

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

Helena UHROVÁ

**SBĚR TERÉNNÍCH DAT V MORFOLOGICKY
NÁROČNÉM TERÉNU**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Jakub Miřijovský

Olomouc 2012

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Jakuba Miřijovského.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 17. května 2012

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Jakubovi Miřijovskému za podněty a připomínky při vypracování práce. Děkuji také Otmarovi Petyniakovi za spolupráci při sběru dat v terénu a za poskytnuté rady. Dále děkuji všem, kteří pomáhali při terénním měření.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	7
ÚVOD	8
1 CÍLE PRÁCE.....	9
2 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	10
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	12
4 METODIKA PRÁCE.....	13
4.1 Geodetické metody.....	13
4.1.1 Tachymetrie	13
4.1.2 Geometrická nivelace	13
4.2 GPS měření	15
4.2.1 Principy měření.....	15
5 TECHNICKÉ PARAMETRY POUŽITÝCH PŘÍSTROJŮ	17
5.1 Totální stanice	17
5.2 Niveláčnický přístroj.....	17
5.3 GNSS aparatura.....	18
5.3.1 GPSmap 60CSx	18
5.3.2 Topcon Legacy E.....	18
5.3.3 HiPer II	19
6 POSTUP MĚŘENÍ.....	20
6.1 Zajištění stabilizovaných bodů.....	21
6.2 Kenická smuha	21
6.3 Břehové linie	22
6.4 Příčné profily.....	23
6.5 Měření s GNSS přístroji.....	25
7 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT	26
7.1 Sestavení příčných profilů.....	26
7.2 Sestavení podélného profilu	27
7.3 Sestavení polohopisných plánů	27
8 VÝSLEDKY	29
8.1 Hodnocení geodetických metod.....	29
8.2 Hodnocení břehových linií, příčných a podélných profilů.....	30
8.3 Hodnocení přesnosti GNSS přístrojů	30
8.4 Hodnocení použitelnosti jednotlivých přístrojů	31

9	DISKUZE	32
10	ZÁVĚR	34
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	
	SEZNAM ILUSTRACÍ	
	SEZNAM TABULEK	
	SUMMARY	
	PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
DGPS	Diferenční GPS
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
CHKO	Chráněná krajinná oblast
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma
GPS	Global Positioning System
GSM	Groupe Spécial Mobile
JPEG	Joint Picture Experts Group
MSAS	Multi-functional Satellite Augmentation System
NPR	Národní přírodní rezervace
PR	Přírodní rezervace
RTK	Real Time Kinematic
SBAS	Space Based Augmentation Systems
SHP	Shapefile
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
UHF	Ultra-high frequency
VÚV TGM v.v.i	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
WAAS	Wide Area Augmentation System
WGS-84	World Geodetic System

ÚVOD

Vodní toky jsou pro člověka velmi důležitý přírodní faktor. Už od nepaměti se využívají pro nejrůznější účely (zdroj pitné vody, energie, potravy, aj.). Postupem času člověk řeky upravoval pro své účely a tím ztrácely své protipovodňové funkce a změnila se specifická říční krajina. Proto se lidé začali od 2. poloviny 20. století intenzivně zajímat o problematiku říčních systémů (Krejčí 2006). Říční krajina se začala revitalizovat a vznikaly chráněné oblasti, kde řeky přirozeně modelují okolní krajinu. Tyto modelace způsobené vodním tokem se mohou odehrávat v relativně krátké době a ve velké míře. Z toho důvodu je přínosné zaznamenávat průběh vodního toku a díky získaným datům studovat vývoj a chování vody.

Oblast přírodní rezervace Kenický je významná Kenickým meandrem, který během 120 let došel do konečné fáze svého vývoje. Proto je snahou bakalářské práce zaznamenat břehové linie a profily meandru jednak před protržením a těsně po protržení šíje. Pomocí dat, které v rámci práce vzniknou, bude možné sledovat vývoj řeky Moravy v dané oblasti a studovat vliv protržení.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je popsat postup měření v morfologicky náročném terénu, s požadavkem na velmi vysokou přesnost výsledných geodat. Mezi dílčí cíle patří vytvoření přesných polohopisných plánů určených břehových čar a příčných profilů v Přírodní rezervaci Kenický. Dále se naváže na již konkrétní výstupy, které prováděli pracovníci CHKO Litovelské Pomoraví a VÚV TGM v.v.i a provede se další sada měření.

Zaměření břehů a profilů bude provedeno zejména geodetickými metodami s využitím přístrojového vybavení KGI. Zároveň dojde k otestování a porovnání přesnosti GPS přístrojů. Hlavními výstupy práce bude zpracovaná metodika měření a plány profilů a břehů.

Řešení bakalářské práce je převážně zaměřeno na sběr dat v terénu, zpracování postupu měření a následného ohodnocení přesnosti a vhodnosti použitých přístrojů v morfologicky náročném terénu. Dílčím cílem práce je zdokumentování tvaru Kenického meandru před a po protržením šíje, jež bude přínosem pro budoucí práce zaměřené na danou lokalitu.

2 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Mapované území se nachází v Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví. Konkrétněji se jedná o oblast střední části národní přírodní rezervace (dále jen NPR) Ramene řeky Moravy. Přesněji jde o Kenický meandr a Kenickou smuhu. Vše se nachází severně od obce Hynkov v přírodní rezervaci Kenický.

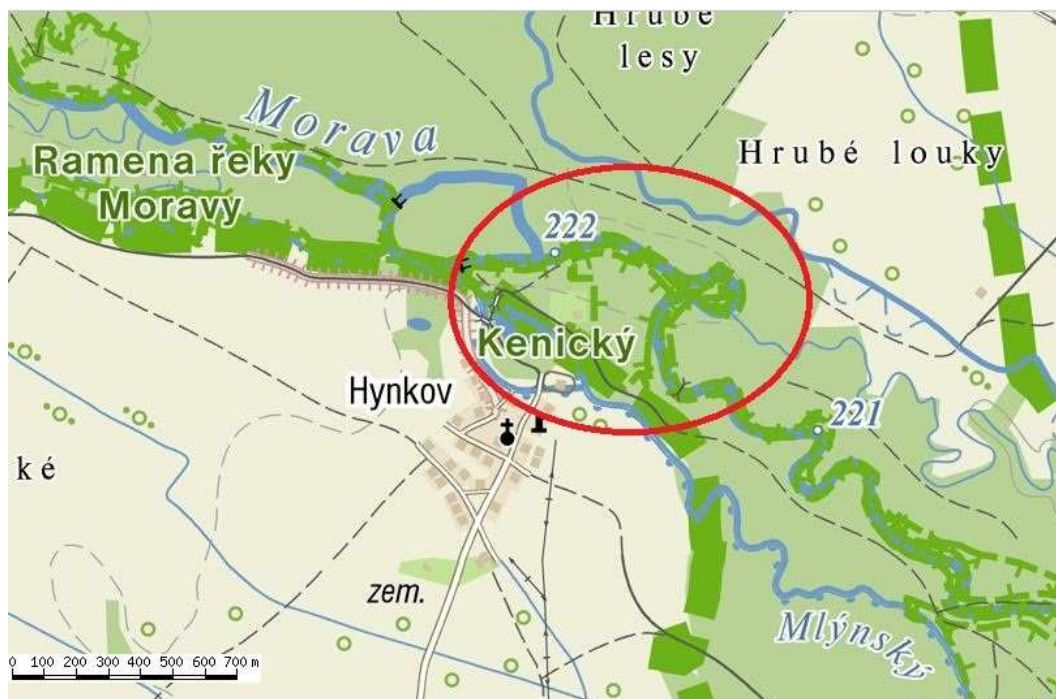
CHKO Litovelské Pomoraví je zajímavá oblast především svými lužními lesy a přírodovědným fenoménem přirozeně meandrujícího toku řeky Moravy. Ta se v chráněné oblasti větví v řadu bočních, stálých nebo periodických ramen. Těmto ramenům se říká smuhy (vzniklé z lidového označení smohe). Oblast je charakteristická řadou nivních luk a mokřadů. Ty jsou od roku 1993 chráněny Ramsarskou úmluvou. Také zde patří krasové území vrchu Třesín, označované jako národní přírodní památka, kde na jižních svazích je k vidění teplomilné společenství luk a lesů.

Jak již bylo řečeno, zájmová oblast se nachází v NPR Ramena řeky Moravy. Rezervace vznikla v roce 1990 a má rozlohu 71,19 ha. Hlavním předmětem ochrany území je úsek přirozeného nížinného toku řeky Moravy. Tato oblast není zajímavá pouze meandrujícím vodním tokem, ale také bohatým společenstvem rostlin a živočichů.



Obr. 2.1 Oblast CHKO Litovelské Pomoraví (www.mapy.cz).

Přírodní rezervace Kenický má rozlohu 11 ha s průměrnou nadmořskou výškou okolo 220 m n. m. Charakteristický je zejména tvrdý luh (lužní les s výskytem dřevin s tvrdým dřevem). Tato rezervace je zajímavá hlavně Kenickým meandrem, který je na konci svého vývoje a mnoho odborníků čeká na protržení šíje a následné přeměny zdejší krajiny.



Obr. 2.2 Oblast zájmového území PR Kenický (www.mapy.cz).

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V dnešní době se příčné a podélné profily koryta řeky využívají převážně pro modelaci povodňových vln. Také se z nich dají vytvářet modely proudění vodních toků, popřípadě slouží ke studii vývoje řeky. Publikace jenž se zabývají měřením nebo zpracování dat profilů nebo břehových linií koryt řek se skoro nevyskytují. Postupy měření jsou většinou součástí nejrozličnějších bakalářských nebo diplomových prací. Příkladem jsou bakalářské práce *Fluviální tvary meandrujícího koryta horní Lužnice* (Musilová, J., 2010) a *Fluviální tvary v NPR Ramena řeky Moravy* (Krejčí, L., 2006). Popřípadě jsou to zpracované metodiky studií geodetických firem nebo odborníků zabývajících se vodními toky, např. *Prognóza geomorfologického vývoje řeky Moravy v úseku od jezu Hynkov po Kenickou lávku* (Máčka, Z., Krejčí, L., 2006).

Stručný souhrn postupu měření profilů, zpracování a vykreslení patřičných prvků je popsáno v diplomové práci *Programování geodetických úloh v Kokeš Basicu* (Bukovský, J., 2002).

