

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb

**Eroze turistických chodníků**

Diplomová práce

Autor: Bc. Ondřej Nuhlíček

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Tománek, Ph.D.

2017

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Ondřej Nuhlíček

Lesní inženýrství

Název práce

Eroze turistických chodníků

Název anglicky

Erosion of turist trails

---

Cíle práce

Cílem práce je sledování a zhodnocení eroze turistických tras v modelovém území Krčský les.

Metodika

V rešeršní části se student zaměří na literaturu popisující erozi lesní cestní sítě a turistických tras. V praktické části bude student ve zvoleném modelovém území Krčský les průběžným měřením sledovat úbytky nebo přírůstky materiálu ve zkoumaných profilech. Zjištěná data budou analyzována a výsledky budou vyjádřeny formou tabulkových přehledů a mapových výstupů.

**Doporučený rozsah práce**

rešerše cca 40 stran, výsledky a diskuze cca 20 stran, přílohy cca 10 stran

**Klíčová slova**

tourist trails, soil erosion, city forests

---

**Doporučené zdroje informací**

- ČSN 73 6108. Lesní dopravní síť. Praha: Český normalizační institut, 1995. 27 s.
- GUCINSKI, Hermann: Forest Roads: A Synthesis of Scientific Information, Portland: U.S. Department of Agriculture, 2001. 108 s. ISBN 1428961429.
- HOLÝ, Miloš. Eroze a životní prostředí. 1. vydání. Praha: ČVUT, 1994. 383 s. ISBN 8001010783.
- JANEČEK, Miloslav. Základy erodologie. Praha: ČZU v Praze, 2008. 172 s. ISBN 978-80-213-1842-7.
- KLČ, Pavol a KRÁLÍK Alexandr. Katalóg porušení a závad na lesných cestách. Bratislava: Príroda, 1991. 85 s. ISBN 80-07-00273-1.
- KLČ, Pavol. a ŽÁČEK Jaroslav. Výstavba, rekonstrukce a modernizace lesní dopravní sítě. Lesnická práce. Praha. 2006. 152 s. ISBN 80-86386-20-1.
- MAKOVNÍK, Štefan. a kol. Inžinierské stavby lesnické. Bratislava. Príroda. 1973. 710 s. ISBN 64-103-73.
- Ministerstvo zemědělství. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/vyrocní-a-hodnotící-zpravy/zpravy-o-stavu-zemedelstvi/>. ISBN 978-80-7084-995-8.
- MZe ČR. Technická doporučení pro lesní dopravní síť. Lesnická práce. 2000. 41 s. ISBN 80-86386-09-0.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2016/17 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Jaroslav Tománek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 7. 2016

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2017

---

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Eroze turistických chodníků vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Tománka Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 19. 4. 2017

Podpis autora

## Poděkování

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Martinu Čížkovi z oddělení péče o zeleň Magistrátu hl. m. Prahy a panu Ing. Janu Karbanovi z Lesního úseku Hodkovičky z Lesů hl. m. Prahy za umožnění realizace této práce.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu své diplomové práce za podnětné rady k vypracování a vedení.

V neposlední řadě patří díky rodině za podporu.

## Abstrakt, klíčová slova

Práce se zabývá erozí turistických tras a chodníků v prostředí návštěvnicky vytížených lesů. Na modelovém území v Kunratickém lese průběžným měřením v 13 profilech určených analýzou sklonu evidovaných cest a pěšin v prostředí GIS zaznamenává a vyhodnocuje změny v jejich povrchu. V období mezi 15. 5. 2016 a 23. 3. 2017 byly ve většině profilů zaznamenány statisticky významné změny. Průměrně se povrch cest a pěšin v profilech zvedl za sledované období o 3,4 mm. Největší eroze a sedimentace byla zjištěna v profilech na nezpevněné části cesty, po které vede žlutá turistická trasa a cyklotrasa. Vliv svodnic na míru změny nebyl prokázán, pravděpodobně vzhledem k jejich neutěšenému technickému stavu.

Klíčová slova: turistické chodníky, eroze půdy, městské lesy

The topic of this master degree thesis is erosion of tourist trails in forests with high pedestrian traffic. In the experimental area in Kunratický forest, 13 measuring profiles were selected based on GIS analysis of road slope. By pegs-gate method, change in these profiles was recorded monthly. In measuring period between 15. 5. 2016 to 23. 3. 2017, statistically significant changes in profiles were recorded. Average change for profiles was 3,4 mm in the measuring period. The biggest loss and deposition of soil was observed in profiles which were located on un-paved part of the main trail, which serves as bike trail and as yellow-marked hiking trail. Influence of open-top culverts on rate of change was not proved, most probably due to the bad condition of the culverts.

Keywords: Tourist trails, soil erosion, urban forests

## Obsah

Abstrakt, klíčová slova.....	6
Obsah.....	7
Seznam obrázků, tabulek a grafů .....	9
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	11
1 Úvod.....	12
2 Cíle práce .....	13
3 Rozbor problematiky.....	14
3.1 Turismus v lesním prostředí.....	14
3.2 Eroze .....	16
3.3 Lesní dopravní síť.....	18
3.3.1 Lesní cestní síť.....	18
3.3.2 Dopravní trasy pro produkční funkce lesa .....	19
3.3.3 Lesní stezky .....	20
3.4 Lesní pěšiny .....	20
3.5 Typy konstrukcí turistických chodníků .....	24
3.5.1 Prosté pěšiny a zemní chodníky.....	24
3.5.2 Štětované chodníky.....	26
3.5.3 Dlážděné chodníky .....	30
3.5.4 Dřevěné povalové chodníky .....	32
3.5.5 Další typy .....	34
3.6 Predikace a modelování eroze .....	35
3.7 Měření eroze .....	35
3.7.1 Bodové měření na kolíku.....	36
3.7.2 Kolíkové mosty.....	36
3.7.3 Sedimentační brány/ploty .....	37
3.8 Eroze LCS.....	38
3.9 Kunratický les .....	39
3.10 Turistický ruch v Kunratickém lese .....	40
4 Metodika .....	41

5 Výsledky.....	46
5.1 Extrém v profilu č. 8.....	47
5.2 Extrém v profilu č. 11.....	48
5.3 Vývoj změn v profilech 1-13 a vliv srážek .....	50
5.4 Vliv zimního období na změny v profilech .....	51
5.5 Eroze a svodnice .....	52
5.6 Stav na cyklotrase A212 / žluté turistické trase v profilech č. 7 a 8.....	54
6 Diskuze .....	56
7 Závěr a doporučení .....	56
Seznam literatury a použitých zdrojů .....	58
Seznam příloh .....	64
Přílohy	65



## Seznam obrázků, tabulek a grafů

### Obrázky

- Obr.1: Brzdné stopy jízdnic kol, agresivní jízdou cyklista rozrývá povrch cesty.  
Foto autor. .... 23
- Obr. 2: Vzorový řez tělesem zemního chodníku (projektová dokumentace rekonstrukce turistického chodníku „Zvonková-Malé Pardubické b.-Černá Hora“, MDS projekt, 2013) ..... 25
- Obr. 3: Špatné odvodnění chodníku mezi Obřím sedlem a Obřím dolem. Foto autor ..... 26
- Obr. 4: Vzorový řez tělesem štětovaného chodníku (projektová dokumentace k rekonstrukci turistického chodníku „Vosecká-Tvarožník“, projekční kancelář Ing. Jan Němeček, 2010) ..... 27
- Obr. 5: Rozrušený a neudržovaný štětovaný chodník na jižním svahu těsně pod vrcholem Sněžky. Foto autor ..... 28
- Obr. 6: Rozdílný přístup k rekonstrukci chodníku Jantarové stezky. V popředí polské dláždění, na pozadí české štětování. Foto autor ..... 30
- Obr. 7: Vzorový řez tělesem dlážděného chodníku (projektová dokumentace k rekonstrukci turistického chodníku „Vosecká-Tvarožník“, projekční kancelář Ing. Jan Němeček, 2010) ..... 30
- Obr. 8: Dlážděný chodník vedoucí podél Labe u Medvědího kolene. Foto autor. 31
- Obr. 9: Vzorový řez tělesem povalového chodníku (projektová dokumentace k rekonstrukci turistického chodníku v rámci akce „Revitalizace rašeliniště Pančava“, projekční kancelář Ing. Jan Němeček, 2013) ..... 32
- Obr. 10: Povalový chodník nad Úpským rašeliništěm. V popředí nástupní rampa, v pozadí jedna z opěrných zídek. Foto autor ..... 33
- Obr. 11: Povalový chodník z rozměrově menších dílů u vodní nádrže v Peci pod Sněžkou. Foto autor ..... 34
- Obr. č. 13: Mapa lokalizace měřících profilů. .... 44

Obr. č. 14: Umístění profilu č. 8 v terénu. Foto autor. ....	48
Obr. č. 15: Umístění profilu č. 11 v terénu. Foto autor. ....	49
Obr. č. 16 : Zanesená svodnice nad profilem č. 4. Foto autor. ....	53
Obr. č. 17: Rozbahnění v okolí profilu č. 7 a patrné nánosy materiálu na kmenech. Foto autor. ....	55
Obr. č. 18: Erodující výkopový svah u profilu č. 7. Foto autor. ....	55

### Tabulky

Tabulka č.1: Rozčlenění dle technických požadavků .....	22
Tabulka č. 2: Přehled informací o profilech .....	45
Tabulka č. 3: Statistická významnost změn v profilech .....	47

### Grafy

Graf č. 1: Průběh průměrné změny v profilu č. 8 .....	47
Graf č. 2: Průběh průměrné změny v profilu č. 11 .....	49
Graf č. 3: Změny v profilech oproti prvnímu měření a srážkové úhrny od předchozího měření ke dni měření. ....	50
Graf č. 4: Vývoj průměrných změn v profilech 1-13 v období 15. 5. 2016 - 23. 3. 2017 .....	51
Graf č. 5: Vývoj průměrných změn v profilech 9-12 v období 15. 5. 2016 - 23. 3. 2017 .....	52
Graf č. 6: Závislost změn v profilech 1 - 15 na vzdálenosti od svodnice.....	53
Graf č. 7: Vývoj průměrných změn v profilech 7 a 8 v období 15. 5. 2016 - 23. 3. 2017 .....	54

## Seznam použitých zkratk a symbolů

DDK - Drobné drcené kamenivo

GIS - Geografický informační systém

IZS - Integrovaný záchranný systém

KRNAP - Krkonošský národní park

LCS - Lesní cestní síť

LDS - Lesní dopravní síť

C (někde uváděný jako  $\varphi$ ) - Odtokový koeficient

ÚHÚL - Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem

WPC - Wood Polymer Composite

## 1 Úvod

Rekreační funkce lesa je stále podstatnější, v příměstských a městských lesích či lesoparcích je tato funkce vzhledem k současnému životnímu stylu často primární. Tyto lesy jsou vystaveny velkému náporu návštěvníků, často většímu než turisticky atraktivní chráněná území. Vysoké počty návštěvníků je třeba zohlednit při výstavbě, údržbě a rekonstrukci lesní cestní sítě a turistických tras v těchto lokalitách. Z ekonomických, ekologických, ale především z estetických důvodů v těchto oblastech nelze budovat typické intravilánové chodníky, které vyšší zatížení snášejí bez větších obtíží.

Využívání chodci a cyklisty často působí neočekávané změny nejen na samotném povrchu cesty nebo pěšiny, ale i v jejím blízkém okolí. V rekreačně využívaných lesích je proto důležité sledovat erozní a sedimentační procesy a vyvodit z pozorování a měření závěry, které mohou sloužit jako doporučení pro management lesa, aby daná lokalita mohla dále sloužit rekreaci, a přitom si zachovala přírodní ráz bez rušivého vnímání asfaltu a betonu.

Pražské lesy jsou jedny z nejnavštěvovanějších městských lesů v ČR s vysokou hustotou návštěvníků na hektar porostní půdy. Jsou proto ideálním územím pro sledování případného problému eroze turistických trasa jeho výzkumu.

## 2 Cíle práce

Cílem práce je v zájmovém území Krčský les sledovat a zhodnotit stav turistických tras a chodníků, které vedou mimo jiné po lesní cestní síti.

Průběžným měřením získat přehled o stavu těchto cest, změnách ve vybraných profilech a případně navrhnout opatření pro zlepšení jejich stavu.

### 3 Rozbor problematiky

#### 3.1 Turismus v lesním prostředí

V posledních letech se stále více dostává do popředí zájmu rekreační využití lesů. Zejména městské a příměstské lesy jsou vystavovány narůstajícímu tlaku turistů, rekreatantů, sportovců a sběračů. Městské lesy jsou velmi podstatným základním prvkem přírodního prostředí v zastavěných oblastech, umožňují odpočinek od rušného života ve městě, relaxaci a kompenzaci pracovního prostředí (Hammit, 2002).

Bohužel téměř neexistuje literatura, která by se systematicky zabývala vlivem a dopadem turismu na přírodní prostředí v parcích a městských lesích. Jak udává Ballantyne (2015), velká část výzkumu se věnuje spíše chráněným územím, nikoli běžně dostupným příměstským lesům bez omezení využívání. Důvodem je zřejmě jejich výjimečná hodnota a náchylnost k poškození (71 % studií analyzovaných v její práci).

Vyšší zátěž a větší návštěvnost se projevují nejen na lese jako takovém - na lesním porostu, ale také na lesní dopravní síti. Kvalitní a udržovaná lesní dopravní síť je nutným předpokladem nejen pro těžbu a dopravu dříví, ale i komfortní využívání lesa návštěvníky a pro omezení jejich negativních vlivů. V příměstských lesích nelze opominout ani využití lesních cest jako běžných komunikací při pohybu chodců a cyklistů ve městě.

Obecně se vliv návštěvníků lesa, ať už se jedná o rekreanty, turisty, cyklisty, běžce či jezdce na koních nazývá turistickou erozí. Eroze jako taková je nicméně pouze jedna část projevů jejich působení. Myslí se tím faktická eroze povrchu, tedy jeho narušení, následný transport částic a jejich sedimentace (LEUNG, 1996). Vliv turistů na trasu a její okolí lze dle Leunga rozdělit do několika kategorií:

##### 1) Ovlivnění trasy (tzv. trail impact)

Sem patří fyzikální, ekologické a estetické dopady dané vznikem, konstrukcí a využíváním trasy. Do této kategorie spadají i širší ekologie okolí a sociálně-ekonomické problémy, jako je např. vandalismus stacionáře, tedy ničení vybavení

trasy, jako jsou lavičky, odpadkové koše atd.

#### 2) Vliv trasy na krajinu (tzv. trail deterioration)

Sleduje zejména krajinné změny vzniklé trasou, všímá si i změn vegetace v okolí stezky.

#### 3) Degradace trasy (tzv. trail degradation)

Jde o změny ve vlastnostech trasy – rozšiřování trasy, vytváření dalších vláken pro obcházení překážek, jako jsou např. rozbahněná místa, padlé stromy atd.

#### 4) Eroze trasy

Jedná se o faktický úbytek částic a jejich transport, což částečně ústí v postupné zařezávání trasy hlouběji do terénu.

V podmínkách českého, a v zásadě kontinentálního lesnictví obecně, se, na rozdíl od jiných zemí, často překrývají a slučují jednotlivé funkce tras. Lesní cesta primárně sloužící ke správě lesa a dopravě dříví tedy slouží zároveň i turismu.

Podle ČSN 73 6100-1 (2008) je lesní cesta účelová pozemní komunikace, která je součástí lesní dopravní sítě, slouží zejména lesní dopravě a může plnit i jinou dopravní funkci, např. cyklistická stezka, stezka pro chodce.

Tomu odpovídá i pojetí a technické vybavení takové cesty. Cesta může být vybavena vozovkou, podélným a příčným odvodněním.

Oproti tomu v zahraničí často nacházíme plochy lesa zpřístupněné pouze pěšinami pro turisty. Větší vybavenost stezky často chybí a tím se zvyšuje dopad provozu na okolí stezky.

Dále podle ČSN 73 6100-1 (2008) existuje pojem komunikace pro chodce: komunikace určená výhradně pro chodce; dělí se na chodníky, stezky pro chodce a pěšiny.

Stezkou se dle této normy myslí komunikace určená pro chodce, cyklisty nebo zvířata s povrchem upraveným pro tento účel.

Pěšina je pak popisována jako komunikace užívaná zpravidla chodci, bez jakýchkoliv úprav, popřípadě jen s nesouvislými úpravami terénu.

Jak zjistili někteří autoři, lesní cesty jsou značným zdrojem částic sedimentu

v převážně zalesněných povodích. Jde zejména o netuhé vozovky a zemní cesty (Cafferata, 2002; Coe, 2006). Jak zjistil Swift (1988), k největšímu úbytku materiálu dochází ze zemních cest nebo šterkových cest s materiálem o zrnitosti do 5 mm. Dále dochází k závěru, že účinně může erozi zabránit travní porost, který dokáže ztrátu efektivně zredukovat na polovinu. Pokud takto zatravněné cesty nemají větší zatížení než 30 přejezdů za měsíc, dokážou si své vlastnosti udržet a nepotřebují žádnou důraznější údržbu. Tento způsob ochrany je však velmi závislý na použitých travinách. V případě, který popisuje Cao (2006), sice došlo díky zatravnění k průměrnému snížení nákladů na údržbu o 60 %, nicméně některé typy použitých travin nebyly schopné přežít ani 100 přejezdů za rok. Pro většinu druhů v této studii z Číny bylo limitních 300 přejezdů ročně. Jak píše například Vítková (2012), v případě vytváření nové stezky mimo cestu původní vegetace pod vlivem sešlapu turistů nejdříve ustupuje druhům, které jsou odolnější proti sešlapu, ale ty při dalším zvýšení intenzity využití stezky nejsou schopny tlak vydržet a ustupují také.

Při intenzivním turistickém využití lesních cest tedy nemůže na lesních cestách růst dostatek vegetace, která by omezovala erozi.

Dalším projevem turismu je zatlačování větších částic do podkladu a obnažování jemnějšího materiálu. Ten není chráněn před účinky vody a je odnášen pryč, čím dochází k rychlejšímu průběhu erozních procesů.

Kromě samotných fyzických vlivů na prostředí je důležité brát v úvahu i subjektivní pohled návštěvníků lesa. Zvláště v příměstských lesích s vyšší intenzitou pohybu osob je pohled na lesnictví závislý na každé drobnosti, a jak ukazuje například Verlič (2015), aspekty jako odpadky v okolí cesty, nebo bahnitá nekvalitní cesta mohou být širokou veřejností vnímány daleko intenzivněji, než v jaké míře se v daném místě fakticky vyskytují. Několik metrů rozbahněné cesty vede k dojmu, že je špatná celá cesta.

### 3.2 Eroze

Eroze, jinak rozpad povrchu, je dlouho známý a důkladně probádaný problém.



Termín se v dnešním slova smyslu používá od 18. století. Velkým problémem je eroze především v zemědělství. V lesním hospodářství se setkáváme se skeletovou erozí, plošnou erozí a erozí lesních cest. Navzdory specifickým projevům v jednotlivých prostředích má eroze některé principy obecně platné napříč všemi typy krajinného pokryvu.

Eroze povrchu je proces skládající se ze tří částí: rozdělení, transport a uložení čili sedimentace. Pro tento proces je zapotřebí energie. Ta může být procesu dodána několika způsoby. A právě způsob dodání energie určuje typ eroze. Podle Lala (2001) jsou způsoby dodání energie následující: klimatické (např. srážky, vítr), gravitační, chemické a antropogenní (zemědělské zásahy do krajiny, např. orba).

Eroze začíná rozpadem většího celku – agregátu. (Ellison, 1947) Tento rozpad může způsobit síla dopadu kapky, střížná síla způsobená nápirem větru, nebo rozpuštění tmelících prvků chemickými reakcemi. Oddělené části jsou následně transportovány tekoucí vodou nebo větrem, dokud mají dostatečnou rychlost, resp. energii. Eroze má své limity. Protože prvotním nutným krokem je oddělení částic a následně jejich transport, může být eroze limitována schopností oddělování, nebo schopností transportu. V případě limitace oddělení jde o skutečnost, že zdroje energie pro erozi nemají dostatečnou energii a schopnost oddělovat další částice. V druhém případě nemají oddělené částice kam cestovat, resp. jejich možnosti pohybu jsou do značné míry omezeny. (Rose, 1985; Foster, 1982)

Účinnost a výsledky procesu eroze jsou ovlivňovány mnoha faktory a jejich vzájemnou interakcí. Náchyllost k erozi je dána vlastnostmi půdy, resp. povrchu, jako jsou struktura, textura, obsah organických částí, výměnných kationtů a schopnost zadržovat vodu. Dále mají na erozi vliv klimatické a geomorfologické vlastnosti stanoviště. Jde například o velikost kapek deště, rozložení srážek, jejich intenzitu, rychlost větru, sklon, délka svahu, tvar. (Lal, 2001)

Pro shrnutí výše uvedených vlastností se často v literatuře používá odtokový koeficient C (někde uváděný jako  $\phi$ ). Jde o bezrozměrné číslo udávající poměr

odtoku z daného povodí (plochy) ke srážkovému úhrnu.

Například Rijdsdijk (2007) uvádí pro neporušený porost hodnotu 7 %, zatímco na stezce ve stejném porostu byl odtokový koeficient 70 %.

Jordán (2008) uvádí odtokový koeficient pro nezarostlý výkopový svah lesní cesty 58 %. (Zavala, 2009) uvádí značný rozdíl v odtokovém koeficientu pro zalesněné svahy u lesních cest (24 %) a samotných korun lesních cest (62,2 %).

