeky Lomnice se nevyskytují dva prvky, a to přirozeně meandrující a divočí tok.

Tabulka č. 17: Rozložení jednotlivých kategorií upravenosti trasy toku Lomnice

Kategorie	počet úseků	délka (m)	podíl (%)
zákruty	54	26960	46%
přírozeně přímý	38	14325	24%
uměle napřimený	33	15253	26%
rozvětvený	6	2080	4%
celkem	131	58618	100%

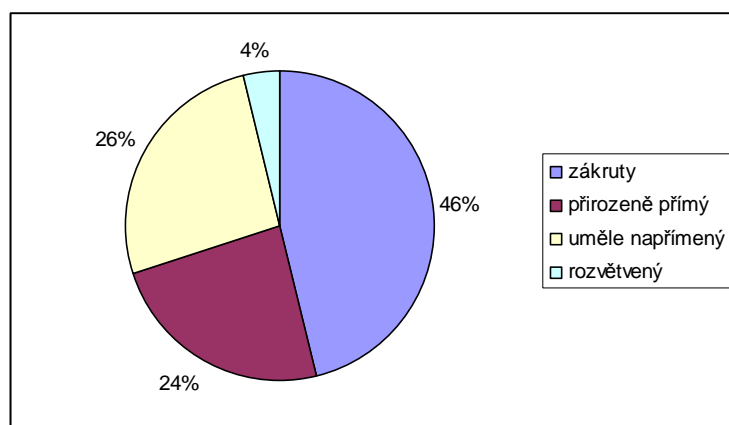
Zdroj: vlastní zpracování

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že upravenost toku Lomnice nedosahuje tak výrazné intenzity. Převládající část toku připadá na úseky se zákruty, které se nachází na 46% délky toku. Antropogenně neupravená je převážně pramenná část toku (chráněná oblast Třemšín) po obec Radošice a dolní část toku (od chráněné oblasti Vystrkov po soutok s Otavou).

Podíl přímých úseků na celkové délce Lomnice představuje 50%, z toho 26 % je přírozeně přímých. Přírozeně přímé úseky se vyskytují po celém toku řeky Lomnice, nicméně největší koncentrace je na horním a dolním toku. Nejdelší přírozeně přímý úsek je úsek LOM001 u ústí řeky Lomnice do Otavy a jeho délka je dva kilometry. Na středním toku se jedná především o uměle napřimené úseky, které jsou na 24 % délky toku. Výskyt uměle napřimených toků je vázán především na blízkou přítomnost zastavěných a obydlených ploch, ovšem na řece Lomnici největší koncentrace uměle napřimených úseků směřuje od obce Buzice k obci Lnáře. Do 80. let se v této oblasti nacházely ještě malebné zákruty a tůně, pak došlo k narovnání úseku kvůli urychlení průtoku vody. Snahou bylo předejít rozlivu vody při povodních. Dalšími uměle napřimenými úseky jsou asi kilometrové části toku nacházející se jižně od obcí Radošice a Mladý Smolivec.

Rozvětvené úseky jsou pro řeku Lomnici takřka raritou. Jedná se asi o 2,1 kilometrů, které se nachází v okolí Mirotic. Nejdelším úsekem je úsek u Mirotického rybníka, obě ramena měří dohromady asi 1,6 km.

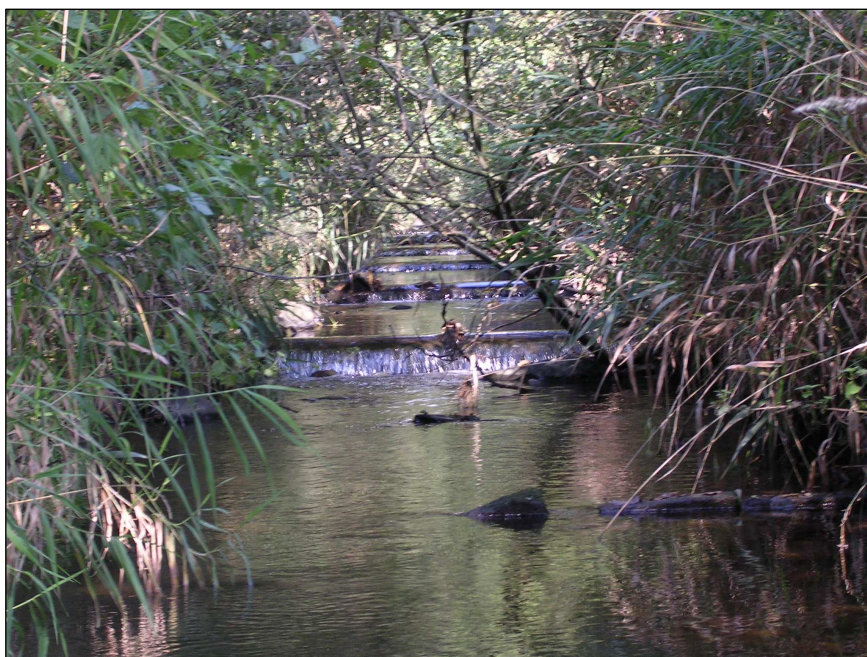
Graf č. 24: Podíl jednotlivých kategorií upravenosti trasy toku Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

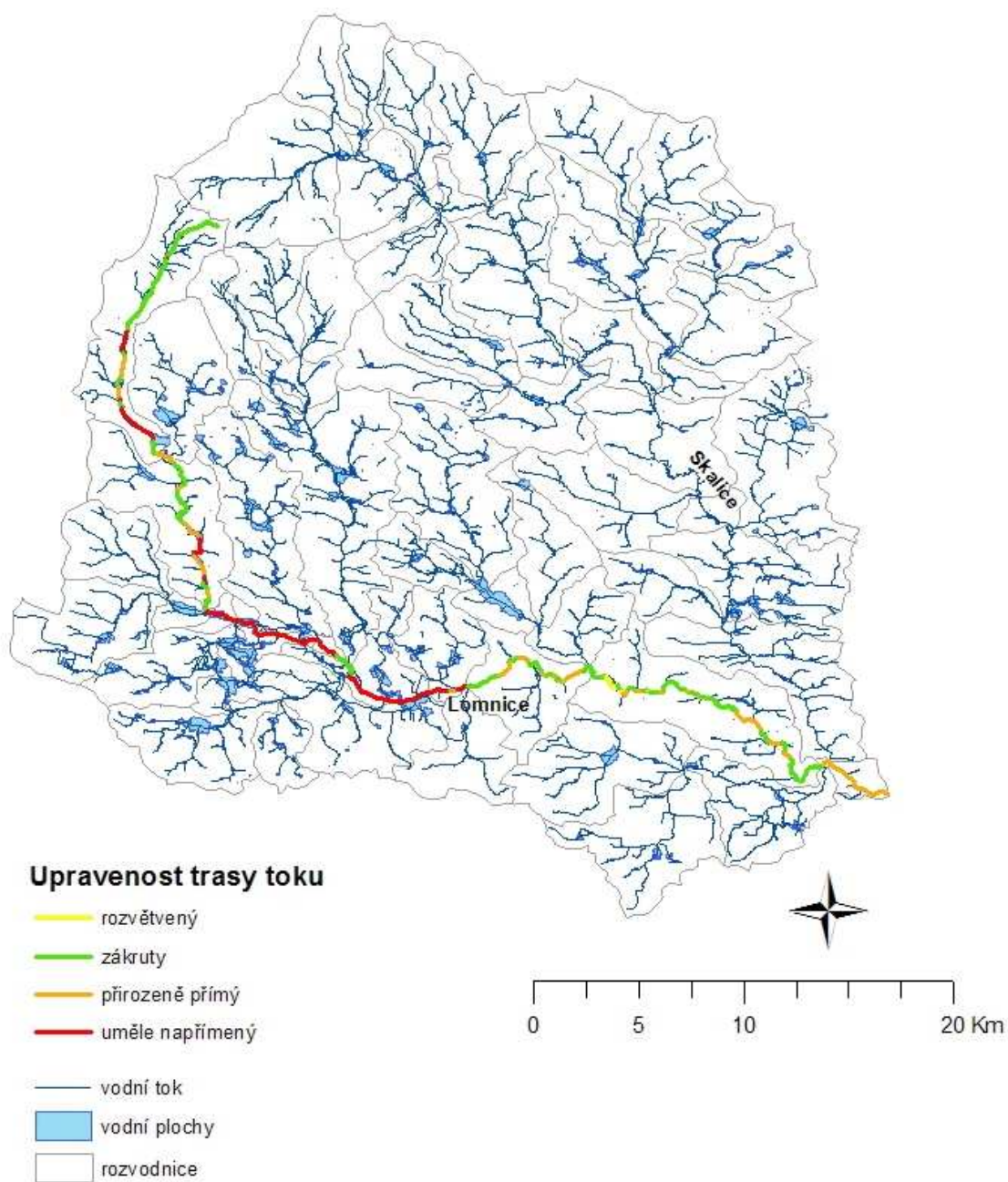


Obrázek č. 17: Napřímené koryto na toku Lomnici 2 km jižně od Blatné. (Foto: Bažatová 2007)



Obrázek č. 18: Napřímené koryto s řadou nízkých jezů na toku Lomnici asi 1 km jižně od Radošic. (Foto: Bažatová 2007)

Mapa č. 10: Upravenost trasy toku Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

8.3. Morfometrie koryta

Morfometrické charakteristiky koryta jsou zejména jeho šířka a hloubka. Tyto dva ukazatele vypovídají o kapacitě koryta. Úpravy koryt byly prováděny hlavně s cílem kapacitu koryt zvětšovat. Praxe úprav toků se držela normovaných hodnot návrhových průtoků

(Just et al. 2003). Takovéto úpravy mají své opodstatnění v zastavěných územích, kde je často požadována kapacita koryta nad padesátiletou vodu (Q_{50}) a dostatečná kapacita koryta se tak stává protipovodňovou ochranou. V zemědělské krajině byla koryta navrhována na dvouletou až pětiletou vodu (Just et al. 2003). Nadměrné zkapacitňování koryt mimo zastavěné území však postrádá smysl. Naopak potlačuje fungování přirozeného systému vodního toku a říční nivy. Přírodní koryta mají zpravidla menší kapacitu a jsou méně zahloubené. Což má za následek povodňový rozliv do příbřežní zóny a údolní nivy i při menší extemitě povodně, a to podporuje zpomalení postupu a transformaci povodňové vlny.

Vyhodnocením výsledků mapování se potvrdily obecné předpoklady, že úseky s upravenou trasou toku vykazují větší šířku koryta i zahloubení.

Tabulka č. 18: Šířka koryta

Šířka koryta (m)	počet úseků	délka (m)	podíl (%)
0 - 1	4	2800	5%
1,1 - 5	73	33393	58%
5,1 - 10	26	8880	15%
10,1 - 20	13	4225	7%
20,1 - 50	3	1360	2%
50,1 - 100	4	3530	6%
101 - 200	4	2470	4%
nad 200	4	1120	2%

Zdroj: vlastní zpracování

Z výše zobrazené tabulky je patrné, že nejčastěji se šířka koryta pohybuje v intervalu do 5 m a v intervalu do 10 m, tato šířka je charakteristická především pro střední část toku. Pramenná oblast spadá do kategorie do 1 m. Šířka koryta je největší v oblastech, kdy řeka Lomnice vtéká do rybníční soustavy (je odhadnuta šíře rybníků) a na dolním toku, kde při ústí je šíře koryta ovlivněna vzduťím Orlíku.

Tabulka č. 19: Hloubka koryta

Hloubka koryta (m)	počet úseků	délka (m)	podíl (%)
0 - 0,5	10	2490	4%
0,6 - 1,4	37	17368	30%
1,5 - 2,5	79	36940	63%
2,6 - 3,4	5	1820	3%

Zdroj: vlastní zpracování

Zahloubením koryta je míněna hloubka od hrany břehu ke dnu toku (Langhammer 2007b). Zahloubení řeky Lomnice je v 63 % okolo dvou metrů. Hlubší úseky se vyskytují jen výjimečně.

Tabulka č. 20: Variabilita šířky koryta

Variabilita	počet úseků	délka (m)	podíl (%)
Nízká	77	32843	56%
Střední	15	9020	15%
Vysoká	8	4620	8%
Žádná	31	12135	21%

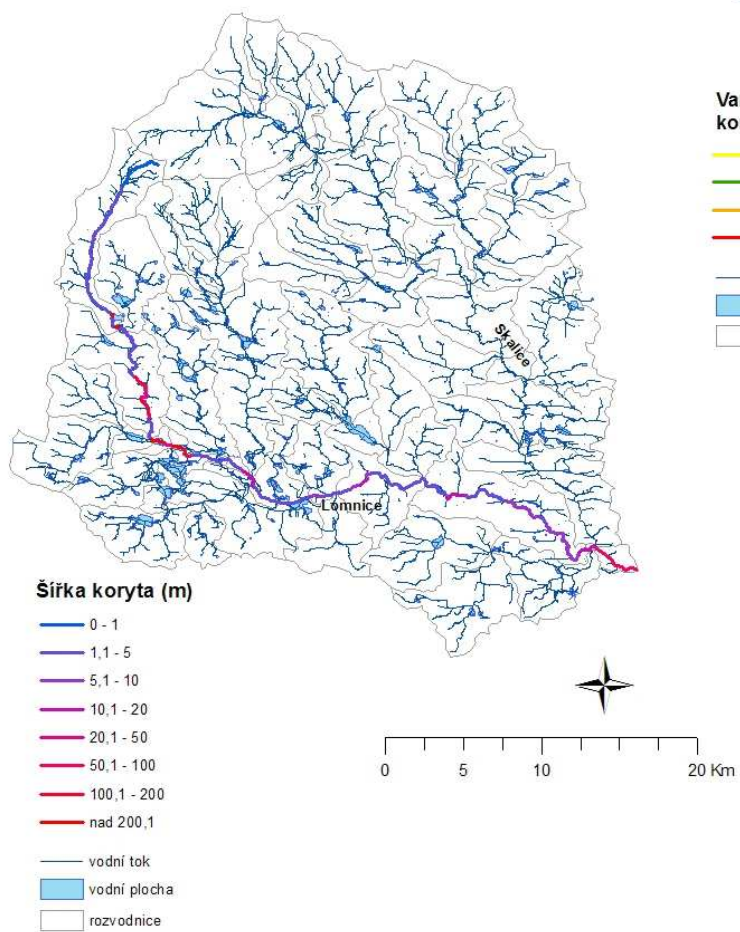
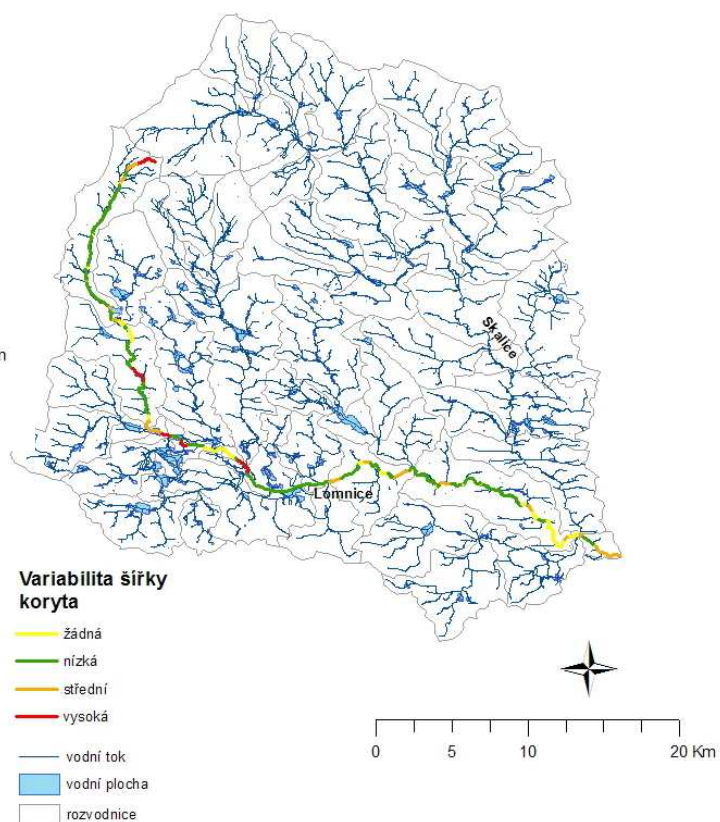
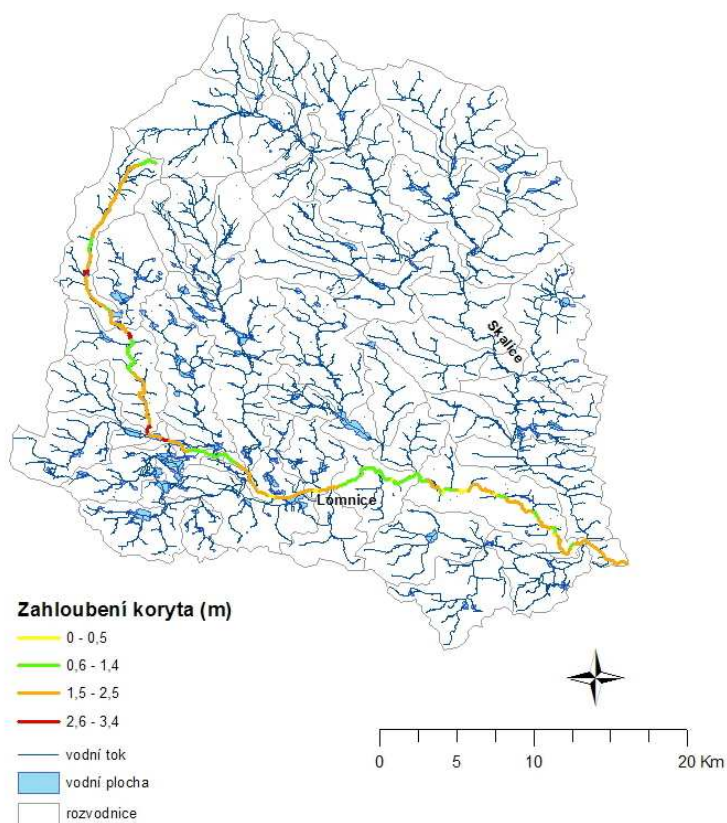
Zdroj: vlastní zpracování

Doplňkovým ukazatelem je variabilita šířky koryta. Ta udává maximální a minimální šířku koryta. Vysoká variabilita je typická pro neupravené a meandrující toky, kde jsou významné rozdíly v šířce koryta a tento poměr je zde více jak dvojnásobný. Poměr v rozmezí mezi 1,25 – 1,5 je hodnocen jako střední variabilita, kterou mají buď toky přírodní nebo již částečně upravené. Nízká a zejména žádná variabilita je typická pro antropogenně upravené toky (Langhammer 2007b). Variabilita šířky koryta je v případě Lomnice z 56 % nízká a z 21 % dokonce žádná, ovšem střední a vysoká variabilita také není zanedbatelná. Z hlediska délky toku se střední a vysoká variabilita nachází na 13,6 kilometrech.



Obrázek č. 19: Přirozeně mělké a úzké přírodní koryto řeky Lomnice (Foto: Bažatová 2007)

Mapy č. 11, 12, 13: Zhloubení koryta, šířka koryta a variabilita šířky koryta



Zdroj: vlastní zpracování

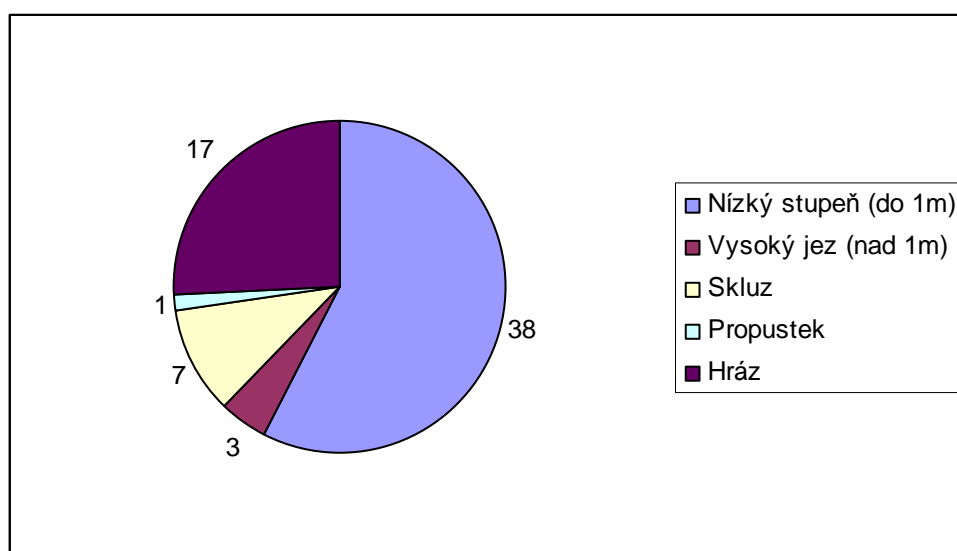
8.4. Upravenost podélného profilu

Upravenost podélného profilu toku znamená, že se v korytě toku nacházejí přirozené i umělé stupně, jezy a hráze. Tyto prvky výrazně ovlivňují rychlosti proudění a zásadně ovlivňují erozně-akumulační procesy toku. Jezy často slouží jako řešení zvýšeného zahlubování a vyšších rychlostí proudění u napřímených úseků, právě proto je jejich výskyt vázán převážně na tyto napřímené úseky. Jezy a stupně jsou za normálních hydrologických podmínek důležité pro diverzifikaci proudění a zlepšení kyslíkových poměrů v toku (Langhammer 2005). Umělé stupně mohou působit negativně na biologickou propustnost toků, proto se tento problém dnes řeší budováním rybích přechodů.