Zájmovou oblastí v níž probíhalo měření dat pro bakalářskou práci se zabývala již zmiňovaná studie *Prognóza geomorfologického vývoje řeky Moravy v úseku od jezu Hynkov po Kenickou lávku* (Máčka, Z., Krejčí, L., 2006). Ta byla také hlavním studijním materiálem, jelikož bakalářská práce navazuje na studii a to zejména polohou příčných profilů a zaměřování břehových linií v oblasti Kenického meandru. Tato práce mapuje úsek řeky Moravy od Hynkovského jezu po Kenickou lávku. V tomto vymezeném úseku řeky bylo zaměřeno 22 příčných profilů a jeden podélný profil, dále v oblasti Kenického meandru byla odborníky mapována trasa koryta řeky Moravy. Velký důraz je kladen především na šíři Kenického meandru, která je důkladně zmapována a zaznamenána.

Blízkou oblastí nacházející se jihovýchodně od PR Kenický se zabývá diplomová práce *Retence povodňových vod v lužním lese* (Zelinka, J., 2008). Zde bylo hlavním cílem zaměřování reliéfu lužního lesa a také osm profilů vytvořených v Benkovském potoce a Štěpánovské smuže.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Geodetické metody

4.1.1 Tachymetrie

Tachymetrie je základní metodou používanou pro měření polohopisu a výškopisu. Název pochází z řečtiny (tacheometrie) a v doslovném překladu znamená rychloměřictví. Jedná se o zaměřování ze stanovisek, které jsou vzájemně propojeny polygonovou („spojení nových a daných bodů přímými spojnicemi do souvislého celku“ (Schenk, 2005, s. 22)) nebo trigonometrickou sítí (soustava trojúhelníků). Poloha každého bodu je vyjádřena polárními souřadnicemi. Výpočet se následně provádí prostorovou polární metodou jenž je definována vztahy:

$$\begin{aligned}X &= X_0 + s_d \cdot \sin z \cdot \cos \alpha, \\Y &= Y_0 + s_d \cdot \sin z \cdot \sin \alpha, \\Z &= Z_0 + s_d \cdot \cos z + v_p - v_c,\end{aligned}\quad (1)$$

kde X_0, Y_0, Z_0 .. jsou souřadnice stanoviště,
 s_d .. šikmá délka,
 z .. zenitový úhel,
 α .. směrník,
 v_p .. výška přístroje na stanovisku,
 v_c .. výška cíle.

Rozlišují se různé druhy tachymetrie a to podle použitého přístroje nebo způsobu měření. Přístroje používané pro tachymetrické měření se nazývají tachymetry. Existují různé typy těchto přístrojů:

- nitkový tachymetr,
- tachymetr autokorelační (přímé určení vodorovné vzdálenosti),
- tachymetr diagramový (přímé určení vodorovné vzdálenosti a převýšení),
- elektronický tachymetr (místo latě výtyčka s odrazným hranolem).

4.1.2 Geometrická nivelace

Jedná se o metodu výškového měření, pomocí které určujeme převýšení mezi dvěma body. Zaměřování se provádí pomocí nivelačního přístroje a nivelačních pomůcek. Jednotlivé nivelační přístroje lze dělit podle:

1. Realizace vodorovné roviny:
 - libelové,
 - kompenzátorové.

2. Zdroje světla:

- optické,
- laserové.

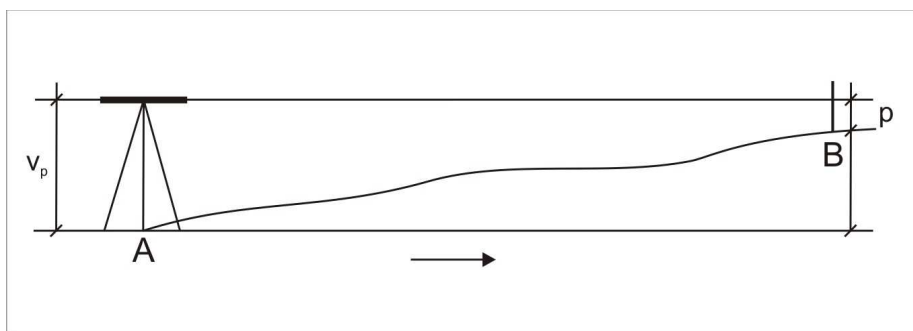
3. Způsobu odečtení:

- vizuální,
- automatické.

Existují dvě základní metody pro určení převýšení: **nivelace vpřed** a **nivelace ze středu**. Liší se zejména ustavením nivelačního přístroje a následnými výpočty.

Při geometrické **nivelaci vpřed** se určuje výškový rozdíl V_{AB} mezi dvěma body a to tak, že nad bod A se ustaví nivelační přístroj a na bod B nivelační lať. Dále se změří výška přístroje v_p a na lati se odečte laťový úsek p . Převýšení vypočteme podle vzorce:

$$V_{AB} = v_p - p \quad (2)$$

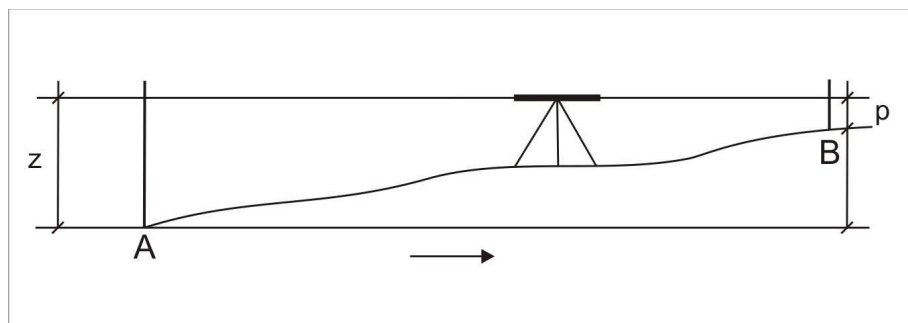


Obr. 4.1 Princip geometrické nivelace vpřed.

U **nivelace ze středu** se výškový rozdíl V_{AB} určuje také pomocí dvou bodů. Rozdíl je v ustavení nivelačního přístroje mezi body A, B (viz. obr. 4.2). Na tyto body jsou umístěny nivelační laťe ve svislé poloze. Následně se pomocí přístroje vytyčí vodorovné záměry vzad a vpřed. Pro převýšení platí vztah:

$$V_{AB} = z - p \quad (3)$$

kde z .. záměra vzad,
 p .. záměra vpřed.



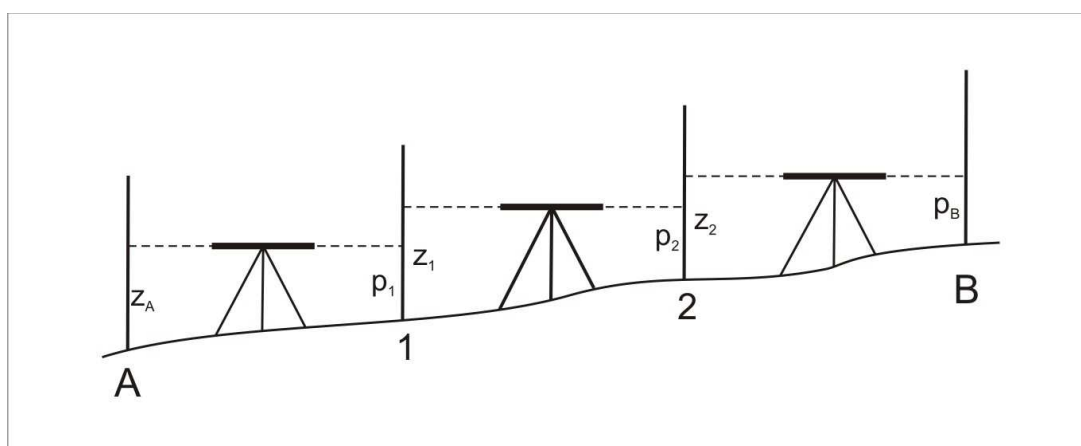
Obr. 4.2 Princip geometrické nivelace ze středu.

V současnosti se nejčastěji používá tzv. **pořadová nivelace**. Jedná se o geometrickou nivelaci ze středu s vodorovnou záměrou, kde nelze převýšení mezi výškovými body zaměřit pouze jednou sestavou (součet délek obou záměr vycházejících z jednoho stanoviště nivelačního přístroje (slovník VÚGTK)). V takovém případě se spojí nivelační body tzv. oddílem, jenž se skládá z několika sestav. Hledané převýšení (ΔV_{AB}) mezi body A, B dostaneme ze součtu převýšení v jednotlivých sestavách (obr. 4.3). Kde platí:

$$\begin{aligned}\Delta V_{A,1} &= z_A - p_1 \\ \Delta V_{1,2} &= z_1 - p_2 \\ &\dots \\ \Delta V_{n,B} &= z_n - p_B\end{aligned}\quad (4)$$

což udává celkové převýšení mezi body A, B. Pomocí těchto výpočtů dostaneme hledané převýšení ΔV_{AB} a to tak, že od součtu záměr vzad odečteme součet záměr vpřed.

$$\Delta V_{AB} = \Delta V_{A,1} + \Delta V_{1,2} + \dots + \Delta V_{n,B} = \sum (z - p)_i = \sum z_i - \sum p_i \quad (5)$$



Obr. 4.3 Měření nivelačního oddílu.

4.2 GPS měření

Měření pomocí systému GPS se neobejde bez třech základních segmentů: kosmický, řídicí a uživatelský. Tyto segmenty jsou do jisté míry nezávislé části, ale dohromady svázané jen přesným časem.

4.2.1 Principy měření

Pro určení polohy a času se užívá tři druhy měření:

- kódová měření,
- fázová měření,
- Dopplerovská měření.

Kódová měření

Základem je určit vzdálenost mezi družicemi a přijímačem. K tomu se používají tzv. dálkoměrné kódy, neboli též časové značky, které vysílá každá družice. U systému GPS se jedná o C/A kód, P-kód nebo Y-kód (šifrovaný P-kód určený pro vojenské účely). Dálkoměrné kódy přijímači umožní určit čas, kdy byla odeslána kterákoliv část signálu vyslaného družicí (Rapant, 2002, s. 31). Následně přijímač určí dálkoměrný kód, zjistí čas odeslání, který poté porovná s časem přijetí jedné sekvence kódu a z časového rozdílu určí vzdálenost mezi družicí a přijímačem. Výpočet je dle vztahu:

$$d_i = \Delta t_i \cdot c \quad (6)$$

kde d_i ... vzdálenost mezi přijímačem a družicí,

Δt_i ... časový rozdíl,

c ... rychlost šíření radiových vln.

Při výpočtu vzdálenosti d_i dochází k určité chybě hodin, z důvodu špatné synchronizace času družice a přijímače. Proto neurčíme skutečnou vzdálenost, ale tzv. **zdánlivou vzdálenost**. Je to způsobeno krystalem řízenými hodinami v přijímači, které nejsou tak přesné jako atomové v družicích.