### 3.3 Lesní dopravní síť

V České republice upravuje lesní komunikace norma Lesní cestní síť (ČSN 73 6108, 2016). Tato norma vymezuje některé důležité pojmy.

#### Lesní dopravní síť (LDS)

Lesní dopravní síť tvoří dopravní zařízení všeho druhu sloužící k dopravnímu zpřístupnění lesů a jejich propojení se sítí veřejných pozemních komunikací, k soustředování a dopravě dříví a jiných produktů lesa, k dopravě osob, materiálu a strojů v souvislosti s hospodařením v lese a s provozováním myslivosti, v souvislosti s plněním mimoprodukčních funkcí lesa, k zajištění průchodnosti lesů pro složky IZS, pro průjezd speciálních vozidel, popř. i k jiným účelům; součástí LDS jsou i lesní sklady, výhybny, body záchrany, heliporty apod.

Veškeré komunikace, které využívají pouze turisté, tedy spadají do LDS vzhledem ke skutečnosti, že umožňují plnění rekreační funkce lesa.

#### 3.3.1 Lesní cestní síť

##### Lesní cesta

Jde o součást LDS, resp. LCS; je to účelová pozemní komunikace, která je součástí lesní dopravní sítě, určená k odvozu dříví, dopravě osob a materiálu pouze v zájmu vlastníka a pro průjezd speciálních vozidel. Umožňuje bezpečný celoroční nebo sezónní provoz. Lesní cesty mohou plnit i jinou (další) dopravní funkci, např. trasy

pro cyklisty či pro chodce, hipotrazy apod.

Lesní cesty třídy 1L (dle kategorizace ČSN) umožňují celoroční provoz a vzhledem k požadavku na vybavenost vozovkou a plným odvodněním jsou minimálním zdrojem eroze. Problémem mohou být, pokud jsou vystaveny s nestabilizovanými zářezovými a násepovými svahy větších sklonů, které bývají k erozi velmi náchylné.

Lesní cesty třídy 2L musejí umožňovat sezonní sjízdnost a je u nich požadavek na odvodnění koruny a případně i tělesa cesty. Pokud je podloží dostatečně únosné a odvodněné, není třeba budovat vozovku, nicméně se většinou doporučuje alespoň provozní zpevnění. Minimální šířka v koruně je 3,0 m. ÚHÚL cesty 2L dále dělí na cesty 2L1 a 2L2 kvůli ustanovení lesního zákona (§ 3 odst. 1 písm. b Zákon č. 289/1995 Sb., 1995) o zpevněných cestách. Cesty 2L1 jsou opatřeny alespoň jednoduchou vozovkou, zatímco cesty 2L2 jsou bez vozovky.

### **3.3.2 Dopravní trasy pro produkční funkce lesa**

Jedná se o dopravní trasy určené převážně k soustředování dříví. Nově se v ČSN 73 6108 (2016) z pohledu lesního zákona (Zákon č. 289/1995 Sb., 1995) nepovažují za cesty a tím je na nich zakázána jízda na kole, koni, saních a lyžích. (§ 20 odst. 1 písm. J Zákon č. 289/1995 Sb., 1995)

#### **Lesní svážnice**

Jsou dle normy označené jako 3L, jsou sjízdné pro traktory a speciální přibližovací prostředky. Minimální volná šířka je 3,0 m. Navrhují se bez vozovky, v případě potřeby s provozním zpevněním. Limitujícím faktorem pro jejich návrh je únosnost a odolnost vůči erozi. Pro zlepšení odolnosti proti erozi by měly být vybaveny základním podélným a příčným odvodněním.

#### **Technologická linka**

V normě je označena jako 4L, jedná se o operativně vytvářenou, dočasnou trasu pro přibližování dříví. Zpravidla se neodstraňují ani svrchní horizonty lesní půdy. Zemní úpravy se provádějí jen výjimečně. Minimální volná šířka je 2,0 m.

### 3.3.3 Lesní stezky

#### Lesní stezka

Jedná se o součást LDS; lesní stezky se navrhují s parametry vyhovujícími lesnímu provozu. Povrch stezky může být zpevněn odpovídajícím způsobem, nebo může být bez zpevnění; v trase lesní stezky mohou být jednotlivé schody nebo schodiště. V nepříznivých terénních podmínkách musí být stezka zajištěna proti nepříznivým vlivům povrchové vody.

K lesním stezkám se dále vztahuje důležitá pasáž normy, podle níž se ostatní stezky v lese (zejména ty pro rekreační využití) navrhují dle příslušných předpisů.

### 3.4 Lesní pěšiny

Nejsou součástí LDS; slouží výhradně pěšímu pohybu (turistické pěšiny, lovecké chodníky). Lesní pěšiny se navrhují s maximálním využitím současných tras pěšin a tak, aby podchycovaly zájmová místa v oblasti; v trase lesní pěšiny mohou být jednotlivé schody nebo schodiště. Maximální podélný sklon závisí na morfologii terénu a na náchylnosti podložních zemin k poškození povrchovou vodou. Případné zajištění povrchu pěšin se provádí výhradně z přírodních materiálů (např. z kamene, dřeva). Minimální nebo maximální hodnoty podélného ani příčného sklonu se nestanovují. Šířka lesní pěšiny je maximálně 2,0 m.

Pěšinou se zde tedy rozumí v podstatě živelně vyšlapaná trasa.

Kromě oficiálních plánovaných pěšin však vzniká řada pěšin živelně – dostatečným počtem návštěvníků sledujících stejnou trasu. Většinou jde o nezpevněné (z logiky věci) stezky vyšlapané návštěvníky za účelem zkrácení vzdálenosti nebo přístupu k bodu zájmu, kam nevede oficiální trasa.

Těchto pěšin může být značné množství. To dokládá například výzkum

Ballantyneho. V lesích o celkové rozloze 829 ha evidoval 46,1 km rekreačních pěšin a cest. Z nich tvořily tyto neoficiální stezky více než 57 % (26,5 km). (Ballantyne, 2014) Zajímavým zjištěním je skutečnost, že různé typy tras působí různým vlivem na okolní prostředí. Širší, oficiální cesty, často zpevněné a odvodněné, mají mnohdy větší dopad na okolí. Projevem je například vytváření odlišných lemových vegetací. Ke změnám docházelo v souvislosti s počtem rostlin, pH půdy a absencí druhů citlivých k narušení. Tyto vlastnosti nevykazovaly neoficiální pěšiny v takové míře, nicméně tyto trasy zase trpí vysokou mírou eroze a odplavování částic. (Ballantyne, 2015)

Pokud se vrátíme k lesním stezkám pro rekreační využití, jejich návrh se má řídit příslušnými předpisy. Ty uvádí zákon 13/1997 Sb. (Názvosloví pozemních komunikací. Část 1, Základní názvosloví, 2008), kde se definuje pojem komunikace pro chodce jako: komunikace určená výhradně pro chodce; dělí se na chodníky, stezky pro chodce a pěšiny.

Stezkou se dle této normy myslí komunikace určená pro chodce, cyklisty nebo zvířata s povrchem upraveným pro tento účel.

Pěšina je pak popisována jako komunikace užívaná zpravidla chodci, je bez jakýchkoli úprav, popřípadě jen s nesouvislými úpravami terénu.

### **Městské a příměstské pojetí stezek**

V městském a příměstském pojetí stezek se většinou počítá se společným využíváním chodců a cyklistů. Potom se na takovou stezku vztahují požadavky dané normou ČSN 73 6110 (2006).

Stezky pro společný provoz cyklistů a chodců mají mít šířku  $\geq 3,00$  m (viz obrázek 68). Pokud intenzita provozu na stezce překročí 180 chodců/h a 150 cyklistů/h, rozšíří se stezka na 4,00 m, nebo se provoz cyklistů a chodců oddělí. Při intenzitě  $\leq 50$  cyklistů/h a 100 chodců/h se šířka stezky může snížit na 2,00 m, ve stísněných poměrech na 1,75 m (viz obrázek 61). V odůvodněných případech (stezka v území nezastavitelném) lze připustit i menší šířku, nejméně základní šířku pruhu 1,00 m

při intenzitách  $\leq 20$  cyklistů/h a 50 chodců/h v obou směrech (viz obrázek 64), pokud je možné v dohledové vzdálenosti vzájemné vyhnutí cyklistů a chodců.

Pro samostatné stezky pro chodce pak dle této normy platí:

Stezky pro chodce se navrhují podle intenzity provozu chodců, obvykle v šíři 3,00 m, v odůvodněných případech 1,50 m. Při větší intenzitě chodců se jejich šířka zvětšuje o další pruhy po 0,75 m podle článku 10.1.5.

Směrové návrhové prvky se nestanovují, podélný a příčný sklon se navrhuje podle zvláštního předpisu. Trasy je třeba vést logicky, s ohledem na psychologii chodců hledajících nejkratší cestu. Stezky pro chodce musí být zpevněny, aby nedocházelo k jejich rozblácení při vlhkém počasí.

Výše uváděné technické požadavky lze shrnout do následující tabulky č.1

*Tabulka č. 1: Rozčlenění dle technických požadavků*

	Šířka koruny			
	1 m	2 m	3 m	4 m
Vozovka			1L	
			2L	
			Stezka	
Zemní vozovka			2L	
			Stezka	
Pomístná úprava	Pěšina		2L	
			Stezka	
Bez úprav	Pěšina		2L	

Zde je již vidět, jak na sebe definičně navazují stezky a pěšiny. Pro vedení stezek je možné využít lesní cesty 2L. Lesní svážnice sice vyhovují šířkou, ale nejsou považovány za účelové komunikace a dle normy slouží vysloveně pro produkční funkci lesa.

Z pohledu turistické atraktivnosti nicméně lesní cestní síť často nevyhovuje. Jak uvádí Kvasnička (2008), turistické trasy by měly spojovat kardinální body zájmu z pohledu turistiky. To lesní cestní síť často neplní. Je monotónní, plánována primárně k technologicko-hospodářskému užívání. I proto se v poslední letech objevuje stále více tzv. singltrek. Podle výše uváděné nomenklatury jde o pěšinu určenou převážně k využití cyklisty na horských kolech – tzv. mountainbajkery. Jízda těchto cyklistů na stezkách, resp. lesních cestách bez ztužené vozovky, působí často značné škody na povrchu cesty. Vzhledem k monotónnosti směru a sklonu lesních cest nabírá cyklista značnou rychlost, kterou nejen ohrožuje okolí, ale v případě rychlejšího brždění významně rozrývá povrch vozovky jak ukazuje obr.1.



Obr. 1: Brzdné stopy jízdních kol, agresivní jízdou cyklista rozrývá povrch cesty. Foto autor.

Tito cyklisté dle Kvasničky bohužel mají tendenci preferovat k jízdě lesní svážnice a technologické linky, které vyhovují jejich požadavkům na jízdu především rázem bližším přírodě, menšími dimenzemi a větší tvarovou rozmanitostí.

Singltrek tyto cyklisty odklání od těchto dopravních tras a vede je zvláštní pěšinou. Aby tato pěšina působila přírodě blízkým dojmem a nutila cyklisty jet pomaleji, i rovné úseky jsou zvlněné a jsou prokládány tzv. “dusítky” – prvky, které nutí cyklistu zpomalit a soustředit se, aby je projel. Zároveň ideálně znemožňují jejich objetí a vytvoření druhého vlákna trasy, které by bylo rychlejší. Jako tyto

prvky lze použít šikany z kamenů, nebo klády usazené těsně mimo trasu, jako kdyby přes ni padl strom a jen s v kmenu vyřízlo místo na projetí.

V České republice se pro návrh vozovek lesní cestní sítě používá Katalog polních cest (2011). Tento katalog mimo jiné řeší i nemotoristické zatížení a uvádí:

Konstrukce nemotoristických komunikací (chodníky, cyklistické a pěší stezky, zklidněné komunikace) a parkovacích a odstavných ploch se v závislosti na způsobu využití dopravní plochy (viz 5.1) navrhnu podle 5.7 a 5.8. Ve speciálních případech mohou být při návrhu vozovek účelových komunikací použita skutečná kolová zatížení, zatížení bodové, plošné apod. V takovém případě se vozovka nenavrhuje podle katalogových listů, ale výpočetním posouzením podle TP 170.

Pro nemotoristické komunikace podle 5.8 pak platí katalogové listy PKN C-1 až C-4. Součástí těchto vozovek je ovšem ve většině případů dvouvrstvý asfaltový nátěr a často nesplňují očekávaný přírodní vzhled. Kompromisem může být vozovka PKN C10 využívající kalený štěrk jako obrusnou vrstvu. Kalený štěrk se zpracovával podle normy ČSN 73 6127 Stavba vozovek. Prolévané vrstvy. Ta dnes sice již není platná, ale katalog připouští její využití. Jde o vrstvu vzniklou z kamenné kostry hrubého drceného nebo těžného kameniva 22–45, 32–63 třídy D prolitou a následně zavibrovanou kalící maltou, což je tekutá směs vody a drobných minerálních zrn štěrkodrtí, výsivek atd. bez přidání pojiva. (Martinek, 2011)

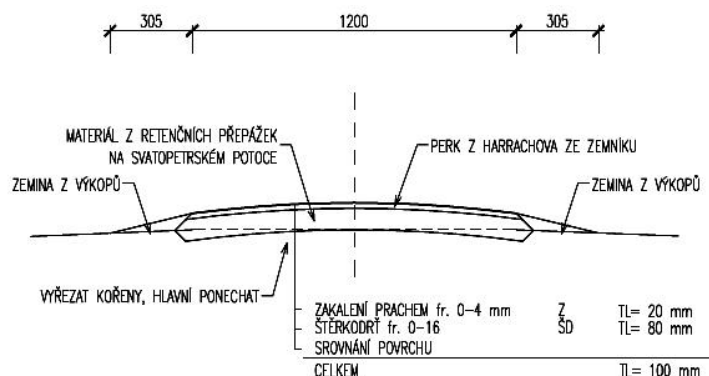
### **3.5 Typy konstrukcí turistických chodníků**

Mimo typizaci dle norem, které nejsou vždy závazné, existuje mnoho osvědčených konstrukcí chodníků vycházejících z dlouhodobě fungujících technologií úpravy povrchu. Tyto způsoby tvorby například v Krkonoších byly shrnuty několika pracemi. (Kocourek, 2016; Nuhlíček, 2015)

#### **3.5.1 Prosté pěšiny a zemní chodníky**



Nejjednodušší je konstrukce umožňující velké využití místních materiálů, například z retenčních přepážek. Chodník se buduje zarovnáním povrchu a případným přidáním navážky štěrku se zakalením.



Obr. 2: Vzorový řez tělesem zemního chodníku (projektová dokumentace rekonstrukce turistického chodníku „Zvonková-Malé Pardubické b.-Černá Hora“, MDS projekt, 2013)

Standardní postup stavby je následující: na vyrovnaný podklad se rozvrství kamenivo o frakci 8-15 cm ve vrstvě mohutné 20-30 cm. Následně se překryje 10-15 centimetrovou vrstvou štěrku o frakci 2-8 cm. Na tento podklad přichází obrusná vrstva z drťových a pískových materiálů spolu s lomovou výsivkou. Tato vrstva je následně třikrát hutněna. V praxi se používají různě modifikované metody, kdy se například na zemní pláň položil v celé její šíři v tloušťce 25 cm podkladový materiál vhodného minerálního složení. V pochozím pruhu o šířce 2,2 metru a tloušťce 10 cm byl doplněn kryt ze sypaného materiálu (perk). Součástí stavby chodníku je i zajištění krajnic, standardně v šířce 0,5 m. Ty se stabilizují drny z místa prováděných prací.

Alternativně se může využít schéma, kdy na zhutněnou zemní pláň bude položena vrstva štěrkokodrti frakce 0-63 mm o tloušťce vrstvy 25 cm, štěrkokodrt bude urovnána a zhutněna. Zpevněný povrch cesty bude utěsněn a zaválcován vrstvou drobného drceného kameniva (DDK) v množství 70 kg/m<sup>2</sup>. Pro lepší mechanické vlastnosti je vhodné použít bazický materiál, je však třeba brát v úvahu, aby takový materiál nenarušoval biologické prostředí dané lokality.

Prosté pěšiny se využívají pouze v rovinných partiích, případně v místech

s malým sklonem, kdy štěrk dostatečně zpomaluje vodu a částečně tak zamezuje erozi. Voda může být sváděna do okolních porostů nasucho stavěnými kamennými svodnicemi. Ty se často zanášejí štěrkem a na svazích je patrné, že štěrk je odnášen až mimo těleso chodníku. To může mít v některých případech vliv na zahloubení trasy. Tento typ chodníku je nejnáchylnější k degradaci a kupříkladu na úseku mezi Obřím sedlem a Obřím dolem v Krkonoších je patrné, jak jednoduše a snadno je tento typ ovlivnitelný vodou.

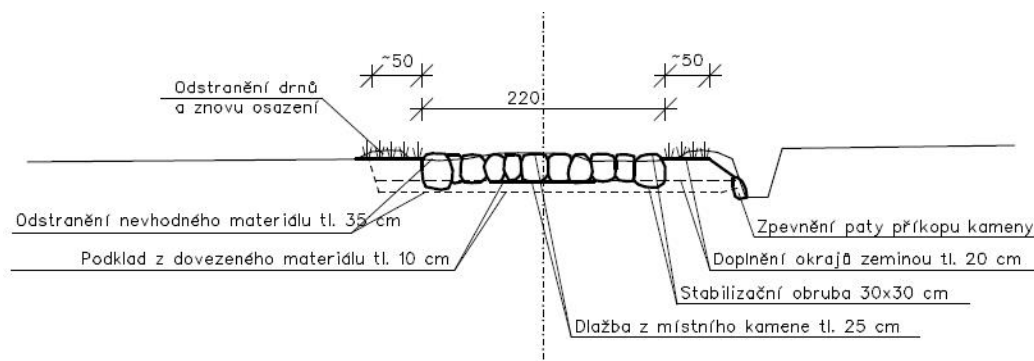


Obr. 3: Špatné odvodnění chodníku mezi Obřím sedlem a Obřím dolem. Foto autor

Ta těleso chodníku zaplavila a nutí některé turisty vybočovat na kraje chodníku, kde již zpevnění chybí. Půda se v těchto místech rozvolnila a vzniklé bahno přimělo turisty ke stále širšímu obcházení. V tomto úseku svodnice neplní svůj účel a vzniklé kaluže představují značný problém. Navíc významnou nevýhodou těchto jednoduchých pěšin je jejich značná prašnost.

### 3.5.2 Štětované chodníky

Jde o původní metodu úpravy povrchu cesty, typickou pro Krkonoše. Principem je použití co největších kamenů, tzv. „vazáků“, na vytvoření polí, která jsou následně vyplňována plochými kameny kladenými na výšku a vysypána jemnozrnným materiálem. Celé těleso je následně překryto obrusnou vrstvou zeminy bez humusové frakce. Taková cesta je schůdnější a nebahnivá, protože štětovaný podklad funguje jako velmi účinná drenáž. Část materiálu se může splavit do spár a vyplnit mezery, které nejsou z povrchu patrné. Časem se zemina zapracuje do spár kompletně a dotvoří tak suché pojivo mezi jednotlivými kameny. Jsou však případy, kdy dojde k vyplavení mimo těleso chodníku, a spáry jsou volné. To může negativně ovlivnit stabilitu jednotlivých kamenů.



Obr. 4: Vzorový řez tělesem štětovaného chodníku (projektová dokumentace k rekonstrukci turistického chodníku „Vosecká-Tvarožník“, projekční kancelář Ing. Jan Němeček, 2010)

Jedná se o nejdolnější typ chodníku. Jeho hlavní předností je dostatek spár, kudy může voda prosakovat do drenážní vrstvy. Poškozený štětovaný chodník je ovšem mnohem obtížněji schůdný než podobně poškozený dlážděný chodník a svádí turisty k obcházení. Tento problém se projevil například na Sněžce, kde bylo třeba na trase přes západní část instalovat kovové řetězové zábradlí, které jednak zamezuje vybočení turistů mimo chodník, a navíc poskytuje dostatečnou pomoc při sestupu nebo výstupu. Nevýhodou je neschůdnost v případě porušení chodníku – ten má pak schůdnost na úrovni skal a je velmi obtížné se po něm pohybovat. Mnoho turistů ho raději obejde.

Počátky historie štětovaných chodníků sahají do 80. let 19. století. Vznikaly na

hřebenech a v horských údolích Krkonoš, a to z praktických důvodů vytvoření odolné cesty sjízdne na rohačkách – dopravních saních.



Obr. 5: Rozrušený a neudržovaný štětovaný chodník na jižním svahu těsně pod vrcholem Sněžky.  
Foto autor

Jedná se o 20 až 40 cm vysoká a 1 až 2 metry široká tělesa ze stavebního kamene získávaného většinou z bezprostřední blízkosti stavby. Kameny se vybírají pečlivě a vzniklé díry v terénu po jejich vykopání se většinou ponechávají volně a příroda sama je přibližně během dvou let dostatečně rozruší a začne zahlazovat.

V případě nedostatku materiálu se kámen bere z předem určeného lomu. Nejvhodnějším kamenem pro stavbu je rula, popřípadě žula. Fylit je značně lámavý a nejméně vhodný je na stavbu svor. Kameníci si musí většinou poradit s tím, co je k dispozici. KRNAP uvádí, že při stavbě cesty přes Svorovou horu bylo při získávání materiálu třeba lidského řetězu 40 dělníků, kteří si tři týdny ručně předávali balvany z rozebrané vrcholové mohyly. Výjimečně se k dopravě využíval i vrtulník.