Při povodni však jezy tvoří překážky proudění a v důsledku toho jsou místy koncentrovaného výskytu erozních a akumulačních projevů povodně (Langhammer 2005). Z hlediska ovlivnění dynamiky proudění v korytě jsou jako mimořádně rizikový prvek hodnoceny vysoké jezy, které v období velkých průtoků představují potenciální místa nestability vodního toku (Langhammer, Křížek 2007).

Na řece Lomnici (tzn. na 58,6 km toku) představují umělé stupně početný prvek upravenosti. Ovšem většinou se jedná o nízké stupně podélného profilu, které nemají tak výrazný vliv na procesy odehrávající se v korytě.

Graf č. 25: Upravenost podélného profilu



Zdroj: vlastní zpracování

Vysoké jezy se na řece vyskytují 3, a to asi 2 km proti proudu od obce Dolní Ostrovec, pak v Blatné při výtoku Lomnice ze zámeckého parku a u obce Tchořovice při výtoku z Dolejšího rybníka. Jez v Blatné mohl napomoci obrovským následkům při povodni 2002, a to především na zničení nedalekého mostu (asi 100 m), po kterém vede silnice z centra Blatné do Sedlice. Nízkých stupňů se nachází na Lomnici vysoký počet (38). Úsek s největší koncentrací nízkých stupňů je napřímený úsek LOM 118 (na horním toku, pod Radošicemi). Skluzů se na toku nachází 7, podélných hrází 17. Oba tyto prvky se vyskytují především na střední a dolní části toku, ovšem nikdy se nevyskytuje více než jeden prvek v úseku, jako je tomu např. u nízkých stupňů. Výskyt hrází je vázán zejména na střední tok a výskyt rybniční soustavy.

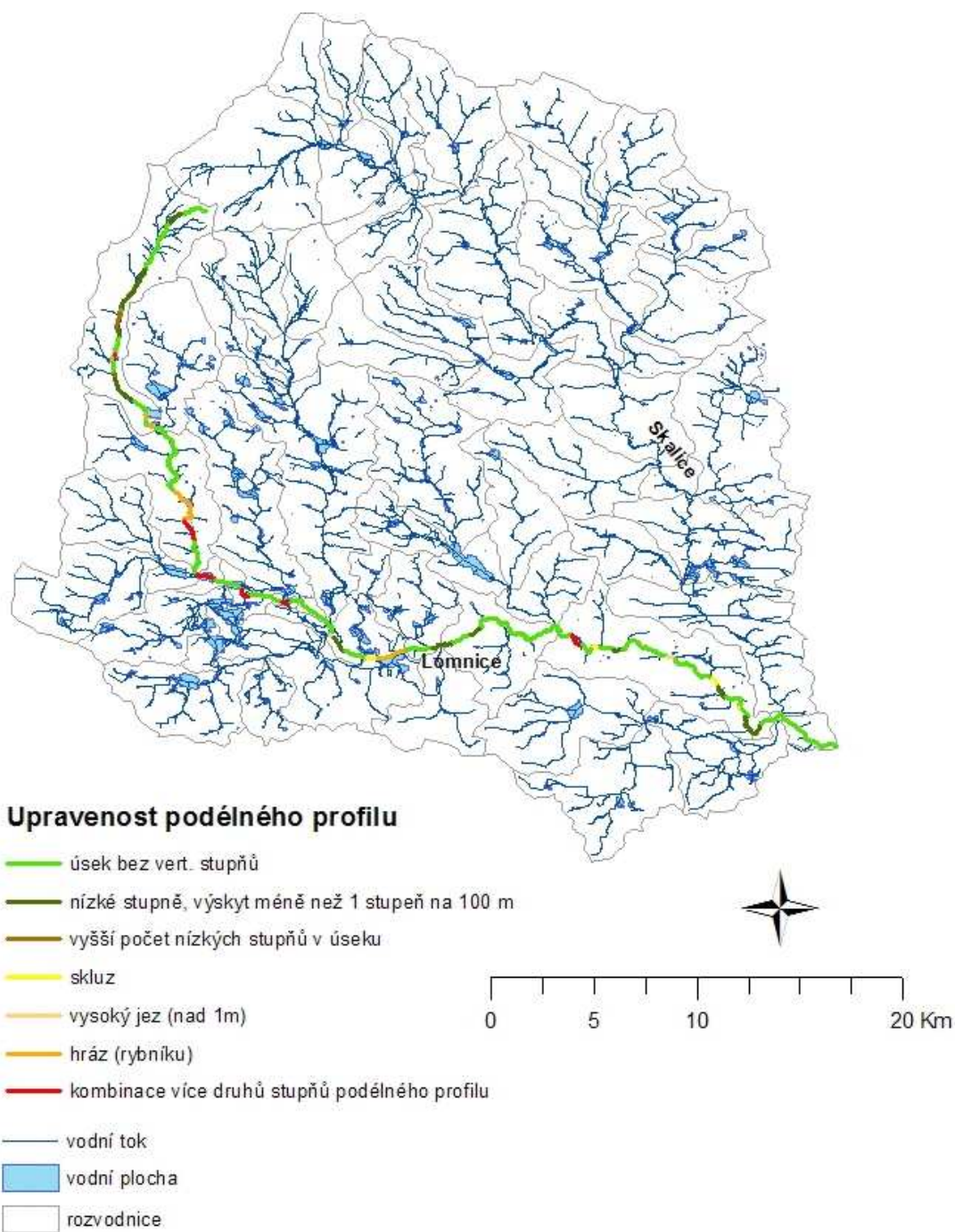


Obrázek č. 20: Skluz u Mirotic
(Foto: Bažatová 2007)



Obrázek č. 21: Propustek v chráněné
oblasti Třemšínska
(Foto: Bažatová 2007)

Mapa č. 14: Upravenost podélného profilu



Zdroj: vlastní zpracování

8.5. Upravenost koryta

Upravenost koryta je dalším významným prvkem pro posouzení celkového antropogenního vlivu na řeku Lomnici. Úpravy koryta totiž významně ovlivňují podmínky

proudění v korytě jak při normálních, tak i extrémních vodních stavech (Langhammer 2007d). Především u upravených a hlavně napřímených úseků dochází k rychlejšímu proudění a tím i zvýšené erozi (Just et al. 2003). Existuje několik druhů opevnění - vegetační a technické (Jůva 1984). Technická opevnění jsou např. gabiony, polovegetační tvárnice, kamenný pohoz, kamenná dlažba a beton. Technická opevnění silně snižují ekologickou funkci toku, organismy ztrácejí svoje původní stanoviště a přirozené úkryty.

Při terénním mapování byla hodnocena upravenost obou břehů zvlášť a také upravenost dna. Pro lepší zpracování byla každému úseku přiřazena větší hodnota upravenosti zaznamenaná na levém či pravém břehu daného úseku. Tato úprava je možná, jelikož v naprosté většině se druh opevnění na obou březích shoduje (viz. mapy č. 15, 16). Zpevnění břehů koryta a dna se nejčastěji nachází v urbanizovaných oblastech. Funkce zpevnění většinou spočívá v tom, že se nadále už nebortí stěny a nedochází tedy k sesunu okolní půdy. Zpevněné části břehů a dna se také velice často vyskytují v blízkosti mostů či komunikací a mají opět stabilizační funkci.

Upravenost břehů i dna na řece Lomnici je minimální. Při hodnocení upravenosti břehů je překvapující, že zhruba 80 % délky koryta toku nenesou žádný druh úpravy. Z 20% upravené délky toku, spadá nejvíce na zpevnění břehu kamennou dlažbou a kamenným pohozem (dohromady 11%). Nejdelsí takto upravený úsek LOM74 – LOM78 začíná v Blatné u Nohavického mostu a končí při výtoku Lomnice z Dolejšího rybníka (Tchořovice). Celková délka úseku měří 3250 m. Vegetační opevnění (8% délky toku) se nachází především na středním toku, nejdelsí úsek LOM066 (1310 m) u Buzického biologického rybníka. Souvislé zastavění betonem je z největší části v Buzicích, v Blatné, u Ostrovce a v Mladém Smolivci. Úsek zpevněný gabiony je pouze jedinný a je situován nad obcí Mladý Smolivec.

Tabulka č. 21: Upravenost břehů

Upravenost břehů	délka úseků (m)	počet úseků	podíl (%)
břeh bez známek úprav	47105	104	80%
vegetační opevnění	4430	6	8%
gabiony	100	1	0%
polovegetační tvárnice	0	0	0%
kamenný pohoz	3260	5	6%
zpevnění břehu kamenou dlažbou	3113	11	5%
souvislé zpevnění břehu betonem	610	4	1%

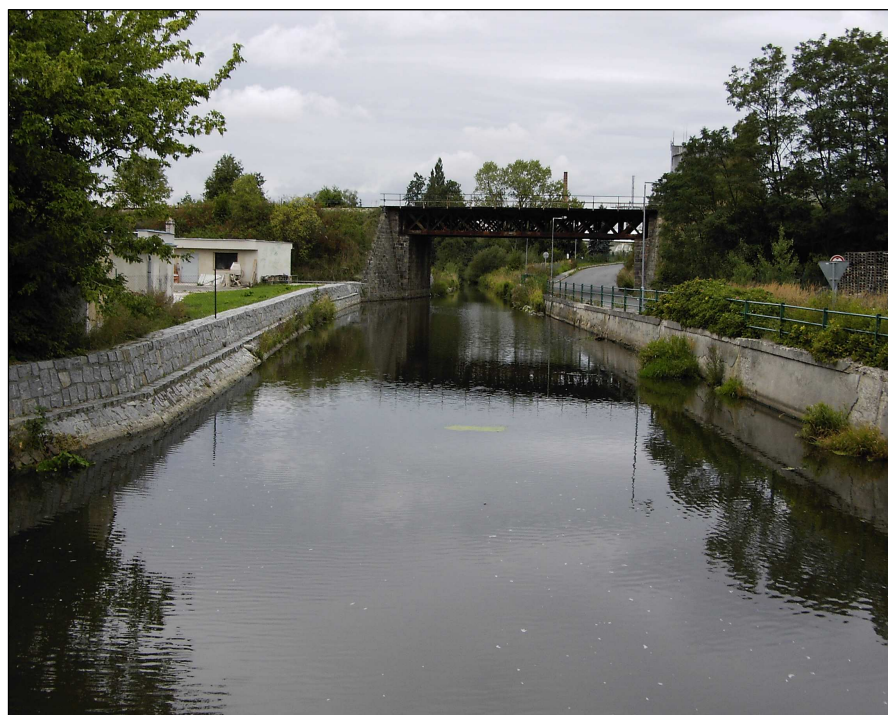
Zdroj: vlastní zpracování

Upravenost dna je v korytě řeky Lomnice téměř zanedbatelná. 86% délky koryta je charakterizováno jako přírodní, bez známek úprav. Zbylých 14% spadá na pravidelné prohrábký koryta či přidávání splavenin nebo umělého substrátu. Těchto 14% je lokalizováno především do měst a obcí. Zpevnění kamennou dlažbou je situováno v Mladém Smolivci a zatrubnění se nachází v pramenné části, kdy je řeka Lomnice svedena do trubky kvůli přemostění (viz. obrázek č. 21, str. 81).

Tabulka č. 22: Upravenost dna

Upravenost dna	délka úseků (m)	počet úseků	podíl (%)
přírodní, bez známek úprav	50368	108	86%
pravidelné prohrábký koryta, či přidávání splavenin nebo umělého substrátu	8150	21	14%
zpevnění dna kamennou dlažbou	50	1	0%
zpevnění dna betonem	0	0	0%
zatrubnění	50	1	0%

Zdroj: vlastní zpracování

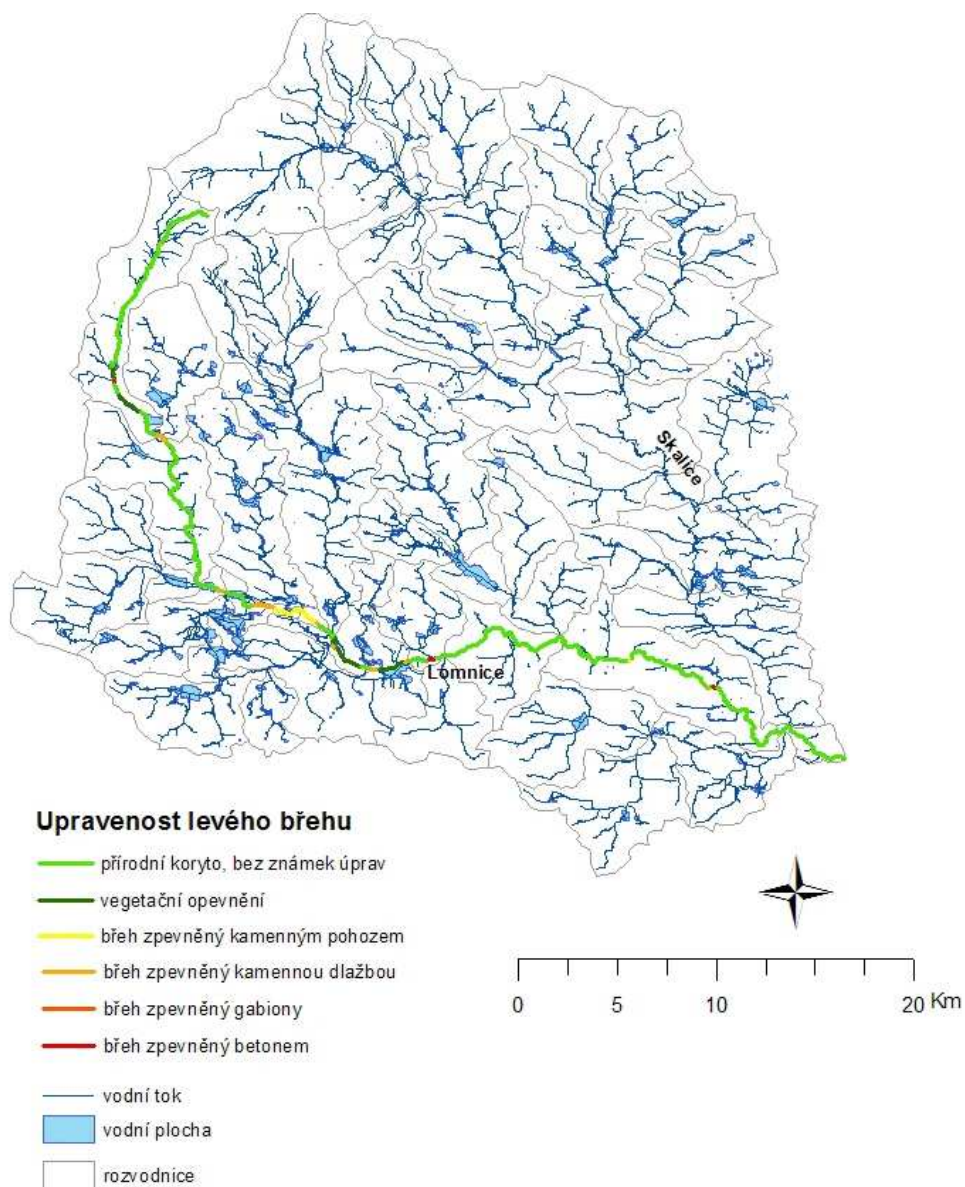


Obrázek č. 22: Zpevnění břehů (nalevo kamenná dlažba, napravo betonové opevnění) u Nohavického mostu v Blatné (Foto: Bažatová 2007)



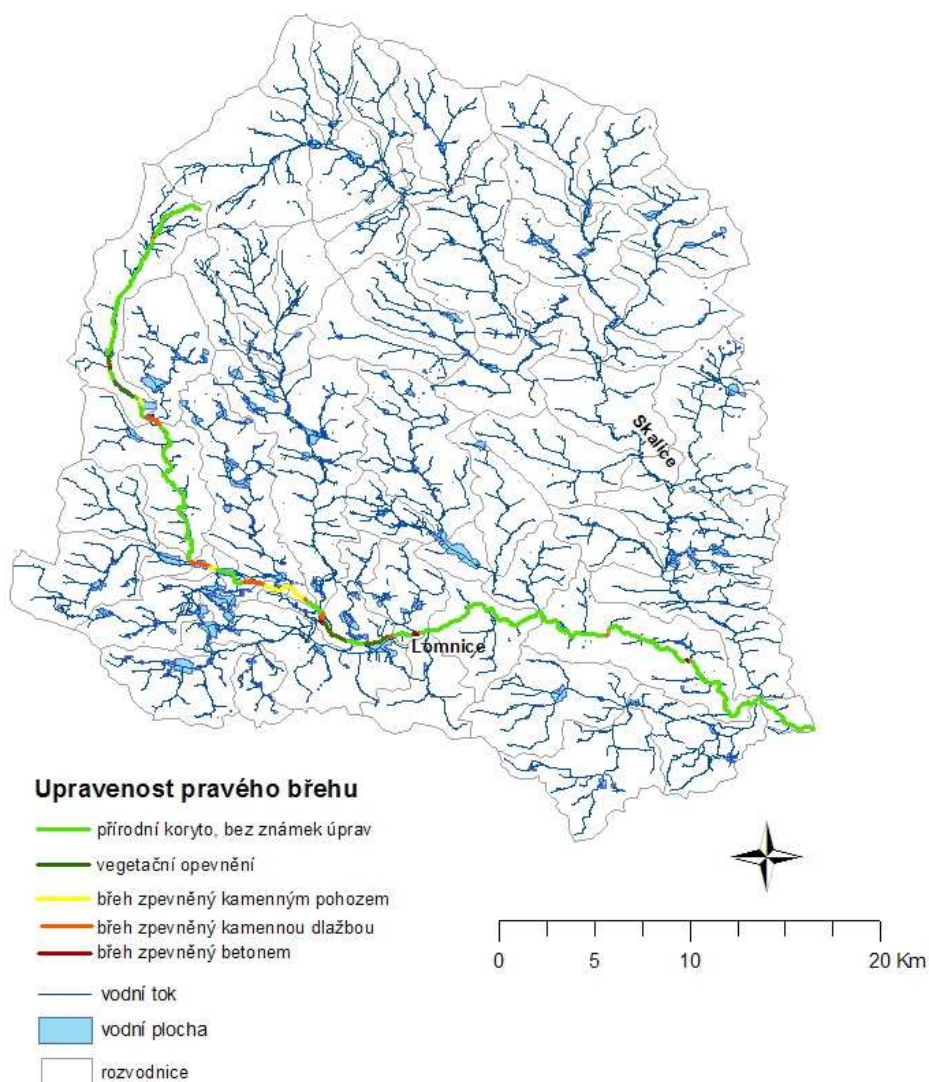
Obrázek č. 23: Stavební práce při zpevnování břehů v Tchořovicích na řece Lomnice (Foto: Bažatová 2005)

Mapa č. 15: Upravenost levého břehu Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

Mapa č. 16: Upravenost pravého břehu Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

8.6. Upravenost břehové vegetace

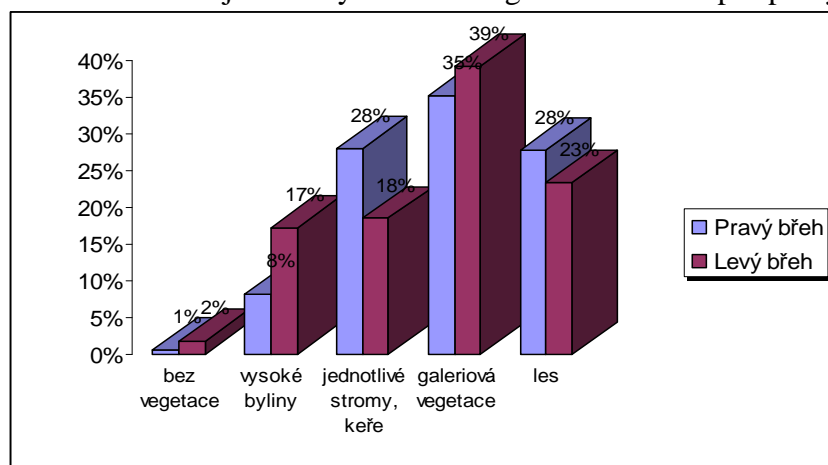
Břehovými porosty se rozumí úzké pásy dřevin na rozhraní souše a vody. V těchto porostech mohou být zastoupeny stromy i keře. Nestabilitě stále erodovaného břehu, zvláště nárazového, se dřeviny přizpůsobují mohutným vyvinutím kořenového systému, čímž jej podmíněně stabilizují. Funkci břehových porostů proto nemohou plnit pouze bylinné porosty. Stejně tak dřeviny za horní hranou koryta, tzv. doprovodné porosty, mají podstatně menší stabilizační funkci. Stabilita a stabilizační funkce břehových porostů mohou být zachovány jen při soustavné péči spočívající v odstraňování jedinců, jimž hrozí vyvrácení, dále jedinců nemocných, poškozených, přestárých apod. Následovat by měla náhradní

výsadba nebo podpora přirozeného omlazení. Zvláštní péči je nutno věnovat nárazovým břehům. Proti břehovým porostům bylo uplatněno (zvláště po povodni v roce 2002) několik námitek. Klade se jim za vinu zahrazení koryt padlými kmeny, hromadění dřeva před mosty, jejich ucpávání a následné vybřežování toků. Je otázkou, jaký podíl by na těchto jevech měly břehové porosty správně udržované s vhodnou druhovou a věkovou skladbou. Problémové mohou být v těchto případech také dřeviny na podmáčených svazích mimo koryto a smrk ztepilý, typický svým nestabilním kořenovým systémem. Další významný podíl může mít dřevo z ležících pokácených či spadlých stromů. Břehové porosty (stojící, zvláště husté keře, vrbové porosty) jsou také jedním z faktorů, které zpomalují odtok vody při povodni, což je zejména mimo lidská sídla velmi žádoucí. Přitom mohou poněkud zmenšovat průtočnou kapacitu koryta a následkem toho je mírně zvýšená hladina vody v toku. Za extrémních průtoků jsou břehové porosty často poničeny, ovšem to se děje i u opevnění břehů nevegetačními způsoby, které jsou dražší, neestetické a postrádající ekologickou funkci (MŽP 2002).