Fázová měření

Na rozdíl do kódového měření, fázové měření nepracuje s dálkoměrnými kódy, ale zpracovává vlastní **nosné vlny**. Problematické je určit čas odeslání nosné vlny. Proto fázové měření vykazuje určitou nejednoznačnost, tzv. **ambiguity**. Ta je rovna počtu celých vlnových délek nosné vlny, jenž se nachází mezi přijímačem a družicí na počátku měření (někdy označováno jako celočíselná nejednoznačnost). Jediné co přijímač dokáže určit přesně je desetinná část nosné vlny.

Jakmile přijímač určí počáteční hodnotu celočíselné nejednoznačnosti, tak tuto hodnotu udržuje a pouze připočítává celý počet vlnových délek v závislosti na změně vzdálenosti mezi přijímačem a družicí a také k tomu připočítává desetinnou část vlnové délky. Připočítaný počet vlnových délek může být jak kladný, tak záporný.

Dopplerovská měření

K měření je využit Dopplerovský posun frekvence, jenž je měřen na nosné vlně. Frekvence přijímaného signálu se průběžně mění. To je způsobeno relativním pohybem družice vůči přijímači.

Tento způsob měření lze využít k určení polohy, ale v praxi se používá především k určení rychlosti, jakou se přijímač pohybuje.

5 TECHNICKÉ PARAMETRY POUŽITÝCH PŘÍSTROJŮ

5.1 Totální stanice

Pro měření byl použit přístroj Pentax V227N. Jedná se o elektronický teodolit s vestavěným dálkoměrem a jednoosým kompenzátozem pro spolehlivé určení výšek. Dále obsahuje jednostranný displej.

Tab. 5.1 Technické parametry přístroje Pentax V227N.

Dalekohled	
Zvětšení	30X
Rozlišovací schopnost	3"
Zorné pole	2,6 % (1°30')
Minimální zaostření	1 m
Měření vzdáleností	
Bez hranolu	1,5 m–90 m
S hranolem*	1,5 m–800 m
Přesnost	
Bez hranolu	$\pm (5 + 2\text{ppm} \times D)\text{mm}$
S hranolem	$\pm (3 + 2\text{ppm} \times D)\text{mm}$
Měření úhlů	
Přesnost	7"

* v závislosti na typu hranolu

5.2 Nivelační přístroj

Nivelační přístroj typu South NL-20 je velmi spolehlivý a vhodný pro měření v terénu. Také je tento přístroj odolný vůči nárazům a je vodotěsný. Horizontální kruh obsahuje gradové dělení.

Tab. 5.2 Technické parametry přístroje South NL-20.

Standardní odchylka pro 1 km dvojité nivelace	2,5 mm
Zvětšení	20X
Clona objektivu	34 mm
Zorné pole	1°20'
Minimální zaostření	0,5 m
Přesnost nastavení kompenzátoru	$\pm 0,8 \text{ mm}$
Odečítání horizontálního kruhu	1° nebo 1 gon

5.3 GNSS aparatura

5.3.1 GPSmap 60CSx

GPSmap 60CSx je jednofrekvenční přístroj od společnosti Garmin. Jeho součástí je vysoce citlivý dvanácti kanálový přijímač SiRFstar III (umožňuje přijímat korekci WAAS) a anténa Helix. Dále je vybaven magnetickým kompasem a barometrickým výškoměrem. Přístroj je vodotěsný a odolává ponoření do 1m hloubky po dobu 30 minut.

Tab. 5.3 Technické parametry přístroje GPSmap 60CSx.

GPS přesnost	
Pozice	< 10 m
Rychlost	0,05 m/s
DGPS přesnost	
Pozice	< 5 m
Rychlost	0,05 m/s

5.3.2 Topcon Legacy E

Legacy E je dvoufrekvenční GPS přístroj od firmy Topcon. Má zabudované rozhraní obsahující pouze dvě LED diody. Pomocí nic se zaznamenávají data a sleduje stav přístroje. Aparatura dále obsahuje anténu typu LegAnt.

Tab. 5.4 Technické parametry přístroje Topcon Legacy E.

Parametry sledování		
Sledovací kanály		40 L1 kanálů, 20 L1+L2 kanálů GPS
Sledované signály		L1/L2, C/A a P-kód a nosná
Přesnost určení polohy		
Statika	L1	H: 5 mm + 1,5 ppm V: 6 mm + 1,5 ppm
	L1+L2	H: 3 mm + 1 ppm V: 5 mm + 1 ppm
RTK	L1	H: 15 mm + 2 ppm V: 20 mm + 2 ppm
	L1+L2	H: 10 mm + 1.5 ppm V: 15 mm+1.5 ppm

5.3.3 HiPer II

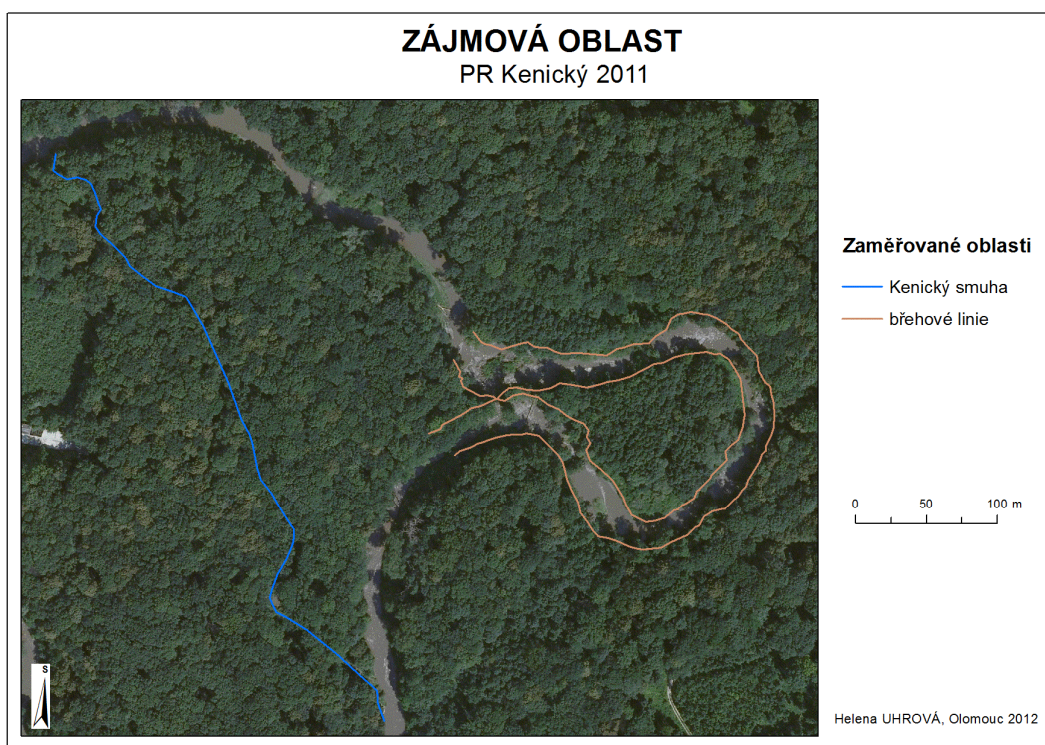
Jedná se o dvoufrekvenční GPS přístroj od firmy Topcon. Přístroj je schopný přijímat signál z družic systémů GPS a GLONASS. Tím zvyšuje dostupnost měření ve špatných podmínkách jako jsou zástavby, lesní porosty a jiné překážky. Obsahuje také zabudovaný rádio modem Satel a GSM modem pro síť RTK, s kterým se lze připojit do sítí TopNET, CZEPOS, SKPOS. Naměřená data se ukládají na SD nebo SDHC karty. K přístroji patří také polní záznamník tzv. kontrolér střední velikosti a typu FC-250.

Tab. 5.5 Technické parametry přístroje HiPerII.

Sledování satelitů		
Počet přijímaných kanálů		72 univerzálních kanálů
Sledované signály	GPS	L1 CA, L1/L2 P-kód, L2 C
	GLONASS	L1/L2 CA, L1/L2 P-kód
	SBAS	WAAS, EGNOS, MSAS
Přesnost určení polohy		
Statika	L1+L2	H: 3 mm + 0,5 ppm V: 5 mm + 0,5 ppm
	L1	H: 3 mm + 0,8 ppm V: 4 mm + 1 ppm
RTK	L1+L2	H: 10 mm + 1 ppm V: 15 mm + 1 ppm
DGNSS		< 0,3 m
Bez kabelová komunikace		
Bluetooth modem		V.1.1, Class 1, 115,200 bps
UHF radio		interní, vysílač/příjeač, 410–470
GSM modem		interní

6 POSTUP MĚŘENÍ

Bakalářská práce se zabývá měřením dat v terénu. To bylo rozděleno na dvě srovnávací měření a testování GNSS přístrojů. Samotné měření se zabývalo třemi jevy. Konkrétně se jednalo o Kenickou smuhu, břehové linie a příčné profily koryta řeky Moravy. Břehové linie a příčné profily byly měřeny v oblasti Kenického meandru. Oblast zájmu je patrná z přiložené přehledové mapy (obr. 6.1). Všechna měření byla prováděná v souřadnicovém systému S-JTSK.



Obr. 6.1 Přehledová mapa měřených oblastí (autor: H. Uhrová, 2012).

První měření bylo uskutečněno v říjnu roku 2011 a probíhalo až do 2. prosince 2011. Pro práci v terénu byly použity geodetické metody měření. Jednalo se o zaměřování pomocí totální stanice **Pentax V227N** a nivelačního přístroje **South NL 20**. Průtok řeky Moravy byl v období října průměrně $7,20 \text{ m}^3/\text{s}$ a výška hladiny cca 90 cm. V této době se zaměřoval reliéf Kenické smuhy. Následně v listopadu, při zaměřování břehových linií se pohyboval průtok v průměru $7,09 \text{ m}^3/\text{s}$ a výška hladiny se pohybovala okolo 90 cm. Na závěr 1. a 2. prosince 2011 probíhalo měření příčných profilů a průtok činil $6,89\text{--}7,00 \text{ m}^3/\text{s}$ a hladina vody 88–89 cm. Tyto hodnoty byly zjištěny z informačního serveru statutárního města Olomouc a jsou zaznamenávány plně automatickou sondou s dálkovým přenosem dat umístěnou na jezu v Hynkově. Data jsou volně dostupná na stránkách města a jsou dvakrát denně aktualizována.

Na jaře roku 2012 bylo pak provedeno druhé srovnávací měření. Opět se jednalo o mapování břehových linií (zaměřeno na konci dubna) a příčných profilů (měřeno ve dnech 2. 5. a 9. 5. 2012) koryta řeky. Druhé měření bylo důležité provést z důvodu protržení šíje meandru (protržení se uskutečnilo v březnu roku 2012) a následné změny

břehových linií a také profilů. Druhé zaměření Kenické smuhy neproběhlo z důvodu stabilního průtoku vody v korytě.