Pokud je připravené vyrovnané podloží, je prvním krokem výstavby položení obruby. Ta se skládá z vazáků a běhounů. Do této ohrádky se pak vkládají menší

kameny, které se klínují ještě menšími atd. Tak vzniká téměř zcela vyplněný prostor, zůstávají jen malé škvíry, které ovšem působí jako drenáž a jsou tedy žádoucí. Kompaktnost pak zaručuje značnou odolnost proti erozi. Běhouny a vazáky často váží i několik set kilogramů, takže pokud není dostupná mechanizace, je třeba většího počtu dělníků se sochory, kteří kámen usazují.

Z praxe se doporučuje umístit větší kameny coby běhouny a lehce zakopat, zatímco menší kameny použít jako vazáky. Do roku 1945 se výplňové kameny pokládaly kolmo na směr cesty. V současnosti se kameny kladou po směru cesty. Jde ale spíš o teoretický základ, v praxi jsou kameny ukládány, jak to jde.

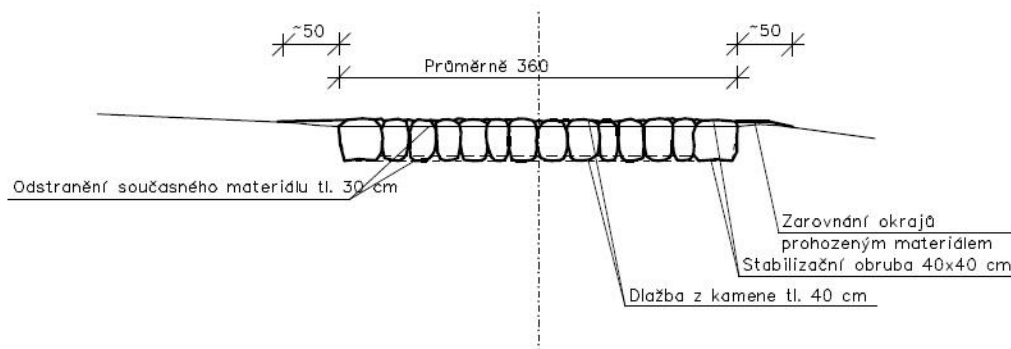


Důležité je, aby lícová strana kamene byla co nejplošší, a důraz je kladen na celkové zarovnání pochozí plochy.

Obr. 6: Rozdílný přístup k rekonstrukci chodníku Jantarové stezky. V popředí polské dláždění, na pozadí české štětování. Foto autor

Do chodníku se zabudovávají v rozmezí 8 až 20 metrů svodnice. V příkrých místech je možno vystavět i kamenné schody. Pokud jsou cesty ve svahu podkládány opěrnými zídkami, ty se staví také nasucho a štětují se jak zídky, tak prostor za nimi, aby nedošlo k vyvalení. Projekty KRNAPu pro štětované chodníky počítají většinou s podkladovou vrstvou drceného kameniva frakce cca 0-32 mm o tloušťce 10 cm. Pro obrubu se dnes používají spíše menší kameny, většinou o rozměrech 30 x 30 cm v příčném řezu. Opět se však jedná spíš o teoretický základ, v praxi se používají dostupné kameny.

### 3.5.3 Dlážděné chodníky



Obr. 7: Vzorový řez tělesem dlážděného chodníku (projektová dokumentace k rekonstrukci turistického chodníku „Vosecká-Tvarožník“, projekční kancelář Ing. Jan Němeček, 2010)

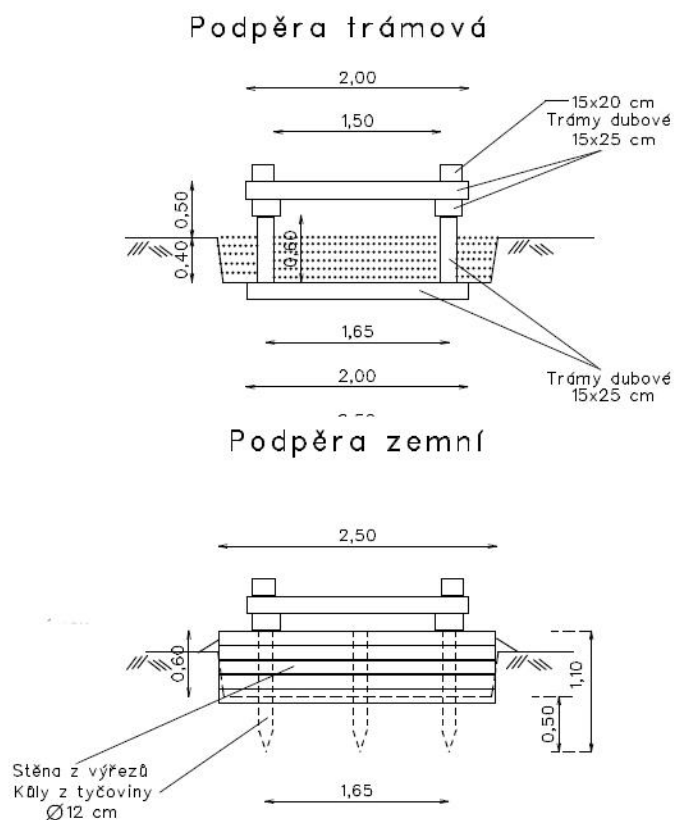
Jedná se o chodníky podobné chodníkům štětovaným, jsou ovšem náročnější na materiál. Vyžadují buď dlažební kostky, nebo se staví z místně dostupných kamenů, které nejsou vhodné pro stavbu štětovaného chodníku. Dlážděné chodníky v extravilánu se často nacházejí v blízkosti koryt vodních toků, kde se jako materiál používají kameny z toku. Ty bývají značně obroušené, a tedy nejsou vhodné pro štětování.



Obr. 8: Dlážděný chodník vedoucí podél Labe u Medvědího kolene. Foto autor

Toto zpevnění povrchu je značně náročné na zarovnání. Kameny nemívají žádnou rovnou plochu, popřípadě jsou okraje ploché části už značně zaobleny. Vytváří se tak nerovný, boulovitý povrch, který není uživatelsky přívětivý. Značná neforemnost kamenů navíc vytváří široké spáry, které je třeba vyplnit jemnozrnným materiálem a hrozí jeho vyplavení. Časem dochází často k uvolnění a pohybu kamenů a ze schůdné cesty se stává překážka, kterou turisté obcházejí a poškozují tak okolní porosty.

### 3.5.4 Dřevěné povalové chodníky



Obr. 9: Vzorový řez tělesem povalového chodníku (projektová dokumentace k rekonstrukci turistického chodníku v rámci akce „Revitalizace rašeliniště Pančava“, projekční kancelář Ing. Jan Němeček, 2013)

Jedná se o chodníky, které se používají ke zpřístupnění zamokřených lokalit, případně ve svazích, kde není žádoucí provádět velké zemní úpravy. V zásadě existují povalové chodníky volně položené na terénu, mohou být ale také pokládány na pilotech. Základem bývají hranoly z dubového nebo modřínového dřeva o rozměrech zhruba 20 x 15 cm. Kolmo na nosníky se pokládají mostiny, které jsou na krajích překryty obdobnými trámy tvořícími obrubu. Pokud je třeba držet chodník nad úrovní terénu, používají se kamenné hrázky z rovnaniny vložené mezi dvě dřevěné stěny z kuláčů a do mezípolí se vkládají masivní kuláčové podpěry.



V případě méně vytižených a exponovaných úseků je možné použít menší rozměry pochozích trámů, využití nacházejí fošny různých tloušťek, nejčastěji 40 a 50 mm, které se šroubují nebo přitloukají na povalové trámy. Uplatňují se i materiály na bázi dřeva, jako je WPC.



Obr. 10: Povalový chodník nad Úpským rašeliništěm. V popředí nástupní rampa, v pozadí jedna z opěrných zídek. Foto autor



Obr. 11: Povalový chodník z rozměrově menších dílů u vodní nádrže v Peci pod Sněžkou. Foto autor

### 3.5.5 Další typy

Dále se v současné době, zejména v parkových úpravách, využívají tzv. mlatové chodníky. Jde v zásadě o kalený štěrk, případně recyklát, minerální beton atp. Jedna z používaných skladeb je o tloušťce 300 mm, kdy je na ztuhlou zeminu položena 150 mm vysoká vrstva štěrku. Na tu je následně položena vrstva o tloušťce 150 mm složená z mechanicky zpevněného kameniva – minerálního betonu složeného ze zrnitostních frakcí 8-16 (70 %) a 0-4 (30 %). Optimální vlhkost směsi je 5-7 %. Po ztuhnutí se konstrukce pohodí drtí 0-4 mm a provede se finální ztuhnutí. (Stern, 2015)

Často se před položením štěrku na pláň umísťuje ještě geotextilie. Pro tyto typy cest je však třeba velmi pečlivé odvodnění a jsou vhodné spíše do rovinných terénů.

### 3.6 Predikace a modelování eroze

S rozvojem Geografických informačních systémů (GIS) se objevily nové možnosti predikce a modelování eroze obecně, tedy i eroze lesních cest.

V zásadě se existující modely dělí do dvou kategorií:

- 1) Empirické modely – řeší problematiku statistickou analýzou vztahů mezi erozí a různými proměnnými.
- 2) Fyzikální modely – k erozi přistupují jako k fyzikálnímu procesu probíhajícímu s určitými zákonitostmi.

Tyto modely dle zadaných parametrů simulují infiltraci, skládání odtokových proudů a spolu s výpočty rovnic zachování energie a hmoty přinášejí často velmi detailní výsledky. (Merritt, 2003)

Modely lze také dělit podle časového období predikce:

- 1) Modely události – predikují erozi způsobenou jednou událostí – srážkou.
- 2) Modely průběžné – predikují průběžnou erozi a jejich výsledkem tedy bývá souhrnný roční úbytek.

Většinou platí, že modely průběžné jsou empirické a modely událostí jsou fyzikální. (Fu, 2010)

Mezi empirické modely patří například ROADMOD (Anderson, 1998), WARSEM (Dubé, 2004), STJ-EROS (Ramos-Scharrón, 2007). Jejich hlavním problémem je nicméně aplikovatelnost v jiném prostředí, než ve kterém probíhal sběr dat.

Mezi modely fyzikální se řadí například WEPP (Anderson, 1998), KINEROS2 (Smith, 1995).

### 3.7 Měření eroze

Pro posouzení eroze je vhodné volit efektivní metody, které jsou provozně využitelné.

Pro FAO uvádí Hudson (1993) několik metod měření:

### 3.7.1 Bodové měření na kolíku

Využívá pevného kolíku, který je zatlučen do země a následně se měří, nakolik se zvětšuje jeho odhalená část úbytkem okolní půdy. Kolíky se zatloukají v různých sponech a tvoří měřicí síť. Tato metoda se využívá pro plošná měření a pro zachycení proudění vody na ploše – umožňuje sledovat nejen množství, ale i umístění a gravitování eroze. Doporučuje se použití ocelových armovacích tyčí menších průměrů. V případě umístění v exponovaných lokalitách, nebo místech, kde je pravděpodobná krádež, navrhuje Hudson využití jiných materiálů pro kolíky – dřevo nebo bambus. Tuto metodu použil například Takei (1981) pro měření eroze na horském svahu v Japonsku. Problémem, s nímž je třeba počítat, je skutečnost, že se tyto tyče nemusejí být stabilní. Mohou se pohybovat jak výškově, působením mrazu, tak stranově, pokud není svah stabilní. (Cafferata, 2008) Pak dochází ke znehodnocení výsledků. Nespornou výhodou je technická nenáročnost, relativně nízká cena a snadné měření.

### 3.7.2 Kolíkové mosty

Tento způsob měření je podobný předchozí metodě, využívají se dva kolíky, které mezi sebou vytvářejí měřený profil a svou výškou udávají rovinu, od které lze měřit výšku v profilu. Tato metoda má obdobné klady a zápory jako metoda bodového měření, tedy náchylnost ke změnám umístění. To lze částečně eliminovat využitím vhodných kolíků, např. geodetických označovníků. Problémem se pak ovšem stává skutečnost, že usazováním takového kolíku dojde k narušení půdy v okolí, a tedy ke změnám v chování vůči erozi. Nicméně toto lze řešit umístěním kolíků v dostatečném odstupu od části profilu, která nás skutečně zajímá, a ponecháním ladem určitou dobu před začátkem měření, aby si vše mohlo „sednout“.

U těchto měření profilů lze použít několik způsobů:

a) Měření pravítkem od roviny vytyčené lankem nebo latí.

Tento způsob je technicky nejméně náročný. Využil jej například Suchý (2006) při měření sešlapu na turistických trasách v Krkonoších. Mohou nastat problémy, jako je chyba měření daná průhybem latě nebo prověšením lanka. Pokud jde pouze o měření změny výšky, resp. hloubky od referenční hladiny, a předpokládá

se stejný průhyb měřícího aparátu během všech měření, lze tuto negativní vlastnost ignorovat.

#### b) Měření pomocí mechanických profilových měřičů

Využívá se zejména v zemědělství, kde se měří eroze příkopů a brázd, tedy poměrně malých útvarů. Ačkoli se jednotlivé měřiče liší, hlavní koncept zůstává stejný. Od referenční hladiny se skrz rám spustí k půdě pruty, které lze následně zafixovat na místě a odečíst hloubku jejich zapuštění pod referenční hladinu. Takový lehký přenosný systém prezentoval například Kornecki (2008).

Modifikovaným přístupem je místo manuálního odečítání hloubky přidat rameno s fotoaparátem, který vždy ze stejného místa bude pořizovat snímky, z nichž se následně odečtou hodnoty. Tento postup se využíval jak s klasickým, tak digitálním fotoaparátem, případně digitální kamerou. U klasické fotografie se prováděla digitalizace (Wagner, 1991) a u digitálních přístrojů se zkoušelo provádět výpočty přímo na místě měření (Hegazy, 2013).

#### c) Elektronické měření

S využitím nových technologií se možnosti elektronického měření značně rozšířily. Zvýšila se přesnost stavebních laserů s krátkým dosahem (některé dosahují přesnosti  $\pm 2$  mm).

V některých klimatických podmínkách jsou ale s těmito metodami měření problémy. Silný déšť, mokrá půda, špatná odrazivost atd. nejenže působí nepřesnost měření, ale často měření zcela znemožní. Druhým problémem je vliv napadaného listí, stébel trávy atd., které mohou měřící techniku zmást a způsobit tak mylné údaje.

Alternativním řešením je například měření s využitím totálních stanic, jak ukázala například Tomczyk (2013). Tento způsob však vyžaduje stabilizovaný a ověřitelný výchozí bod.

### 3.7.3 Sedimentační brány/ploty

Jedná se o systém měření, který eliminuje mnohé nedostatky výše popsaných metod. Neměří úbytek půdy v profilu nebo u kolíku, kde měření může být kromě

výše uvedených problémů ovlivněno i sedimentací zeminy z míst výše na svahu (Cafferata, 2008), ale namísto toho měří akumulaci oderodované zeminy na geotextilní plachtě, která je na spodní části po svahu zvednuta plotovými nosníky a vytváří tak záchytnou kapsu. Následně je hmota usazená na geotextilii zvážena. Jedná se o poměrně levné řešení, nicméně na používané cesty není tento systém aplikovatelný.

### 3.8 Eroze LCS

Lesní cestní síť je jednou z nejdražších investic v lesním hospodářství. Je proto žádoucí udržovat ji v odpovídajícím dobrém stavu. Jako hlavní zdroj poškození vozovky vidí Juško (2007) špatné odvodnění vozovky. Následná vodní eroze působí nejen ekologické škody, ale také snižuje možnosti provozu, potažmo působí ztráty ekonomické.

Jako hlavní opatření proti vodní erozi na lesních cestách Juško uvádí dodržování stanoveného vybavení cest a jeho údržbě. Tedy jde hlavně o dodržování sklonu cest, zpevnění koruny, osetí výkopových a násepových svahů a vybudování nutného odvodnění.

Jak zmiňuje Klč (2007), odvodnění na lesních cestách je často opomíjené. Na 86,9 % lesních cest je odvodnění zajištěno pouze příčným sklonem vozovky. Svodnice jsou pro odvodnění použity na cca 2,7 % lesních cest. Dle normy (ČSN 73 6108, 2016) se svodnice doporučují od podélného sklonu 6 % - takových lesních cest je přes 35 % (Klč, 2007), a v rozestupu odpovídajícímu sklonu.

Přitom zahraniční literatura navrhuje svodnice už od menších podélných sklonů. Publikace USDA Forest Service Water/Road Interaction: Introduction to Surface Cross Drains (1998) doporučuje svodnice od podélného sklonu 2 % a při plánování rozestupu zohledňuje kromě sklonu i erodovatelnost použitého materiálu. Rozestupy dále upravuje podle jejich umístění v rámci geomorfologie terénu a v případě vypočteného rozestupu menšího než 20 m doporučuje použít 20 m rozestup a aplikaci dalších protierozních opatření.

Svodnice mohou být kovové, vyrobené ze dřeva či z plastu. V místech, kde je cizorodý materiál nežádoucí, lze použít svodnice z místního kamene. Alternativním řešením je vytvoření „vlny“ na tělesu cesty, která bude plnit funkci svodnice. Toto řešení je využitelné především u zemních cest.

Dalším, poměrně novým řešením je instalace gumového pásu. Pokládá se podobně jako svodnice, ale na rozdíl od ní vystupuje na povrch. Jde o pás 30 cm široký a 2 cm vysoký, zakopaný ze dvou třetin pod povrch vozovky, kde je vruty připevněn k zapuštěnému dřevěnému prahu. Nevýhodou je potřeba instalace na místě, nejde o prefabrikát. Zároveň cena je vyšší než u klasických svodnic. Navíc tento způsob lze vzhledem k vyčnívající gumě na úroveň vozovky použít jen na cestách, které není třeba důrazně udržovat. (Rubber Waterbars, 2011)

### 3.9 Kunratický les

Komplex Kunratického lesa se rozkládá na jihovýchodním okraji Prahy. Celková rozloha činí 284 ha, z čehož je 278 ha lesní půda.

Les se nachází na pražské pánvi paleozoika Barrandienu. Převažující horninou je zde břidlice jílovitá. (Česká geologická služba, 2017)

Lesní komplex se nachází v 1. a 2. lesním vegetačním stupni v Přírodní lesní oblasti 17 – Polabí.

Převažujícími edafickými kategoriemi jsou K, I, S, Z a C.

Hlavní dřevinou je dub letní (*Quercus robur*), podíl zastoupení 40 %, dále smrk ztepilý (*Picea abies*) 20 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) – 13 %, habr obecný (*Carpinus betulus*) – 5 %, dalšími dřevinami se zastoupením pod 5 % jsou lípa srdčitá (*Tilia cordata*), modřín opadavý (*Larix decidua*), bříza bělokorá (*Betula pendula*) a další. (Kunratický les, 2007)

Les jako majetek Hl. m. Prahy je spravován organizací Lesy hl. m. Prahy a je certifikován v rámci certifikačního systému FSC.

### 3.10 Turistický ruch v Kunratickém lese

Les je obklopen zástavbou – rozlehlým sídlištěm Jižní město a Roztyly z východu, spořilovskou zástavbou ze severu a Kunraticemi z jihu. Ze severu na les navazuje areál Nemocnice Krč – dříve sídliště sociálních bytů.

Mezi turisticky vyhledávané památky patří zřícenina hradu Nový Hrádek a přírodní památka Údolí Kunratického potoka. Ta obsahuje mimo cenných profilů spodního ordoviku také xerothermní skalky a polopřirozená lesní společenstva. I díky těmto zájmovým bodům je Kunratický les protkán cyklotrasami A212, A22, A215, žlutou, zelenou a modrou turistickou trasou a trasou pro vozíčkáře. Hl. m. Praha uvádí návštěvnost až 2 milióny návštěvníků ročně. Novák (2004) nicméně uvádí roční návštěvnost minimálně na úrovni 678 tisíc. V přepočtu na rozlohu jde tedy o roční zatížení 2387 osob/rok/ha. Průměr ČR v letech 1994-2015 je dle MZe 86,5 osob/rok/ha (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2015, 2016).

Dále při zkoumání turistické vytiženosti sledoval Novák počty pěších a cyklistů vstupujících na hlavních vstupních místech. Vjíždějící cyklisté tvořili v průměru 17 % vstupujících osob.

Měsíční počty návštěvníků se zásadně liší. Nejmenší návštěvnost byla zaznamenávána v letních měsících. Důvodem jsou zřejmě prázdniny a dovolená a odjezd řady obyvatel z města. Největší návštěvnost pak byla na jaře a na podzim. Novák (2004) se dále zaměřoval na proměření cest a pěšin v Kunratickém lese. Ačkoli jeho klasifikace cest nerespektuje užívanou terminologii a neklasifikuje lesní cesty dle normy, dochází k některým zajímavým výsledkům. Na ploše Kunratického lesa je více než polovina z rekognoskovaných cest a pěšin samovolně vyšlapaná (32,7 km z celkové délky všech cest 59,5 km). Průměrná šířka těchto pěšin byla vypočtena jako průměr pěti měření v různých místech s výsledkem 0,87 m. Pět měření na 32 km délky je nicméně dost málo. Stejně tak šířky dalších jeho klasifikovaných typů cest jsou sporné z hlediska hodnot, které neodpovídají standartním doporučeným rozměrům. Např. u asfaltových cest Novák uvádí průměrnou šířku 3,26 m, přičemž například Tománek (2011) u bitumenových



vozovek uvádí změřenou šířku 3,47 m.