Výskyt břehové vegetace je také velmi důležitý z ekologického hlediska, zejména jako stanoviště pro velké množství organismů a také jako funkční součást biokoridorů, které říční toky tvoří. Břehové porosty jsou také důležitým zdrojem mrtvého dřeva, které má na život v řekách zásadní vliv a jeho funkce je dodnes opomíjena (Siemens et al. 2006).

Upravenost břehové vegetace byla hodnocena pro každý břeh odděleně. V rámci jednotlivých úseků jsou velké rozdíly v druhu vegetace na pravém a levém břehu, proto ve výsledku nebyla danému úseku přidělena hodnota s vyšší upraveností. Tento postup by byl velice nepřesný.

Graf č. 26: Podíl jednotlivých druhů vegetace odděleně pro pravý a levý břeh



Zdroj: vlastní zpracování

Převládajícím prvkem je galeriová vegetace, která představuje souvislý pás stromů a keřů podél toku. Na sledované řece Lomnici se galeriová vegetace vyskytovala na 39% délky levého břehu a na 35% délky pravého břehu. Lomnice pramení v chráněné oblasti Třemšínska, která je téměř celá zalesněná, dále na dolním toku se vyskytují chráněné oblasti V obouch a Varvažov, které také silnou měrou přispívají k charakteru lesní břehové vegetace. Lesy zabírají 28% (pravý břeh) a 23% (levý břeh) břehové vegetace na celé délce toku. Jednotlivé stromy a keře (28% - pravý břeh, 17% - levý břeh) jsou také důležitým prvkem pro posouzení upravenosti břehové vegetace. Největší rozdíl mezi podílem na délce toku na pravém a levém břehu je zjištěn u vysokých bylin. Rozdíl mezi levým a pravým břehem je 9% (levý břeh – 17%, pravý – 8%). Zbylé 1 % (pro pravý břeh) nebo 2% (pro levý břeh) připadá na úseky bez vegetace lemující tok.

Tabulka č. 23: Upravenost břehové vegetace

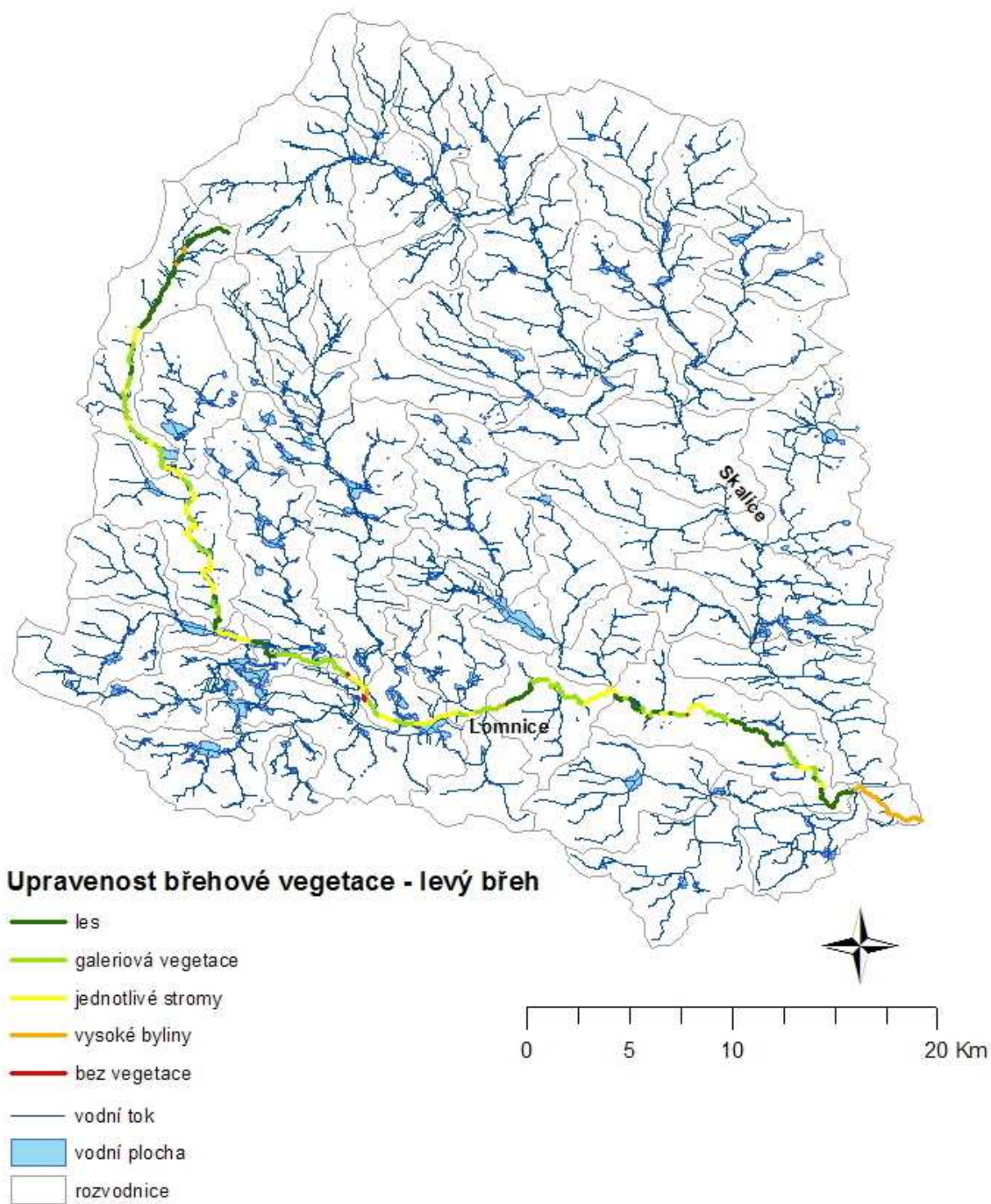
	Pravý břeh			Levý břeh		
	délka (m)	počet úseků	podíl (%)	délka (m)	počet úseků	podíl (%)
břehová vegetace						
bez vegetace	350	3	1%	1050	4	2%
vysoké byliny	4860	11	8%	10050	16	17%
jednotlivé stromy a keře	16410	32	28%	10840	26	18%
galeriová vegetace	20663	52	35%	22943	55	39%
les	16335	33	28%	13735	30	23%

Zdroj: vlastní zpracování



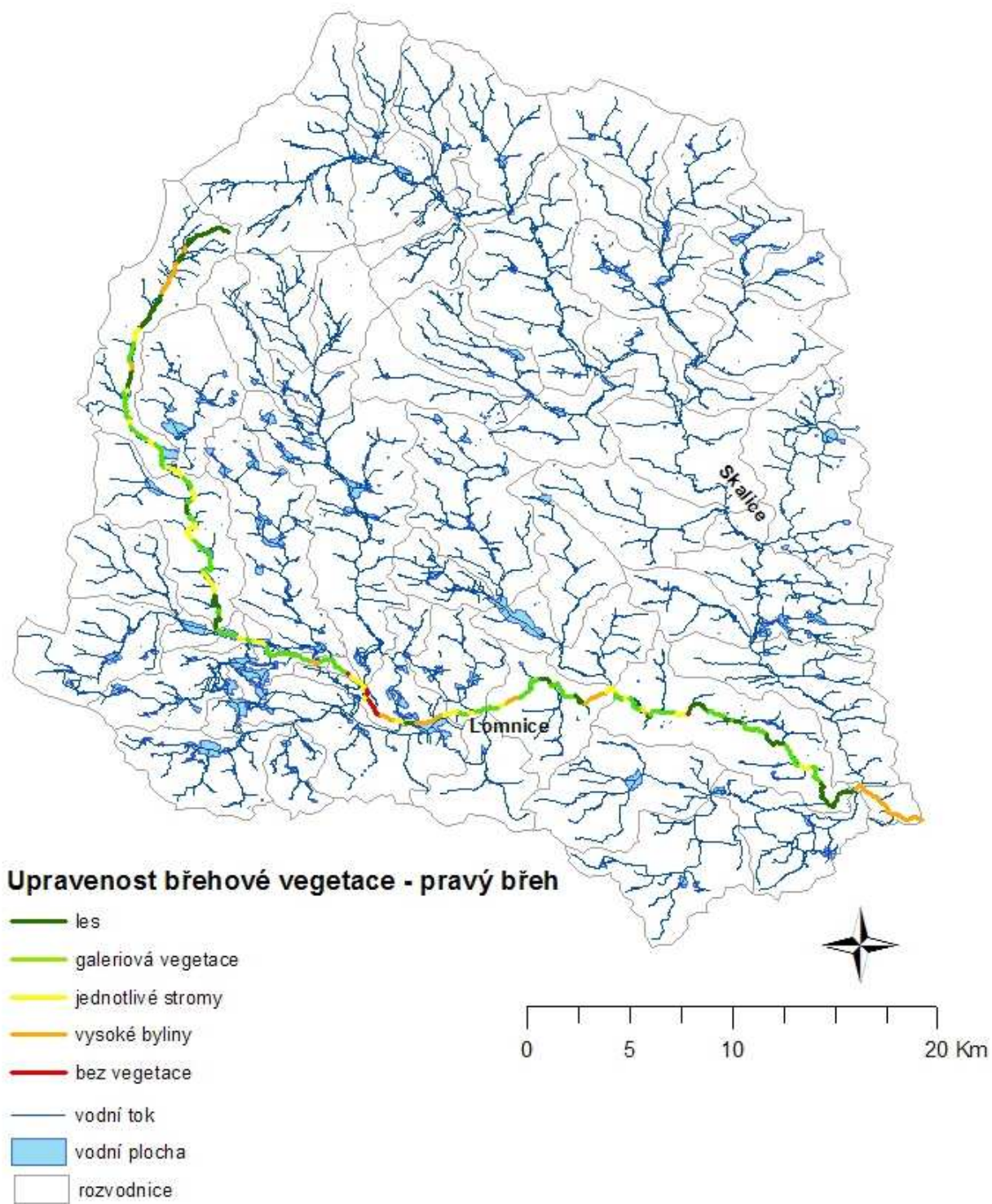
Obrázek č. 24: Břehová vegetace u obce Radošice. Napravo jsou vidět vysoké byliny a nalevo galeriová vegetace (Foto: Bažatová 2007)

Mapa č. 17: Upravenost břehové vegetace na levém břehu Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

Mapa č. 18: Upravenost břehové vegetace na pravém břehu Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

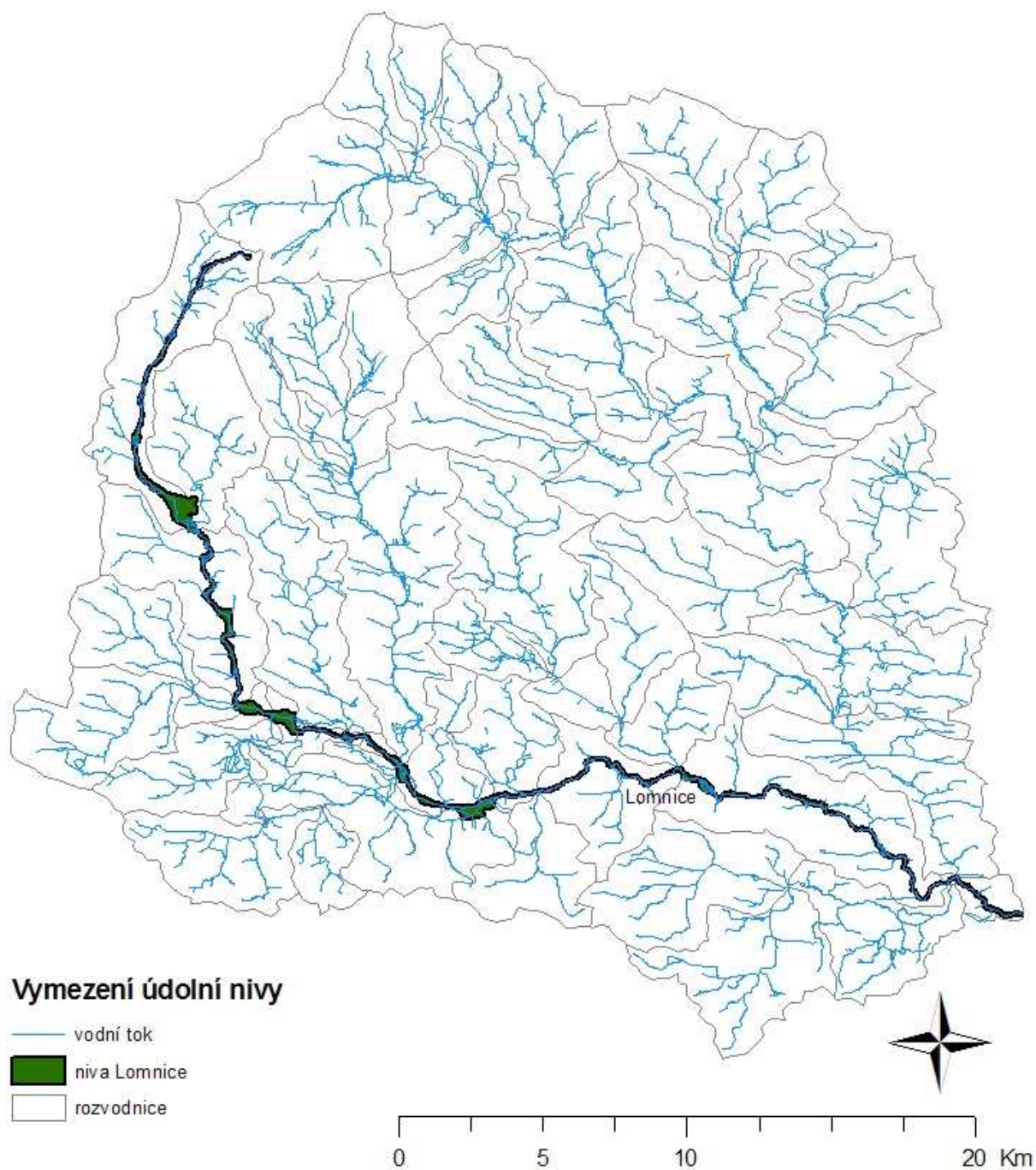
8.7. Vymezení údolní nivy, její šířka a variabilita

Vymezení nivy a její definice není jednoznačná záležitost. Řada autorů, potažmo vědních disciplín ji definuje rozdílně. Podle Ložka (2003a) je definována niva jako: ploché údolní dno, jehož stavbu, vegetaci i faunu ovlivňuje činnost vodního toku. Dle Křížka představuje údolní niva v rámci krajiny specifický prostor, který se vyznačuje velkou dynamikou přírodních procesů a to především fluviálních (Křížek 2007). Pochopení procesů probíhajících v údolních nivách umožňuje optimalizovat ekonomické a sídelní aktivity člověka, které jsou často situovány právě v nivách, a to s cílem minimalizovat výši povodňových škod (Křížek et al. 2006).

Různé vědní disciplíny tedy zdůrazňují v definici nivy jiné prvky. Geomorfologická definice nivy podle Demka (1988) zdůrazňuje u nivy její funkci akumulární roviny podél vodního toku, která je tvořena nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a usazenými tímto vodním tokem, přičemž při povodních bývá částečně nebo celá zaplavována. Geologické vymezení nivy se zaměřuje hlavně na geologickou stavbu a stratigrafii údolní nivy, geneze je pro její pojetí sekundární (Křížek et al. 2006). Z pedologického hlediska lze nivu charakterizovat jako území výskytu hydromorfních půd na fluviálních sedimentech (Ložek 2003a). Ekologie, biologie a geobotanika vymezují údolní nivu podle regionalizace nivních ekosystémů a společenstev rostlin a živočichů (Křížek et al. 2006). Antropogenní činnost však na většině území pozměnila nivu natolik, že její vymezení podle skladby vegetace je značně problematické a je možné pouze v přírodních a přírodně blízkých lokalitách (Chuman 2007).

Hydrologové pohlíží na nivu jako na přirozené zátopové neboli inundační území. Hydrologicky a vodohospodářsky se niva někdy ztotožňuje s územím zaplavovaným při povodních, což je ovšem nejednoznačné a nepřesné vymezení vzhledem k variabilitě povodňových událostí. Různě velké kulminační průtoky totiž za různých povodňových situací způsobují rozdílný rozliv do inundačního území (Křížek et al. 2006).

Mapa č. 19: Vymezení údolní nivy Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

Při terénním mapování řeky Lomnice se do formuláře HEM-F a do mapy 1:10000 zaznamenávala typická hodnota šířky údolní nivy. V případě, že šířka údolní nivy byla výrazně proměnlivá, je vhodné úsek rozdělit, neboť taková změna bude pravděpodobně

doprovázena odlišnými morfometrickými charakteristikami i v dalších mapovaných ukazatelích (Langhammer 2007b).

Z hlediska retenční schopnosti údolní nivy a samotného průběhu povodňové vlny je důležitá šířka nivy a její variabilita. Na první pohled je šířka nivy Lomnice výrazně členitá (mapa č. 19). A to především v oblasti od obce Mladý Smolivec po obec Buzice, kde se nachází i největší počet rybníků (např. rybník Divák, Veský r., Podhájský r., Buzický r. apod.) přímo na toku Lomnice, což také ovlivňuje vymezení šířky údolní nivy.

Tabulka č. 24: Šířka údolní nivy Lomnice

Šířka (m)	délka úseků (m)
do 35	3830
36 - 65	13280
66 - 95	11395
96 - 155	18213
156 - 215	5250
nad 216	6650

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 24 ukazuje délku údolní nivy Lomnice s příslušným intervalem vymezení šířky nivy. Nejčteněji se šířka nivy nachází v intervalu od 96 do 155 m, a to na 18,2 km délky toku. Nejdelší úseky, kde je niva nejužší jsou v pramenné části, kde Lomnice teče po svazích Třemšína a v oblasti ústí Lomnice do Otavy, kde tok lemují vysoké skály a niva se zde nemohla vyvinout. První úsek při ústí řeky Lomnice do Otavy je zároveň nejdelším homogenním úsekem v rámci celého toku Lomnice s délkou přes dva kilometry. Nejširší je niva ve středních částech toku, kde je intenzivně zemědělsky využívána, a také se v ní nachází velká část blatenské rybníční soustavy. Variabilita údolní nivy je rozmanitá, ovšem úseky byly voleny tak, aby se ty s vysokou variabilitou vyskytovaly minimálně.

8.8. Využití příbřežní zóny a údolní nivy

Údolní niva byla antropogenně pozměňována už od 5. tisíciletí př. n. l. (Křížek 2007a). Do této doby spadají počátky zemědělství. Ve středověku se začaly budovat mlýny a rybníky, kdy většina z nich (i celé rybniční soustavy) byli situovány do říčních niv (Ložek 2003b).

Velkými zásahy byly snahy hospodářského využití území niv a jejich odvodnění. Např. v 80. letech 20. století byla takto upravena niva mezi Blatnou a Buzicemi. Problematická je i zástavba, kdy v případě povodňových stavů může být nejen zničena, ale může i negativně ovlivnit následky povodně v níže ležící oblasti.

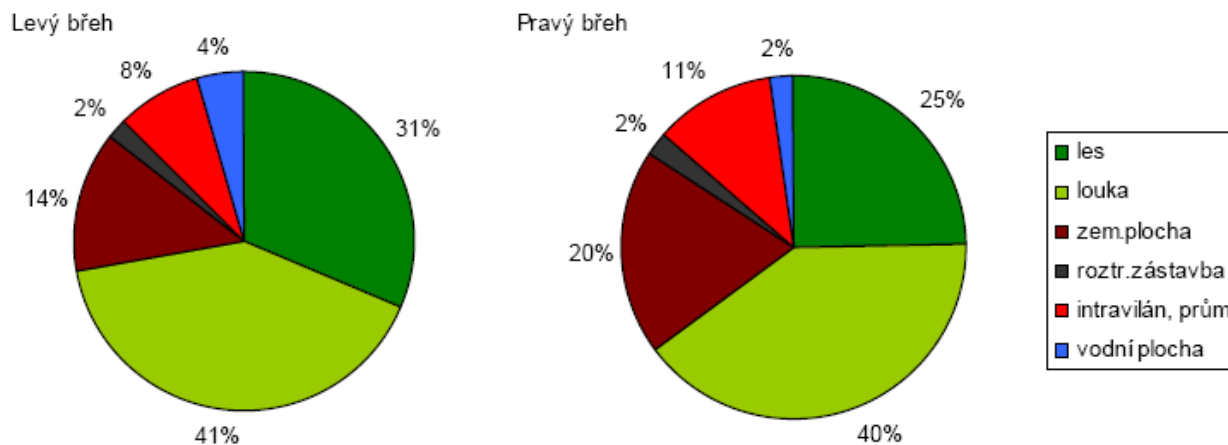
Charakter a intenzita upravenosti příbřežních zón má zásadní význam na transformaci odtokové vlny při povodni, kdy dochází k vyběžení toku mimo vlastní koryto. Oblast příbřežní zóny a údolní nivy v sobě skrývá při vhodné struktuře krajinného krytu mimořádný potenciál pro transformaci povodňové vlny a díky svému celkovému objemu i pro zvýšení retenční kapacity odtokové zóny. Představuje tak mimořádně důležitý článek v systému protipovodňové ochrany území (Langammer 2004).

Z hlediska pozitivního vlivu na transformační účinek je v území údolní nivy a příbřežních zón optimální přítomnost trvalých travních porostů v kombinaci s dřevinami. Díky snadné dostupnosti a nepatrné terénní členitosti je však oblast niv často intenzivně zemědělsky využívána, nacházíme v ní množství sídel, navíc údolní nivu protínají četné komunikace – silnice a železniční tratě. Tím dochází jednak ke ztrátě potenciální transformační účinnosti této zóny, zároveň však zemědělské plochy v případě zatopení slouží jako zdroj materiálu transportovaného erozí a sedimentovaného na dolním toku. Náspy komunikací navíc při povodni mění průtočný profil údolní nivy a zejména v případech, kdy nivu protínají, představují překážky pro volné proudění, zadržují odtok a působí na zvýšení intenzity povodňových následků v lokálním měřítku (Langammer 2004).