Z důvodů poškození sondy umístěné na Hynkovském jezu, nejsou dostupné hodnoty průtoku a výšky hladiny řeky Moravy pro měření v období jara 2012.

Poslední měření bylo uskutečněno taktéž na jaře roku 2012 a jednalo se o testování přesnosti GNSS přístrojů. Konkrétněji přístroje značky **HiPer II** (měřeno 26. 4. 2012) a **GPSmap 60CSx** (měřeno 10. 5. 2012). Z důvodů příliš husté vegetace v oblasti Kenické smuhy zde nebylo možné využití GNSS přístrojů. Proto se mapovaná oblast týkala pouze břehových linií Kenického meandru.

6.1 Zajištění stabilizovaných bodů

Jelikož se v dané oblasti nenacházely žádné zhušťovací nebo trigonometrické body, bylo potřeba si vytvořit vlastní stabilizované body o známých souřadnicích. Všechny body jsou stabilizované pomocí dřevěných kolíků. Jednotlivé hodnoty stabilizovaný bodů se naměřily pomocí dvoufrekvenčního GNSS přístroje typu **Topcon Legacy E s anténou LegAnt**.

Takto naměřených bodů bylo celkem pět. Dva body byly zaměřeny, ve spolupráci s pracovníky KGI, u ústí smuhy a zbylé tři vně meandru (při zaměřování břehových čar se využily pouze dva, jelikož třetí bod vykazoval příliš velkou odchylku způsobenou hustou vegetací). Následně sloužili pro měření s totální stanicí, při měření břehových linií a Kenické smuhy.

6.2 Kenická smuha

Pro zaměření Kenické smuhy byla použita totální stanice Pentax a odrazný hranol. Důležitým faktorem při měření bylo vystihnout celkový reliéf smuhy. Proto vzniklo při samotném měření velké množství bodů. Zaměřování smuhy bylo prováděno v měsíci říjnu 2011, při malém stavu vody. Díky tomuto faktoru neprotékalo Kenickou smuhou žádná voda. Pouze se zde voda nacházela v několika malých tůních.

Mapování začalo ústím a pokračovalo směrem k začátku smuhy. Celková její délka se pohybuje okolo 515 m. Hlavní faktory pro zaměřování byly břehy smuhy, paty břehů a výrazné prohlubně a vyvýšeniny. Nacházelo se zde velké množství stromů a proto byly zaměřovány i kořenové baly, které významně měnily reliéf smuhy.

Pro měření byla použita metoda tachymetrie, pomocí které se měří výškopis a polohopis. Poloha počátečního stanoviště byla vypočítaná totální stanicí pomocí dvou bodů o známých souřadnicích (stabilizované body zajištěné GNSS přístrojem Topcon Legacy E s anténou LegAnt). Z důvodu velké rozlohy mapované oblasti, bylo potřeba vytvořit více stanovisek, z kterých byl terén dobře viditelný. Zde již byla použita stanoviště o známých souřadnicích. Ta byla vytvořena v průběhu zaměřování smuhy. Orientace z nově vzniklých stanovišť se prováděla na předchozí stanoviště.



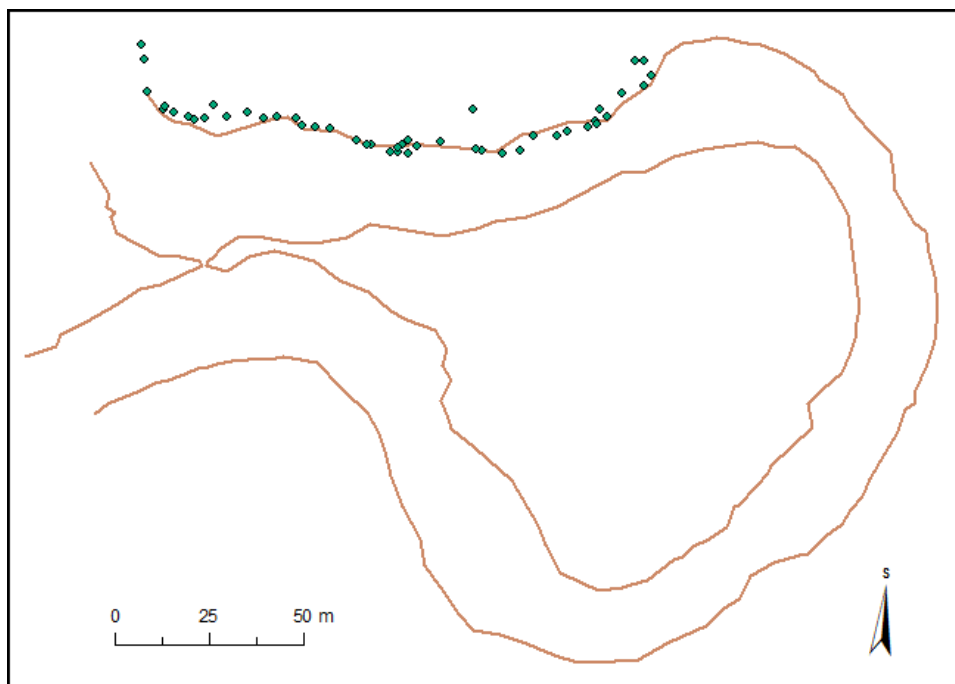
Obr. 6.2 Zaměřování Kenické smuky (autor: H. Uhrová, 2011).

6.3 Břehové linie

Při zaměřování břehových linií byla pro práci použita totální stanice Pentax. Počáteční stanoviště bylo umístěno vně meandru a z tohoto důvodu byla nejprve mapována břehová čára pravého břehu řeky a následně břehová čára levého břehu. Stejně jako u zaměřování Kenické smuky byla použita metoda tachymetrie pro určení souřadnic. Na začátku měření se vycházelo z bodů zaměřených GNSS přístrojem typu **Topcon Legacy E anténou LegAnt**.

Při zaměřování břehových linií nebyla potřeba vytvářet velké množství bodů, jak tomu bylo u Kenické smuky. Vzdálenost mezi jednotlivými body byla v rozmezí od 1–3 m v závislosti na členitosti břehu. Důležité bylo zaznamenat hrany břehů jenž jsou definovány jako hranice mezi vodní hladinou a pevninou (wikipedie). Tato hranice byla velmi dobře viditelná a zaznamenávána hlavně u pozvolných břehů, u kterých se také zaměřila hrana břehů nacházející se výše nad hladinou. Další typem byl kolmý břeh, kde se zaměřovala opět hrana výše nad hladinou a ne hranice mezi vodou a pevninou. Bylo to z důvodů kolísání vodní hladiny a také špatného přístupu k těmto spodním hranám.

Při druhém zaměřování se počáteční stanoviště nacházelo na levém břehu řeky, z důvodu protržení šíje nebylo možné začít vně meandru, jak tomu bylo při prvním měření. Pro práci byla znovu použita totální stanice Pentax a také metoda tachymetrie pro určení souřadnic. Při zaměřování nastal problém v severní části levého břehu řeky. Tato oblast byla, při prvním měření, zaměřována ze stanoviště vně meandru. To již při druhém měření nebylo možné. Proto byla tato část (viz obr. 6.3) doměřena pomocí přístroje HiPer II. Pomocí GNSS přístroje byly vytvořeny tři nové stanoviště na levém břehu. Z nich se následně zaměřoval protější břeh. K tomu již byla využita totální stanice.



Obr. 6.3 Rozmístění bodů naměřených GNSS přístrojem HiPer II (autor: H. Uhrová, 2012).

6.4 Příčné profily

Mapování bylo provedeno nivelačním přístrojem **South NL 20** a nivelační latí o délce 4 m. Počet příčných profilů koryta je třináct a jejich poloha byla situována do přibližných míst jako ve studii Mgr. Zdeňka Máčky, Ph.D a Mgr. Lukáše Krejčího (viz kapitola 3). Poloha jednotlivých naměřených profilů je patrná z příloh č. 18 a 19.

Při měření byla použita metoda **geometrické nivelace ze středu**, pouze s tím rozdílem, že nivelační přístroj nebyl ustaven mezi dva zjišťované body, ale v oblasti cca 1–2 m od bodu vyznačujícího začátek profilu. Toto umístění bylo zvoleno kvůli lepšímu zaměřování a také hustého porostu. Počátek a konec každého profilu se vyznačil dřevěnými kolíky a mezi nimi byl napnut provaz pro vymezení směru a také určení šířky koryta. Ta se určovala pomocí navázaných uzlíků na provaze v základní vzdálenosti 1 m. V této vzdálenosti byli spouštěny svislice a pomocí latě zaměřován profil. Ve většině případech byla vzdálenost 1 m dostačující k zaznamenání tvaru profilu. Pouze v případech větší změny terénu byla vzdálenost menší a odměřila se pomocí nivelační latě.

Nivelačním přístrojem se vždy zaměřoval profil od kolíku k hladině, jak na levém tak na pravém břehu. Hloubka koryta byla měřena pouze latí. Bylo to z důvodu velké hloubky koryta, malé délky nivelační latě a různé výšky terénu, kde byl umístěn nivelační přístroj. Měření hloubky bylo prováděno dvojím způsobem. Při malé hloubce (cca do 1,2 m) byl použit rybářský neoprenový brodicí komplet (obr. 6.4) a při hloubce nad přibližnou hodnotu 1,2 m byla použita pro měření loď (obr. 6.5).



Obr. 6.4 Zaměřování příčného profilu bez lodě (autor: H. Uhrová, 2011).



Obr. 6.5 Zaměřování příčného profilu z lodě (autor: O. Petyniak, 2011).

U druhého měření nebylo již zaměřeno třináct příčných profilů, ale pouze jedenáct. V oblasti protržení šíje meandru se nacházel stabilizační kolík profilů 2 a 12, z toho důvodu již nebylo možné tyto profily znovu vytyčit. Dále pak u třech profilů (konkrétně čísla: 1, 8, 13) chyběl stabilizovaný kolík vyznačující profily a musel být znovu dodán a zaměřen.

Následné měření probíhalo stejným způsobem jako v prosinci roku 2011. Byla použita metoda geodetické nivelace ze středu a pro měření hloubky se využila loď i rybářský neoprenový brodicí komplet.

6.5 Měření s GNSS přístroji

Měření probíhalo ve dvou různých dnech v rozsahu týdne. Množství vytvořených bodů byl v závislosti na členitosti terénu (stejně jako při použití totální stanice).