Novák používá tyto změřené průměrné šířky pro výpočet plochy zabrané cestami a pěšinami a dochází k závěru, že tato síť zabírá 3,6 % povrchu Kunratického lesa, zároveň spekuluje, že díky prvkům jako vyšlapané oblouky u křižovatek, hřištím atd. je reálná obnažená a vegetace zbavená plocha 4-5 %. K podobným závěrům došel například při svém výzkumu stezek v Austrálii Ballantyne. Podle jeho studie bylo sítí turistických chodníků přímo ovlivněno 5,7 % lesní půdy. (Ballantyne, 2014).

#### 4 Metodika

Pro výběr měřících profilů byla nejprve provedena analýza v programu ArcMap 10.1. Jako podkladová data byly využity veřejně dostupné vrstvy poskytované Institutem plánování a rozvoje hl. m. Prahy. Nejprve byly 1m vrstevnice převedeny na digitální model terénu (DMT). Pro nezkreslení okrajů modelu bylo funkcí buffer zahrnuto okolí Kunratického lesa vymezeného polygonovou vrstvou lesa v šířce 100 m.

Následně se použila vrstva veškerých tras evidovaných magistrátem hl. m Prahy. Sklon cesty neodpovídá sklonu terénu, a konstrukční sklon magistrát neeviduje - bylo proto potřeba ho vypočítat.

Za tím účelem byly cesty rozděleny na díly po 10 m pomocí příkazu „Divide line by length“. (Jones, 2012) Příkaz vyžaduje manuální kontrolu, protože některé úseky nedorozdělí – na tyto úseky delší než 14 m se příkaz aplikoval znovu. Následně se úsekům cesty přiřadila nejvyšší a nejnižší výška a délka povrchu podle DMT přes funkci ArcMap „Add surface information“.

Poté se vypočítal sklon v procentech jako:  $(\text{nejvyšší výška} - \text{nejnižší výška}) / \text{délka}$ . Následně byla podle sklonu a s ohledem na očekávané turistické vytížení vybrána místa s různým sklonem a v různých částech cestní sítě. Určeno tak bylo třináct hlavních měřících profilů a dva záložní. Jejich pozice byla zaměřena pomocí GPS Garmin Foretrex 401 a přichýlena k nejbližšímu bodu vrstvy cest. Výsledné zhodnocení sklonu ukazuje mapa č. 1.

Pro měření na daných profilech byla zvolena metoda kolíkových mostů. Po stranách tras byly na vybraných místech zatlučeny geodetické označovníky z armovacích tyčí s protipohybovými listy. První měření začalo měsíc po zatlučení, aby se vyloučil možný prvotní pohyb kolíků. Měření probíhalo od roviny vytyčené napnutým lankem vedoucím přes ploché hlavy označovníků.

Pokud se takto natažené lanko v některém místě dotýkalo cesty, byly na označovníky položeny nástavce, aby se celá rovina zvedla.



Obr. č. 12: Použité geodetické označovníky z roxoru s přivařenými protipohybovými listy. Foto autor.

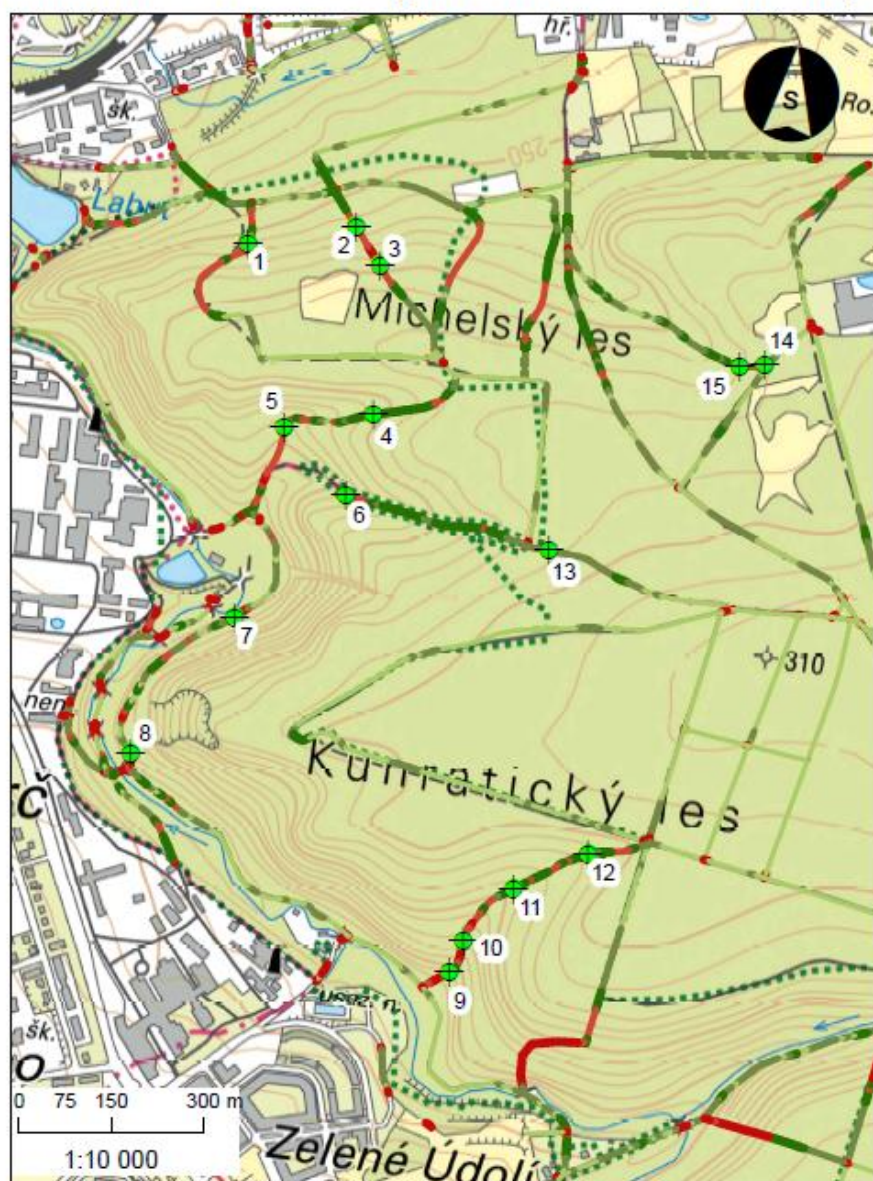
Měřilo se po deseti centimetrech, vždy od středu levého označovníku k pravému při pohledu do svahu. Pro měření byl použit skládací metr a pohyblivá jehla pro určení výšky, aby se minimalizoval vliv oka měřiče při nestandardní pozici měření.

Měření probíhalo jednou za měsíc. V zimním období, kdy byl povrch namrzlý nebo pod sněhem, měření neprobíhalo, protože jeho výpovědní hodnota by byla nízká. Při měření byl směrem do svahu po cestě v dostatečné vzdálenosti umístěn výstražný trojúhelník pro upozornění cyklistů. Zároveň byla přímo u měřeného profilu položena výstražná páska, aby případní chodci měli představu, kde se lanko nachází. To totiž svou barvou splývalo s okolím a pro mnohé bylo obtížné ho najít a překročit. Navzdory těmto opatřením většina cyklistů brzdila na poslední chvíli a několikrát ignorovali i varování a prosbu o zpomalení. To v jednom případě vyústilo v přetržení lanka. Pro podobné výzkumy tedy doporučujeme dohodnout s majitelem a správcem pozemku možnost uzavření trasy v době měření.

Dále se při terénních pracích zaznamenal skutečný sklon v místě profilu, měřený sklonoměrem, a vzdálenost od výše položené svodnice.

Z mapového portálu ÚHÚL bylo pro jednotlivé profily zjištěno, na jakém typu cesty se nacházejí. Kromě kategorie lesních cest se zjišťoval i slovní popis stavu. Dále se při terénním šetření zapisoval povrch cest. Zjištěné skutečnosti shrnuje tabulka č. 2

## Lokalizace měřících profilů pro měření turistické eroze v zájmovém území Krčský les



umístění měřících profilů

### sklon cest

- 0 - 3 %
- 4 - 8 %
- 9 - 12 %
- 13 - 20 %
- 21 + %

profil	vzdálenost od svodnice výše (m)	vypočtený sklon	profil	vzdálenost od svodnice výše (m)	vypočtený sklon
1	15,6	20	9	21,5	15
2	16,9	17	10	20,8	19
3	18,9	14	11	23,4	30
4	8,5	9	12	9,1	5
5	17,6	19	13	9,1	6
6	7,8	12	14	není	7
7	není	17	15	10,4	10
8	není	12			

Podkladová data:

Pěší trasy - datový podklad © IPR Praha využito pod licencí CC BY-SA 4.0  
 Vrstevnice 1 m datový podklad © IPR Praha využito pod licencí CC BY-SA 4.0  
 Základní mapy ČR 1:25 000 □ Český úřad zeměměřický a katastrální

Ondřej NUHLÍČEK  
 Praha 2017

Obr. č. 13: Mapa lokalizace měřících profilů.

Tabulka č. 2: Přehled informací o profilech

Profil č.	Sklon vypočtený v ArcMap	Zařaze ní dle ÚHÚL	Popis dle ÚHÚL	Povrch	Souřadnicie WGS 84	
					N	E
1	20	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,034026 96	14,462347 04
2	17	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,034518 98	14,464804 03
3	14	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,034008 02	14,465483 97
4	9	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,031781 03	14,465715 98
5	18	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,031417 00	14,463685 97
6	11	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,030557 02	14,465337 03
7	12	-	-	zemní	50,028554 00	14,463220 02
8	12	-	-	zemní	50,026398 00	14,461320 01
9	15	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,023768 01	14,469223 97
10	17	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,024301 02	14,469420 03
11	10	2L2	dostatečně zpevněné	šterk	50,025151 03	14,470356 03
12	5	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,025831 97	14,471906 01
13	6	2L2	dostatečně zpevněné	provozní zpevnění	50,030215 04	14,470091 00
14	7	2L2	Nedostateč ně zpevněné	šterk	50,033281 98	14,474394 01
15	10	2L2	nedostateč ně zpevněné	šterk	50,033181 98	14,473819 02

Pro vyhodnocení bylo třeba nejprve zjistit, zda v jednotlivých profilech dochází ke změnám. Předpokladem je normální rozdělení změn.

Byl použit Studentův jednovýběrový t-test. Testovala se hypotéza, že výběrový

soubor, tj. hodnoty v měřících místech profilu, mají stejnou střední hodnotu, jako kdyby k žádné změně nedocházelo, tedy že by se změna rovnala nule.

Testová statistika je následující:

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}$$

kde  $\bar{x}$  je výběrový aritmetický průměr prvního souboru,  $\mu_0$  je konstanta – střední hodnota základního souboru = 0,  $s^2$  je rozptyl a  $n$  je velikost souboru. Stupňův volnosti je pak  $(n - 1)$ , kde  $n$  je velikost souboru – počet změřených hodnot.

## 5 Výsledky

Tabulka č. 2 shrnuje dosažené hodnoty hladiny spolehlivosti pro jednotlivé profily. Profily, kde se potvrdila statisticky významná změna, jsou zvýrazněny zeleně, oproti červeně zvýrazněným profilům, kde eroze nebyla statisticky významná

(P-value >0,05.)

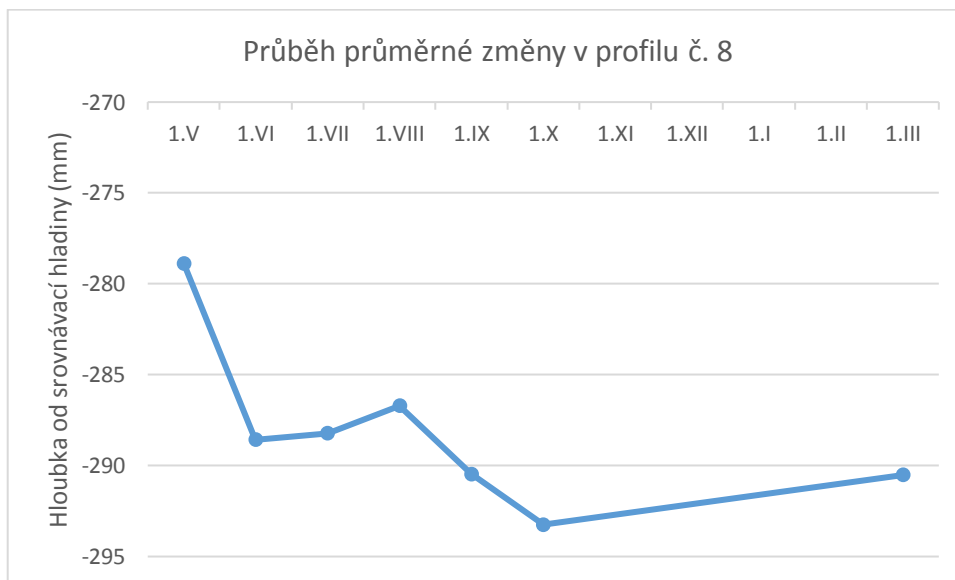
Z tabulky č. 3 jsou patrné dva extrémy – úbytek v profilu č. 8 a nárůst v profilu č. 11. Vývoj změn v těchto profilech je podrobně zobrazen graficky v příloze č. 3 na listech příslušných profilů.

Tabulka č. 3: Statistická významnost změn v profilech

Profil č.	$P(T \leq t) (2)$	Suma eroze v profilu (mm)	Průměrná změna v profilu (mm)
1	0,009936861	-164	-4,1
2	0,000829631	130	4,2
3	0,270405545	-45	-1,3
4	0,002000296	64	2,4
5	0,00231561	-108	-3,4
6	0,194269276	-73	-2,4
7	3,52529E-05	181	6,0
8	1,01379E-06	-431	-11,6
9	0,389768436	-57	-1,4
10	0,006858415	-226	-5,7
11	1,82641E-10	503	12,9
12	0,01170333	120	3,2
13	0,004273773	143	3,7
14	0,038890934	30	0,8
15	2,10677E-07	10	0,3

### 5.1 Extrém v profilu č. 8

V grafu č. 1 můžeme vidět průběh průměrné změny mezi měřeními v profilu č. 8



Graf č. 1 Průběh průměrné změny v profilu č. 8

Průběh eroze (růst hodnot do záporu) byl největší na přelomu jara a léta a na podzim. To odpovídá obecně zjištěnému průběhu. V případě tohoto profilu se jedná o cestu nezpevněnou, bez podélného nebo příčného odvodnění v plném zářezu. Navíc se jedná o páteřní turistickou a cyklistickou trasu. Mezi hřebenem cesty a profilem není jediná svodnice, sklon v místě měření je 12 %. Tato cesta nebyla ÚHÚL označena za lesní.

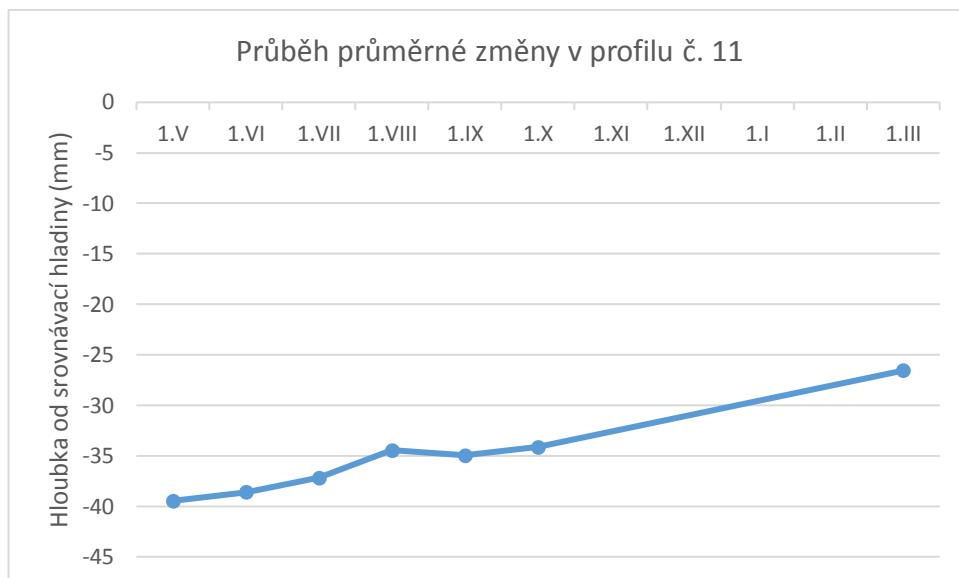


Obr. č. 14: Umístění profilu č. 8 v terénu. Foto autor.

## 5.2 Extrém v profilu č. 11

V profilu č. 11 je situace jiná. Průběh změn vykazuje téměř lineární trend přírůstu v profilu, jak ukazuje graf č. 2.





Graf č. 2 Průběh průměrné změny v profilu č. 11

Profil č. 11 se nachází v polovině spojovací cesty mezi horním a spodním okruhem cest. Od výše položené svodnice je vzdálen 23,4 m. Sklon v místě profilu je 11 %. Odvodnění je řešeno příčným sklonem cca 4 % směrem po svahu.

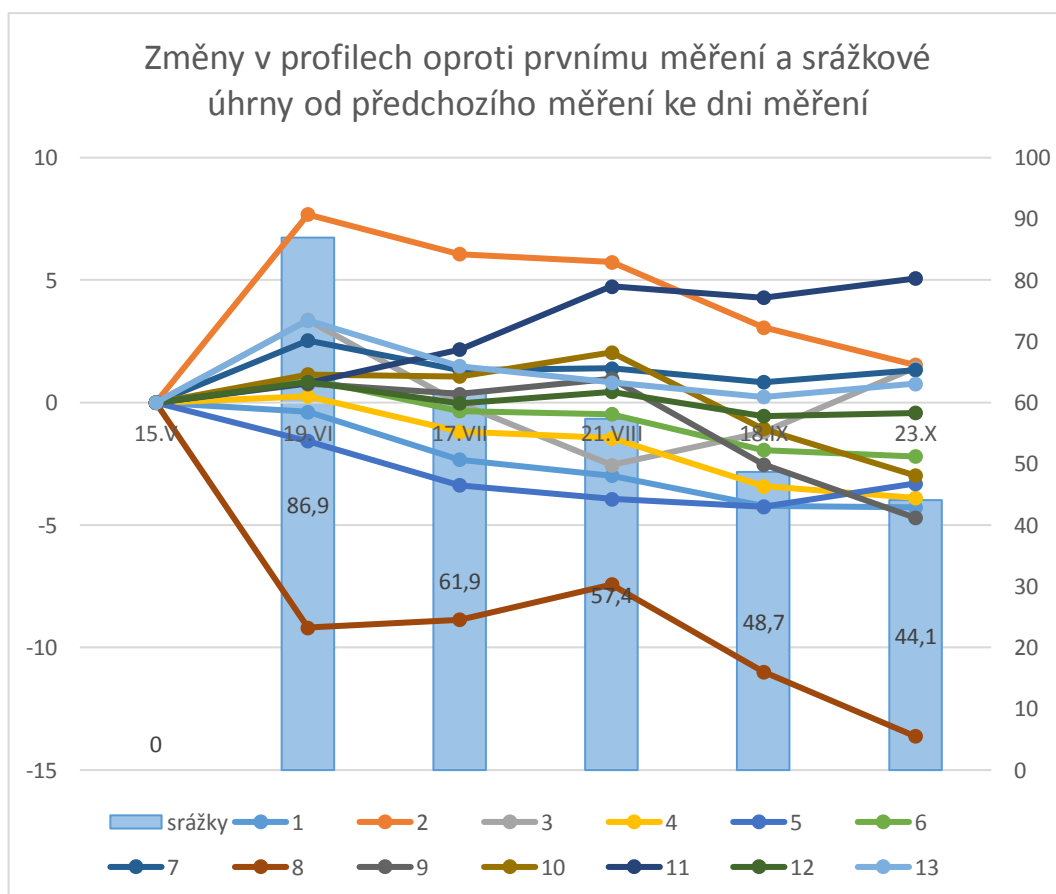


Obr. č. 15: Umístění profilu č. 11 v terénu. Foto autor.

### 5.3 Vývoj změn v profilech 1-13 a vliv srážek

Pro posouzení srážek byla využita meteorologická data ČHMI za rok 2016 z měřicí stanice Klementinum (Denní data ze stanice Praha Klementinum., 2017). Vzdálenost stanice od středu Kunratického lesa je 7,6 km. Data z bližší stanice Libuš, která je vzdálená 2,8 km, nebyla k dispozici. Denní úhrny byly sečteny vždy za dny mezi měřeními. Den měření se započítával do dalšího měření. Vzhledem k nástupu mrazu a sněžení se data srážek vyhodnocovala pouze za rok 2016.

Z grafu č. 3 lze sledovat možný vliv srážek na výsledky. Ten je nicméně neprůkazný, neboť celkový úhrn srážek působí spolu s mnoha dalšími faktory, které nebyly sledovány. Mezi ně patří například intenzita jednotlivých srážek, intercepce korunovým patrem stromů atd.