Při analýze zjištěných dat z terénního průzkumu jasně vyplývá, že v údolní nivě řeky Lomnice převládají louky (graf č. 27 a 28). Lesy zabírají 31% (L) a 25% (P) a kromě roztroušených segmentů podél toku se nacházejí především v pramenné oblasti Třemšína, na středním toku v okolí obce Buzičky a na dolním toku v přírodně chráněných oblastech Vystrkov a V Obouch. Kriticky lze ovšem hodnotit vysoký podíl zemědělských ploch (L = 14%, P = 20%) v nivě. Přítomnost zemědělských ploch, obzvláště pak orné půdy, je hodnocena silně negativně, a to především proto, že zemědělské plochy neumožňují dobrou retenci vody v nivě a navíc jsou zdrojem materiálu pro erozi. Tento materiál je při povodních

transportován a akumulován v níže položených oblastech, a tak může zvyšovat škody při povodni. Dalším negativem v oblasti nivy řeky Lomnice je zástavba, ať už se jedná o souvislou zástavbu v obcích, roztroušenou zástavbu nebo průmyslové objekty. Roztroušená zástavba, která představuje většinou zahrady a chatové oblasti, se vyskytuje na 2% délky nivy. Intravilány představují části sídel ležících na toku Lomnice (Mladý Smolivec, Radošice, Lnáře, Tchořovice, Blatná, Buzice, Míreč, Mirotice, Ostrovce), bohužel i v těchto sídlech jsou stavby přímo v nivě, což v případě vyběžení řeky z koryta vyvolá přinejmenším obrovské ekonomické škody. Průmyslové objekty v nivách toku mohou skrývat i ekologickou hrozbu, ovšem ty nejsou hojně zastoupeny. Vodní plochy se čtyřprocentním (L) a dvouprocentním (P) zastoupením zosobňují rybníky.

Graf č. 27, 28: Podíl jednotlivých kategorií využití údolní nivy (levý, pravý břeh)



Zdroj: vlastní zpracování

Vedle struktury využití údolní nivy je důležitým parametrem využití příbřežní zóny (Langhammer 2007d). Mapování současného využití příbřežní zóny bylo prováděno v rozsahu 50 metrů od koryta toku a výsledky jsou zobrazeny v tabulce č. 25. Je zde výrazný nárůst lesních ploch především na úkor luk. Ostatní kategorie jsou téměř stejné jako v případě údolní nivy pouze s nepatrnými rozdíly uvedenými v tabulce.

Tabulka č. 25: Srovnání podílů jednotlivých kategorií využití nivy a příbřežní zóny

Lomnice

Land use	Niva (%)		Příbřežní zóna (%)	
	levý břeh	pravý břeh	levý břeh	pravý břeh
les	31	25	41	33
louka	41	40	33	31
zem.plocha	14	20	12	20
roztr.zástavba	2	2	2	4
intravilán, prům.	8	11	8	11
vodní plocha	4	2	4	1

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 25: Využití údolní nivy jako luk na středním toku u obce Řečice (Foto: Bažatová 2007)

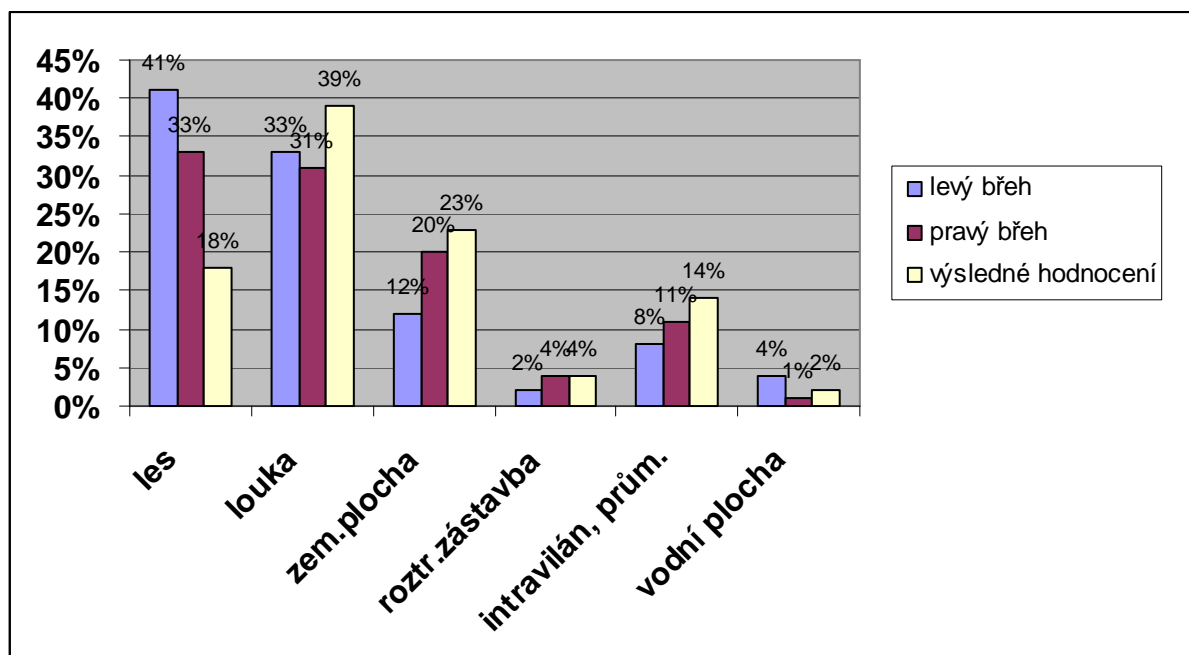
Mapování upravenosti příbřežní zóny i údolní nivy probíhalo odděleně pro pravý i levý břeh, při následném vyhodnocení nešlo sloučit tyto výsledky do jednoho, kdy by byla každému úseku přiřazena hodnota s větší intenzitou upravenosti z hodnot obou břehů. Hypotetické rozdíly při použití této metodiky znázorňuje graf č. 29 a tabulka č. 26. Sloučené výsledky jsou nazvány jako „výsledné hodnocení“.

Tabulka č. 26: Srovnání podílů délek jednotlivých kategorií využití údolní nivy Lomnice na levém a pravém břehu, jejich rozdílu a při výsledném hodnocení

Land use	Levý břeh		Pravý břeh		Rozdíl		Výsledné hodnocení	
	délka (m)	podíl (%)	délka (m)	podíl (%)	délka (m)	podíl (%)	délka (m)	podíl (%)
les	23885	41	19375	33	4510	8	10745	18
louka	19580	33	18300	31	1280	2	22940	39
zem.plocha	6863	12	11463	20	4600	8	13203	23
roztr.zástavba	1070	2	2060	4	990	2	2080	4
intravilán, prům.	4690	8	6670	11	1980	3	8270	14
vodní plocha	2530	4	750	1	1780	3	1380	2

Zdroj: vlastní zpracování

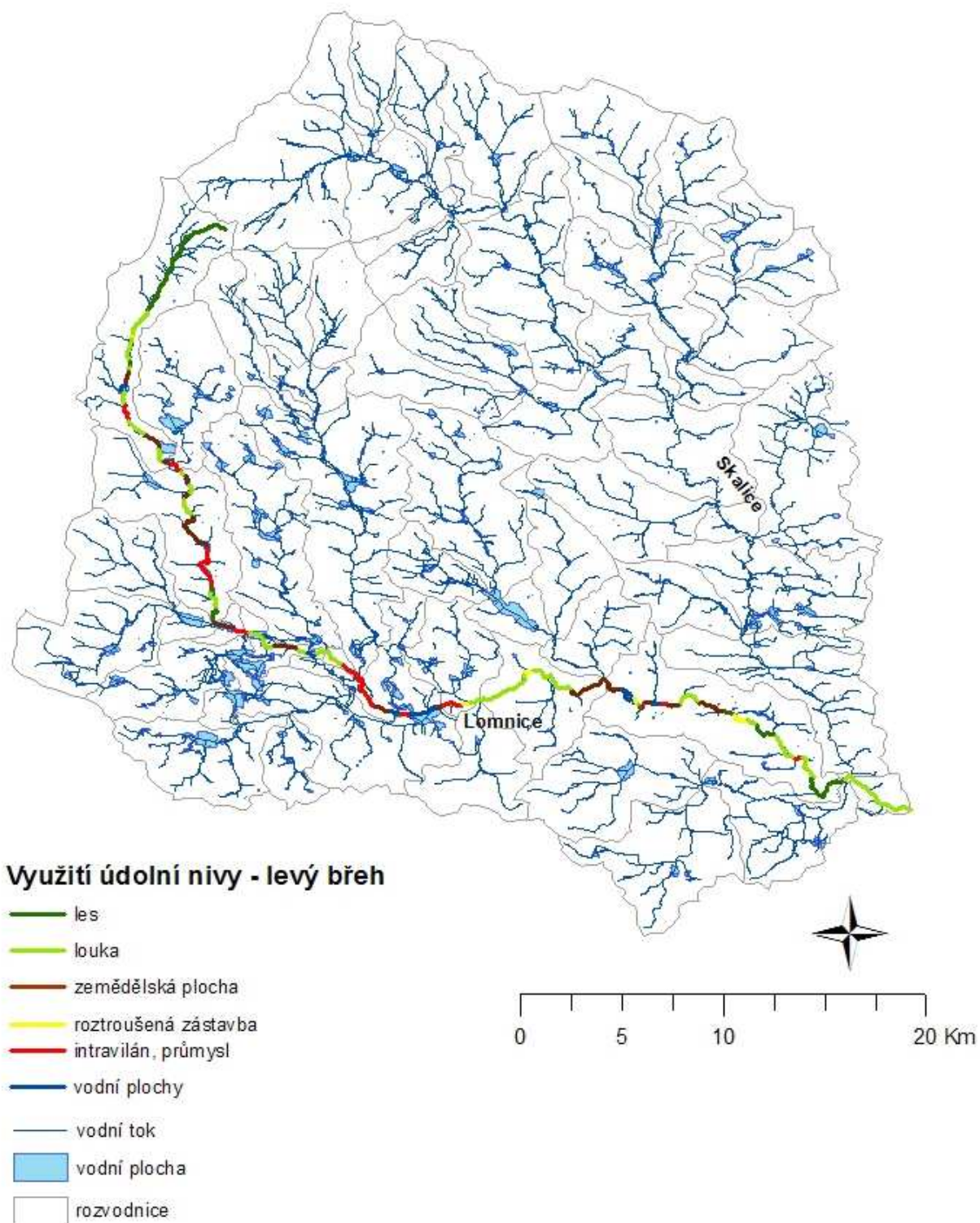
Graf č. 29: Srovnání podílů délek jednotlivých kategorií využití údolní nivy Lomnice na levém a pravém břehu, jejich rozdílu a při výsledném hodnocení



Zdroj: vlastní zpracování

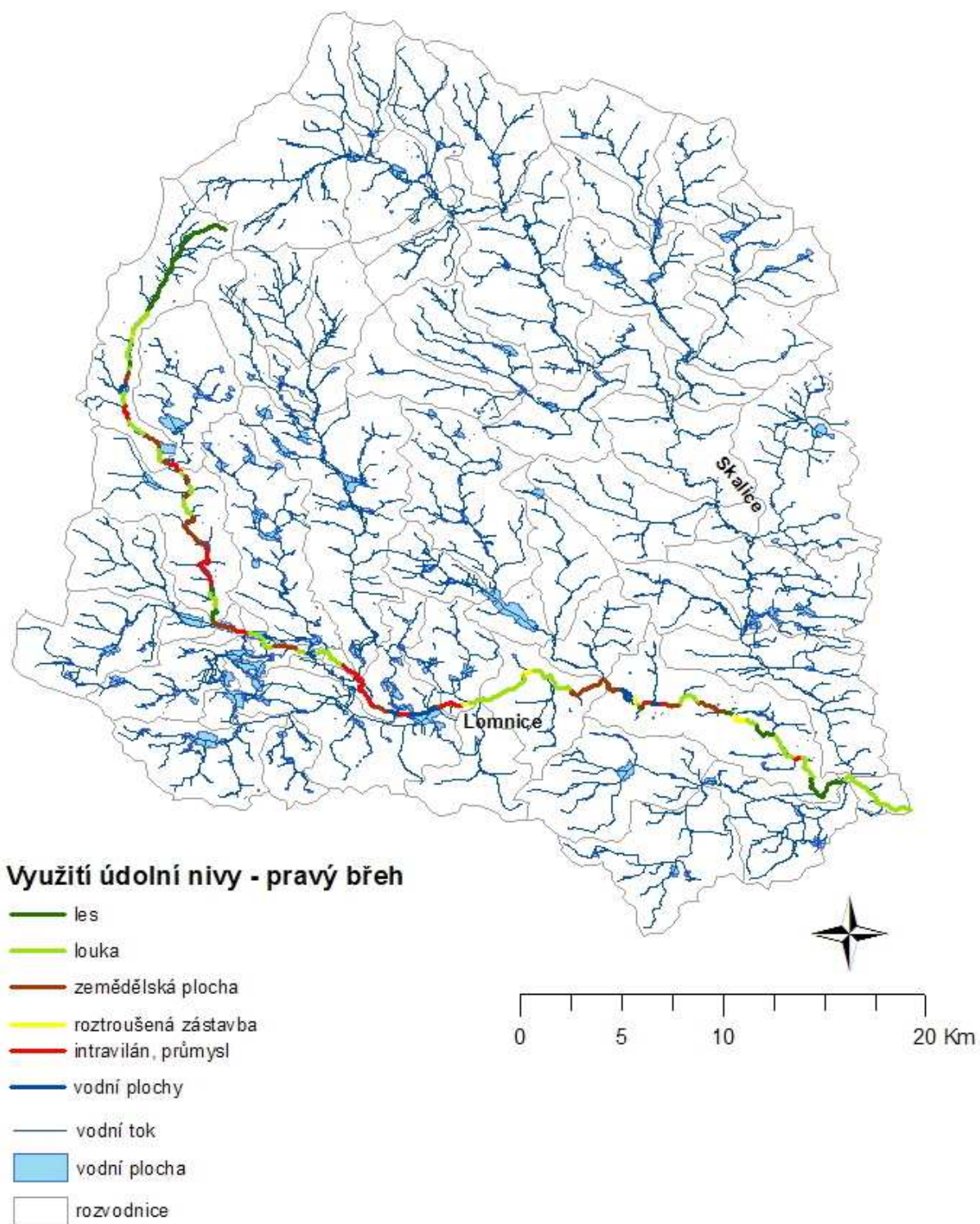
Při výsledném hodnocení by se nám výrazně zkrátily hodnoty u sledovaných kategorií. Například na levém břehu by klesl podíl lesa více než o polovinu! Proto je hodnocení břehů zvlášť v tomto konkrétním případě směrodatnější.

Mapa č. 20: Využití údolní nivy Lomnice – levý břeh



Zdroj: vlastní zpracování

Mapa č. 21: Využití údolní nivy Lomnice – pravý břeh



Zdroj: vlastní zpracování

8.9. Index upravenosti toku

Index upravenosti toku představuje základní syntetický ukazatel hodnotící celkovou intenzitu upravenosti toků a údolní nivy (Langhammer 2007a). Tento index je odvozený na základě bodového hodnocení intenzity upravenosti jednotlivých parametrů, přičemž využívá kvalitativního hodnocení v bodovém rozsahu 1-5, kde 1 bod představuje nejnižší intenzitu upravenosti a 5 bodů maximální intenzitu (viz tab. č. 27) (Langhammer 2007e).

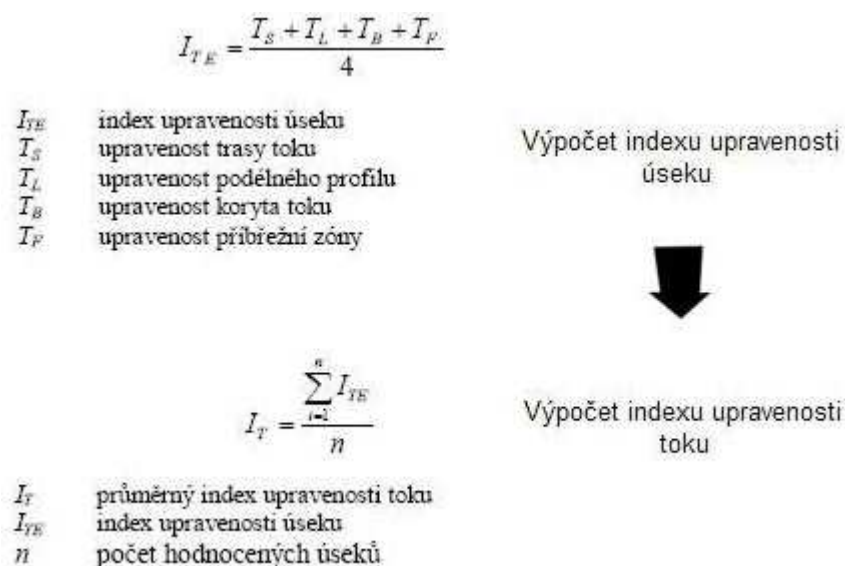
Tabulka č. 27: Bodové hodnocení pro jednotlivé kategorie intenzivních ukazatelů

<i>Půdorysný průběh trasy toku (index T_T)</i>		<i>Kontinuita podélného profilu (index T_L)</i>		<i>Upravenost dna a koryta toku (index T_B)</i>		<i>Využití příbřežní zóny a údolní nivy (index T_N)</i>	
<i>kategorie</i>	<i>bodů</i>	<i>kategorie</i>	<i>bodů</i>	<i>kategorie</i>	<i>bodů</i>	<i>kategorie</i>	<i>bodů</i>
Divočící, rozvětvený	1	Úsek bez vertikálních překážek	1	Přírodní koryto bez známky úprav	1	Les	1
Přirozené meandrující, Sinuosita > 1.5	1	Nízké stupně, výskyt méně než 1 stupně na 100m úseku	2	Vegetační opevnění, dřevěná kulatina	2	Louka, trvalý travní porost	2
Meandry a zákruty, Sinuosita 1.1-1.5	2	Vyšší počet nízkých stupňů v úseku	3	Břeh zpevněný kamenným pohozem	3	Zemědělsky využívané plochy	3
Přirozené zákruty, Sinuosita < 1.1	3	Stupňovitý jez, skluz	3	Břeh nebo dno zpevněné trávobetonovou dlažbou	3	Roztroušená zástavba	4
Zákruty se známkami napřimění, Sinuosita 1.05-1.2	4	Vysoký jez (přes 1 m)	4	Břeh zpevněný gabiony	3	Intravilán	5
Přirozené přímý, Sinuosita ≤ 1.05	4	Hráz	5	Břeh nebo dno zpevněné vyzdívkou či betonem	4	Průmysl, těžba	5
Uměle napřiměný, Sinuosita ≤ 1.05	5			Zatrubnění	5		

Zdroj: Langhammer 2007e

Výpočet indexu upravenosti toku zahrnuje ukazatele intenzivní, a to: upravenost trasy toku (Index T_T), upravenost podélného profilu (Index T_L), upravenost dna a koryta toku (Index T_B) a využití příbřežní zóny a údolní nivy (Index T_N). Postup je znázorněn v následujícím schématu.

Obrázek č. 26: Schéma výpočtu indexu upravenosti toku



Zdroj: zpracováno dle Langhammer 2007e

V tabulce č. 28 jsou výsledné hodnoty vypočteného indexu upravenosti úseků. Hodnotou 1 jsou hodnoceny přírodní či minimálně ovlivněné úseky, částečně upravené úseky spadají pod hodnotu 2, a již výrazně upravené části toku spadají pod hodnotu 3 a 4. Hodnota 5, která charakterizuje největší upravenost, se zde nenachází.

Tabulka č. 28: Výsledné hodnocení upravenosti úseku – index I_{TE}

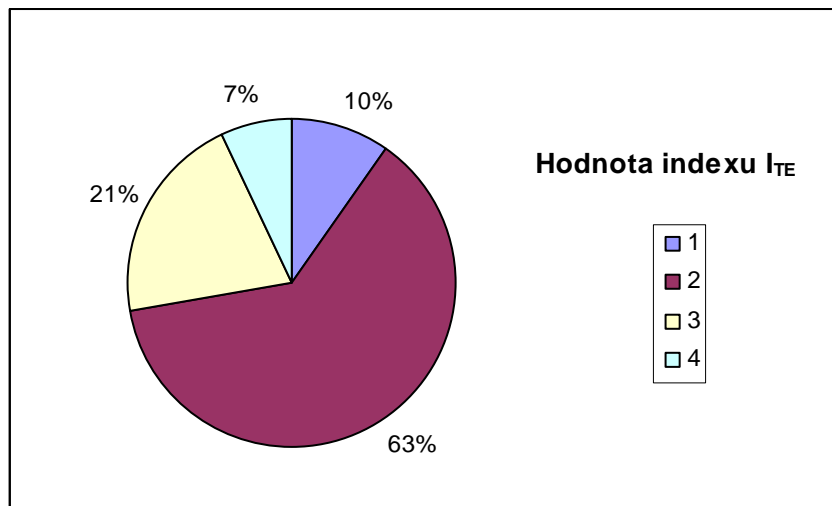
Hodnota indexu I_{TE}	počet úseků	délka úseku
1	10	5660
2	83	36675
3	27	12173
4	11	4110

Zdroj: vlastní zpracování

Z vyhodnocení indexu upravenosti úseků na řece Lomnici vyplývá, že téměř na 49 kilometrech toku jsou úseky spadající pod hodnotu 2, tzn. částečně upravené, což lze hodnotit do jisté míry pozitivně. Téměř 5,7 km je hodnoceno jako přírodní či minimálně upravené úseky. Tyto úseky se nacházejí v nejméně člověkem osídlených oblastech a také převážně v oblastech chráněných (Třemšínsko, soutok Lomnice a Skalice). Vysoký podíl (31%) ze všech hodnocených úseků je charakteristický hodnotou 3, což jsou již výrazně upravené části toku, na řece Lomnici je to střední tok, kde se nachází největší počet sídel a také je to oblast poměrně značně zemědělsky využívaná, proto jsou zde četné veškeré možné úpravy toku. Kriticky lze hodnotit přítomnost čtvrté kategorie indexu upravenosti úseku. Tyto nejvíce

upravené úseky lze přesně lokalizovat, a to: dva úseky v obci Buzice, dva v Blatné, jeden v Řečici, dva v Tchořovicích, dva ve Lnářích, jeden v Předmíří a v Mladém Smolivci. Většinou byly rozhodujícími prvky: napřímenost toku a zpevnění břehů.