Při měření s dvoufrekvenčním přístrojem HiPer II se nejprve odzkoušela **kinematická metoda v reálném čase (RTK)**. V tomto případě bylo snahou vytvořit referenční bod, nad který se ustavila referenční stanice. Ta měla být nastavena do modu vysílání a druhá anténa do modu příjem. Tuto metodu nebylo možné použít v oblasti Kenického meandru. Důvodem byla hustá vegetace v oblasti referenční stanice a díky tomu nebylo možné získat signál z družic.

Druhou zvolenou metodou měření, byla rovněž **kinematická metoda v reálném čase (RTK)**. Při této metodě se využila možnost připojení na GPRS. Sloužila k tomu SIM karta umístěná v anténě, pomocí níž se přístroj připojil do sítě **TopNET**. Z dat poskytnuté připojenou službou, byl přístroj schopen vypočítat virtuální referenční stanici (VRS). Stanici umístil v okruhu cca 5 km od místa měření. Touto zvolenou metodou se následně zaměřila břehová linie meandru. Omezujícím faktorem byla hustá vegetace, která způsobovala ztrátu signálu z družic. Díky tomu nebylo možné zaměřit levý břeh po celé délce. Měření probíhalo v souřadnicovém systému WGS-84. Pomocí globálního transformačního klíče, jenž je nastaven v kontroleru, byly souřadnice převedeny do souřadnicového systému S-JTSK.

Na začátku května 2012 byla břehová linie zaměřována přístrojem typu GPSmap 60CSx. Zaměřován byl pouze levý břeh meandru. Signál při měření velmi kolísal z důvodů husté vegetace. Měření jednotlivých bodů se provádělo **průměrováním**, které umožňuje zpřesnění souřadnic. Určená hodnota pro průměrování byla 20 impulzů. V některých případech nebylo možné dodržet stanovenou hodnotu. Opětovným důvodem byla hustá vegetace. Měření bylo provedeno v souřadnicovém systému WGS-84.

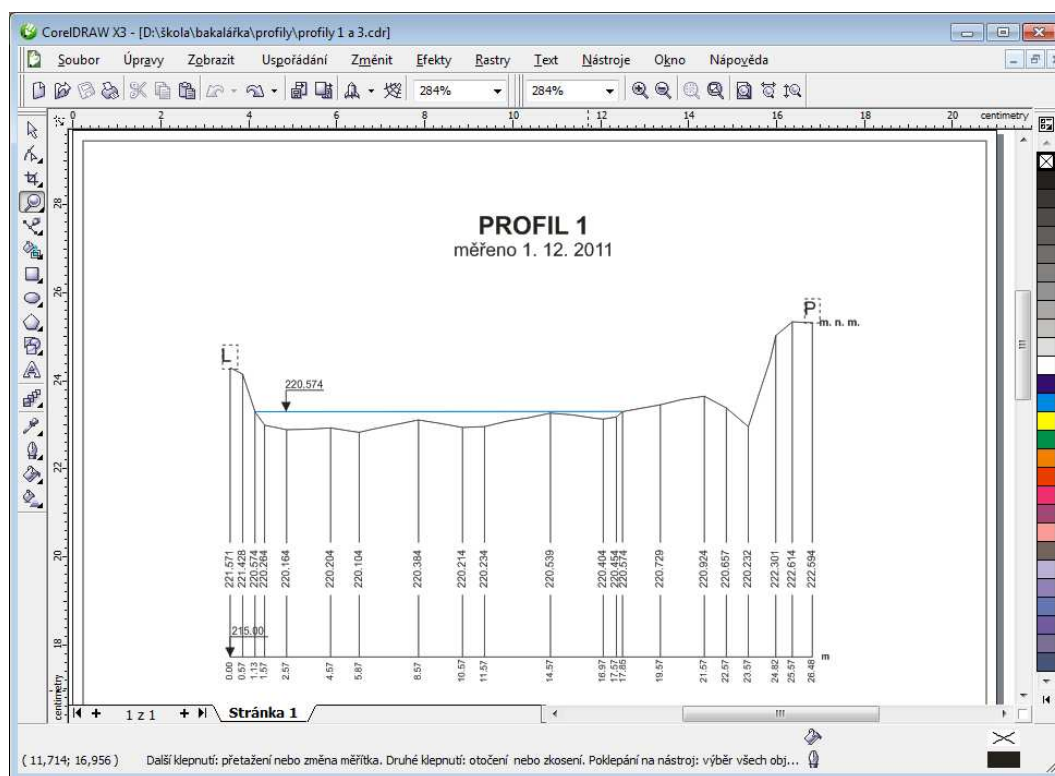
7 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

7.1 Sestavení příčných profilů

Z naměřených hodnot se v programu Microsoft Office Excel vypočítaly nadmořské výšky každého bodu. Pro tuto operaci byly použity vzorce geometrické nivelace ze středu (viz kapitola 4.1.2).

Všechny plány příčných profilů byly nakresleny v programu **CorelDraw X3**. Velikost je vzhledem ke skutečnosti zmenšená v měřítku 1 : 100. V každém plánu je na ose x vyznačena vzdálenost v metrech a na ose y nadmořská výška hladiny vody a dna řeky. Dále je označen levý (L) a pravý (P) břeh.

Zhotovení bylo velice jednoduché i když časově náročné. Nejdříve se nakreslila osa x s délkou odpovídající jednotlivým profilům. Na ni se následně vykreslovaly kolmice znázorňující všechny zaměřené hodnoty. Jejich délky byly v závislosti s nadmořskými výškami jednotlivých bodů. Počátek všech kolmic se nacházel na ose x a konce se spojily pomocí nástroje Bezierův režim. V konečném výsledku byly ponechány pouze kolmice znázorňující viditelné lomy spolu s vyznačenými hodnotami nadmořské výšky.



Obr. 7.1 Ukázka zhotovení příčného profilu v programu CorelDraw X3.

7.2 Sestavení podélného profilu

Podélný profil řeky nebyl zaměřován v terénu, jeho hodnoty jsou převzaty ze všech třinácti příčných profilů. Vycházelo se především z proudnic, které se většinou nacházely v nejhlubším místě profilu. Ale ne vždy to bylo podmínkou. Vzdálenosti mezi jednotlivými příčnými profily taktéž nebyly zaměřeny v terénu, ale určeny pomocí programu **ArcMap 10**. Souřadnice každého počátečního a koncového bodu všech příčných profilů se zakreslily do vrstvy v programu ArcMap 10. Úsečkami se tyto body spojily a na ně byly vyneseny vzdálenosti k jednotlivým proudnicím. Následně se změřily vzdálenosti mezi označenými proudnicemi.

Plán podélného profilu byl nakreslen v programu **CorelDraw X3**. Velikost profilu je vzhledem ke skutečnosti zmenšená v měřítku 1 : 200. V plánu jsou znázorněny na ose x vzdálenosti v metrech, na ose y nadmořské výšky hladiny vody a dna řeky. Dále je označen směr toku řeky. Následný postup zhotovení je stejný jako u příčných profilů. Rozdíl je pouze v ponechaných kolmicích vyznačující nadmořskou výšku všech příčných profilů.

Při konstrukci podélného profilu z dat druhého měření, se nevycházelo ze třinácti příčných profilů, ale jen z jedenácti. Opět byly použity hodnoty proudnic příčných profilů. Ty měli jinou polohu než při první konstrukci profilu. Bylo to způsobeno protřžením šíje a změny proudnice v celém meandru.

7.3 Sestavení polohopisných plánů

Všechny polohopisné plány vycházejí z dat prvního, druhého a měření s GNSS. Před samotným vytvářením plánů se musela data zpracovat do požadovaných souborů. Data vytvořena totální stanicí se z textového souboru importovala do souboru .xls. Tento soubor byl následně zpracován pomocí funkce **Make XY event layer** v programu ArcMap 10 do souřadnicového systému S-JTSK Křovák. Takto vzniká data se následně exportovala do nové vrstvy.

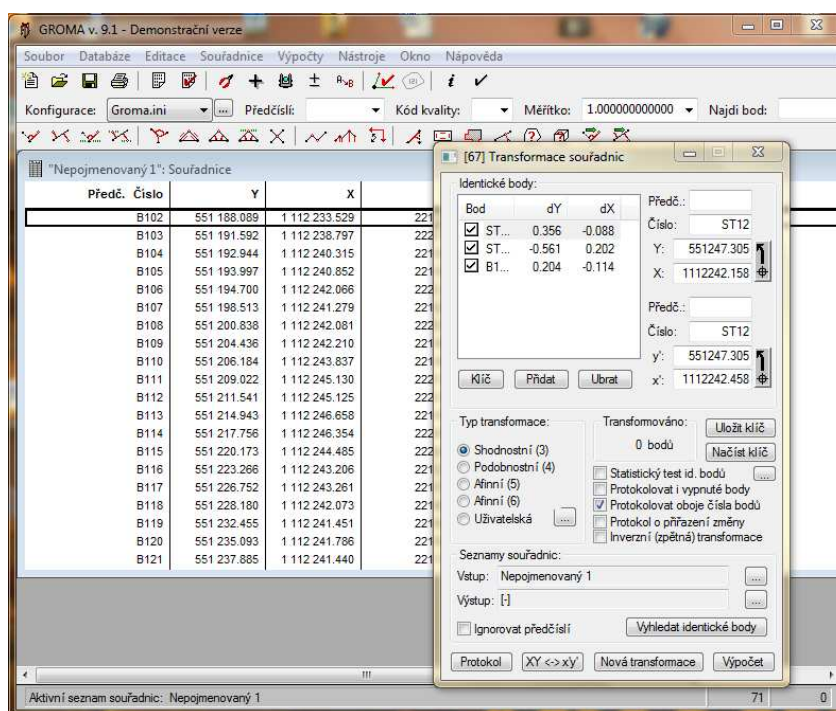
Celkový počet polohopisných plánů je šest. Z toho jsou dva vytvořené z dat prvního měření (zobrazují příčné profily, podélný profil a břehové linie) a dva z dat druhého měření (zobrazují stejné jevy). Zbylé plány porovnávají břehové linie prvního a druhého měření a data z GNSS přístrojů.

Všechny plány byly vytvořeny v programu ArcMap 10 a všechny také obsahují čtyři orientační body s vyznačenými souřadnicemi x, y, dále pak směr toku a základní kompoziční prvky.

Polohopisné plány obsahující břehové linie (přílohy č. 16 a 17) a profilů (přílohy č. 18 a 19) zobrazují polohu břehů a profilů řeky Moravy v daném roce, kdy bylo provedeno měření. V polohopisném plánu porovnávající břehové linie (příloha č. 20) jsou znázorněny linie vytvořené totální stanicí Pentax V227N a GPS přístrojem GPSmap 60CSx. Břehová čára pořízená GPS přístrojem znázorňuje pouze polohu levého břehu

řeky nikoliv pravého. V příloze č. 21 jsou mezi sebou porovnávány linie břehů ze dvou měření (listopad a duben). Jsou to data vytvořená totální stanicí zachycující změny za časové období pěti měsíců.