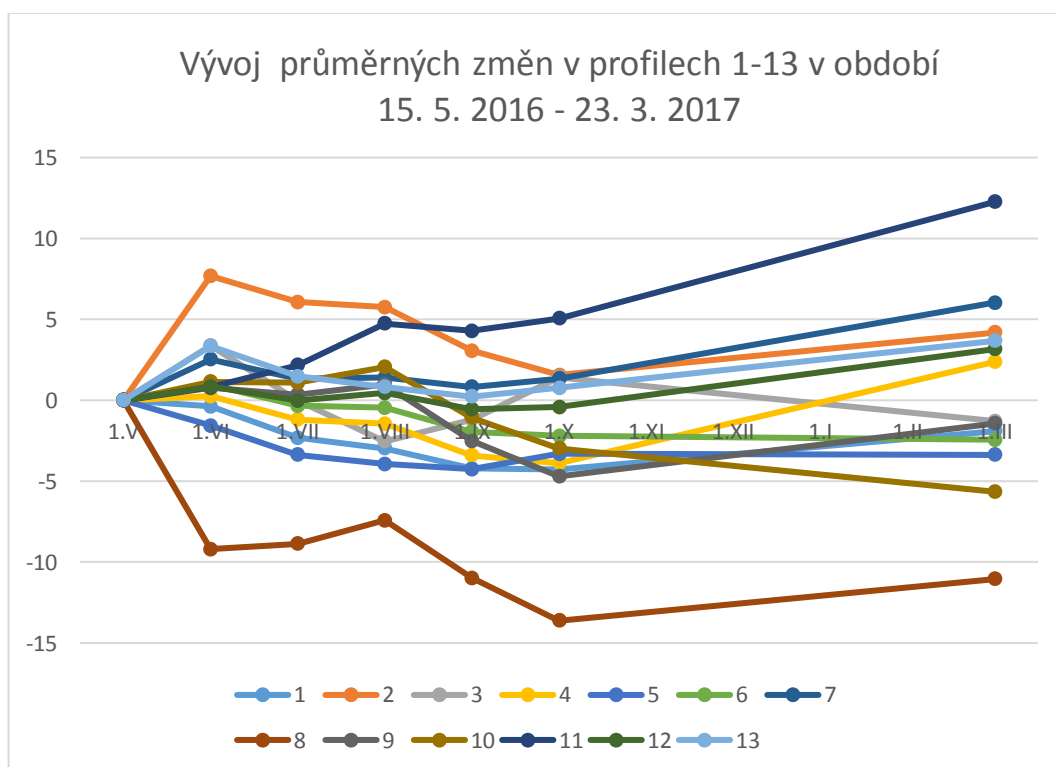
Graf č. 3 Změny v profilech oproti prvnímu měření a srážkové úhrny od předchozího měření ke dni měření.

#### 5.4 Vliv zimního období na změny v profilech

Na grafu č. 4 je vidět vliv zimního období. Ve valné většině případů došlo k přírůstku hmoty v profilu. Nakolik je toto měření ovlivněno mrazovým rozpínáním a vytažením kolíků je otázka. Výjimku tvoří profily č. 3, a 10, kde je úbytek dobře patrný.

U profilu č. 3 to lze vysvětlit pojezdem těžební techniky, neboť v okolí probíhala v zimním období těžba.

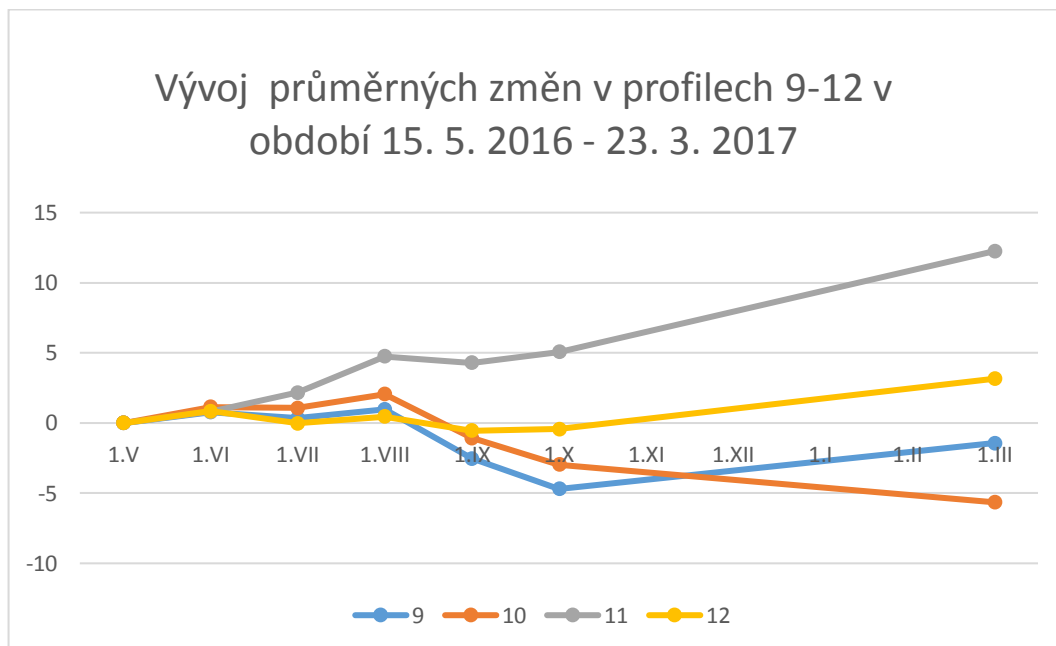
U profilu č. 10 došlo během zimního období k uvolnění kolíku, který se částečně pohyboval, a měření tedy bylo s největší pravděpodobností ovlivněno touto skutečností. To ostatně podporuje i graf č. 5, kde je vidět průběh změn na 4 profilech (9-12) které jsou všechny umístěny na jedné cestě (viz mapa - obr. č. 13).



Graf č. 4: Vývoj průměrných změn v profilech 1-13 v období 15. 5. 2016 - 23. 3. 2017

Z grafu č. 5 vidíme, že zmíněný profil č. 10 má podobný průběh jako profil č. 9. Je velmi nepravděpodobné, že by najednou došlo k místní změně, která by ovlivnila

jen jeden z profilů, pokud nešlo o uvolnění kolíku. Těžba v okolí profilu č. 10 neprobíhala.

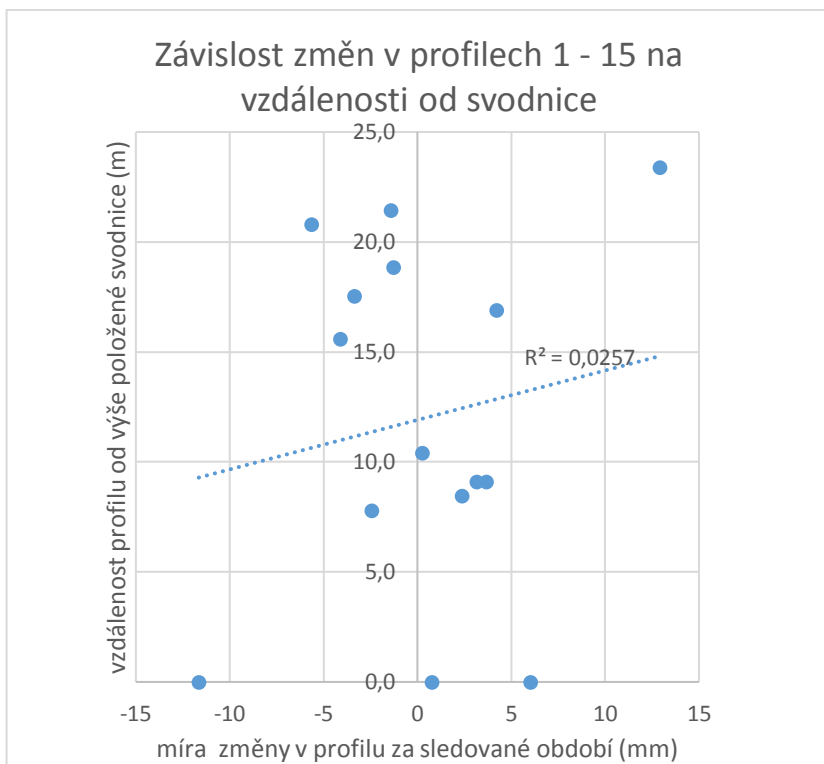


Graf č. 5 Vývoj průměrných změn v profilech 9-12 v období 15. 5. 2016 - 23. 3. 2017

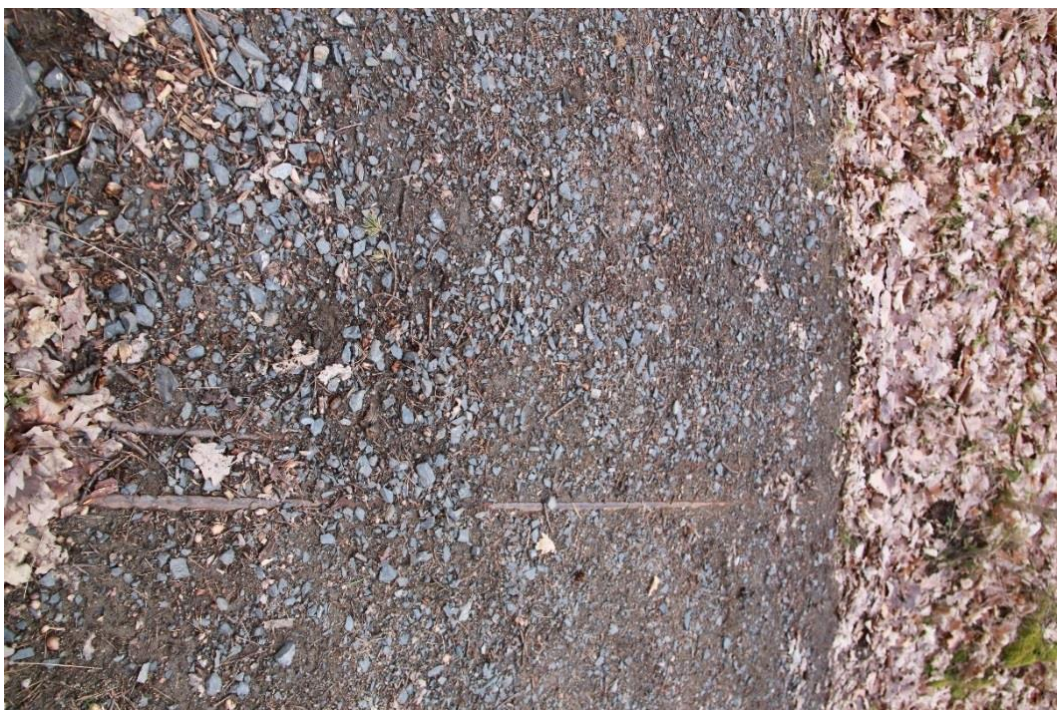
### 5.5 Eroze a svodnice

Ačkoli většina profilů měla nad sebou svodnice, vliv těchto na míru změn v profilech nebyl prokázán, jak ukazuje graf č. 6.

Nutno podotknout, že nebyl sledován průběh stavu svodnic. Některé byly nicméně v žalostném stavu – často zcela zasypány materiálem, a nemohly tak dál plnit správně svou odvodňovací funkci.



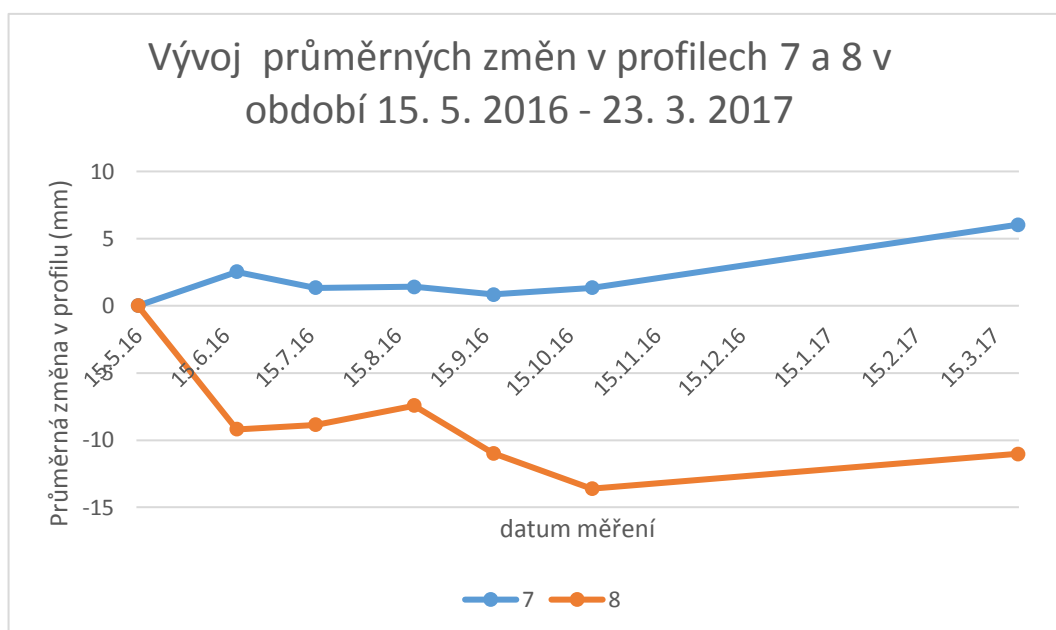
Graf č. 6: Závislost změn v profilech 1 - 15 na vzdálenosti od svodnice



Obr. č. 16: Zanesená svodnice nad profilem č. 4. Foto autor.

## 5.6 Stav na cyklotrase A212 / žluté turistické trase v profilech č. 7 a 8

Během jednotlivých měření se jednalo vždy o nejrušnější cestu v zájmovém území. Některé její části, které nebyly předmětem zkoumání, mají zpevněný povrch asfaltem. Na zkoumané části takové zpevnění chybělo. Průběh na zkoumaných profilech 7 a 8 zobrazuje graf č. 7



Graf č. 7 Vývoj průměrných změn v profilech 7 a 8 v období 15. 5. 2016 - 23. 3. 2017

Zatímco profil č. 8 byl rozebrán výše a vykazuje úbytek materiálu, profil č. 7 vykazoval menší změny, a to navíc převážně v kladném směru, tj. v profilu probíhala sedimentace. Tento profil se nachází v místě, kde se cesta zařezává do svahu a dochází zde ke značné erozi výkopového svahu. Před měřením bylo třeba kolík ve svahu vyhrabávat zpod nánosu uvolněné zeminy. Cesta umožňuje další transport zeminy napříč dále po svahu až do koryta Kunratického potoka. Pohyb materiálu se viditelně projevuje na kmenech stromů pod cestou, kdy je patrná kmeny zachycená zemina na straně do svahu.

Špatné odvodnění navíc způsobuje na mnoha místech okolo tohoto profilu

rozbahnění cesty a v nejhorších částech je patrné rozšiřování trasy, jak se problémové partie snaží návštěvníci obejít po okraji.



Obr. č. 17: Rozbahnění v okolí profilu č. 7 a patrné nánosy materiálu na kmenech. Foto autor.



Obr. č. 18: Erodující výkopový svah u profilu č. 7. Foto autor.

## 6 Diskuze

Průměrný výsledek změn ve všech profilech je kladný, tedy v průměru probíhá v měřených profilech sedimentace 3,4 mm za měřené období. Extrapolací se dostáváme k teoretické hodnotě sedimentace kolem 4 mm ročně. (Suchý, 2006) zjistil v Krkonoších na turistických chodnících roční úbytky na místech, kde povrch tvoří zvalcovaný písčité štěrky nebo hlinitý písek až kolem 4 cm/rok. Jako esteticky vhodné řešení eroze trasy navrhuji v rovinatějších částech zeminu stabilizovanou vápnem nebo cementem.

Tomczyk (2013) v polských chráněných územích Gorce a Poprad uvádí průměrnou ztrátu 0,8 cm/rok a 1,25 cm/rok. Převážně se však jednalo o neupravené vyšlapané trasy.

Pro určení skutečné míry eroze by bylo zapotřebí kvantifikovat skutečný odnos materiálu, nikoli pouze změnu v profilech. Sestavení a použití sedimentačních plotů je však v prostředí městského lesa prakticky neproveditelné. Jako možná alternativa se jeví využití svodnic coby sběrných kanálů.

Převážnou sedimentaci na lesních cestách si vysvětlujeme kombinací geomorfologie v okolí profilů a edafických kategorií okolních porostů. Citlivá a exponovaná stanoviště rychle podléhají vlivům turismu mimo cesty, zvláště cyklistice na horských kolech, a jejich uvolněná půda je rychle splavována k cestě. Neměřeným, nicméně pozorovaným důkazem tohoto jevu byly asfaltové chodníky překryté „tekoucím“ svahem.

## 7 Závěr a doporučení

Změřená data naznačila, že problematika eroze turistických tras v zájmovém území je aktuální, nicméně ne kritická. Práce ukázala slabá místa sítě turistických tras, prokázala statistickou významnost změn a je možným východiskem pro další zkoumání, zejména v návaznosti na sčítání návštěvníků Kunratického lesa, které probíhá v roce 2017.

Výslednými doporučeními pro praxi jsou zejména:



1. Důsledná údržba svodnic, které v současném zanedbaném stavu nemohou dobře plnit svou funkci.
2. Dlouhodobý monitoring eroze v delším než měsíčním intervalu s možným využitím stávajících profilů.
3. Úprava kritických úseků, zejména stabilizace výkopových svahů.

To vše s ohledem na plán péče pro Přírodní Památku Údolí Kunratického potoka. Dále je třeba brát v úvahu vnímání případných technických úprav návštěvníky lesa. Během terénních prací jsme se setkali s mnoha obavami, že se chystá v měřených místech výstavba asfaltových chodníků, což bylo pro návštěvníky zcela nepřijatelné.

## Seznam literatury a použitých zdrojů

1. ANDERSON, Donald a Lee MACDONALD, 1998. Modelling road surface sediment production using a vector geographic information system. *Earth Surface Processes and Landforms* [online]. **23**(2), 95-107 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1002/(SICI)1096-9837(199802)23:295::AID-ESP8493.0.CO;2-1. ISSN 01979337. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/%28SICI%291096-9837%28199802%2923%3A2%3C95%3A%3AAID-ESP849%3E3.0.CO%3B2-1>
2. BALLANTYNE, Mark, Ori GODES a Catherine PICKERING, 2014. Recreational trails are an important cause of fragmentation in endangered urban forests: A case-study from Australia. *Landscape and Urban Planning* [online]. **130**, 112-124 [cit. 2017-03-18]. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.07.004. ISSN 01692046. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204614001595>
3. BALLANTYNE, Mark a Catherine PICKERING, 2015. The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: Current literature and future directions. *Journal of Environmental Management* [online]. **164**, 53-64 [cit. 2017-03-19]. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.08.032. ISSN 03014797. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030147971530236X>
4. CAFFERATA, Peter, Drew COE a John MUNN, 2008. Monitoring Erosion Related to Timber Operations: What Works and What Doesn't1: Conference Paper · January 2008. In: *ResearchGate* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/262336794\\_Monitoring\\_Erosion\\_Related\\_to\\_Timber\\_Operations\\_What\\_Works\\_and\\_What\\_Doesn't](https://www.researchgate.net/publication/262336794_Monitoring_Erosion_Related_to_Timber_Operations_What_Works_and_What_Doesn't)
5. CAFFERATA, Peter a John MUNN, 2002. *HILLSLOPE MONITORING PROGRAM: MONITORING RESULTS FROM 1996 THROUGH 2001: December 2002*. 1. SACRAMENTO, CALIFORNIA: BOARD OF FORESTRY AND FIRE PROTECTION.
6. CAO, Carl, Li CHEN, Wangsheng GAO, Yuanquan CHEN a Maochao YAN, 2006. Impact of planting grass on terrene roads to avoid soil erosion. *Landscape and Urban Planning* [online]. **78**(3), 205-216 [cit. 2017-03-21]. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.07.007. ISSN 01692046. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204605000988>
7. COE, Drew, 2006. *SEDIMENT PRODUCTION AND DELIVERY FROM FOREST ROADS IN THE SIERRA NEVADA, CALIFORNIA*. Fort Collins, Colorado. Diplomová práce. Colorado State University. Vedoucí práce Lee MacDonald.