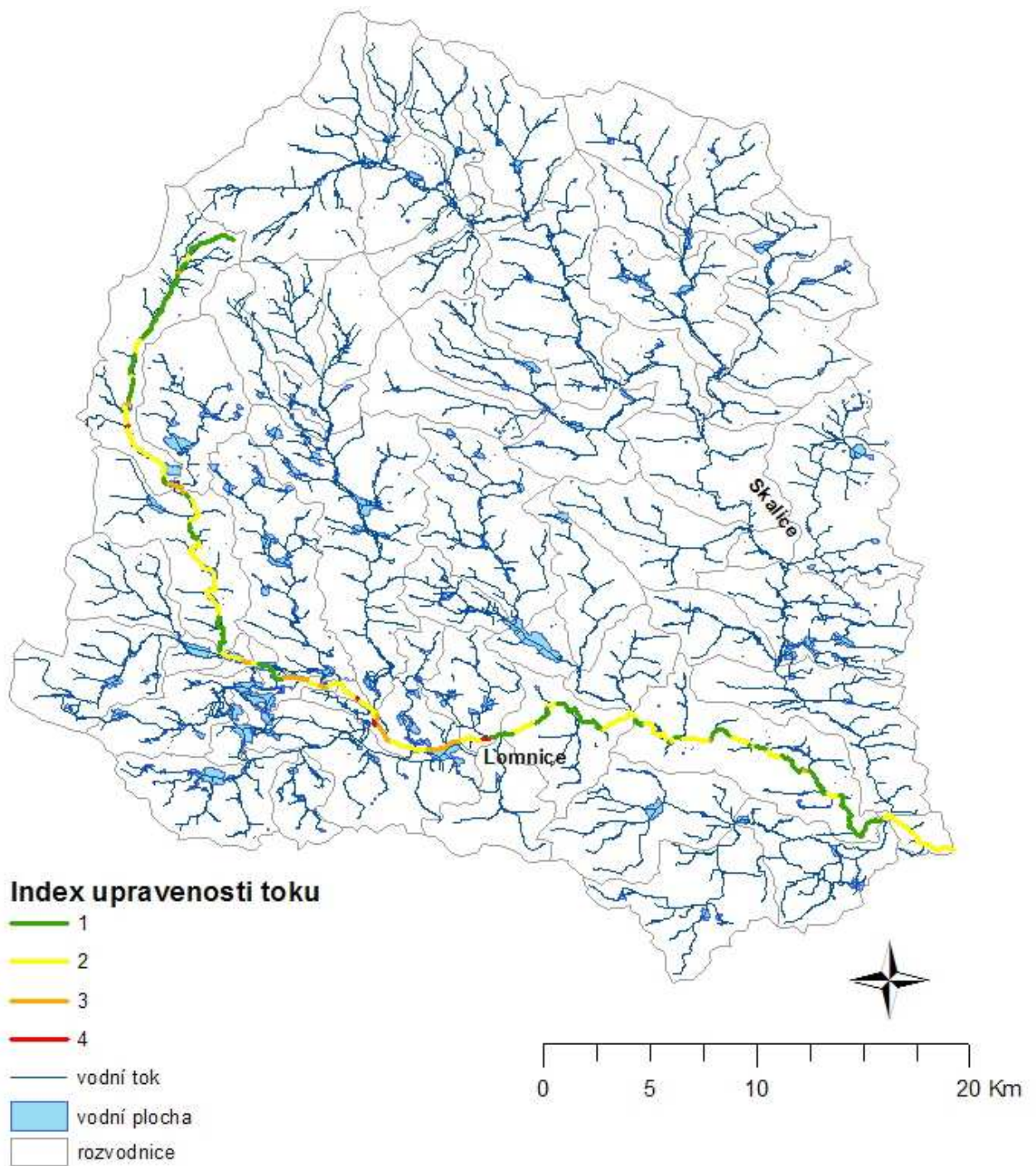
Graf č. 30: Podíl hodnocených úseků pomocí I_{TE} na celkové délce toku



Zdroj: vlastní zpracování

Na základě hodnot upravenosti pro jednotlivé úseky byl spočítán celkový index upravenosti toku. Takto vytvořený index je vhodný ke srovnání jednotlivých toků či jejich částí. Index upravenosti toku byl vypočítán podle vzorce uvedeném výše (viz. obrázek č. 26). Index I_T dosahuje pro tok Lomnice hodnoty 2,2. Protože jsou zde vymezeny různě dlouhé úseky, lze také I_T spočítat pomocí váženého průměru, pak hodnota I_T je 2,1.

Mapa č. 22: Index upravenosti toku Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

8.10. Průchodnost zátopového území (potencionální překážky proudění) a následky povodní

Pod pojmem průchodnost zátopového území se rozumí výskyt objektů a staveb, které rozdělují záplavové území a které omezují přirozený pohyb povodňových vod (Langhammer 2007b). Jedná se především o násypy dopravních komunikací a o ochranné protipovodňové hráze.

Jako potenciální překážky proudění jsou hodnoceny objekty, které při povodni mohou díky své nevhodné lokalizaci, nedostatečnému dimenzování nebo chybné konstrukci blokovat průchod povodňové vlny a zintenzivňovat následky povodně (Langhammer 2007d). Existují jak antropogenní překážky (nevhodně umístěné budovy, špatně dimenzované mosty atd.), tak i přírodní (k blokadě může dojít i v místě popadaných nebo včas neodklizených stromů). Problematický je také materiál transportovaný z poškozené překážky (např. suť z budovy) a následně akumulovaný. Vzniká tak větší ničivá síla i větší rozsah destrukce. Ovšem při normálních hydrologických podmínkách jsou téměř neškodné.

Při terénním mapování jsou zaznamenávány tyto jevy: most (především je-li nevhodně dimenzován), propustek (přestože jsou většinou správně dimenzovány, tak při povodni dochází k zanesení vstupního otvoru, zahrazení toku a následné erozi okolního tělesa), snížení kapacity koryta (zpravidla se jedná o zúžení koryta zástavbou, případně zanesení koryta materiálem, působící na snížení průtočné kapacity), zúžení inundačního území (náhlé zúžení prostoru inundačního území, buď z důvodu antropogenního využití území údolní nivy nebo geomorfologie údolí), nevhodně umístěné budovy v inundačním území (samostatně stojící budovy v místech pravděpodobného vybědění při povodni, nebo v místech, kde mohou přispívat ke zhoršení průběhu povodně vychýlením proudu nebo zúžením koryta či prostoru inundačního území), střídání napřímených a meandrujících úseků (ná vaznost výše položeného uměle napřímeného úseku do úseku s přirozenými zákrutami, meandry nebo divočením, v těchto úsecích zpravidla dochází ke zvýšenému výskytu erozních a akumulačních jevů povodně) (Langhammer 2007b).

Na zkoumaném území jsou liniové stavby četným prvkem. Především se jedná o násypy komunikací, silnic i železnic. Liniové stavby protínají napříč údolní nivou na 22 místech. Liniové stavby paralelně s korytem se nachází 16 krát na levém břehu a 20 krát na břehu pravém. Střední tok je doslova protkán komunikacemi (především silnicemi). Nejčetnější úsek s železničními násypy je úsek od Tchořovic po Blatnou (na dolním toku

železnice protíná chráněnou oblast Vystrkov, na horním toku železnice nevede). V mnoha případech, které dokazuje povodeň 2002, jsou tyto stavby překážkou v proudění vody při vyšších průtocích. Při povodni 2002 bylo mnoho komunikací, jejich náspů i špatně dimenzovaných mostů zničeno. Mosty, které byly při povodni 2002 významně poničeny jsou: most na silnici č. 174 vedoucí do Lnář, silniční most u Lnářského zámku, železniční most na trati Lnáře – Blatná, silniční most v Tchořovicích, Nohavický most v Blatné, most na silnici č. 175 v Blatné, silniční most v Miroticích a Mladým Smolivci. Protipovodňové hráze se v této oblasti nenacházejí. Ovšem k protržení hrází rybníků došlo při povodni 2002 v hojné míře (viz. kapitola 2.2.1.).



Obrázek č. 27: Násyp železniční tratě napříč údolní nivou (1,3 km jižně od Lnář)
(Foto: Bažatová 2007)



Obrázek č. 28: Nohavický most při povodni 2002 v Blatné

(Zdroj: www.makofoto.cz)

Výskyt budov v nivě je problematický z hlediska ovlivňování průběhu povodně. Naprosto alarmující je nerespektování přirozeného inundačního prostředí a výstavba v nivách řek.

Vedle primárního negativního vlivu, kterým je zaplavení budov při povodni, je dalším negativním projevem výskytu budov v nivě a překážek proudění obecně, tvorba turbulentního proudění, které vzniká při průchodu povodňové vlny mezi objekty. Toto proudění se projevuje větší destruktivní silou na samotných budovách a má tudíž velký vliv na erozně-akumulační projevy povodně (Cílek 2003).

V nivě řeky Lomnice je výskyt budov velice četný, proto také došlo k tak rozsáhlým škodám při povodni 2002. Zástavba v nivě se nachází téměř v každé obci ležící na toku (je obtížné spočítat všechny budovy v nivě řeky Lomnice, ale jejich počet se dle terénního mapování přibližuje k číslu 150 – včetně budov mimo obce). Mimo obec se jedná o rekreační stavby (např. chatová oblast nad Lnářemi nebo u Mířeče, dětský tábor u Mirotic), průmyslové a zemědělské objekty (dřevařské závody Blatná, zemědělský statek v Mladém Smolivci, mlýny) nebo ČOV Blatná na Lapači.

Ostatní formy překážek proudění se nevyskytují tak hojně. Propustek se na toku nachází jeden, a to v pramenné oblasti, svojí polohou a minimální délkou není potenciálně

nebezpečný. Přímo v korytě toku se žádné významné překážky nevyskytují, ovšem v lesnatých chráněných oblastech na toku (Třemšín, Vystrkov, V obouch) se na několika místech vyskytují neodklizené kmeny stromů, které by mohly při větších průtocích fungovat jako bariéry. Následky těchto bariér jsou diskutabilní, protože konkrétně v těchto přírodních oblastech je povodeň přirozeným jevem. A stromy za velkých průtoků navíc podporují rozliv do okolní nivy a tím podporují její přirozenou retenci (Siemens et al. 2006).



Obrázek č. 29 : Nově rekonstruovaný dům v obci Dolní Ostrovec. Červená linie ukazuje výši vody při povodni 2002 – dle povodňové značky (Foto: Bažatová 2007)

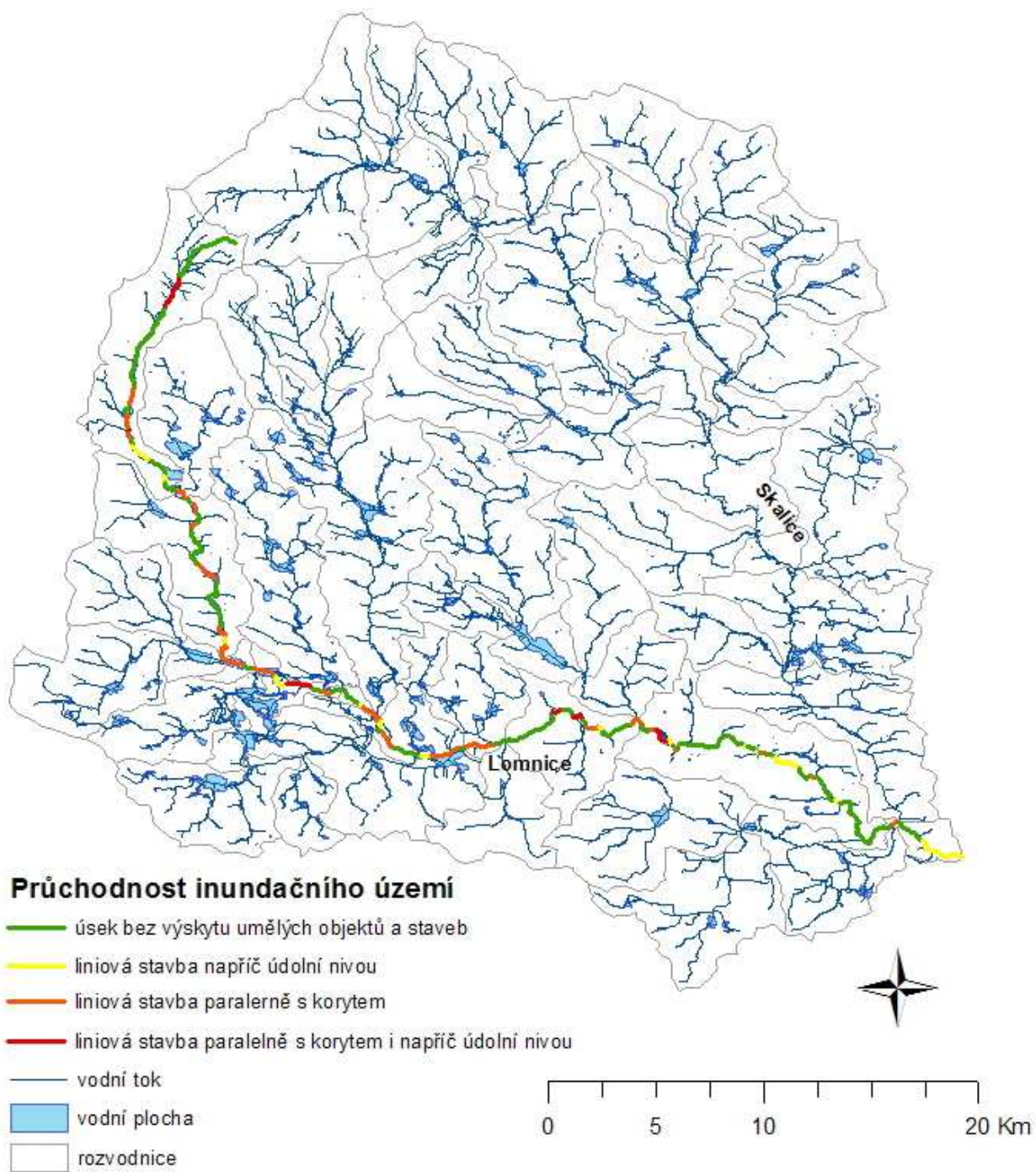
Při terénním mapování se do formuláře HEM-F zaznamenává i charakter rozlivu při povodni. Ovšem pro stanovení maximální dosažené výšky hladiny nad úroveň údolní nivy je nutno využít nepřímé indikátory. Těmi mohou být stopy povodňových náplavů na vegetaci, plotech, stopy po povodni na budovách, v ideálním případě zdokumentované povodňové značky (Langhammer 2007b). Avšak výskyt a vypovídající hodnota těchto nepřímých ukazatelů se velmi snižuje s časovým odstupem od povodně, z čehož vyplývá, že v současné době nelze přesně určit charakter rozlivu při povodni na mapovaném toku Lomnice, jelikož

poslední větší povodeň zde proběhla v roce 2002 a ukazatelé charakterizující rozliv se již téměř nevyskytují.



Obrázek č. 30: Nepřímý indikátor – stopy po povodni na budově v obci Dolní Ostrovec (Foto: Bažatová 2007)

Mapa č. 23: Průchodnost zátopové území Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

8.11. Protipovodňová ochrana

Dnešní opatření z hlediska protipovodňové ochrany nabírá jiných rozměrů. Na rozdíl od názorů z minulosti, které upřednostňovaly co nejrychlejší odvod vody z krajiny, se dnes klade důraz spíše na přirozené retenční schopnosti krajiny, které jsou v rovnováze s technickými zásahy (protipovodňové valy, kapacitní koryta, poldry), především na ochranu zastavěného území. Důležitá je také prevence, a to omezení zástavby v záplavovém území toků a zmenšit tak přímé důsledky povodní.

Pro povodí v jihočeském kraji existuje dokument Koncepce protipovodňové ochrany na území Jihočeského kraje (2007). Koncepce zhodnotila současný stav ochrany před povodněmi na území Jihočeského kraje, stanovila slabá místa a vymezila cíle ochrany před povodněmi. Součástí Koncepce je i návrh opatření na ochranu před povodněmi v obcích, které nejsou chráněny před povodněmi z vodních toků, nebo jsou před povodněmi z vodních toků zatím chráněny nedostatečně. Koncepce protipovodňové ochrany na území Jihočeského kraje bude sloužit zároveň i jako podklad Jihočeského kraje pro Plán oblasti povodí Horní Vltavy, Plán oblasti povodí Dolní Vltavy a Plán oblasti povodí Dyje. Plány oblastí povodí jsou pořizovány podle § 25 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (<http://www.krajjihocesky.cz>). Návrh na opatření na ochranu před povodněmi je vypracován pro několik obcí v povodí Lomnice (např. Lnáře, Tchořovice, Bezdědovice, Buzice, Bělčice, Ostrovec atd.). Způsob zpracování ukazuje obrázek č. 31: Návrh protipovodňové ochrany v Ostrovci. Je zde popsána ohrožená oblast (s výčtem ohrožených budov a počtem obyvatel), návrh řešení, odhad ceny a orientační mapa.

Obrázek č. 31: Návrh protipovodňové ochrany v Ostrovcí

Obec		Ostrovec	
ORP	Písek	Počet obyvatel	378
ICZUJ	549711	Počet ohrožených obyvatel	14
Vodní toky	Lomnice		
Popis současného stavu			
<p>Zaplavovány jsou dva trvale osídlené objekty na pravém břehu nad mostem a tři na levém břehu pod mostem. Na pravém břehu pod mostem se v záplavovém území nacházejí rekreační chalupy. Pro objekty na levém břehu pod mostem situaci zlepšilo zaslepení inundačního otvoru na levém břehu při výstavbě nového mostu. Na pravém břehu nad mostem je nový objekt postaven na násypu a ochráněn hrázkou. Problémy působí rybník Labuť na Kostrateckém potoce (Středočeský kraj) nevyhovujícím způsobem informací o manipulacích při povodňových stavech.</p>			
Popis navrhovaných opatření		Odhad nákladů	tis. Kč
<p>Obec nemá zpracovány žádné návrhy protipovodňových opatření. V rámci Koncepce lze navrhnout navýšení levobřežní hrázky, vzniklé v rámci terénních úprav, které by mělo zajistit ochranu na Q_{20}. Dalšího zlepšení lze dosáhnout organizačním opatřením - zpřesněním informací o vypouštění při velkých vodách z rybníku Labuť a ověřením platnosti jeho manipulačního řádu vzhledem k novému katastru vodnosti (Q_{100} v profilu Dolní Ostrovec zvýšena ze $102 \text{ m}^3/\text{s}$ na $180 \text{ m}^3/\text{s}$).</p>			500
Mapa	1 : 5000		

Zdroj: <http://www.krajjihocesky.cz/>

Při terénním průzkumu byla posuzována přítomnost těchto prvků protipovodňové ochrany: protipovodňová hráz, mobilní protipovodňová hráz, zkapacitnění koryta, poldr, opuštěný meandr, výskyt lužního lesa či rašeliniště (mokřadu) a nakonec i přítomnost objektů prioritní ochrany v inundačním území.

Z prostudování Koncepce protipovodňové ochrany na území Jihočeského kraje vyplývá, že v mnoha obcích na toku Lomnice je protipovodňová ochrana nedostatečná nebo dokonce žádná. Tato fakta potvrzuje i terénní průzkum.

Protipovodňové hráze se v oblasti toku Lomnice nenacházejí. Snad jen patnáctimetrový val na levém břehu v oblasti, kde Lomnice opouští Blatnou.

Zkapacitnění koryta znamená zvýšení kapacity koryta jeho zahloubením a zvýšením hrany koryta (Langhammer 2007b) a je již čteněji se vyskytující protipovodňovou ochranou, která se nachází výlučně v zastavěných oblastech, intravilánech obcí (viz. tabulka č. 29). Celková délka takto upravených úseků jsou necelé 4 kilometry.