K důvodu vzniku chyby při jarním zaměřování břehů meandru, pomocí totální stanice, bylo nutné před zpracováním dat transformovat souřadnice. Všechny chybné souřadnice se transformovaly v programu **Groma 9.1**. V programu byl vybrán typ transformace **shodnostní**, a pomocí třech bodů o známých souřadnicích (převážně se jednalo o body příčných profilů) bylo možné úspěšně opravit vzniklou chybu.



Obr. 7.2: Ukázka transformace souřadnic v programu Groma 9.1.

8 VÝSLEDKY

Kapitola hodnotí dosažené výsledky z měření v terénu. Jedná se převážně o textové zhodnocení přesnosti použitých metod a přístrojů. Dále hodnotí výstupy zhotovených profilů a polohopisných plánů. Na závěr jsou shrnuty výhody a nevýhody použití daných přístrojů v oblasti Kenického meandru.

8.1 Hodnocení geodetických metod

U použití geodetických metod se kladl důraz na vysokou přesnost získaných dat. Při použití totální stanice byla přesnost měření souřadnic do 3 cm (obecně uváděná přesnost při elektronické tachymetrie). Při práci v terénu se přesnost kontrolovala zaměřením na body o známých souřadnicích. Maximální akceptovaná chyba při této kontrole byla 3 cm u horizontální polohy a u vertikální 5 cm. Jakmile dosahovala chyba vyšších hodnot, znovu se provedla orientace přístroje na daném stanovišti.

U nivelace byla přesnost snížena při zaměřování dna, kde proudící voda vytvářela vyšší hladinu vlivem nárazu na lať. Nepřesnost výšky hladiny v blízkosti latě a okolní oblasti se pohybovala v rozmezí 0,5–2 cm v závislosti na rychlosti proudící vody. Další nepřesnosti při zaměřování příčných profilů vznikaly ve vzdálenosti. Příčinou bylo prověšení a nedostatečné napnutí provazu vytyčující směr a vzdálenosti v základní délce 1 m. Rozdíly vzdáleností jednotlivých profilů je patrné z tabulky 8.1. Nejsou zde znázorněny hodnoty profilů č. 1, 8 a 13 z důvodů změny polohy jednoho stabilizovaného bodu a následné změny polohy profilu je porovnávání délky neadekvátní. Vzdálenost většiny příčných profilů měřených v květnu je menší vůči vzdálenosti zaměřené v prosinci. Největší odchylky jsou 41 cm. Odchylka je způsobena různým napnutím provazu zapříčiněným výskytem větví v trase profilu.

Tab. 8.1 Porovnání vzdáleností příčných profilů.

Číslo profilu	Prosinec 2011 (m)	Květen 2012 (m)	Rozdíl (m)
3	30	29,75	-0,25
4	27,15	26,75	-0,4
5	32	31,97	-0,03
6	21,26	21,67	0,41
7	24,9	24,7	-0,2
9	29,98	29,57	-0,41
10	25,5	25,25	-0,25
11	27,42	27,5	0,08

8.2 Hodnocení břehových linií, příčných a podélných profilů

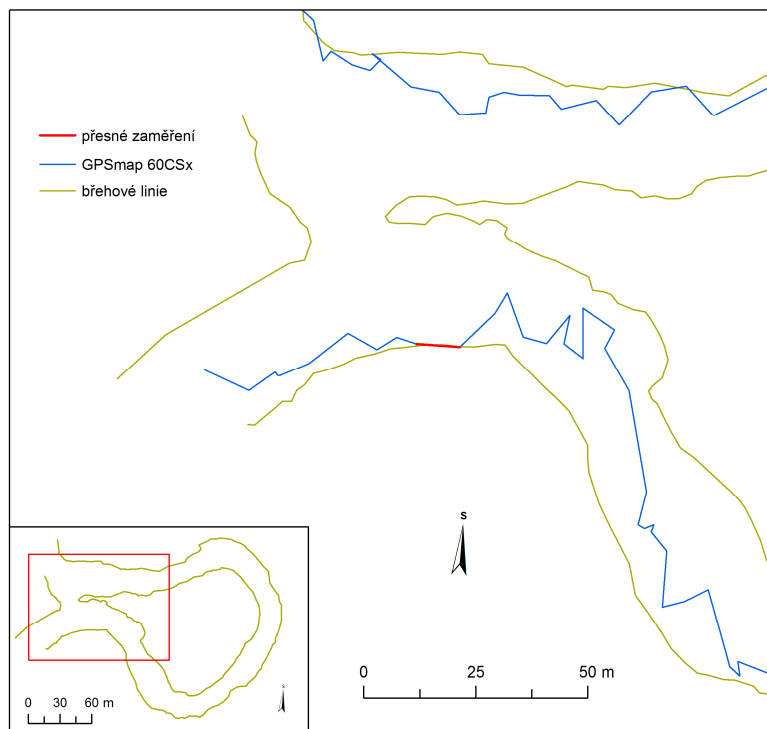
Na plánu porovnávající břehové linie (měřené v listopadu 2011 a dubnu 2012) je vidět velká změna v oblasti protržení šíle meandru a ústup levého břehu jižně od protržení. Drobné odchylky jsou převážně způsobeny odlišnou výškou hladiny a vzniklými naplaveninami. Celková poloha břhů meandru je velmi podobná a eroze je patrná v minimální míře, s výjimkou zmiňovaného protržení a ústupu břehu.

Z plánů jednotlivých příčných profilů jsou patrné změny koryta řeky. Největší přeměna je vidět v profilu č. 13. Tuto změnu má za následek protržená šíje a výrazné zrychlení proudu, které působí na levý břeh. Zde dochází k velkému vymílání a odnosu materiálu.

U plánu podélného profilu, vycházející z dat druhého měření, nastala výrazná změna z důvodu posunutí proudnic a ztráty profilů 2 a 12. Změna se týká polohy a celkové délky, která je kratší oproti profilu z dat prvního měření. Dále jsou patrné výrazné skoky linie vodní hladiny. Ty vznikly týdenním rozpěním mezi měřeními všech příčných profilů. Během této doby výrazně klesl průtok a výška hladiny řeky.

8.3 Hodnocení přesnosti GNSS přístrojů

Při měření pomocí přístroje Hiper II byla přesnost do 3 cm. Ta byla jak v horizontální tak také ve vertikální poloze. Při měření břehových linií je přesnost do 3 cm ideální. Taková odchylka je zanedbatelná, jelikož hranice břhů nejsou v přírodě definovány jasnou linií.



Obr. 8.1 Vizualizace přesného zaměření břehu pomocí GPSmap 60CSx (autor: H. Uhrová, 2012).

U měření pomocí GPSmap 60CSx, zaznamenával přístroj přesnost v rozsahu 5–8 m v horizontální poloze. Tyto nepřesnosti byly způsobené velkým výskytem stromů a hustou vegetací kolem břehů. Výsledná linie se nachází převážně v korytě řeky Moravy (příloha č. 20). Nejpresnější zaměření břehu je v délce 9 m (obr. 8.1). V tomto místě byl dobrý výhled na oblohu a také ideální signál pro výpočet polohy.

8.4 Hodnocení použitelnosti jednotlivých přístrojů

Nejvhodnějším přístrojem pro měření v dané lokalitě je totální stanice. Tento výsledek vychází ze subjektivního hodnocení jenž vznikl z prací v terénu. Také je nejvhodnější použití přístroje z důvodu dobré přesnosti a schopnosti měření i místech husté vegetace. Záporným faktorem je dlouhé trvání celého měření a nutnosti vytvoření velkého množství stanovišť.

Použití dvoufrekvenčního GNSS přístroje Hiper II ve vymezené lokalitě je možné pouze v období velmi nízké hustoty vegetace nebo v ideálním případě žádné. Výhodou je jak přesnost tak rychlost měření při dobrém příjmu signálů. Použití metody RTK s připojením na GPRS ruší potřebu vázaní se na existující geodetické síť.

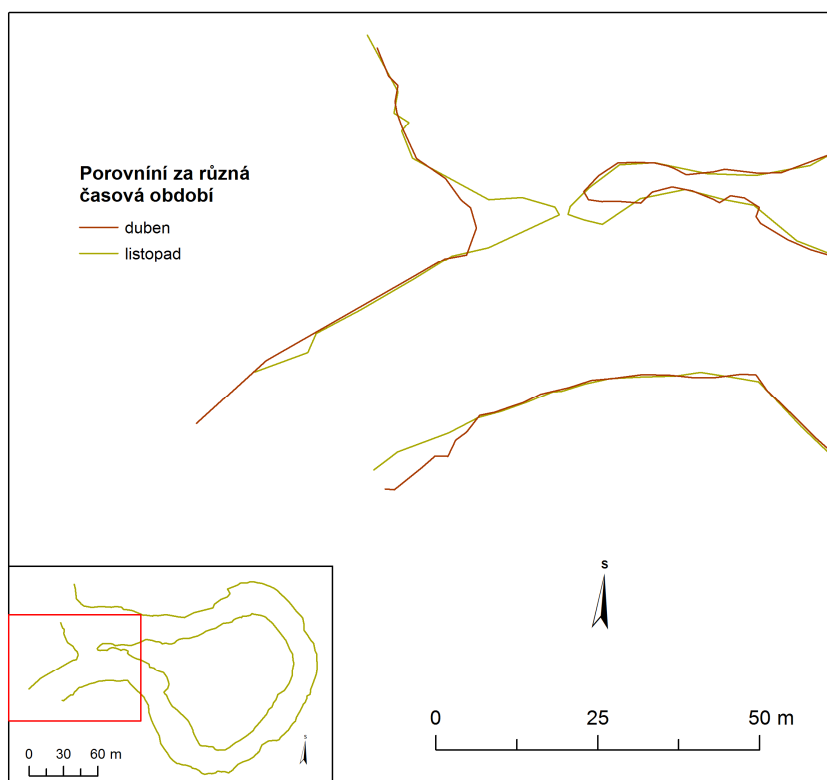
Z důvodu technického vybavení a možnosti přijímat pouze L1 signál se přístroj GPSmap 60CSx nedá využít. Odchylka v rozsahu 5–8 m je nepřijatelná pro přesné měření.

9 DISKUZE

Velký důraz při vytváření bakalářské práce se kladl na měření v terénu a přesnost výsledných geodat. Tato data zaznamenávají břehové linie a příčné profily jak v době existence meandru, tak po následném protržení šíje meandru. Z tohoto důvodu mohou být data v budoucnu přínosem pro sledování vývoje a změny koryta řeky Moravy v oblasti Kenického meandru.