8. Česká geologická služba: Lokalizační aplikace, verze 2.0, 2017. *Česká geologická služba* [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2017-03-15]. Dostupné z:  
[http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?start\\_y=740000&start\\_x=1045000](http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?start_y=740000&start_x=1045000)
9. ČSN 73 6108, 2016. *Lesní cestní síť. 1*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
10. Denní data ze stanice Praha Klementinum.: Průměrná denní teplota, extrémní teploty vzduchu (od roku 1775), denní úhrn srážek (od roku 1804). Aktualizace 1x ročně., 2017. *Portál ČHMÚ* [online]. Praha: ČHMÚ [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/praha-klementinum#>
11. DUBÉ, Kathy, Walt MEGAHAN a Marc MCCALMON, 2004. *Washington Road Surface Erosion Model Manual* [online]. Olympia: State of Washington Department of Natural Resources [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: [https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.dnr.wa.gov%2Fpublications%2Ffp\\_data\\_warsem\\_manual.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.dnr.wa.gov%2Fpublications%2Ffp_data_warsem_manual.pdf)
12. ELLISON, W.D a O.T ELLISON, 1947. Soil erosion studies part VI: Soil detachment by surface flow: Soil detachment by surface flow. *Agriculture Enginering*. **28**, 402-406.
13. FOSTER, GR, 1982. Modeling the soil erosion process. In: HAAN, CT. *Hydrologic modeling of small watershed: ASAE Monograph No.5*. 1. St Joseph, MI: ASAE, s. 297-379.
14. FU, Baihua, Lachlan NEWHAM a C.E. RAMOS-SCHARRÓN, 2010. A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads. *Environmental Modelling & Software* [online]. **25**(1), 1-14 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1016/j.envsoft.2009.07.013. ISSN 13648152. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364815209001832>
15. HAMMITT, William, 2002. *Urban forests and parks as privacy refuges*.
16. HEGAZY, Rashad, 2013. Soil Surface Profile Computation Using Portable Profile Meter with Image Processing and Tracking Technique. *Global Journal of Research In Engineering*. **13**(3). ISSN 09755861.
17. HUDSON, Norman., 1993. *Field measurement of soil erosion and runoff*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 92-510-3406-0.
18. JONES, Sean, 2012. Divide Line By Length Add-in. In: *ArcGIS* [online]. ESRI [cit. 2017-03-22]. Dostupné z :

<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=d5d27ee47330434b9a96b91136a0118f>

19. JORDÁN, A. a L. MARTÍNEZ-ZAVALA, 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. *Forest Ecology and Management* [online]. **255**(3-4), 913-919 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.10.002. ISSN 03781127. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112707007682>
20. JUŠKO, Vladimír, 2007. Modelovanie erózných procesov na štrkových vozovkách lesných ciest. In: KLČ, Pavol a Jana ZAJACOVÁ. *Lesnické stavby a jejich perspektivy.: Sborník referátů*. 1. Praha: ČZU v Praze, s. 45-53.
21. KATALOG VOZOVEK POLNÍCH CEST - TECHNICKÉ PODMÍNKY: ZMĚNA Č. 2, 2011. In: . Praha: Ministerstvo zemědělství ČR TP Ústřední pozemkový úřad. Dostupné také z: <http://eagri.cz/public/web/mze/venkov/archiv/uzemkovy-upravy/legislativa/katalog-vozovek-polnich-cest-technicke.html>
22. KLČ, Pavol, Jaroslav ŽÁČEK a M SOTORNÍK, 2007. ZPŘÍSTUPŇOVÁNÍ LESŮ V ČESKÉ REPUBLICE LESNÍ DOPRAVNÍ SÍTÍ. In: KLČ, Pavol a Jana ZAJACOVÁ. *Lesnické stavby a jejich perspektivy.: Sborník referátů*. 1. Praha: ČZU v Praze, s. 67-77.
23. KOCOUREK, Jiří, 2016. *Turistické chodníky v Krkonošském národním parku*. Praha. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce Jaroslav Tománek.
24. KORNECKI, T., J. FOUSS a S. PRIOR, 2008. A portable device to measure soil erosion/deposition in quarter-drains. *Soil Use and Management* [online]. **24**(4), 401-408 [cit. 2017-02-27]. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2008.00181.x. ISSN 02660032. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1475-2743.2008.00181.x>
25. Kunratický les, 2007. *Portál životního prostředí: hlavního města Prahy* [online]. Praha: Magistrát hl. m. Prahy [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: [http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/priroda\\_krajina\\_a\\_zelen/lesy/kunraticky\\_les.xhtml](http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/priroda_krajina_a_zelen/lesy/kunraticky_les.xhtml)
26. KVASNIČKA, Tomáš, 2008. *Singltrek: rekreační stezky pro terénní cyklistiku* [online]. 1. Praha: Česká mountainbiková asociace [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: [www.ivelocz.cz/sluzby-zabava/stahuj/download.php?item=99&kvalita=0](http://www.ivelocz.cz/sluzby-zabava/stahuj/download.php?item=99&kvalita=0)
27. LAL, R., 2001. Soil degradation by erosion. *Land Degradation*. **12**(6), 519-539. DOI: 10.1002/ldr.472. ISSN 1085-3278. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ldr.472>

28. LEUNG, Yu-Fai a Jeffrey MARION, 1996. Trail degradation as influenced by environmental factors: A state-of-the-knowledge review. *Journal of Soil and Water Conservation*. **51**(2), 130-136.
29. MARTINEK, Jaroslav, 2011. *Principy a metody rozvoje cyklistické dopravy a infrastruktury: PŘÍLOHA: TECHNOLOGIE KONSTRUKCÍ CYKLISTICKÝCH KOMUNIKACÍ uplatnění výsledků výzkumu Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. 2011*. 1. Praha: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. ISBN 978-80-86502-26-7.
30. MERRITT, W.S., R.A. LETCHER a A.J. JAKEMAN, 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modelling & Software* [online]. **18**(8-9), 761-799 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1016/S1364-8152(03)00078-1. ISSN 13648152. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364815203000781>
31. *Názvosloví pozemních komunikací. Část 1, Základní názvosloví: Terminology of roads. Part 1, General terminology*, 2008. 1. Praha: Český normalizační institut.
32. NOVÁK, Josef a Luboš BARTOŠ, 2004. *Turismus v pražských příměstských lesích: Monitoring turistického ruchu a analýza jeho negativních dopadů na životní prostředí vybraných příměstských lesů hlavního města Prahy*. 1. Praha: Ústav pro ekopolitiku,o.p.s.
33. NUHLÍČEK, Ondřej, 2015. *Turistické chodníky v Krkonošském národním parku*. Praha. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce Jaroslav Tománek.
34. *Projektování místních komunikací*, 2006. 1. Praha: Český normalizační institut.
35. RAMOS-SCHARRÓN, Carlos a Lee MACDONALD, 2007. Development and application of a GIS-based sediment budget model. *Journal of Environmental Management* [online]. **84**(2), 157-172 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.05.019. ISSN 03014797. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479706001964>
36. RIJSDIJK, Anton, L.A. SAMPURNO BRUIJNZEEL a C. SUTOTO, 2007. Runoff and sediment yield from rural roads, trails and settlements in the upper Konto catchment, East Java, Indonesia. *Geomorphology* [online]. **87**(1-2), 28-37 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1016/j.geomorph.2006.06.040. ISSN 0169555x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169555X06003394>
37. ROSE, Calvin, 1985. *Developments in Soil Erosion and Deposition Models*. New York, NY: Springer New York, s. 1-63. DOI: 10.1007/978-1-4612-5088-

- 3\_1. ISBN 9781461250883. Dostupné také z:  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-5088-3\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-5088-3_1)
38. Rubber Waterbars, 2011. EDWARDS, Richard. *Colorado Forest Road Field Handbook*. 1. Colorado: Colorado State Forest Service, s. 55-56.
39. SMITH, R., D. GOODRICH a J. QUINTON, 1995. Dynamic, distributed simulation of watershed erosion: The KINEROS2 and EUROSEM models: The KINEROS2 and EUROSEM models. *Journal of Soil and Water Conservation*. **50**(5), 517-520. Dostupné také z:  
<http://www.jswconline.org/content/50/5/517.abstract>
40. STERN, Michael, 2015. *Technická zpráva SO 05 NOVÉ ZPEVNĚNÉ PLOCHY – MLATOVÉ CHODNÍKY: ÚPRAVA NÁMĚSTÍ A DĚTSKÉ HŘIŠTĚ, NÁMĚSTÍ BOHUSLAVA MARTINŮ, HODONÍN, P.Č. 2067/4, 2067/5, K.Ú. HODONÍN*. 1. Brno: Atelier WIK, s.r.o.
41. SUCHÝ, J., O. HABR a M. VÍTKOVÁ, 2006. Kategorizace a zhodnocení vlivu rekreačního, sportovního a turistického ruchu na ekosystémy jádrové zóny Biosférické rezervace Krkonoše. In: ŠTURSA, J. a R. KNAPIK. *Geoekologické problémy Krkonoš. Sborn. Mez. Věd. Konf., říjen 2006*. Svoboda n. Úpou: Opera Corcontica, s. 631-636.
42. SWIFT, L.W., 1988. Forest access roads: design, maintenance, and soil loss. : *Forest hydrology and ecology at Coweeta*. New York: SpringerVerlag, (66), 313-324.
43. TAKEI, Aritsune, Sumiji KOBASHI a Yoshihiro FUKUSHIMA, 1981. Erosion and sediment transport measurement in a weathered granite mountain area. In: *Erosion and Sediment Transport Measurement: Measurement (Proceedings of the Florence Symposium, June 1981)*. (Washington, D.C.) (USA): IAHS, s. 493-502.
44. TOMÁNEK, Jaroslav, 2011. *Optimalizace a restrukturalizace lesní dopravní sítě ve vybraném flyšovém území Beskyd*. Praha. Dizertační práce. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce Pavol Klíč.
45. TOMCZYK, Aleksandra a Marek EWERTOWSKI, 2013. Quantifying short-term surface changes on recreational trails: The use of topographic surveys and 'digital elevation models of differences' (DODs). *Geomorphology* [online]. **183**, 58-72 [cit. 2017-04-02]. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.08.005. ISSN 0169555x. Dostupné z :  
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169555X1200387X>
46. VERLIČ, Andrej, Arne ARNBERGER, Anže JAPELJ, Primož SIMONČIČ a Janez PIRNAT, 2015. Perceptions of recreational trail impacts on an urban forest

- walk: A controlled field experiment. *Urban Forestry & Urban Greening* [online]. **14**(1), 89-98 [cit. 2017-02-22]. DOI: 10.1016/j.ufug.2014.12.004. ISSN 16188667. Dostupné z:  
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S161886671400137X>
47. VÍTKOVÁ, Michaela, Ondřej VÍTEK a Jana MÜLLEROVÁ, 2012. Antropogenní změny vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonošském národním parku s důrazem na vliv turistiky. *Opera Corcontica*. (49), 5-30.
48. WAGNER, L. a Yiming YU, 1991. DIGITIZATION OF PROHLE METER PHOTOGRAPHS. *Transactions of the ASAE*. **34**(2), 0412-0416. DOI: 10.13031/2013.31677. ISSN 2151-0059. Dostupné také z:  
<http://elibrary.asabe.org/abstract.asp??JID=3>
49. Water/Road Interaction: Introduction to Surface Cross Drains, 1998. *Forest Service of USDA* [online]. San Dimas: USDA [cit. 2017-03-25]. Dostupné z:  
[https://www.fs.fed.us/eng/pubs/html/wr\\_p/98771806/98771806.htm](https://www.fs.fed.us/eng/pubs/html/wr_p/98771806/98771806.htm)
50. Zákon č. 289/1995 Sb.: Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), 1995. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha: Ministerstva vnitra ČR., ročník 1995, částka 76, číslo 289.
51. ZAVALA, Lorena, Antonio JORDÁN, Juan GIL, Nicolás BELLINFANTE a Colin PAIN, 2009. Intact ash and charred litter reduces susceptibility to rain splash erosion post-wildfire. *Earth Surface Processes and Landforms* [online]. **34**(11), 1522-1532 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1002/esp.1837. ISSN 01979337. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/esp.1837>
52. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2015: Výroční zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015.*, 2016. 1. Praha: Ministerstvo zemědělství v nakladatelství Lesnická práce. ISBN 978-80-7434-324-7.

## Seznam příloh

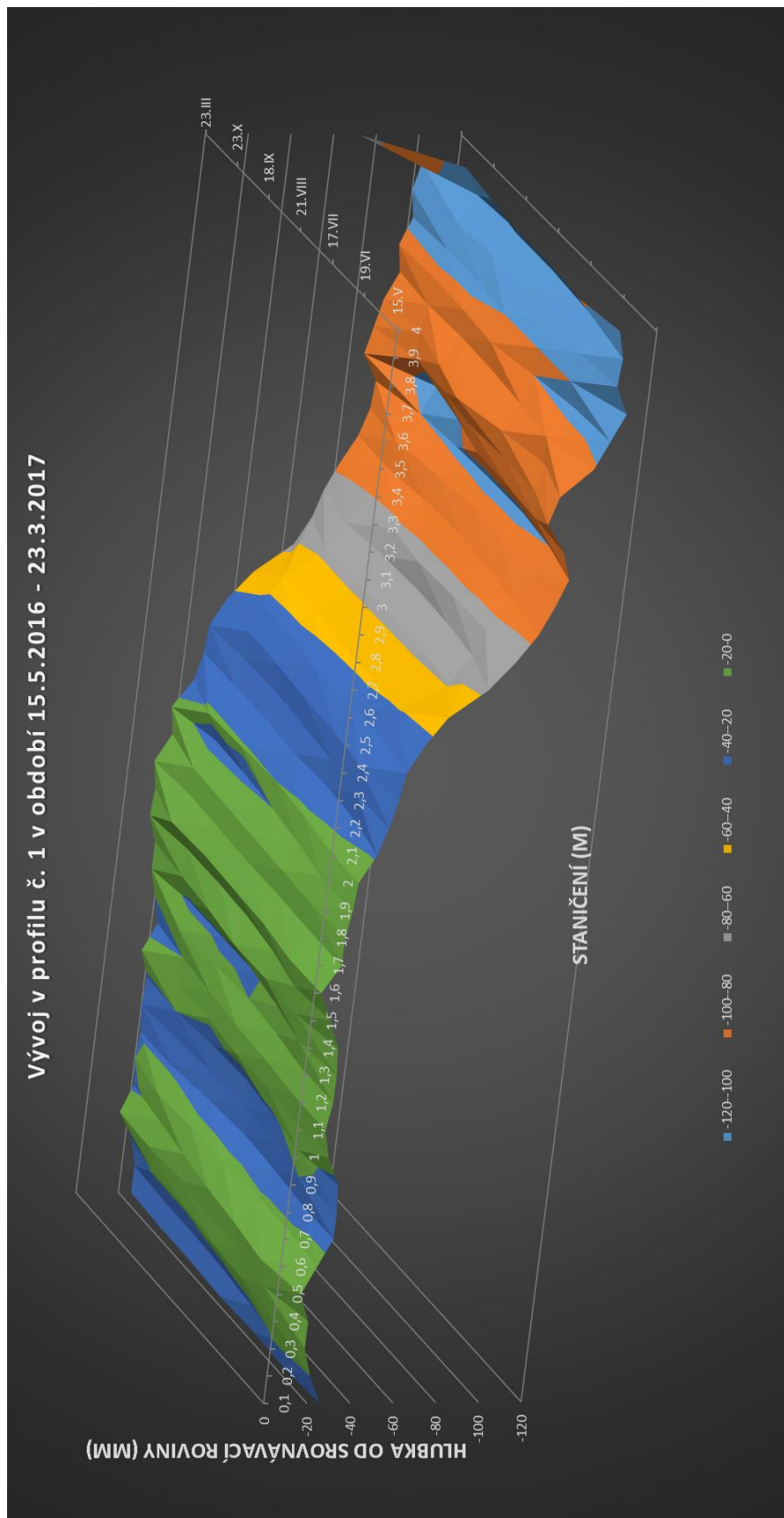
Příloha č. 1 : Změna v měřených profilech mezi 15. 5. 2016 a 23 .3 .2017 .....	65
Příloha č. 2 : Graf vývoje v profilu č. 1 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	66
Příloha č. 3 : Graf vývoje v profilu č. 2 v období 15. 5. 2016 – 23 .3. 2017 .....	67
Příloha č. 4 : Graf vývoje v profilu č. 3 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	68
Příloha č. 5 : Graf vývoje v profilu č. 4 v období 15 .5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	69
Příloha č. 6 : Graf vývoje v profilu č. 5 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	70
Příloha č. 7 : Graf vývoje v profilu č. 6 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	71
Příloha č. 8 : Graf vývoje v profilu č. 7 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	72
Příloha č. 9 : Graf vývoje v profilu č. 8 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	73
Příloha č. 10 : Graf vývoje v profilu č. 9 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	74
Příloha č. 11 : Graf vývoje v profilu č. 10 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	75
Příloha č. 12 : Graf vývoje v profilu č. 11 v období 15. 5. 2016 – 23 .3. 2017 .....	76
Příloha č. 13 : Graf vývoje v profilu č. 12 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	77
Příloha č. 14 : Graf vývoje v profilu č. 13 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017 .....	78



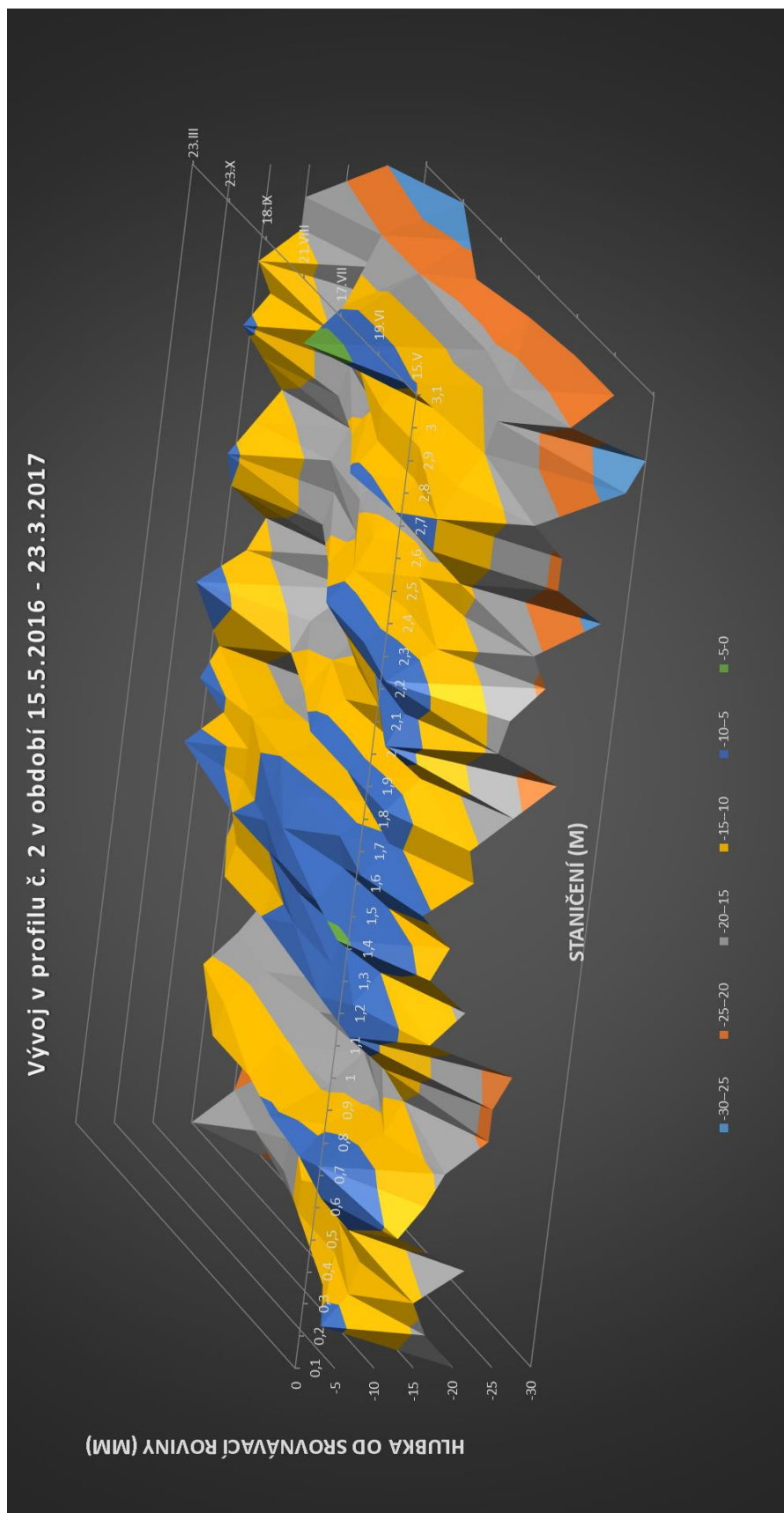
# Přílohy

Změna v profilech 15.5.2016 - 23.3.2017 (mm)																																											
Profil	staničení (m)																																										
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4			
1	0	-6	-7	0	-10	-3	2	3	1	-1	-10	-5	-2	-3	-4	-11	-1	-8	-4	-12	-8	-5	-9	-18	-28	-26	-13	-8	-6	-4	0	3	-9	-8	0	8	9	5	3	31			
2	5	-4	-7	2	-4	0	-2	0	-3	8	-4	1	3	0	0	4	5	12	11	1	7	12	7	12	9	12	5	18	15	5	0												
3	-5	-5	2	-10	-6	-1	-3	-11	-13	-6	6	0	-6	-10	-4	-2	-2	-5	-15	-1	-3	-4	12	8	13	8	0	-2	-1	-1	3	1	7	0	11								
4	-1	1	3	-1	1	1	1	3	1	2	0	2	1	4	4	3	-2	-4	3	1	1	5	7	10	9	11	-2																
5	-16	1	4	-2	-2	-4	-8	0	-1	-3	-1	-3	-2	2	3	2	2	0	-2	-5	-7	-6	-7	-7	-11	-14	-13	2	-11	6	5	-10											
6	-8	-13	-19	-16	-19	-18	-23	-17	-8	0	1	-4	-3	5	5	2	3	-1	-4	1	5	7	10	13	9	11	6	3															
7	13	13	-5	-3	-5	-3	1	7	-5	8	11	0	1	8	3	4	9	6	7	7	10	14	18	16	12	10	8	-4	15														
8	-31	-30	-34	-4	25	-4	9	-9	-2	-2	-6	-1	-2	-12	-11	-24	-17	-34	-23	-11	-16	-21	-25	-23	-15	-5	-11	4	-1	-10	-10	-9	-15	-11	-9	-14	-17						
9	-30	-27	-11	-18	-14	-6	-14	-14	-14	-12	-4	-8	-5	7	15	6	1	1	7	2	1	5	6	8	-6	9	2	8	13	1	-2	1	5	2	8	6	-3	1	10	6			
10	-20	-30	-20	-10	-7	-11	-14	10	-4	-1	9	9	16	25	10	5	7	-7	-4	4	-5	3	1	-10	-10	-3	7	-4	-15	-9	-7	-8	-14	-15	-5	-13	-34	-24	-27				
11	3	8	16	18	18	18	6	18	23	18	17	19	19	17	14	12	19	10	7	13	14	14	6	10	20	11	18	20	22	25	24	27	6	10	3	-6	-21	-5	12				
12	-7	-2	4	-2	-3	-2	-4	-4	5	2	5	4	10	3	-4	-5	-4	-3	-2	0	19	11	11	9	16	-4	-6	2	5	-8	18	16	12	11	3	4	5	5					
13	4	0	-2	-2	-3	-1	-4	-4	-6	1	3	8	8	6	7	2	-6	-2	2	1	-3	7	6	6	10	9	14	24	21	18	11	5	6	1	-4	-9	-7	9	7				
14	kolik zcela mimo cestu																																										
15	1	-9	-15	-15	-17	-18	-20	-20	-15	-16	-10	-9	-14	-11	-12	-7	-5	-4	1	-5	-15	-14	-9	-4	-3	-2	-1	-3	1	7													