Tabulka č. 29: Zkapacitněné úseky koryta Lomnice

Kód úseku	délka (m)	levý břeh	pravý břeh	obec
LOM037	360	ano	ne	Mirotice
LOM062	250	ano	ano	Buzice
LOM066	1310	ne	ano	Buzice
LOM071	200	ano	ne	Blatná
LOM074	120	ano	ano	Blatná
LOM082	450	ano	ano	Tchořovice
LOM090	340	ano	ano	Lnáře
LOM099	600	ano	ano	Předmíř

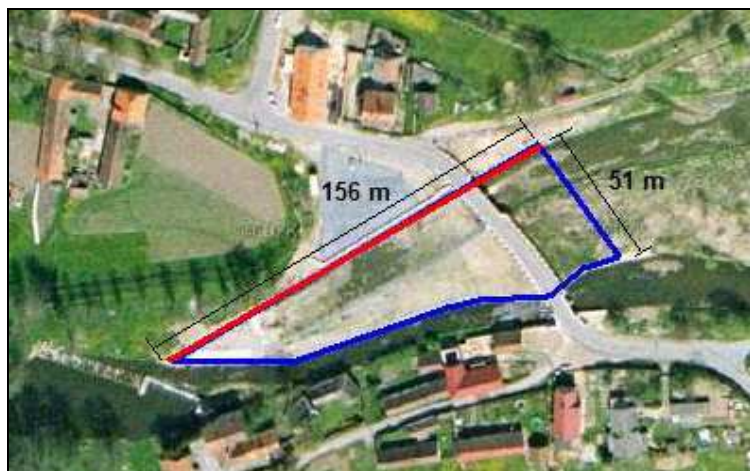
Zdroj: vlastní zpracování

Lužní lesy se v nivě Lomnice vyskytují pouze lokálně (viz. tabulka č. 30), většinou byl původní porost vykácen, celková délka úseků, kde se lužní les vyskytuje jsou asi dva kilometry. Podle Justa et al. (2005) působí lužní porosty za povodní jako filtry plavenin a mohou tak zmenšovat riziko, že plaveniny jinde způsobí značné problémy.

Tabulka č. 30: Lužní lesy v nivě Lomnice (Zdroj: vlastní zpracování)

Kód úseku	délka (m)	levý břeh	pravý břeh	lokalizace
LOM016	460	ne	ano	1 km severně od Ostrovce
LOM042a	930	ne	ano	podél Mirotického rybníka
LOM084	600	ano	ano	nad Hořejším rybníkem
LOM102	300	ano	ano	0,6 km severně od Zamlýní

Poldr je charakterizován jako suchá nádrž v inundačním území, prostor určený k bezpečnému zaplavení při povodni (Langhammer 2007b). Takto charakterizovaný prvek se nachází v obci Buzice. Byl vybudován po povodni 2002, současně s mostem (jenž byl při této povodni zničen) a opevněním břehů.



Obrázek č. 32: Poldr v Buzicích (Zdroj: vlastní zpracování dle ČÚZK)

Opuštěný meandr, tzn. mrtvé rameno toku, úplně nebo částečně zaškrcené, kterým neprochází hlavní koryto toku, se vyskytuje ve dvou případech. První případ částečně zaškrceného ramena toku je v zámeckém parku v Blatné a druhý asi 500 m jižně od obce Míreč.

Mokřady (a rašeliniště) jakožto přírodní prvky výrazně podporují přirozenou retenci vody a podílejí se tak na transformaci povodňové vlny. V nivě Lomnice se mokřady a rašeliniště vyskytují, tato skutečnost je dána přítomností rozmanité rybníční soustavy.

Tabulka č. 31: Mokřady (a rašeliniště) v nivě Lomnice

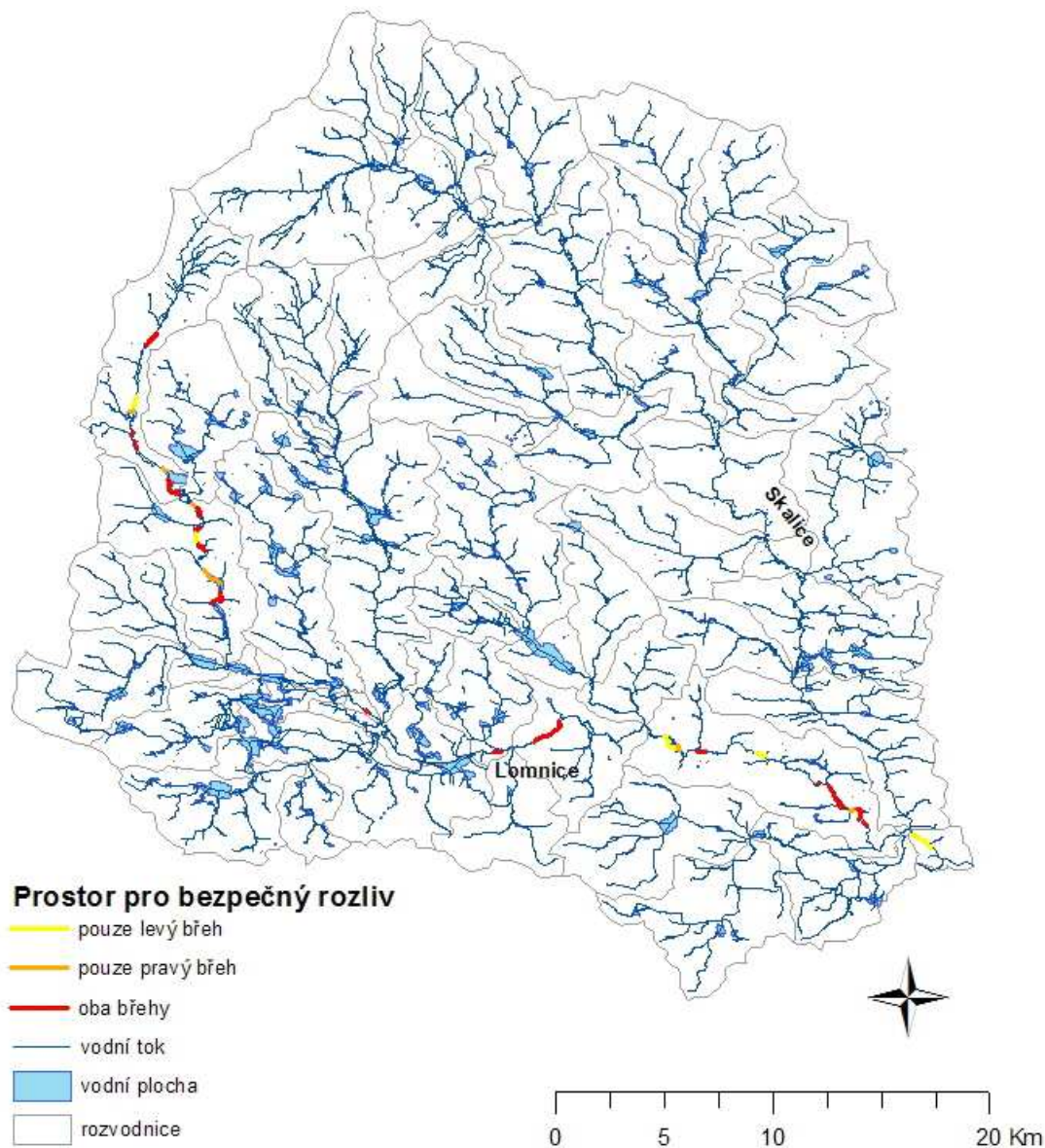
Kód úseku	délka (m)	levý břeh	pravý břeh	lokalizace
LOM052	500	ano	ano	0,5 km severně od Míreče
LOM061	500	ne	ano	pod Buzicemi
LOM062	250	ne	ano	pod Buzicemi
LOM076	500	ano	ne	podél Řečického ryb.
LOM079	520	ano	ne	podél Dolejšího ryb.
LOM082	450	ano	ne	podél Dolejšího ryb.
LOM083	850	ano	ne	podél Hořejšího ryb.

Zdroj: vlastní zpracování

Dolejší a Hořejší rybník jsou přírodní rezervace nacházející se na sever od Tchořovic. Dolejší rybník byl vyhlášen roku 1985 právě jako chráněné rašeliniště se zachovanou velmi cennou rašelinoslatinnou vegetací. Hořejší rybník vznikl roku 1996 s cílem ochrany významných společenstev litorálního pásma a habrových doubrav. Celková délka úseků, kde se mokřady či rašeliniště nacházejí je 3,6 kilometrů.

Území okolo toku, kde je možnost bezpečného vybědění a nedojde tak při povodni k vzniku závažných škod, se nazývá prostor pro bezpečný rozliv. Jedná se o území, kde při povodních nedojde k závažným škodám. Na řece Lomnici viz. mapa č. 24.

Mapa č. 24: Prostor pro bezpečný rozliv v nivě Lomnice (Zdroj: vlastní zpracování)



Objekty prioritní ochrany jsou takové objekty, které jsou historicky cenné, památkově chráněné, nebo se jedná o průmyslové podniky. Na toku Lomnice se vyskytuje zhruba 25 objektů prioritní ochrany (které jsou takřka rovnoměrně rozprostřeny po obou březích) a vyskytují se zpravidla na střední části toku. Z historického hlediska je nejcennější památkou Blatenský zámek, v jehož bezprostředním okolí protéká řeka Lomnice (při povodni 2002 došlo k obrovským škodám v zámeckém parku, na budově zámku a také na komunikacích v okolí Blatenského zámku). Z průmyslových závodů v nivě toku Lomnice můžeme jmenovat jako příklad následující: dřevařské závody Blatná, zemědělský statek v Mladém Smolivci, ČOV Blatná na Lapači, mlýn v Miroticích aj.

8.12. Geomorfologické následky povodní

Geomorfologické následky povodní tvoří vedle samotného zaplavení výrazné projevy povodně. Předpokládá se, že antropogenní úpravy říční sítě a přilehlých niv mají vliv na míru a rozsah geomorfologických následků povodní. Je třeba tedy rozlišit projevy přírodních procesů a procesů „zvýšených“ v důsledku lidské činnosti (Vilímek 2007).

Geomorfologické objekty vzniklé při povodních lze podle geneze rozdělit na akumulární a erozní. Pokud vycházíme z metodiky mapování HEM-F tak jsou akumulární tvary děleny na drobné a rozsáhlé fluviaální akumulace (dalším tvarem je například náplavový kužel). Z erozních tvarů je v rámci metodiky hodnocen výskyt přeložení koryta, břehových nátrží, drobných a rozsáhlých erozí v nivě. Při hodnocení geomorfologických následků povodně je třeba brát v úvahu degradaci geomorfologického tvaru, respektive jeho vývoj.

Hodnocení geomorfologických následků povodně na řece Lomnici je v současné době problematické z hlediska většího časového odstupu od poslední větší povodně (2002). Geomorfologické tvary vzniklé povodní jsou v tomto případě již do značné míry přetvořené, přesto však lze lokalizovat a kvantifikovat některé erozně-akumulární procesy.

Při mapování úseků řeky Lomnice se zřetelněji projevily následky eroze než akumulace. Výraznými erozními tvary jsou břehové nátrže. Především se jedná o malé nátrže (jejich výskyt je znázorněno na mapě č. 25). Na toku se velké nátrže nacházejí na pravém břehu řeky Lomnice v oblasti dolního toku (asi 1 km severně od obce Ostrovec). Lokalizace břehových nátrží může být způsobena například vyústěním relativně dlouhého napřímeného úseku, kdy pak povodňová vlna nabírá rychlost a se zvýšenou schopností eroze vtéká do částečně upravených zákrutů (břehová nátrž pod obcí Buzice). U přírodního koryta (které se

nachází v oblastech chráněných – Třemšín, Vystřkov, V obouch) je velice obtížné rozeznat přirozeně erodované břehy koryta od břehových nátrží a lze je velmi těžko kvantifikovat. V přírodních oblastech má důležitý vliv na projevy eroze vegetační pokryv. Velká část těchto neupravených úseků je ponechána přirozené sukcesi, kde často neexistuje souvislý bylinný pokryv, respektive existuje pouze sezónně. V takových částech se projevuje výrazněji stružková eroze, než v místech, kde probíhá extenzivní zemědělství (kosení a pastva) a díky tomuto zde existuje trvalý travní porost.

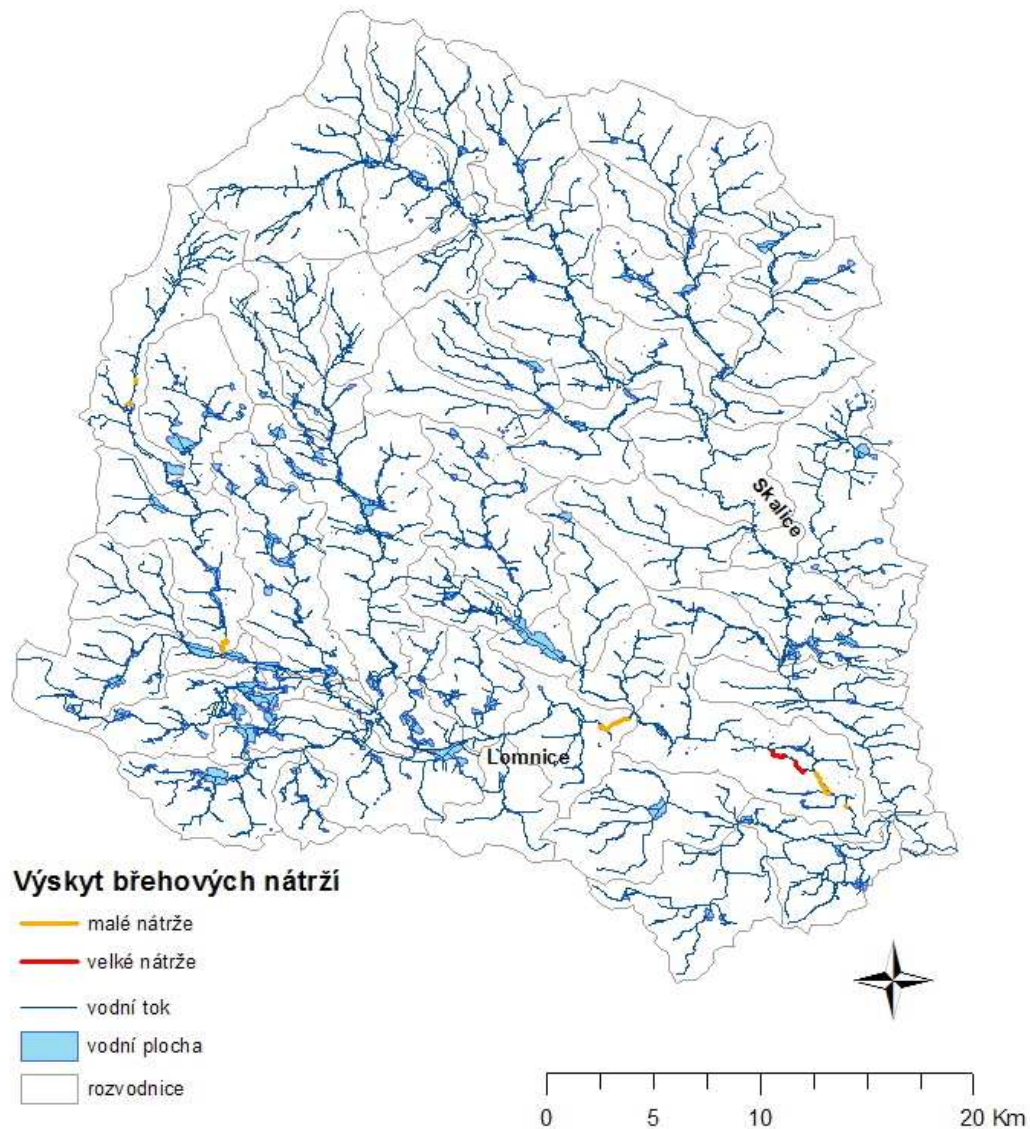


Obrázek č. 33: Břehová nátrž u obce Dolní Ostrovec (Foto: Bažatová 2008)



Obrázek č. 34: Břehová eroze v oblasti přirozené – chráněná oblast Třemšínsko (Foto: Bažatová 2008)

Mapa č. 25: Výskyt břehových nátrží v korytě Lomnice



Zdroj: vlastní zpracování

Výskyt rozsáhlých akumulací byl v celém úseku zaznamenán zřídka. Velká část materiálu zřejmě sedimentovala v malých mocnostech a s časovým odstupem od povodně 2002 zřejmě často i zarostla novou vegetací. Malé břehové akumulace tvořené především drobnými valouny se nachází na středním toku Lomnice v oblastech, kde průběh koryta není přímý, ale je tvořen zákruty.

Výraznými projevy povodně jsou protržení hrází rybníční soustavy a likvidace náspů komunikací, což bylo již popsáno v předešlých kapitolách.

Při hodnocení erozně-akumulačních projevů lze na závěr podotknout, že v místech, kde řeka volně plyne a nenaráží na větší překážky, jsou projevy eroze a sedimentace malé, zatímco v místech, kde je proud řeky blokován překážkami, dochází k náhlým skokovým změnám rychlosti proudění a tím i erozní a akumulaci síly (Cílek 2003).

9. Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo vytvoření komplexního obrazu změn srážko-odtokových poměrů v povodí Lomnice. A to pomocí několika metod: kromě posouzení odtokových poměrů pomocí metody součtových čar, to byla analýza vývoje teplot vzduchu a sněhových poměrů, analýza změn ve využití krajiny, upravenost říční sítě, posouzení vlivu rybníční soustavy a zhodnocení hydromelioračních opatření.

Použité metody jednoduchých a podvojných součtových čar (doplněné o analýzu sněhových a teplotních poměrů) potvrdily existenci určitých změn trendů odtoku v modelovém povodí Lomnice. Metoda jednoduchých a podvojných součtových čar poměrně jednoduše umožňuje stanovit časový okamžik, ve kterém došlo k případnému narušení homogenity řady. Ovšem je třeba si uvědomit, že touto metodou nelze zjistit příčinu tohoto porušení. Další diskutabilní otázka je, jestli je 33letá řada průtoků a srážek (32letá) dostatečně dlouhá? Samozřejmě, že delší řada by měla větší vypovídající hodnotu, ovšem také je nutné počítat s tím, že zkoumání dřívějších historických řad průtoků a srážek by mohlo být problematické kvůli různorodosti a větší absenci dat. S výběrem dat souvisí i další problematika. Například by bylo zajímavé analyzovat více klimatických stanic ve vztahu ke změně odtoku, výšce sněhové pokrývky a vývoje počtu dní se sněhovou pokrývkou. Ovšem domnívám se, že i závěry plynoucí z této diplomové práce jsou dostačující pro určité posouzení srážko-odtokových poměrů v povodí Lomnice a zároveň jsem si vědoma, že existují i přesnější přístupy, které například kvůli dostupnosti dat nemohly být provedeny.

Porovnání problematiky srážko-odtokového procesu je možné například s Klimentem a Matouškovou (2004, 2007a, 2007b), kteří analyzovali povodí Otavy. V povodí Otavy se změny srážko-odtokových poměrů projevují především nárůstem odtoku v 70. a 80. letech, v povodí Lomnice k těmto změnám došlo o jedno desetiletí později (v 80. a 90. letech). Výrazné změny v odtokovém režimu byly identifikovány na přítocích Otavy: Ostružné, Blanici a Volyňce. Na dolním toku Otavy jsou změny v odtokovém režimu méně výrazné (Kliment, Matoušková 2004). Tento fakt dokazuje i provedená analýza srážko-odtokových poměrů v povodí Lomnice. Jedním z důležitých závěrů (Kliment, Matoušková 2007a) je, že ze třech vybraných modelových povodí v horské a podhorské části Šumavy se odchylky ve vývoji odtoku nejvíce projevily v zemědělsky využívaném povodí Ostružné (narozdíl od dílčích povodí, které leží v přírodním prostředí). Což potvrzuje jistou souvislost změn odtoku s antropogenními zásahy. Významným antropogenním zásahem ovlivňujícím odtok je hydromeliorační opatření, které nemohlo být v povodí Lomnice přesně zdokumentováno

(kvůli nekompletnosti podkladů). Období nárůstu odtoku můžeme v pramenných oblastech povodí Otavy, stejně tak jako v povodí Lomnice, charakterizovat jako teplotně průměrné s vyšší průměrnou výškou sněhové pokrývky a vyšším počtem dnů se sněhovou pokrývkou.

Dosažené závěry v předkládané diplomové práci otevírají další možné prostory pro diskuzi. Je otázkou, co zaznamenané změny ve vývoji odtoku dokazují. Může to být dlouhodobý přirozený vývoj celého přírodního systému, nebo jsou odchylky ve velikosti odtoku spjaty s klimatickými výkyvy? Jako nejpravděpodobnější odpověď se v tomto případě jeví antropogenní ovlivnění.

Ve své práci nabízím jednu z možných interpretací ovlivnění odtokového režimu v povodí. Zaměřila jsem se na rozbor změn ve využití krajiny a posouzení antropogenní upravenosti říční sítě, jelikož mají bezesporu obrovský vliv na transformaci odtoku.

Vývoj ploch v povodí Lomnice má obdobné tendence jako vývoj ploch v povodí Otavy (viz. Bičík, Kupková 2004). V povodí Lomnice během sledovaného období 1845 – 2000 roste rozloha lesů o 2510 ha, tj. o 3%. V povodí Otavy je tento nárůst mnohem výraznější (o 10%), a to především ve svažitých polohách podhůří Šumavy, které byly v minulosti nevhodně zemědělsky využívány. Další kategorií, která při vysokém podílu ploch negativně ovlivňuje odtokové poměry, je orná půda. Celkově podíl ploch zemědělského půdního fondu klesá (Lomnice – o 8%, Otava – o 16%). Kategorie, která se dynamicky vyvíjí v obou povodích, je kategorie urbanizovaných ploch. Výsledky změny land use mohou být prostorově zkresleny, protože data jsou pro tzv. základní územní jednotky, které nepokrývají přesně povodí dané rozvodnicí. Ovšem tyto rozdíly jsou v celkovém výsledku nepatrné.