V rámci práce byl popsán postup zaměření Kenické smuhy. Zpracování dat z daného měření a výsledný digitální model smuhy byl náplní bakalářské práce *Analýza současného vývoje reliéfu Kenického meandru* (Petyniak, O., 2012).

Při zaměření břehových linií totální stanicí a přístrojem HiPer II dosahovala přesnost do 3 cm. Tato hodnota byla akceptovatelná a není nutná vyšší přesnost měření, jelikož hranice břehů nejsou v přírodě definovány jasnou linií. Proto odchylka v rozsahu 3 cm je zanedbatelná. Vlivem protržení šíje je patrné nedostačující zaměření břehové linie, jenž by ve větší míře zaznamenala úbytek levého břehu. Na obrázku 8.2 je názorná ukázka ústupu břehové linie a nedostačující data pro zachycení eroze.



Obr 8.2 Vizualizace ústupu břehové linie a protržení šíje meandru (autor: H. Uhrová, 2012).

Z důvodů špatných přírodních podmínek nebylo dostatek času pro měření s GNSS přístrojem HiPer II a díky tomu se břehová linie zaměřila pouze v malém úseku (viz kapitola 6.3). Z důvodů husté vegetace a malé viditelnosti oblohy bylo zbytečné vytvářet plánování, pomocí kterého by se zjistily ideální podmínky měření. Při budoucím měření

v dané lokalitě by bylo vhodné využít možnosti ustavení referenční stanice v oblasti s otevřeným výhledem na oblohu. Stanice by vysílala rádio signál přijímači (umístěný na vytyčku společně s polním kontrolorem) s kterým by se zaměřovaly břehové linie.

V plánu bylo vytvoření polohopisného plánu porovnávajícího data z měření GNSS přístroji. Následně bylo rozhodnuto, že toto porovnávání je zbytečné. Data měřená HiPer II zaznamenávají pouze malou oblast břehových linií a zároveň jsou tyto data součástí dat břehových linií zaměřených totální stanicí (druhé měření v dubnu 2012). Porovnání břehových linií vytvořených totální stanicí a GPSmap 60CSx je vidět v příloze č. 20.

10 ZÁVĚR

Cílem práce bylo popsat postup měření a následně vytvořit přesné polohopisné plány břehových linií a příčných profilů v oblasti Kenického meandru. Dále bylo za úkol otestovat GPS přístroje a jejich vhodnost a přesnost v morfologicky náročném terénu.

V metodice měření je detailně popsán průběh zaměřování jednotlivých přírodních útvarů. Popis zahrnuje oblasti zájmu, použité metody a přístroje, průtoky a výšky hladiny řeky vztažené ke dnům měření. Dále popisuje vytyčení stabilizačních bodů a vytváření stanovisek pro měření s totální stanicí.

Výsledky bakalářské práce jsou převážně naměřená data a vytvořené polohopisné plány. Další částí bylo vyhodnocení vhodnosti GNSS přístrojů a určení ideálního vybavení pro měření v dané oblasti. Výsledky porovnání byly očekávané. Nejlepších hodnot měření dosáhla totální stanice Pentax V227N. Osvědčila se jak v přesnosti, tak použití v místech s hustou vegetací. Dobrých hodnot také dosáhl GNSS přístroj HiPer II jehož přesnost byla v dané oblasti ideální, ale limitujícím faktorem použítí byla hustá vegetace, znemožňující přijetí signálu. Podle výsledků dosažených přístrojem typu GPSmap 60CSx, není jeho použití v oblasti Kenického meandru možné. Přesnost je v řádech metrů a přijetí signálu je znemožněno hustou vegetací.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

HAUF, Miroslav. *Geodézie*. 2. upr. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989, 561 s. Technický průvodce (Státní nakladatelství technické literatury), sv. 42. ISBN 80-030-0142-0.

MÁČKA, Zdeněk a Lukáš KREJČÍ. *Prognóza geomorfologického vývoje řeky Moravy v úseku od jezu Hynkov po Kenickou lávku: NPR Ramena řeky Moravy, CHKO Litovelské Pomoraví*. Brno, 2006. In print,.

RAPANT, Petr. *Družicové polohové systémy*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2002, 197 s. ISBN 80-248-0124-8.

SCHENK, Jan. *Geodézie*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2005, 135 s. ISBN 80-248-0782-3.

Internetové zdroje

BUKOVSKÝ, Jiří. *Programování geodetických úloh v Kokeš Basicu* [online]. Praha, 2002 [cit. 2011-11-03]. Dostupné z: <http://geo3.fsv.cvut.cz/~soukup/dip/bukovsky/index.htm>. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze.

CZ0714073 - Litovelské Pomoraví. AOPK ČR. *Oficiální webové stránky soustavy Natura 2000 v České republice* [online]. 2006 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000071061.

ČADA, Václav. Geometrická nivelace. *Přednáškové texty z geodézie* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11.html>.

ČADA, Václav. Metody nivelace. *Přednáškové texty z geodézie* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11s05.html>.

ČADA, Václav. Tachymetrie. *Přednáškové texty z geodézie* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch15s02.html>.

Délka nivelační sestavy. In: *Slovník VÚGTK* [online]. c 2005-20012 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: http://www.vugtk.cz/slovník/3457_delka-nivelacni-sestavy.

GEODIS BRNO. *GPS/GLONASS přijímac Legacy-E* [online]. c 11. 12. 2001 [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: obchod.geodis.cz/file/55_1_1/.

GEODIS BRNO. *TOPCON: HiPer II - GPS/GLONASS RTK přijímač* [online]. 18.04.2011 [cit. 2012-05-1]. Dostupné z: http://obchod.geodis.cz/uploads/documents/geodezie/Hiper_II_info.pdf

Garmin International Inc. *GPSMAP® 60Cx and 60CSx* [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://www8.garmin.com/specs/GPSMAP60CSX0206.pdf>

Garmin GPSMAP 60 CSX: Specifikace. *Heureka* [online]. Copyright 2000-2012 [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://gps-navigace.heureka.cz/garmin-gpsmap-60-csx/specifikace/#section>.

GPS - stručný přehled a základy: Metody měření. *Radek Hampl* [online]. c2012 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://hampl.varnsdorf.net/gps.html#74>.

GPS TOPCON. *PLASTMARK-GEOMETRA OPAVA, spol.s r.o.* [online]. c2012 [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: http://www.geometra-opava.com/obchod/html/gps_legacye.htm

Charakteristika oblasti. In: *AOPK ČR* [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: http://webportal.nature.cz/wps/portal/cs/litovelske-pomoravi/o-sprave-chko/!ut/p/c5/DcpLcoIwAADQs3gAJqAEZJlB0BSUb-SzYUKUFNQQS8SW09d52wdq8CHo3HOq-lHQOyhBbTVRmDjQh6a-dwjSceB4VprtjO0Jgi9Q8_vYfmZxZpO9m47c88pUtX3lP9soe2GdHtGYivf-zbhZinUi01wuKs4Nqq4XeLAQSlhlffNpEzDENJbx6zTkHRqq_EaWNTf_Aq0_2JfII01fTLotn_BcWHGHY9rWkbuN_HxwIFnUMrqh1hi2wI3bkQDLLeSQvXJ_446FCOWe_nfhxNxlfrYC8Vat_Ls-PkA!!/?sentByLeftNavigation=true.

Chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví: Hydrologie. *Ochrana přírody a krajiny v České republice* [online]. [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=Hydrologie&site=CHKO_litovelske_pomoravi_cz.

KOSKA, Bronislav. *Cvičení č. 4 : Tachymetrie s TS – postup, výpočet, zpracování, podklad: Stručné seznámení s metodou tachymetrie*. In: ČVUT [online]. 2003 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://k154.fsv.cvut.cz/~koska/publikace/soubory/Tachymetrie.pdf>

KREJČÍ, Lukáš. *Fluviální tvary v NPR Ramena řeky Moravy* [online]. Brno, 2006 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z:
http://is.muni.cz/th/63828/prif_m/Fluvialni_tvary_v_NPR_Ramena_reky_Moravy.txt.
Bakalářská práce. Masarykova univerzita.

Metody kterými lze z GPS dostat milimetry. *BERUNA WEB* [online]. (c) 1996-2020 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.beruna.cz/text-metody-ktery-mi-lze-z-gps-dostat-milimetry/>

Národní přírodní rezervace Ramena řeky Moravy. *Ochrana přírody a krajiny v České republice* [online]. [cit. 2012-03-27]. Dostupné z:
http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR_ramena_moravy_cz.

MUSILOVÁ, Jitka. *Fluviální tvary meandrujícího koryta horní Lužnice* [online]. Brno, 2012 [cit. 2012-02-26]. Dostupné z:
http://is.muni.cz/th/269138/prif_b/BAKALARSKA_PRACE.pdf. Bakalářská práce.
Masarykova univerzita.

Nivelační přístroj NL-20 PROFI. *Mesuro* [online]. c 2011 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z:
<http://www.mensuro.cz/nivelacni-pristroje/nivelacni-pristroj-nl-20-profi>.
PENTAX Industrial Instruments. *Total station V200 series* [online]. c30. 8. 2006 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z:
<http://www.westlat.com/Portals/5/PDF/Manuals/V200QuickGuide.pdf>

Pentax V227N (Reflectorless). *Survey Sales and Hire!* [online]. 2009 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.surveysalesandhire.ie/ZenCart/total-stations-c-80/pentax-v227n-reflectorless-p-214>

ZELINKA, Jan. *Retence povodňových vod v lužním lese* [online]. Olomouc, 2008 [cit. 2012-03-05]. Dostupné z:
http://geography.upol.cz/soubory/studium/dp/2008/2008_Zelinka.pdf. Diplomová práce.
Univerzita Palackého v Olomouci.

Tachymetrie. In: *CoJeCo Vaše Encyklopedie* [online]. 14. 3. 2000, 21. 7. 2006 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z:
http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=95463&title=tachymetrie&s_lang=2.

Tachymetrie. In: *Slovník VÚGTK* [online]. c 2005-20012 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z:
http://www.vugtk.cz/slovník/4590_tachymetrie.

Totální stanice kompletní přehled: Pentax. *Geoobchod* [online]. c2007-2008 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.totalni-stanice.cz/>.

ZIČHA, Ondřej. PR Kenický. *BioLib.cz* [online]. copyright 1999-2011 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/locality/id2925/>.