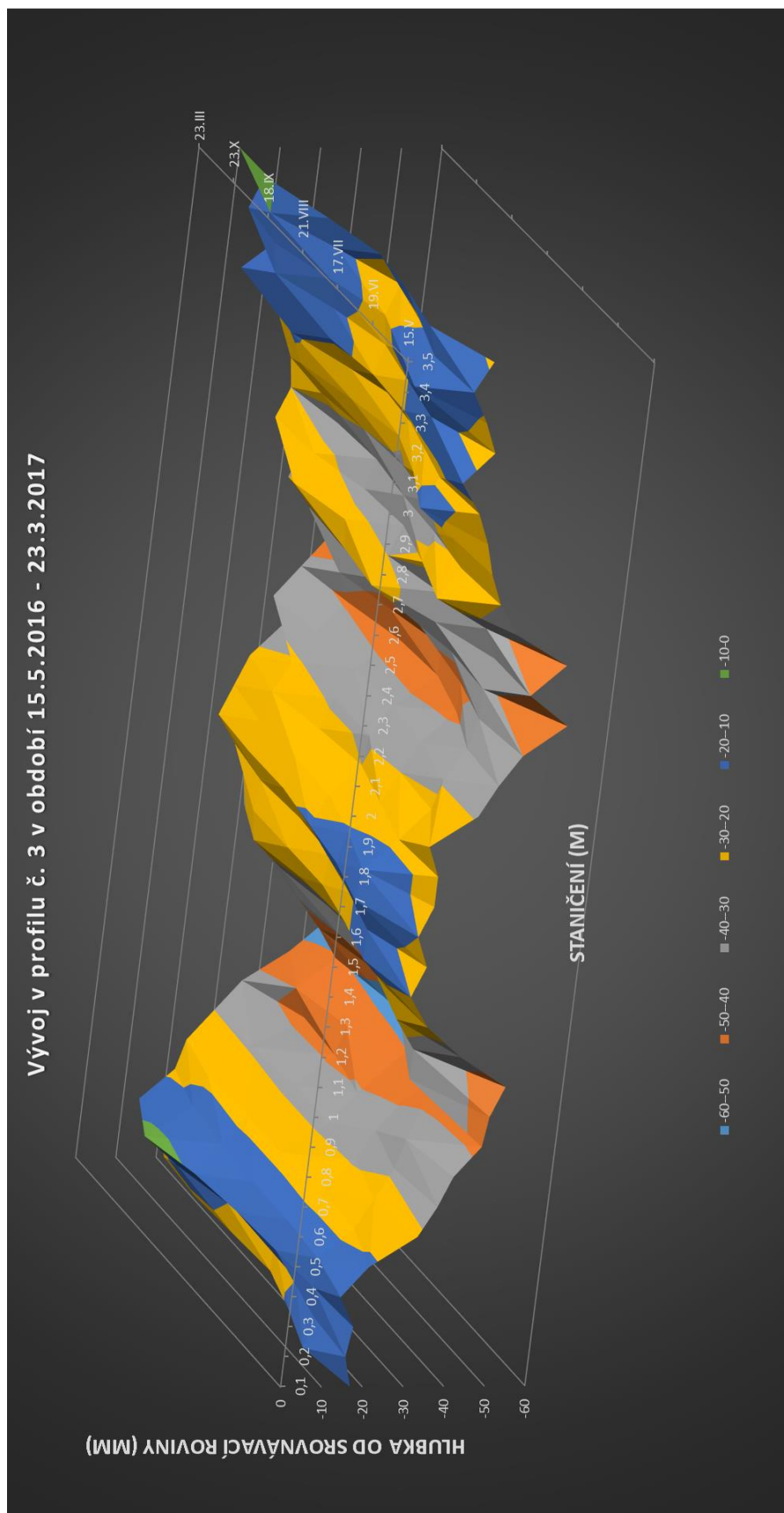
Příloha č. 1 : Změna v měřených profilech mezi 15. 5. 2016 a 23 .3 .2017



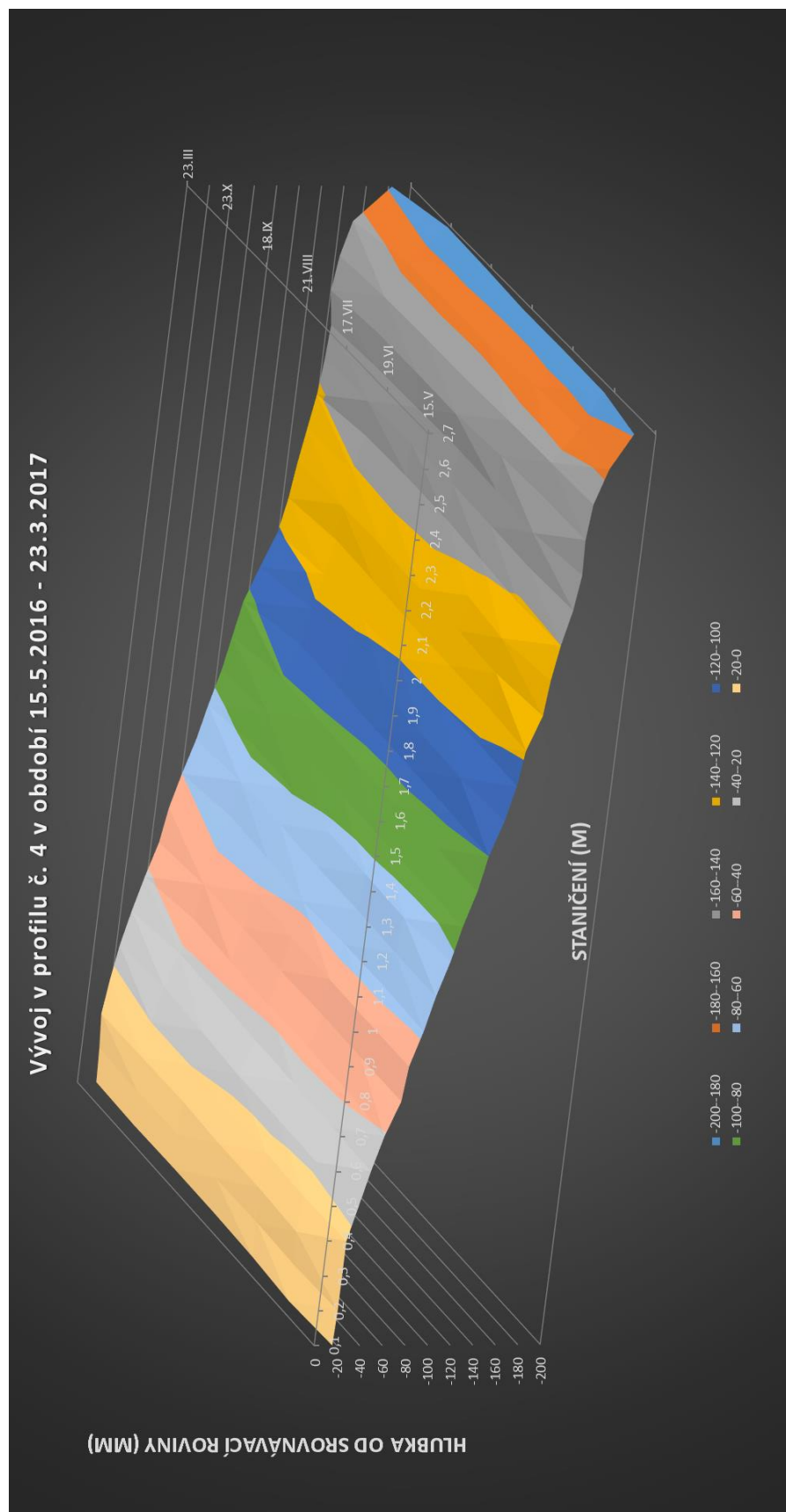
Příloha č. 2 : Graf vývoje v profilu č. 1 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



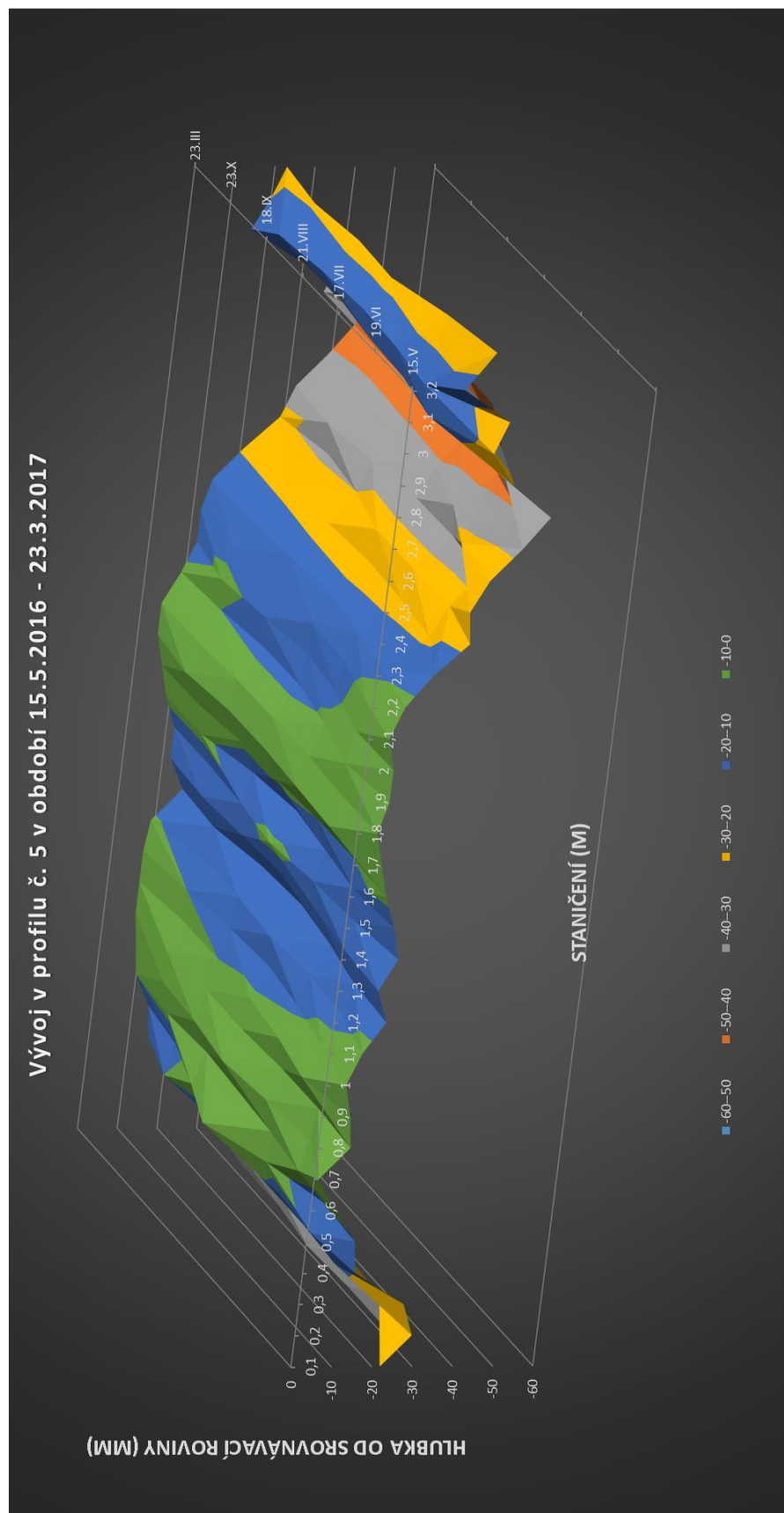
Příloha č. 3 : Graf vývoje v profilu č. 2 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



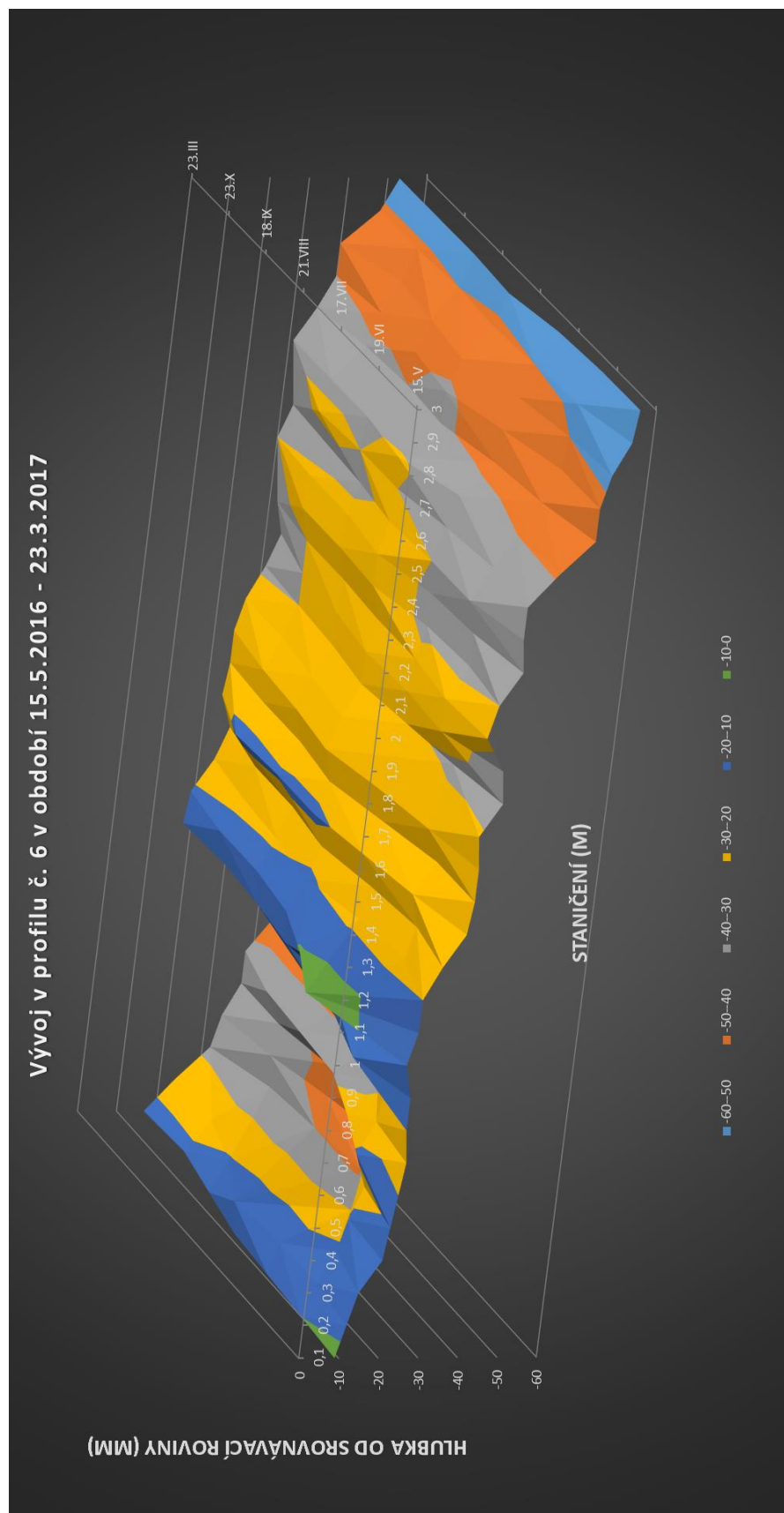
Příloha č. 4 : Graf vývoje v profilu č. 3 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



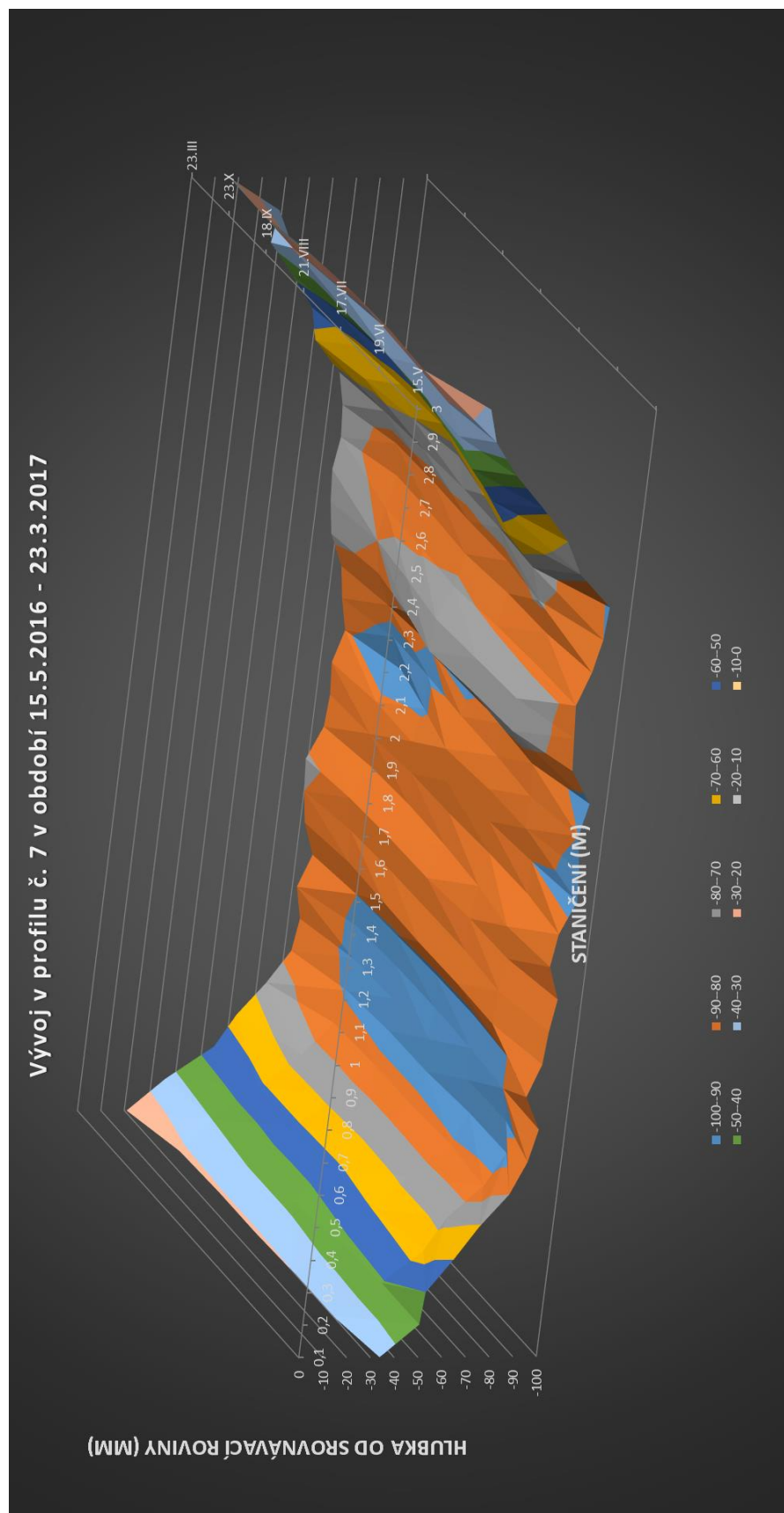
Příloha č. 5 : Graf vývoje v profilu č. 4 v období 15.5. 2016 – 23. 3. 2017



Příloha č. 6 : Graf vývoje v profilu č. 5 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017