Upravenost toku a údolní nivy má významný vliv na transformaci odtoku, především na průběh a následky povodně v úsecích navazujících. Data zjištěná z terénního mapování jsou porovnatelná s dalšími toky nebo povodími, kde proběhlo mapování upravenosti říční sítě. Například na základě jednotlivých charakteristik upravenosti toku metodiky HEM-F byl pro řeku Lomnici vypočten index upravenosti toku. Index I_T dosahuje pro tok Lomnice hodnoty 2,2. Díky tomuto indexu je možné srovnání s povodím Opavy (Langhammer 2007c), kde celkový index dosahuje hodnoty 2,61. Hodnoty indexů pro 7 jednotlivých subpovodí, vymezených v rámci povodí Opavy, jsou v rozmezích 2,19 až 3,01, přičemž nejvyšší hodnoty dosahuje povodí Opavice. Dále bylo stejným způsobem hodnoceno povodí Blanice. Na rozdíl od těchto povodí, v případě Lomnice byl hodnocen pouze tok Lomnice, nikoliv celé povodí. Hodnoty dílčích indexů se v úsecích řeky Lomnice pohybují v rozmezí od 1,16 až po 4,33. Otázkou je do jaké míry a jak velké musí být antropogenní úpravy v nivě a korytě řeky, aby měly zásadní vliv na odtokové poměry daného povodí. Podle Langhammera (2005) vliv

jednotlivých úprav koryta a údolní nivy toku klesá s rostoucí extremitou povodně. Kritická limita, za kterou vliv těchto úprav prudce klesá, je na úrovni 5 až 20leté vody. K podobným závěrům došel i Dostál (2008), který na základě matematických modelů simuloval vliv jednotlivých antropogenních zásahů. Výsledky terénního mapování prokázaly, že povodí Lomnice je v současné době zcela jistě poznamenané antropogenní činností. Charakter a intenzita zásahů se ve zkoumaných úsecích liší, ovšem lze říci, že v naprosté většině úseků se alespoň jeden antropogenní prvek nachází (vyjma prvního úseků v pramenné oblasti). Kdybychom chtěli přesněji posoudit vztah mezi antropogenní upraveností Lomnice a průběhem a následky povodní, bylo by nutné provést toto mapování v kratším časovém intervalu od proběhlé povodňové situace.

10. Závěr

Výsledky řešeného vztahu mezi srážkou a odtokem ukázaly, že ke změnám srážko-odtokových poměrů v povodí Lomnice skutečně došlo. Vzhledem k jedinečnosti zjištěného trendu ve vývoji odtoku se dá předpokládat, že se na jeho tvorbě kromě přírodních faktorů podílely také antropogenně podmíněné zásahy.

Během 20. století prošlo území České republiky násilnou restrukturalizací krajinných složek, což se podle výsledků této práce projevilo i v povodí Lomnice. Díky několikeré změně základních politickoekonomických podmínek došlo k podstatným změnám ve struktuře ploch.

Další klíčovou událostí tohoto období byla antropogenní úprava většiny vodních toků. Během několika následujících let či desetiletí se projevila značná negativa těchto úprav. Regulacemi toků byl narušen přirozený hydrologický režim v krajině, který se dnes negativně projevuje při povodních i normálních vodních stavech. Tyto skutečnosti dokazují výsledky provedeného mapování a charakter největší povodně v povodí Lomnice (2002). Intenzita antropogenních zásahů narůstá spolu s celkovou intenzitou využití krajiny, od horních toků směrem do nížinných oblastí, kde se nacházejí větší sídla a kde je charakter využití krajiny převážně zemědělský.

Extrémním srážkám, prudkým lijákům, tání sněhu apod. zabránit nelze, ovšem každý antropogenní zásah do přírodního prostředí, který ovlivní odtokové poměry (především při povodních) je nutné pečlivě zvážit, aby nepodmínil negativní zpětnou vazbu s nepředvídatelnými následky.

11. Seznam uvedených tabulek, grafů, obrázků a map

Tabulky:

Tabulka č. 1: Přítoky řeky Lomnice a jejich základní údaje

Tabulka č. 2: Účel vybraných nádrží v povodí Lomnice

Tabulka č. 3: Charakteristiky pro třídění vodních děl z hlediska potenciálního ohrožení v případě havárií

Tabulka č. 4: Zařazení vybraných rybníků do klasifikace vodních nádrží

Tabulka č. 5: Ostatní chráněná území vyskytující se v povodí Lomnice.

Tabulka č. 6: Hodnoty průtoků a výšek vodní hladiny pro jednotlivé stupně povodňové aktivity v hydrologické stanici Dolní Ostrovec

Tabulka č. 7: Hodnoty vybraných n-letých průtoků pro hydrologickou stanici Dolní Ostrovec

Tabulka č. 8: Charakteristiky sledované metodikou HEM-F

Tabulka č. 9: Trend ve vývoji srážek podle ročních období, Kocelovice (1976 – 2008)

Tabulka č. 10: Podíl ZPF na celkové rozloze výměře dílčích povodí (povodí Lomnice) v letech 1845, 1948, 1990 a 2000

Tabulka č. 11: Podíl orné půdy na celkové rozloze dílčích povodí (povodí Lomnice) v letech 1845, 1948, 1990 a 2000

Tabulka č. 12: Podíl lesů na celkové rozloze dílčích povodí (povodí Lomnice) v letech 1845, 1948, 1990 a 2000

Tabulka č. 13: Hodnocení území podle koeficientu ekologické stability

Tabulka č. 14: Podíl lesní a orné půdy na celkové ploše vybraných dílčích povodí

Tabulka č. 15: Seznam ZUJ KES > 3 v r. 2000

Tabulka č. 16: Seznam ZUJ $0,10 < KES < 0,30$ v r. 2000

Tabulka č. 17: Rozložení jednotlivých kategorií upravenosti trasy toku Lomnice

Tabulka č. 18: Šířka koryta

Tabulka č. 19: Hloubka koryta

Tabulka č. 20: Variabilita šířky koryta

Tabulka č. 21: Upravenost břehů

Tabulka č. 22: Upravenost dna

Tabulka č. 23: Upravenost břehové vegetace

Tabulka č. 24: Šířka údolní nivy Lomnice

Tabulka č. 25: Srovnání podílů jednotlivých kategorií využití nivy a přibřežní zóny Lomnice

Tabulka č. 26: Srovnání podílů délek jednotlivých kategorií využití údolní nivy Lomnice na levém a pravém břehu, jejich rozdílu a při výsledném hodnocení

Tabulka č. 27: Bodové hodnocení pro jednotlivé kategorie intenzivních ukazatelů

Tabulka č. 28: Výsledné hodnocení upravenosti úseku – index I_{TE}

Tabulka č. 29: Zkapacitněné úseky koryta Lomnice

Tabulka č. 30: Lužní lesy v nivě Lomnice

Tabulka č. 31: Mokřady (a rašeliniště) v nivě Lomnice

Grafy:

Graf č. 1: Zastoupení toků podle jejich délky v povodí Lomnice

Graf č. 2: Podíl nadmořských výšek na ploše povodí Lomnice

Graf č. 3: Podélný profil toku

Graf č. 4: Podíl sklonu toku Lomnice

Graf č. 5: Průběh povodně 2002 na přítocích do nádrže Orlík

Graf č. 6: Vodní stav v březnu 2009 – Dolní Ostrovec na Lomnici

Graf č. 7: Rozsah odvodněné plochy v modelovém území v povodí Lomnice

Graf č. 8: Jednoduchá součtová čára Q_r pro profil Ostrovec

Graf č. 9: Jednoduchá součtová čára H_r - Kocelovice

Graf č. 10: Podvojná součtová čára Q_r a H_r - Lomnice

Graf č. 11: Trend ve vývoji odtoku podle ročních období (1975 – 2008), Lomnice – profil Ostrovec

Graf č. 12: Trend ve vývoji odtoku v prosinci a březnu (1975 – 2008), Lomnice – profil Ostrovec

Graf č. 13: Dlouhodobý průměrný průtok v profilu Ostrovec (1975 – 2008)

Graf č. 14: Podíl jednotlivých měsíců na ročním odtoku, Ostrovec (1975 – 2008)

Graf č. 15: Chod průměrných ročních teplot vzduchu v jednotlivých ročních obdobích, stanice Kocelovice

Graf č. 16: Trend ve vývoji počtu dnů se sněhovou pokrývkou (Kocelovice, 1976 – 2008)

Graf č. 17: Průměrná výška sněhové pokrývky (Kocelovice, 1976 – 2008)

Graf č. 18: Struktura ploch v povodí Lomnice

Graf č. 19: Podíl ZPF v povodí Lomnice ve vybraných obdobích (%)

Graf č. 20: Podíl orné půdy v povodí Lomnice ve vybraných obdobích

Graf č. 21: Podíl lesních ploch v povodí Lomnice ve sledovaných obdobích

Graf č. 22: Rozložení délek úseků

- Graf č. 23: Rozdělení délek úseků do 5 kategorií
- Graf č. 24: Podíl jednotlivých kategorií upravenosti trasy toku Lomnice
- Graf č. 25: Upravenost podélného profilu
- Graf č. 26: Podíl jednotlivých druhů vegetace odděleně pro pravý a levý břeh
- Graf č. 27, 28: Podíl jednotlivých kategorií využití údolní nivy (levý, pravý břeh)
- Graf č. 29: Srovnání podílů délek jednotlivých kategorií využití údolní nivy Lomnice na levém a pravém břehu, jejich rozdílů a při výsledném hodnocení
- Graf č. 31: Podíl hodnocených úseků pomocí I_{TE} na celkové délce toku

Obrázky:

- Obrázek č. 1: Mapa a seznam rybníčních soustav v ČR
- Obrázek č. 2: Schéma vodních nádrží na Blatensku
- Obrázek č. 3: Nádrž rybníka Melín
- Obrázek č. 4: Metelský rybník
- Obrázek č. 5: Rybník Luh 13.8. 2002 v 8:00 hod.
- Obrázek č. 6: Velký Bělčický rybník
- Obrázek č. 7: Lomnice v PP Třemšín
- Obrázek č. 8: Přírodní památka V obouch
- Obrázek č. 9: Smyslovské louky
- Obrázek č. 10: Rybník Velká Kuš
- Obrázek č. 11: PR Dolejší rybník
- Obrázek č. 12: Rozliv vody při povodni 2002 u Nohavického mostu v Blatné
- Obrázek č. 13: Zničená hráz rybníka Pustý a komunikace při povodni 2002
- Obrázek č. 14: Hráz a komunikace u rybníka Pustého v roce 2005
- Obrázek č. 15: Komponenty celkového odtoku
- Obrázek č. 16: Obecná struktura srážko-odtokového modelu
- Obrázek č. 17: Napřímené koryto na toku Lomnici 2 km jižně od Blatné
- Obrázek č. 18: Napřímené koryto s řadou nízkých jezů na toku Lomnici asi 1 km jižně od Radošic
- Obrázek č. 19: Přirozeně mělké a úzké přírodní koryto Lomnice
- Obrázek č. 20: Skluz u Mirotic
- Obrázek č. 21: Propustek v chráněné oblasti Třemšínska
- Obrázek č. 22: Zpevnění břehů (nalevo kamenná dlažba, napravo betonové opevnění) u Nohavického mostu v Blatné

Obrázek č. 23: Stavební práce při zpevňování břehů v Tchořovicích na řece Lomnici
Obrázek č. 24: Břehová vegetace u obce Radošice
Obrázek č. 25: Využití údolní nivy jako luk na středním toku u obce Řečice
Obrázek č. 26: Schéma výpočtu indexu upravenosti toku
Obrázek č. 27: Násyp železniční tratě napříč údolní nivou (1,3 km jižně od Lnář)
Obrázek č. 28: Nohavický most při povodni 2002 v Blatné
Obrázek č. 29: Nově rekonstruovaný dům v obci Dolní Ostrovec
Obrázek č. 30: Nepřímý indikátor – stopy po povodni na budově v obci Dolní Ostrovec
Obrázek č. 31: Návrh protipovodňové ochrany v Ostrovci
Obrázek č. 32: Poldr v Buzicích
Obrázek č. 33: Břehová nátrž u obce Dolní Ostrovec
Obrázek č. 34: Břehová eroze v přirozené oblasti – chráněná oblast Třemšínsko

Mapy:

Mapa č. 1: Mapa povodí Lomnice
Mapa č. 2: Lokalizace klimatické stanice Kocelovice a limnigrafické stanice Ostrovec
Mapa č. 3: Hustota říční sítě - Lomnice
Mapa č. 4: Sklonitost povodí - Lomnice
Mapa č. 5: Lesnatost v povodí Lomnice pro rok 2000
Mapa č. 6: Podíl kategorií land use v povodí Lomnice (%) pro rok 2000
Mapa č. 7: Srovnání podílu orné půdy v letech 1848 a 2000 v povodí Lomnice (%)
Mapa č. 8: Srovnání podílu lesních ploch v letech 1848 a 2000 v povodí Lomnice (%)
Mapa č. 9: Ekologická stabilita v povodí Lomnice (2000)
Mapa č. 10: Upravenost trasy toku Lomnice
Mapy č. 11, 12, 13: Zhloubení koryta, šířka koryta a variabilita šířky koryta
Mapa č. 14: Upravenost podélného profilu
Mapa č. 15: Upravenost levého břehu Lomnice
Mapa č. 16: Upravenost pravého břehu Lomnice
Mapa č. 17: Upravenost břehové vegetace na levém břehu Lomnice
Mapa č. 18: Upravenost břehové vegetace na pravém břehu Lomnice
Mapa č. 19: Vymezení údolní nivy Lomnice
Mapa č. 20: Využití údolní nivy Lomnice – levý břeh
Mapa č. 21: Využití údolní nivy Lomnice – pravý břeh
Mapa č. 22: Index upravenosti toku Lomnice

Mapa č. 23: Průchodnost zátopové území Lomnice

Mapa č. 24: Prostor pro bezpečný rozliv v nivě Lomnice

Mapa č. 25: Výskyt břehových nátrží v korytě Lomnice

12. Seznam použité literatury a jiných zdrojů informací

Albrecht, J. a kol. 2003. Chráněná území ČR, svazek VIII. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a Eko Centrum Brno. 808 s.

Barovjanová, J. 2003. Analysis of Blatensko water systems [online, cit. 10.11. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2003texty/3.asp/>>

Bičík, I., Jančák, V. 2003. Transformace českého zemědělství. In Geografické rozhledy, roč.12., č.5/2003, s. 134 – 135.

Bičík, I., Kupková, L. 2004. Vývoj struktury ploch v povodí Otavy v letech 1845 – 1948 – 1990 – 2000. In Langhammer, J. Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní [CD ROM]. Praha : PřF UK Praha, 2004.

Blažková, Š. 1993. Srážkoodtokové modelování založené na principu jednotkového hydrogramu. Práce a studie, sešit 183. Praha: VÚV TGM. 114 s.

Cílek, V. 2003. Geomorfologické změny v říčních nivách po srpnové povodni 2002. In Ochrana přírody, 58, č. 4. s. 110-113.

Černohous, V. 2002. Vliv evapotranspirace na odtok z povodí. In Zprávy lesnického výzkumu 47, č. 3. s. 144 – 145.

Český hydrometeorologický ústav. 2008. Hlásné profily hydrologických stanic [online, cit. 15. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://hydro.chmi.cz/hpps/prf_bk_createpage.php?seq=307060/>

Český hydrometeorologický ústav. 2008. Základní charakteristika povodí Lomnice [online, cit. 15.8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://www.chmu.cz/hydro/hyd_main.html>

Demek, J. 1988. Obecná geomorfologie. Praha: Academia. 480 s.

Dostál, T. et al. 2008. Vliv stavu nivy a koryta toku na retenci vody a transformaci povodňové vlny. In Pithart, D.: Ekosystémové služby říční nivy. Sborník příspěvků z konference Třeboň. Třeboň: Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR. s. 37 – 43.

Golík, P. 2003. Otázky spojené s protržením hrází rybníků na Blatensku v srpnu 2002 [online, cit. 10.11. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2003texty/3.asp/>>

Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M. – Mapy a data [online, cit. 15. 4. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://heis.vuv.cz/>>

Hydrologické poměry Československé socialistické republiky 1965 – 1970. Díl I. Praha: ČHMÚ.

Chuman, T. 2007. Vymezení nivy Opavy pomocí pedologických a biogeografických podkladů. In Langhammer a kol.: Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. Praha: PřF UK. s. 191 – 198. [online, cit. 14. 11. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://floodserv.natur.cuni.cz/floodweb/dokumenty.php> >

Jeníček, M. 2007. Rainfall-runoff modeling in small and middle-large catchments – an overview. In *Geografie – Sborník ČGS*, 111, č. 3. s. 305 – 313.

Just, T. et al. 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: MŽP ČR. 359 s.

Just, T. et al. 2003. Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 144 s.

Jůva, K., Hrabal, A., Tlapák, V. 1984 Malé vodní toky. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 252. s.

Kaňok, J. 1997. Antropogenní ovlivnění velikosti průtoků řek povodí Odry po profil Kožle. In *Spisy Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity*. č. 103. Ostrava. 185 s.

Kantor, P. 2003. Lesy a povodně. Souhrnná studie. Praha: MŽP. 48 s.

Kemel, M. 1980. Hydrologie. Skriptum Fakulty stavební ČVUT. Praha: ČVUT. 292 s.

Klimešová, Z. 1997. Srážko-odtoková bilance Anenského potoka modelovaná topmodelem. Diplomová práce. Praha: PřF UK. 57 s.

Kliment, Z. Matoušková, M. 2004. Analýza změn srážko-odtokových poměrů v povodí Otavy. In Langhammer, J. Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní [CD ROM]. Praha : PřF UK Praha, 2004.

Kliment, Z. Matoušková, M. 2007a. Změny srážko-odtokových poměrů v pramenných oblastech Otavy. In Langhammer J. (ed.): *Povodně a změny v krajině*. Praha: PřF UK. s. 317 – 331.

Kliment, Z. Matoušková, M. 2007b. Změny ve vývoji odtoku v pramenných oblastech Otavy v kontextu vlivu člověka a změny klimatu. In Langhammer J. (ed.): *Změny v krajině a povodňové riziko*. Praha: PřF UK. s. 95 – 103.

Kocum, J. Jánský B. 2008. Dynamika hydrologického režimu v pramenných oblastech vodních toků. In Langhammer J. (ed.): *Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní*. Praha: PřF UK. s. 72 – 82.

Koncepce protipovodňové ochrany Jihočeského kraje. [online, cit. 14. 12. 2008]. Dostupné z WWW: <[http://www.kraj-jihocesky.cz/index.php?par\[id_v\]=1247&par\[lang\]=CS](http://www.kraj-jihocesky.cz/index.php?par[id_v]=1247&par[lang]=CS)>

Kopp, J. 2004. Hodnocení ekohydrologické kvality koridorů malých vodních toků (Případová studie Lučního a Zálužského potoka v povodí Radbuzy). In *Gegographia – Geologia*. Ostrava: Ostravská univerzita.

Kopp, J. 2004. *Nauka o krajině a životním prostředí – cvičení*. Plzeň: ZČU. 2. vyd. ISBN 80-7043-311-6.

Koubík, V. 2003. Historický list – povodně [online, cit. 16. 12. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.blatensko.com/povodne/povodne.php>>

Královec, V. 2006. Hodnocení srážkoodtokových poměrů v povodí Otavy. Bakalářská práce. Praha: PřF UK. 80 s.

Kříž, V. 1981. Nástin prognózy potenciálních změn hydrického režimu Moravskoslezských Beskyd. In Sborník ČSG, 86, 1. Praha: Academia. S. 19 – 27.

Křížek, M. Údolní niva jako geomorfologický fenomén. In Langhammer, J. (ed.): Povodně a změny v krajině. Praha: PřF UK a MŽP. s. 217 – 229.

Křížek, M. Harvich, F., Chuman, T., Šefrna, L., Šobr, M., Zádorová, T. 2006. Floodplain and its delimitation. In Sborník ČGS, 111, č. 3. s. 260 – 273.

Langhammer, J. 2004. Antropogenní upravenost říční sítě v povodí Otavy. In Langhammer, J. Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní [CD ROM]. Praha : PřF UK Praha, 2004.

Langhammer, J. 2007a. HEM - Hydroekologický monitoring. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha: MŽP ČR. 21 s. [online, cit. 19. 5. 2008]. Dostupné z WWW:
<http://www.ochranavod.cz/07/04/HEM_metodika_fin_verze_19_4_07.pdf>

Langhammer, J. 2007b. HEM-F Metodika mapování upravenosti toků a následků povodní. Praha: PřF UK. 38 s. [online, cit. 19. 5. 2008]. Dostupné z WWW:
<<http://floodserv.natur.cuni.cz/floodweb/mapovani.php>>

Langhammer, J. 2004c. Změny přírodního prostředí jako indikátor povodňového rizika[online, cit. 19. 4. 2009]. Dostupné z WWW:
< <http://hydro.natur.cuni.cz/floodweb/download.php?akce=vysledky&cislo=4>>

Langhammer, J. 2007d. Úpravy toků a údolní nivy jako faktor ovlivňující průběh a následky povodní. In Langhammer J. (ed.): Povodně a změny v krajině. Praha: PřF UK. s. 271 – 294.

Langhammer, J. 2007e. Využití hydromorfologického monitoringu toků pro identifikaci kritických prvků říční sítě z pohledu povodňového rizika. In Langhammer a kol.: Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. Praha: PřF UK. s. 26 – 45. [online, cit. 19. 5. 2008]. Dostupné z WWW:
<<http://floodserv.natur.cuni.cz/vysledky.php>>

Langhammer, J. 2008. Využití hydromorfologického monitoringu pro analýzu vlivu upravenosti říční sítě na průběh a následky povodní. In Langhammer J. (ed.): Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. Praha: PřF UK. s. 93 – 112.

Langhammer, J. Křížek, M. 2007. Mapování upravenosti říční sítě a následků povodní. In Langhammer, J. (ed.): Povodně a změny v krajině. Praha: PřF UK a MŽP. s. 169 – 186.

Lipský, Z. 1998. Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. 1. vyd. Praha: Karolinum – nakladatelství UK. 129 str.

Ložek, V. 2003a. Naše nivy v proměnách času I. Ochrana přírody, 58, č. 4. s. 101 – 106.

Ložek, V. 2003b. Naše nivy v proměnách času II. *Ochrana přírody*, 58, č. 5, s. 131 – 136.
Míchal, I. 1994. *Ekologická stabilita*. 2. rozšířené vyd. Brno: Veronica. 276 s. ISBN 80-85368-22-6.