SEZNAM ILUSTRACÍ

- Obr. 2.1 Oblast CHKO Litovelské Pomoraví (www.mapy.cz).
- Obr. 2.2 Oblast zájmového území PR Kenický (www.mapy.cz).
- Obr. 4.1 Princip geometrické nivelace vpřed.
- Obr. 4.2 Princip geometrické nivelace ze středu.
- Obr. 4.3 Měření nivelačního oddílu.
- Obr. 6.1 Přehledová mapa měřených oblastí (autor: H. Uhrová, 2012).
- Obr. 6.2 Zaměřování Kenické smuhy (autor: H. Uhrová, 2011).
- Obr. 6.3 Rozmístění bodů naměřených GNSS přístrojem HiPer II (autor: H. Uhrová, 2012).
- Obr. 6.4 Zaměřování příčného profilu bez lodě (autor: H. Uhrová, 2011).
- Obr. 6.5 Zaměřování příčného profilu z lodě (autor: O. Petyniak, 2011).
- Obr. 7.1 Ukázka zhotovení příčného profilu v programu CorelDraw X3.
- Obr. 7.2 Ukázka transformace souřadnic v programu Groma 9.1.
- Obr. 8.1 Vizualizace přesného zaměření břehu pomocí GPSmap 60CSx (autor: H. Uhrová, 2012).
- Obr. 8.2 Vizualizace ústupu břehové linie a protržení šíje meandru (autor: H. Uhrová, 2012).

SEZNAM TABULEK

- Tab. 5.1 Technické parametry přístroje Pentax V227N.
- Tab. 5.2 Technické parametry přístroje South NL-20.
- Tab. 5.3 Technické parametry přístroje GPSmap 60CSx.
- Tab. 5.4 Technické parametry přístroje Topcon Legacy E.
- Tab. 5.5 Technické parametry přístroje HiPerII.
- Tab. 8.1 Porovnání vzdáleností příčných profilů.

SUMMARY

The aim of the thesis is description of the measurement procedure in morphologically difficult terrain. The thesis targets include the creation of exact topographic plans for bank lines and traverse shapes. Area for field work is Kenický Nature Reserve. Solution of this thesis is mainly focused on field data collecting, processing of the measurement procedure and the evaluation of the exactness and suitability of applied instruments. Measurements were carried out in two seasons and dealt with three phenomena. Specifically, there were Kenicka smuha (the river is branching to lateral permanent and periodic river branches, which are called „smuhy“ in this region), bank lines and traverse shapes of Morava river basin. Bank lines and diagonal shapes were measured in area Kenicky meander. At measurement were used methods of geodetic measurements (electronic tacheometry, leveling) and RTK method. The first measurements were carried out in autumn 2011 and the second in April and May 2012. To focus Kenická smuha and bank lines was used a total station Pentax V227N. To test GNSS devices were used HiPer II and GPSmap 60CSx. With GNSS equipments was measured left bank line of Morava river basin.

From the measured data was created six topographic plans. They compare data from both measurements. Furthermore, it was created 13 traverse shapes and one longitudinal shape from the data of first measurement. The result of this work was developed a methodology for measuring and evaluating the exactness of used devices. The best device to measure is given a total station (Pentax V227N) in area. This result is based on evaluation from terrain work. Also, it is best to use device because of good exactness and measurement capability in places dense vegetation. A negative factor is the long duration of the measurements and the need to build a large number of stations. Using GNSS device Hiper II in the defined area is only possible in a period of very low density of vegetation or ideally no use. The advantage is both exactness and speed measurements with good signal reception. Using the RTK method with connection to the GSM network removes the need to use existing geodetic network. Due to technical equipment and the possibility of receiving only the L1 signal, the device GPSmap 60CSx can't be use. The aberration in the range of 5-8 m is in admissible for exact measurement.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

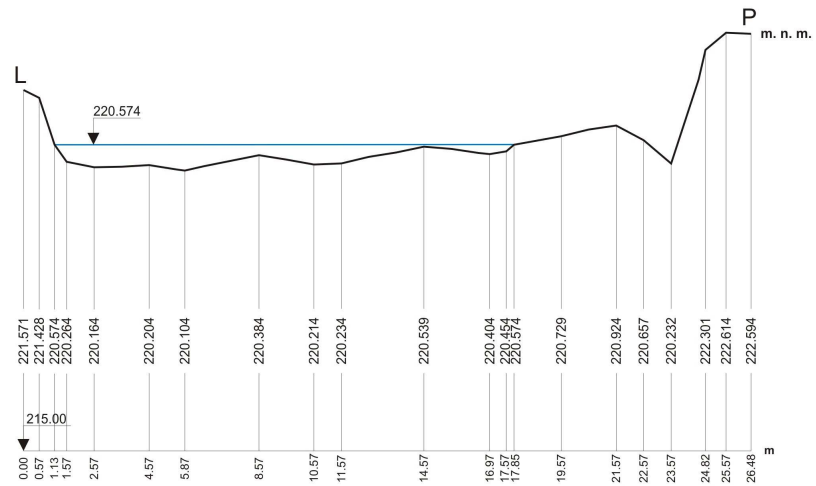
Příloha 1	Příčné profily č. 1 a 3, měřené v roce 2011
Příloha 2	Příčný profil č. 2, měřený v roce 2011
Příloha 3	Příčné profily č. 4 a 5, měřené v roce 2011
Příloha 4	Příčné profily č. 6 a 7, měřené v roce 2011
Příloha 5	Příčné profily č. 8 a 9, měřené v roce 2011
Příloha 6	Příčné profily č. 10 a 11, měřené v roce 2011
Příloha 7	Příčné profily č. 12 a 13, měřené v roce 2011
Příloha 8	Podélný profil, měřený v roce 2011
Příloha 9	Příčné profily č. 1 a 3, měřené v roce 2012
Příloha 10	Příčné profily č. 4 a 5, měřené v roce 2012
Příloha 11	Příčné profily č. 6 a 7, měřené v roce 2012
Příloha 12	Příčné profily č. 8 a 9, měřené v roce 2012
Příloha 13	Příčné profily č. 10 a 11, měřené v roce 2012
Příloha 14	Příčný profil č. 13, měřený v roce 2012
Příloha 15	Podélný profil, měřený v roce 2012

Volné přílohy

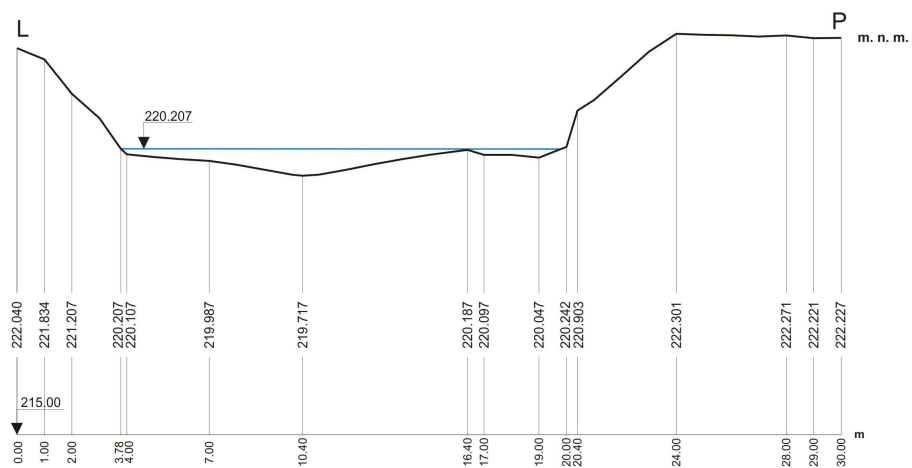
Příloha 16	Břehové linie, Kenický meandr 2011
Příloha 17	Břehové linie, Kenický meandr 2012
Příloha 18	Příčné profily a podélný profil, Kenický meandr 2011
Příloha 19	Příčné profily a podélný profil, Kenický meandr 2012
Příloha 20	Porovnání břehových linií, Kenický meandr 2012
Příloha 21	Porovnání břehových linií, Kenický meandr listopad 2011 a duben 2012
Příloha 22	DVD

Příloha 1

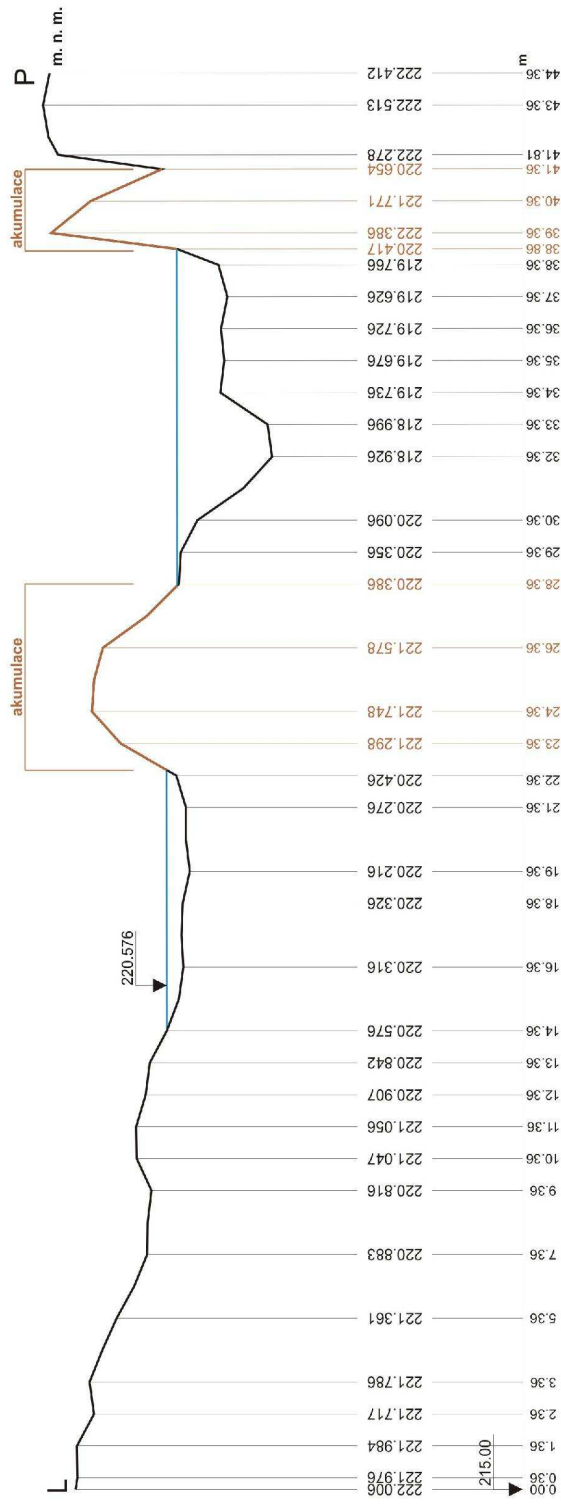
PROFIL 1 měřeno 1. 12. 2011



PROFIL 3 měřeno 1. 12. 2011



PROFIL 2 měřeno 2. 12. 2011



PODÉLNÝ PROFIL měřeno 1.-2. 12. 2011