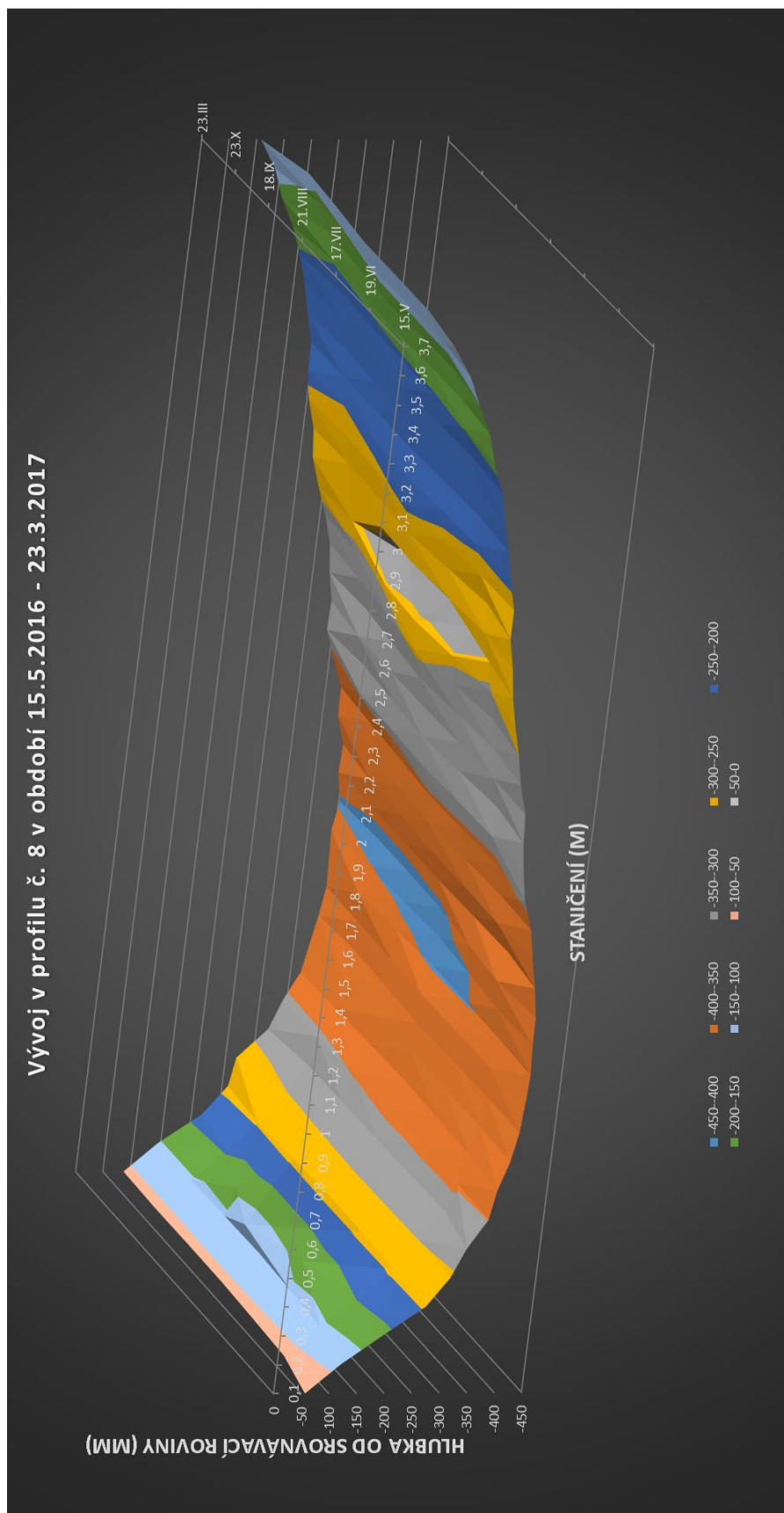


Příloha č. 7 : Graf vývoje v profilu č. 6 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017

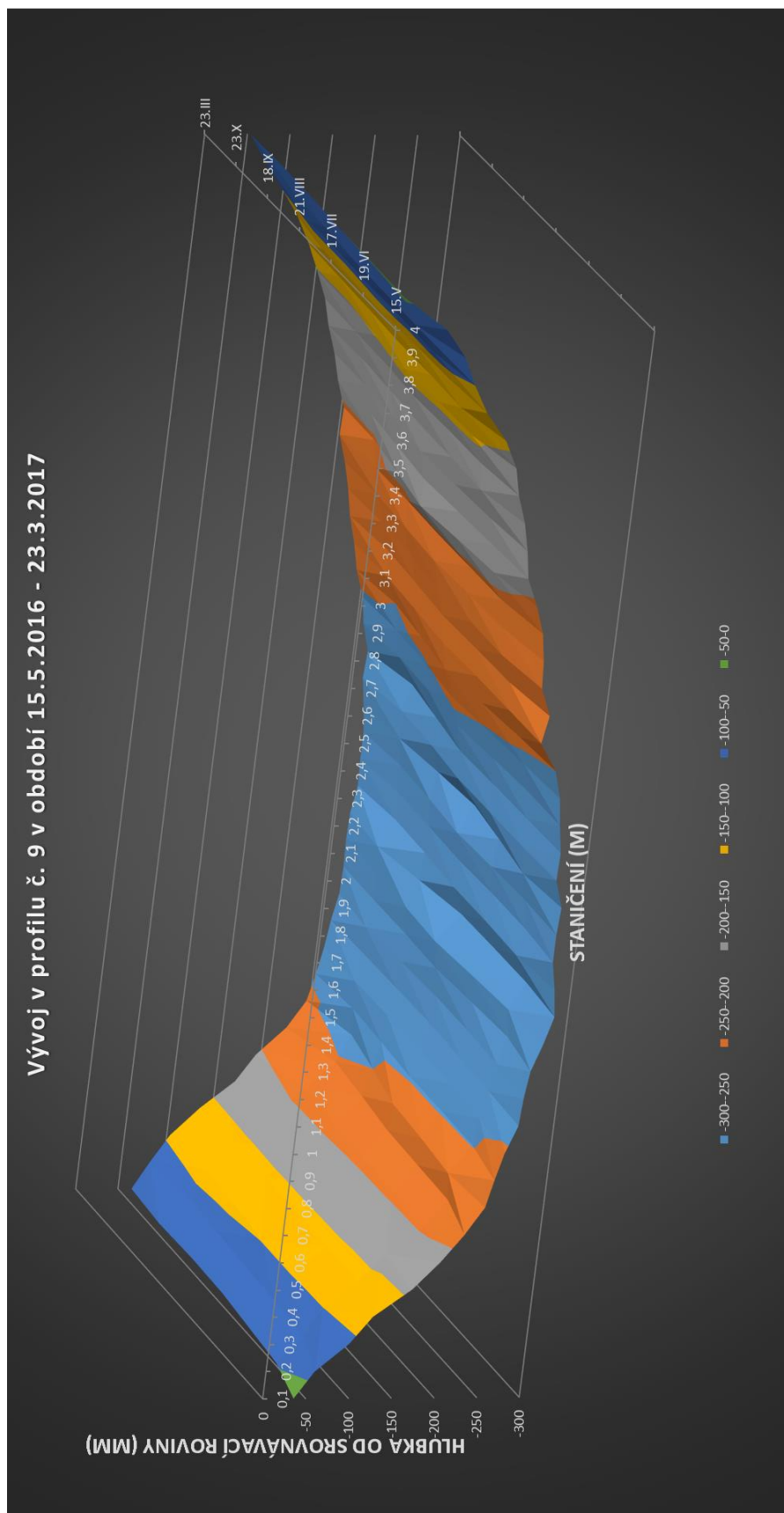


Příloha č. 8 : Graf vývoje v profilu č. 7 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017

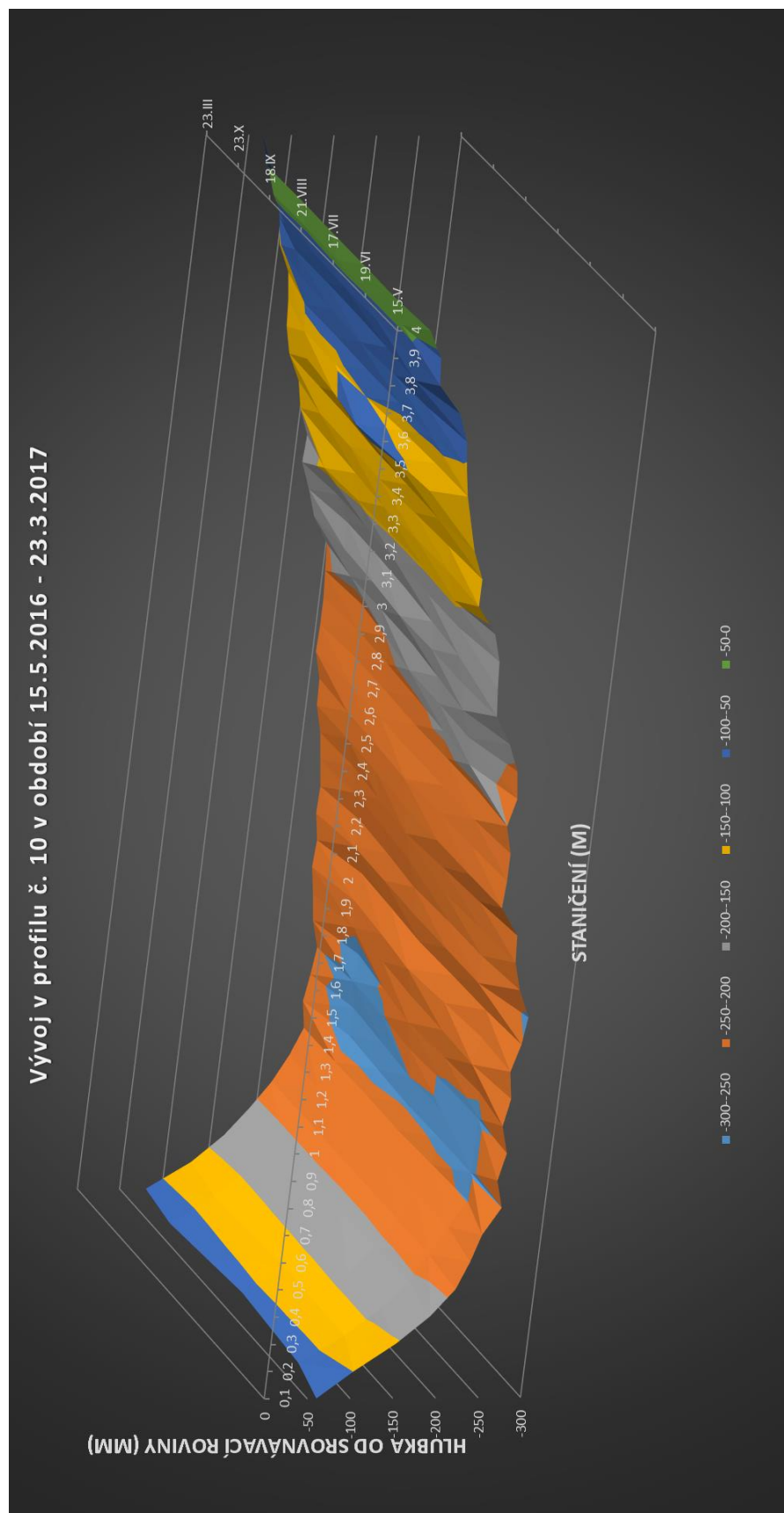




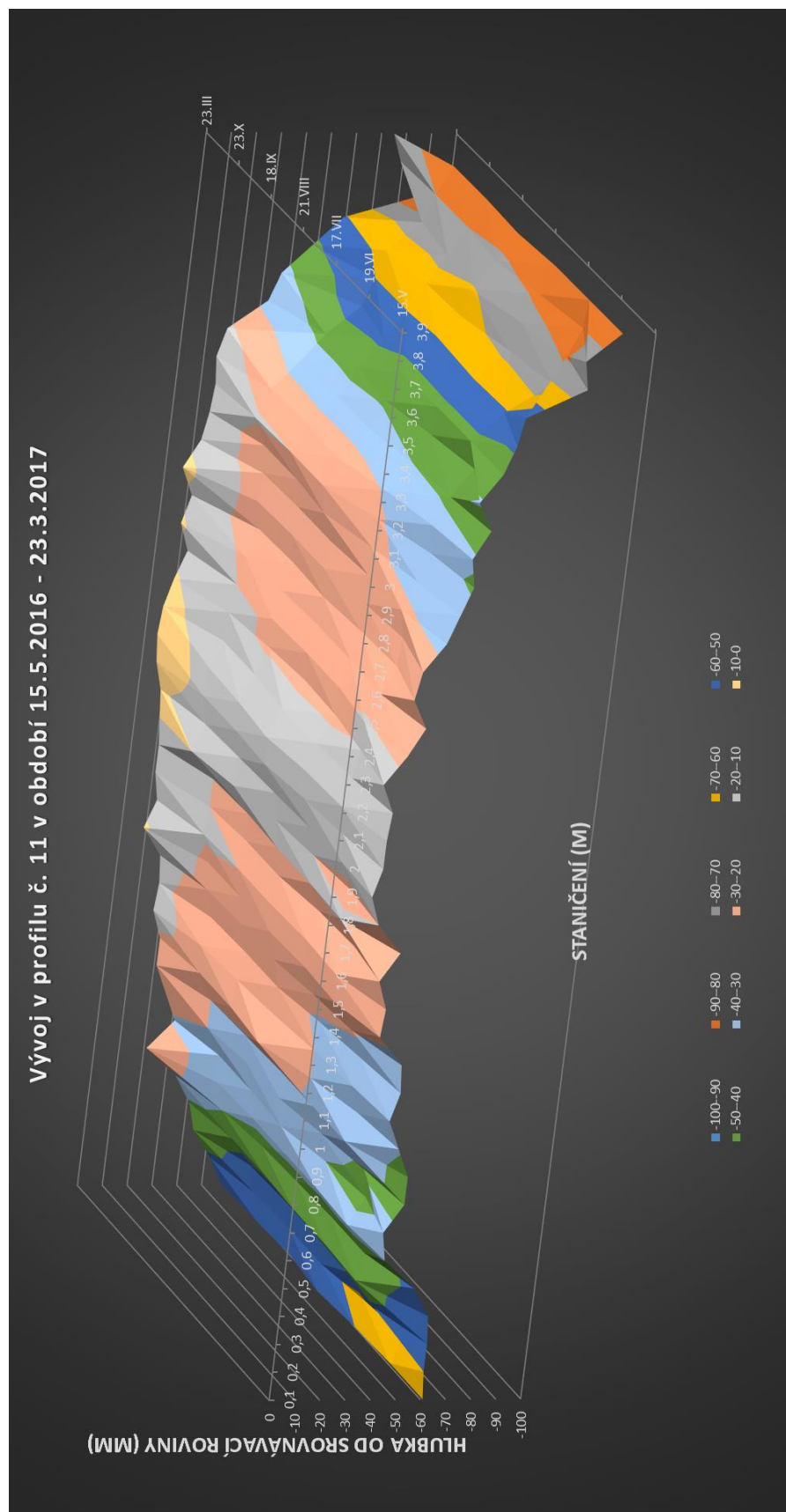
Příloha č. 9 : Graf vývoje v profilu č. 8 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



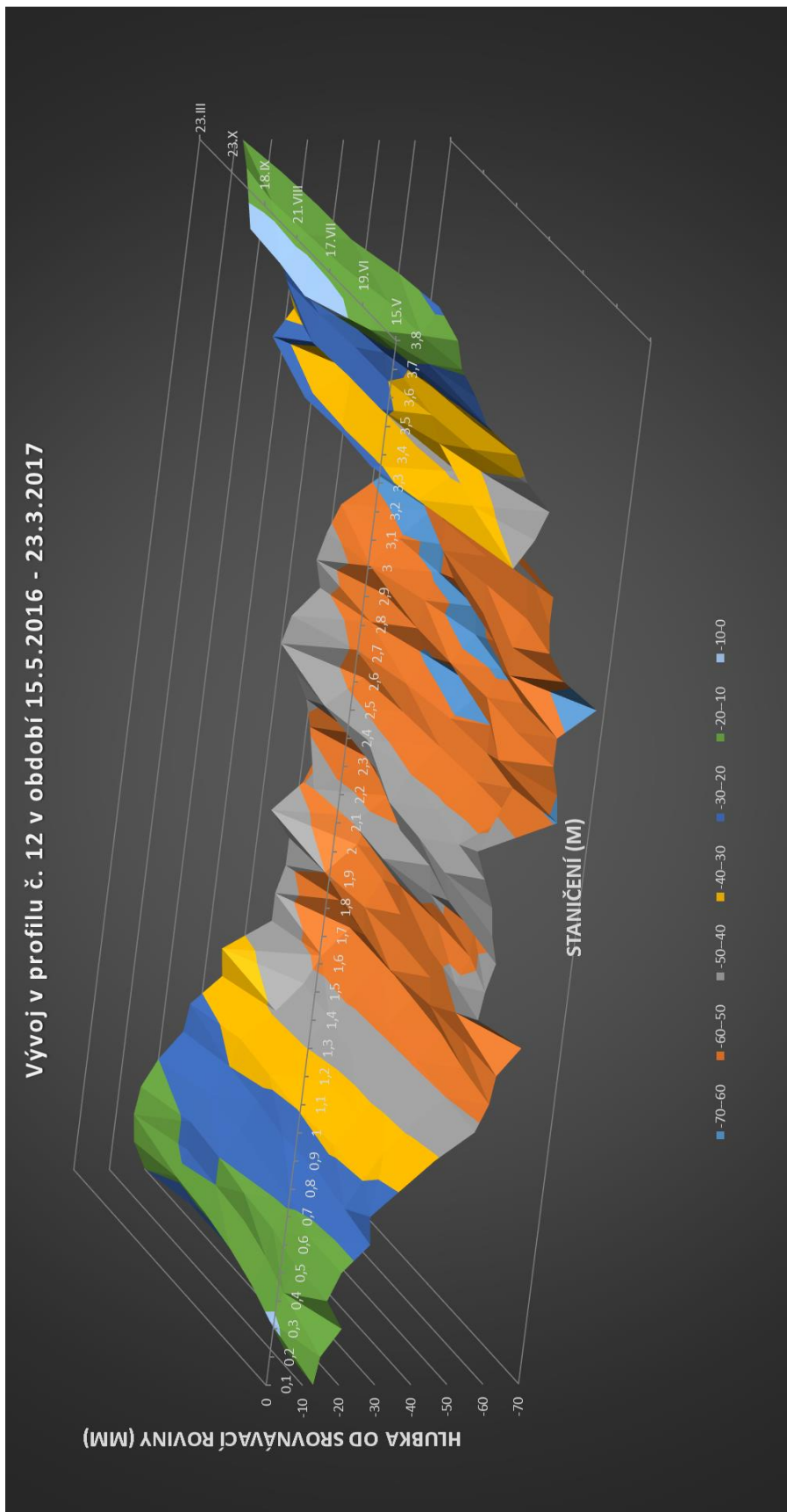
Příloha č. 10 : Graf vývoje v profilu č. 9 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



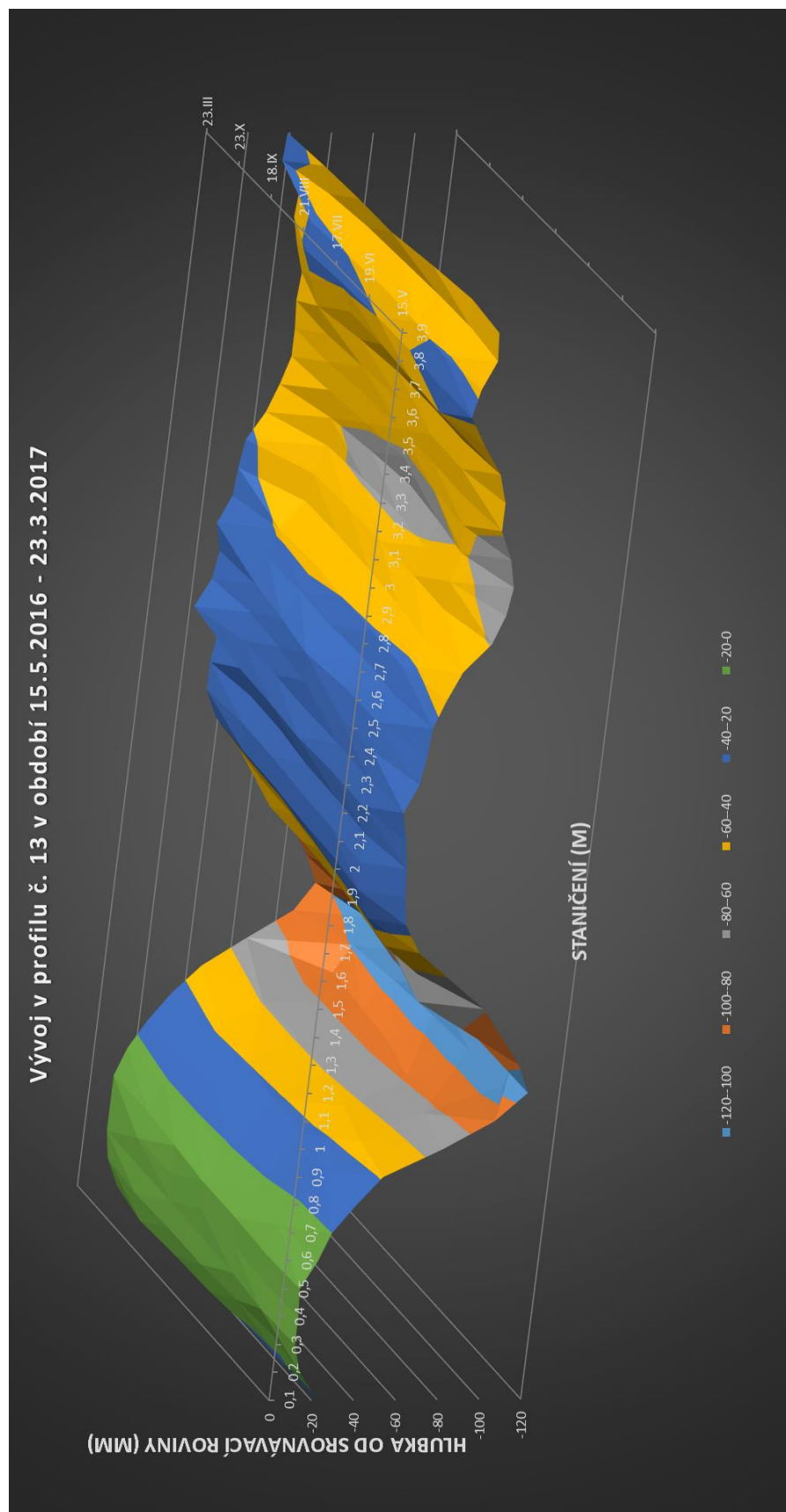
Příloha č. 11 : Graf vývoje v profilu č. 10 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



Příloha č. 12 : Graf vývoje v profilu č. 11 v období 15. 5. 2016 – 23.3. 2017



Příloha č. 13 : Graf vývoje v profilu č. 12 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017



Příloha č. 14 : Graf vývoje v profilu č. 13 v období 15. 5. 2016 – 23. 3. 2017