MO ČRS Blatná (Český rybářský svaz).

MŽP. 2004. *Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-350-5.

MŽP. *Platné právní předpisy – Chráněná území* [online, cit. 15. 4. 2009]. Dostupné z WWW: <http://www.env.cz/cz/platne_pravni_predpisy>

Netopil, R. 1984. *Fyzická geografie I*. Praha: SPN. 273 s.

Němec J. a kol. 2006. *Voda v České republice*. Praha: Consult (pro MŽP). 256 s. ISBN 80-903482-1-1.

Perlman, H. 2005. *The water cycle: Surface runoff*. USGS – U.S. Geological Survey [online, cit. 15. 4. 2009]. Dostupné z WWW: <<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclerrunoff.html>>

Poláček, J. 2006. *Význam malých vodních nádrží v protipovodňové ochraně*. [online, cit. 20. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.veda.cz/article.do?articleId=12856>>

Povodí Vltavy, a.s.

Říha, J. 2002. *Vodohospodářská problematika Blatenska*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. 70 s.

Siemens, M. et al. 2006. *Mrtvé dřevo přináší život do řek a potoků*. Praha: Agentura ochrany krajiny ČR. 47 s. [online, cit. 16. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=4061>>

Svoboda, P. 2008. *Hodnocení upravenosti toku Horní Lužnice*. Bakalářská práce. Praha: PřF UK. 82 s.

Vilímek, V. 2007. *Vliv extrémních povodní na reliéf krajiny*. In Langhammer, J. (ed.): *Povodně a změny v krajině*. Praha: PřF UK a MŽP. s. 199 – 207.

Zídek, H. 1965. *Hydrologické poměry ČSSR*. Díl 1. Praha: HMÚ. 1. vyd. 414. s.

Jiné internetové zdroje:

Blatenské rybníky. [online, cit. 16. 12. 2008].

Dostupné z WWW: <<http://www.blatna.info/rybniky.php>>

Blatenské listy. [online, cit. 16. 12. 2008].

Dostupné z WWW: <<http://www.blatensko.com/povodne/povodne.php>>

Český svaz ochránců přírody v Jihočeském kraji. [online, cit. 20. 12. 2008].

Dostupné z WWW: <<http://www.csop-jc.org/>>

Fotografie z povodní. [online, cit. 20. 12. 2008].

Dostupné z WWW: <http://www.pribramsko.eu/tur_brdy_clanek.php?ID=44>

Oficiální stránky obce Lnáře. [online, cit. 20. 12. 2008].

Dostupné z WWW: <<http://www.lnare.cz/obec/>>

Mapové podklady:

Český úřad zeměměřický a katastrální Praha

Databáze ArcCR (15.12. 2008)

Databáze DIBAVOD (15.12. 2008)

Portál veřejné správy ČR [online, cit. 20. 12. 2008].

Dostupné z WWW: < <http://geoportal.cenia.cz>>

Základní mapa ČR 1:10 000

Zemědělská vodohospodářská správa – Písek

13. Přílohy

Příloha č. 1: Seznam ZUJ v povodí Lomnice

Příloha č. 2: Mapa ZUJ – povodí Lomnice

Příloha č. 3: Tabulka průměrných měsíčních průtoků – profil Ostrovec (1975 – 2008)

Příloha č. 4: Tabulka měsíčních úhrnů srážek – Kocelovice (1976 – 2008)

Příloha č. 5: Křivka pravděpodobnostního překročení p (%)

Příloha č. 1: Seznam ZUJ v povodí Lomnice

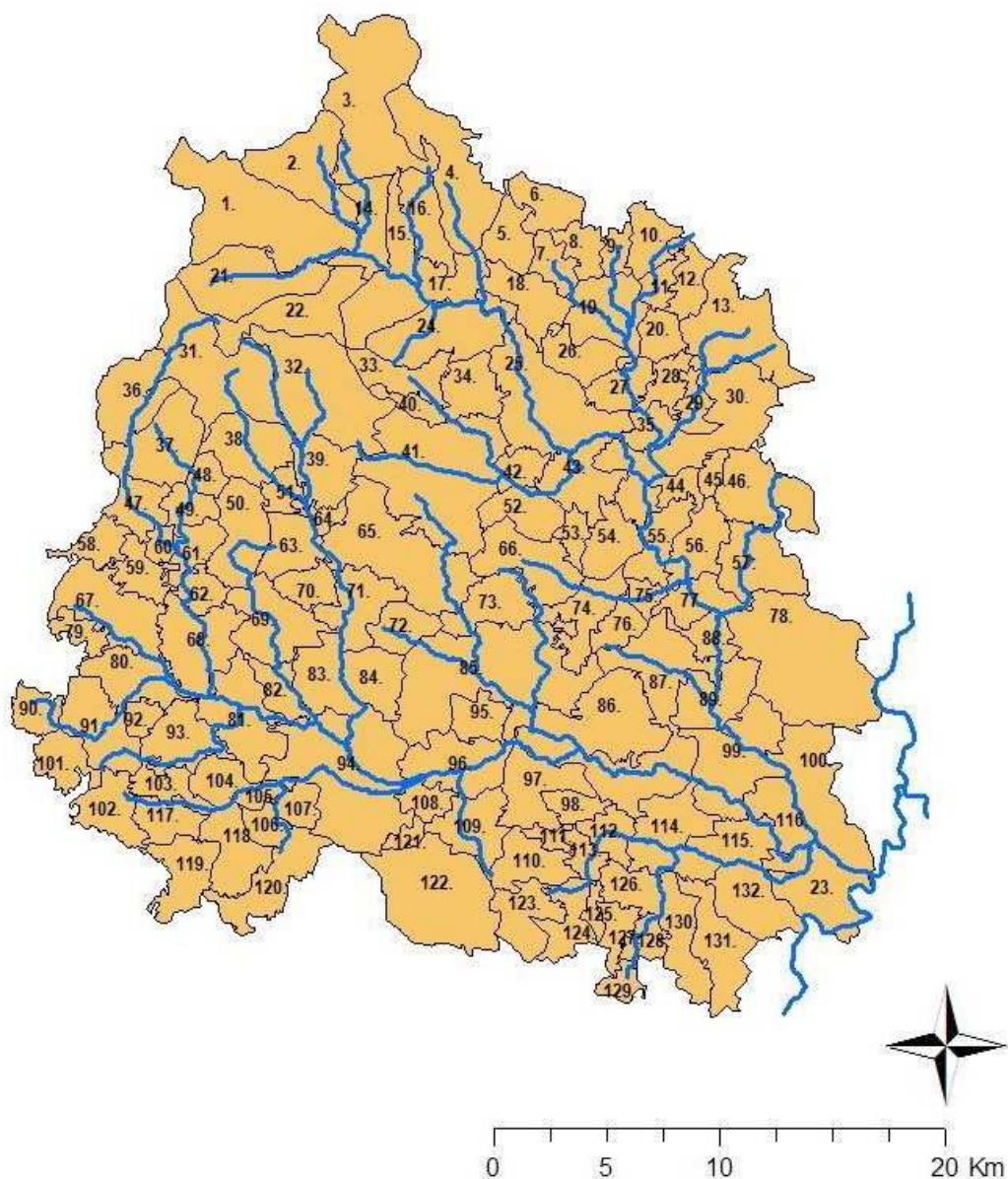
Jméno ZUJ	Číslo ZUJ na mapě
Bělčice	65.
Bezdědovice	84.
Bezděkov pod Třem.	24.
Bezděkov u Kasejovic	91.
Blatenka	107.
Blatná	94.
Boješice	44.
Bor u Březnice	25.
Bořice u Mirotic	113.
Boudy	86.
Bratronice	120.
Březí u Blatné	50.
Bubovice u Březnice	41.
Buková	2.
Buzice	96.
Cerhonice	114.
Čečelovice	119.
Čimelice	89.
Dědovice	23.
Dolní Nerestce	77.
Dolní Ostrovec	115.
Drahenice	52.
Drahenický Málkov	72.
Hajany u Blatné	82.
Hlubyně	34.
Hoděmyšl	16.
Holušice u Mirotic	123.
Horčápsko	26.
Horní Ostrovec	116.
Hornosín	70.
Horosedly	56.
Hořejany	20.
Hradiště u Kasejovic	80.
Hutě pod Třemšínem	21.
Hvoždany	38.
Chanovice	101.
Chloumek u Kasejovic	58.
Chlum u Blatné	83.
Chobot	85.
Chrást u Tochovic	18.
Chraštica	30.
Jarotice	111.
Kadov u Blatné	103.
Kakovice	75.
Kamenná u Příbramě	9.
Kasejovice	67.
Kocelovice	69.
Kožlí u Čížové	124.
Králova Lhota	78.
Krsice	88.
Křešice u Čížové	128.

Lazsko	10.
Lažánky	106.
Leletice	39.
Lety	57.
Lnáře	68.
Lnářský Málkov	117.
Lom u Blatné	97.
Malčice u Mirotic	126.
Martinice u Březnice	42.
Metly	49.
Minice u Myšovic	74.
Mirovice	87.
Mirovice	55.
Mladý Smolivec	47.
Modřovice	7.
Mračov	105.
Mužetice	110.
Mýšlovice	13.
Němčice u Sedlice	121.
Nepomuk	3.
Nestrašovice	35.
Nesvačily	15.
Nesvačily pod Třem.	17.
Nová Ves u Čížové	130.
Nová Ves u Horažďovic	90.
Ostrov u Tochovic	11.
Pacelice	108.
Plíškovice	54.
Počaply u Březnice	43.
Podolí II.	127.
Pohoří u Mirovic	76.
Polánka u Kasejovic	79.
Pole	93.
Pozdyně	48.
Pročevily	40.
Předmíř	61.
Radobytce	112.
Radošice	36.
Ráztely	53.
Roželov	31.
Sedlice u Blatné	122.
Slatina u Horažďovic	102.
Smetanova Lhota	99.
Soběšice	125.
Starosedlský Hájek	27.
Starý Rožmitál	14.
Starý Smolivec	37.
Strážovice u Mirotic	98.
Strýčkovy	5.
Svojšice	29.
Svučice	66.
Škoveřetice	109.

Tchořovice	81.
Tisov	51.
Třebkov	129.
Třebsko	8.
Tušovice	28.
Újezd u Kasejovic	59.
Újezdec u Bělčic	63.
Uzeničky	73.
Vacíkov	32.
Vahlovice	95.
Varvažov	100.
Věšín	1.
Voltuš	22.
Vrančice	12.
Vranovice	4.
Vráž u Písku	132.
Vrbno	104.
Vševily	33.
Vysoká u Příbramě	6.
Záboří u Blatné	118.
Záhořčice u Lnářů	62.
Záhořčičky	92.
Záhrobí	64.
Zalužany	46.
Zámlýní	60.
Závišín u Bělčic	71.
Zlivice	131.

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 2: Mapa ZUJ – povodí Lomnice



Legenda

— Povodí Lomnice

■ ZUJ

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 3: Tabulka průměrných měsíčních průtoků – profil Ostrovec (1975 – 2008)

Průměrné měsíční průtoky Qm (m ³ /s) v letech 1975 - 2008, profil Ostrovec - Lomnice												
Rok/měsíc	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
1975	2,4	7,1	3,7	2,1	2,9	4,2	1,4	2,1	1,9	0,7	1,6	2,2
1976	1,0	1,9	8,2	2,0	1,8	1,2	0,5	0,3	0,3	0,2	0,7	2,1
1977	1,7	1,8	1,0	3,8	3,2	1,9	1,1	0,7	0,4	4,8	2,8	2,4
1978	1,9	1,6	1,3	1,0	4,3	2,1	5,0	1,5	1,3	1,2	1,0	1,4
1979	1,0	1,7	1,6	1,5	6,9	10,8	1,4	1,7	1,1	0,6	2,1	2,2
1980	2,3	5,1	2,3	4,7	2,1	5,3	4,1	1,2	5,6	1,8	1,0	2,3
1981	1,5	1,6	1,9	4,4	4,0	0,8	1,0	0,4	5,2	1,5	1,2	5,1
1982	4,0	5,1	6,2	7,4	3,4	2,3	0,7	0,1	0,2	0,3	0,5	1,3
1983	0,6	0,2	1,1	1,4	2,1	2,8	1,2	0,3	0,1	2,5	0,8	1,1
1984	0,5	0,4	0,9	1,3	1,3	1,7	1,1	0,5	0,2	0,2	1,1	2,1
1985	0,8	0,3	0,2	0,3	1,8	1,3	0,9	0,1	0,1	1,1	1,0	1,1
1986	0,7	2,5	4,1	0,9	2,5	3,2	4,3	6,0	0,4	0,4	0,4	1,8
1987	0,7	0,8	4,0	4,3	6,4	6,4	2,2	2,0	4,6	0,9	1,2	1,4
1988	0,9	3,4	1,3	2,4	11,5	4,5	0,8	0,9	0,2	0,2	0,8	1,3
1989	0,8	3,9	1,7	1,2	1,5	1,0	0,9	0,5	0,4	0,4	1,0	1,3
1990	1,0	1,0	0,9	1,6	3,4	1,2	0,6	0,3	0,3	0,1	0,4	1,1
1991	0,9	1,0	1,3	0,3	1,1	2,0	0,8	0,6	0,6	1,0	0,4	1,0
1992	0,5	0,5	1,3	1,1	2,1	1,4	0,5	0,2	0,3	0,1	0,4	1,0
1993	0,9	1,0	0,5	0,5	3,3	0,7	0,1	0,2	0,5	0,1	0,3	1,0
1994	0,5	4,2	1,6	1,4	2,4	1,8	0,4	0,3	0,1	0,2	0,6	1,2
1995	0,3	0,3	2,9	1,8	2,0	4,5	1,6	3,8	0,9	0,3	2,2	1,6
1996	1,4	2,5	1,0	0,5	2,3	3,3	5,9	1,1	2,5	2,6	1,8	3,6
1997	2,4	1,5	1,0	4,2	5,3	2,6	0,9	0,4	0,5	0,2	0,5	1,0
1998	0,6	0,7	0,6	0,4	1,2	0,3	0,1	1,6	0,7	0,1	0,8	2,9
1999	3,2	2,0	1,6	4,9	5,9	1,1	0,5	0,2	0,1	0,0	0,3	1,0
2000	0,4	0,2	0,4	1,7	5,1	2,7	0,4	0,2	0,1	0,1	0,5	1,9
2001	0,7	0,5	0,5	1,6	3,4	3,6	1,2	0,7	0,5	0,4	1,7	1,8
2002	0,8	1,3	2,5	3,1	4,4	1,7	0,6	0,8	1,8	16,7	3,4	4,6
2003	7,7	4,8	6,6	2,4	4,1	1,1	0,5	0,3	0,1	0,0	0,1	0,4
2004	0,3	0,3	1,0	2,2	1,8	1,0	0,5	2,9	0,9	0,2	0,4	0,7
2005	1,4	1,2	1,9	5,0	5,5	1,8	1,0	0,4	1,0	1,2	2,0	2,3
2006	0,6	0,5	0,5	0,1	7,7	7,6	4,1	2,8	0,8	0,5	0,9	1,8
2007	0,7	0,3	0,7	1,8	1,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,4	1,9
2008	1,1	1,4	1,4	1,4	3,6	1,8	0,7	0,2	0,0	0,0	0,4	1,8

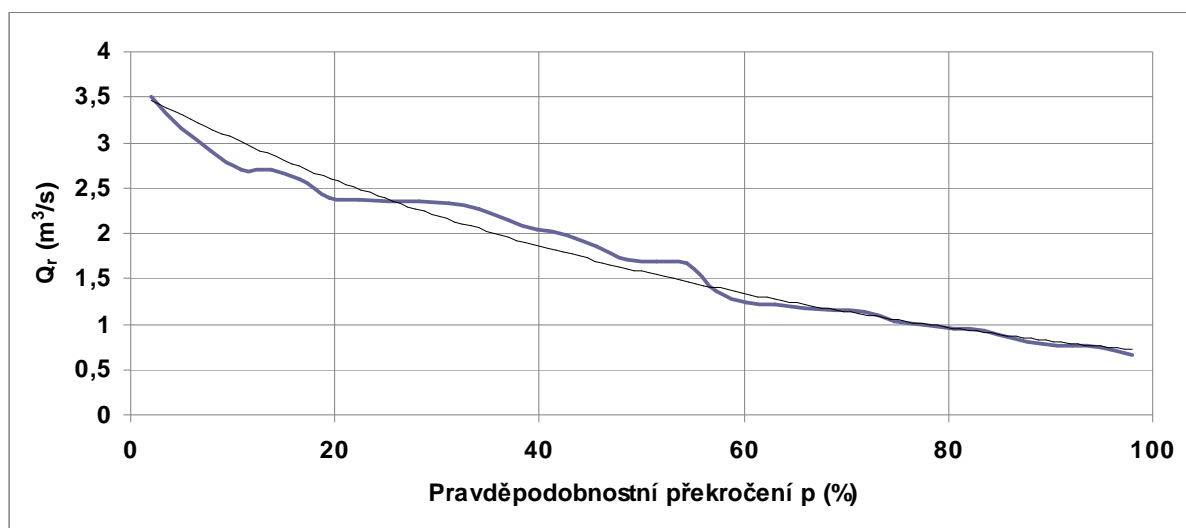
Zdroj: ČHMÚ

Příloha č. 4: Tabulka průměrných měsíčních úhrnů srážek – Kocelovice (1976 – 2008)

Průměrný měsíční úhrn srážek Hm (mm) v letech 1976 - 2008, Kocelovice												
Rok/měsíc	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
1976	66,8	11,6	13,1	34,9	31,0	27,4	80,8	42,4	38,4	38,6	42,3	18,8
1977	44,0	38,0	24,2	37,3	90,8	86,8	99,6	124,3	23,7	23,1	42,9	20,8
1978	21,5	14,4	25,6	18,5	114,9	46,9	64,0	92,0	59,0	33,4	6,4	38,8
1979	23,9	27,5	77,0	34,0	9,4	143,1	43,5	43,0	96,5	19,9	54,2	55,0
1980	22,5	25,5	33,1	52,5	32,0	76,7	186,8	29,0	24,1	48,3	22,7	26,3
1981	30,2	24,7	28,0	40,5	55,9	32,4	170,6	79,6	44,6	88,5	43,2	37,8
1982	42,9	5,7	23,5	22,0	22,3	58,7	30,4	80,5	12,9	15,4	22,8	47,5
1983	52,7	27,9	27,0	54,8	57,3	62,8	27,8	135,9	35,6	21,3	25,4	10,8
1984	38,6	27,2	11,3	29,6	69,5	53,3	61,4	45,3	106,1	16,7	21,5	12,6
1985	30,2	15,6	25,2	31,7	49,8	57,1	48,1	133,0	27,3	9,1	66,4	38,1
1986	43,7	12,8	39,0	48,9	179,6	31,8	65,5	69,4	24,8	56,4	22,1	50,4
1987	47,4	42,0	37,3	24,8	96,5	87,0	166,8	53,3	88,7	23,0	31,2	61,4
1988	37,9	37,9	75,2	25,3	40,4	74,0	86,0	82,0	49,4	29,4	43,3	57,2
1989	16,7	26,8	26,1	54,8	46,2	52,8	81,8	69,5	85,5	32,9	32,5	26,0
1990	18,2	64,7	16,2	54,1	36,2	50,8	25,1	56,1	62,0	51,6	68,3	18,0
1991	12,1	14,3	35,4	55,7	34,4	96,2	77,0	41,2	20,0	9,7	44,0	52,6
1992	21,7	23,7	57,1	39,5	12,2	79,2	74,5	117,3	25,2	72,2	68,6	36,9
1993	43,2	14,2	20,9	16,9	39,0	82,0	100,0	38,7	40,4	51,0	44,1	88,6
1994	27,2	11,1	61,4	40,3	56,9	43,1	83,9	102,8	27,6	31,1	34,6	51,3
1995	57,3	24,1	53,2	47,2	67,7	113,8	43,3	83,8	56,8	24,0	33,5	31,6
1996	14,8	14,3	20,6	40,3	137,6	84,8	106,8	128,2	31,2	65,6	47,3	23,7
1997	14,8	50,9	68,7	47,7	33,8	28,9	102,3	58,3	10,7	38,0	23,9	42,3
1998	14,4	8,1	43,5	8,3	34,2	246,7	66,4	31,2	104,3	97,4	41,5	20,9
1999	28,9	49,7	13,6	23,0	37,0	34,5	69,7	70,0	30,5	18,0	31,5	46,1
2000	28,9	32,4	98,1	6,7	55,8	60,7	83,7	76,4	43,2	56,7	33,0	19,3
2001	34,0	22,3	73,8	61,0	59,9	77,0	71,9	91,6	81,7	27,8	39,4	39,6
2002	15,0	51,5	57,1	33,7	45,9	83,5	146,7	209,7	41,2	92,2	77,7	51,1
2003	44,6	11,8	12,1	13,6	55,6	47,5	45,0	19,0	13,7	47,0	22,1	33,9
2004	77,5	33,5	27,3	26,3	54,5	135,7	67,8	51,9	76,9	25,6	47,4	17,3
2005	53,4	52,9	21,2	28,2	54,2	71,8	121,7	75,4	56,5	11,8	15,9	31,4
2006	18,6	29,4	63,8	66,3	120,3	73,6	26,4	87,4	8,6	29,5	37,5	16,5
2007	58,3	31,0	38,1	8,9	75,6	67,5	71,1	52,7	85,6	31,4	48,7	26,2
2008	33,0	24,4	60,2	42,0	31,3	39,9	54,0	94,3	34,0	31,0	42,9	28,9

Zdroj: ČHMÚ

Příloha č. 5: Křivka pravděpodobnostního překročení p (%)



Zdroj: vlastní zpracování