

MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ SNĚHOVÉ POKRÝVKY V LESE A MIMO LES

LESNICKÝ PRŮVODCE



Ing. ŠTĚPÁN KRÍSTEK

Ing. NADĚŽDA URBAŇCOVÁ

doc. Ing. JAROSLAV HOLUŠA, Ph.D.

Ing. PAVEL TOMEČEK, Ph.D.

Certifikovaná metodika

2/2011

MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ SNĚHOVÉ POKRÝVKY V LESE A MIMO LES

Certifikovaná metodika

Ing. Štěpán Křístek

Ing. Naděžda Urbaňcová

doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Ing. Pavel Tomeček, Ph.D.

Strnady 2011

Lesnický průvodce 2/2011

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště
<http://www.vulhm.cz>

Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; e-mail: holzbachova@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-044-7

ISSN 0862-7657

MEASUREMENT OF SNOW COVER

Abstract

Precise and detailed measurement of snow characteristics is a prerequisite for determining interaction between snow cover and vegetation. The proposed methodology enables determining and comparing the basic quantitative parameters of snow cover: depth, density and water equivalent values of snow on open areas without the influence of vegetation and under adjacent forest vegetation. Stratification of the selection and positioning of the sample plots combine spatial selection in a regular (square) network with jittering features, accessibility sampling, and adaptive densification. The depth of snow cover is measured 20 times on each plot with 1 cm precision; snow density is determined by measuring and weighing 2 – 5 samples from the entire snow profile collected using a calibrated collection cylinder. By measuring snow density and average snow cover depth, water equivalent of snow on a given sample plot and in the given habitat (forest/non-forest) at the time of measurement is calculated. Detailed data acquired by this method serve for comparing the influence of forest vegetation on snow cover and for creating a model of snow cover distribution on a chosen area.

Key words: snow cover, snow depth, water equivalent, density, forest

Oponenti: doc. Dr. Ing. Jiří Horák; Institut geoinformatiky, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Ing. Jiří Bílý, Ph.D.; Ministerstvo zemědělství ČR

Adresy autorů:

Ing. Štěpán Křístek, Ing. Naděžda Urbaňcová, Ing. Pavel Tomeček, Ph.D.
Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Frýdek-Místek
Nádražní 2811, Frýdek-Místek, PSČ 738 25
e-mail: kristek.stepan@uhul.cz; urbancova.nadezda@uhul.cz; tomecek.pavel@uhul.cz

doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, Jíloviště, PSČ 252 02
pracoviště Frýdek-Místek
e-mail: holusaj@seznam.cz

Obsah:

1 ÚVOD	7
2 METODIKA	9
2.1 Design výběru.....	9
2.1.1 Faktory ovlivňující sněhovou pokrývku	10
2.1.1.1 Meteorologické faktory.....	10
2.1.1.2 Čas.....	10
2.1.1.3 Vegetace.....	11
2.1.1.4 Nadmořská výška	12
2.1.1.5 Poloha	15
2.1.2 Stratifikace.....	16
2.1.3 Výběr podle přístupnosti	16
2.2 Výběr zkusných ploch.....	17
2.2.1 Volná plocha	18
2.2.2 Lesní porost.....	18
2.2.3 Typy zkusných ploch	19
2.2.4 Poznámky k zakládání zkusných ploch	20
2.3 Stabilizace polohy zkusné plochy.....	23
2.3.1 Metody určení, záznamu a nalezení polohy v terénu	23
2.3.1.1 Možnosti	23
2.3.1.2 Výběr metod k určení, záznamu a nalezení polohy míst odběru sněhu	26
2.3.1.3 Organizace měření polohy zkusné plochy	29
2.3.2 Praktický postup určení, záznamu a nalezení polohy míst pro odběr sněhu v bezlesí a lese	30
2.3.2.1 Příprava podkladů	30
2.3.2.2 Práce v terénu	34
2.3.2.3 Zpracování dat	39
2.4 Měření na zkusné ploše	40
2.4.1 Pracovní postup	41
2.4.1.1 Měření výšky sněhové pokrývky.....	41
2.4.1.2 Měření hustoty a vodní hodnoty sněhu	43
2.4.1.3 Výpočet vodní hodnoty sněhu	47
2.4.2 Záznam naměřených údajů a prvotní zpracování	48
2.4.2.1 Zaznamenání údajů v terénu.....	48

2.4.2.2 Předání a prvotní zpracování vyplněných zápisníků	52
2.4.3 Logistické plánování a organizace měření	52
2.4.3.1 Časové hledisko	52
2.4.3.2 Pracovní tým.....	53
2.4.3.3 Materiálové a technické zabezpečení	55
2.4.3.4 Bezpečnostní opatření.....	56
2.5 Převod v terénu naměřených dat do databáze	57
2.5.1 Převod z papírové do elektronické formy	57
2.5.2 Sloučení dat.....	57
2.5.3 Standardizace dat	59
2.5.4 Úprava dat pro potřeby databáze.....	59
2.5.5 Zkopírování dat do databáze	60
2.5.6 Datový model.....	61
3 NOVOST POSTUPŮ	66
4 POPIS UPLATNĚNÍ	67
5 DEDIKACE	68
6 LITERATURA	68
6.1 Použitá literatura.....	68
6.2 Publikace, které předcházely metodice	71
Summary	72
Seznam použitých zkratk a značek	73

1 ÚVOD

Sníh je charakteristickým sezónním fenoménem mírných až subpolárních pásem Země (KŘÍSTEK et al. 2008). V těchto oblastech je sníh faktorem prostředí významně interagujícím se všemi složkami ekosystémů. Poznání jeho vlastností je důležité nejen v meteorologii, klimatologii a hydrologii, ale také v geografii, geologii, ekologii, geobotanice, zemědělství a lesnictví.

Sněhová pokrývka má v hydrologickém cyklu význam jako zásobárna vody, a to zejména v horských oblastech, kde tvoří značný podíl ročního úhrnu srážek (DOESKEN, ROBINSON 2009). Během jarního sucha bývá zásoba půdní vody po roztátí sněhu někdy i jediným zdrojem pro rostliny (ŠKVARENINA et al. 2002). Lesní porosty ovlivňují hydrologický cyklus včetně parametrů sněhové pokrývky přímo působením intercepce, evapotranspirace a infiltrace, i nepřímo svým dopadem na klima (HOLKO et al. 2009). Celková rozdílnost v charakteristikách sněhové pokrývky v lese a na volné ploše závisí na množství faktorů jako jsou reliéf terénu, klima, charakteristika porostu, druh dřeviny a plocha lesa (GELFAN et al. 2004). Intercepce dřevin se projevuje snížením výšky sněhové pokrývky a vodní hodnoty sněhu. Rychlost tání sněhu je ovlivněna zastíněním lesem zejména na konci zimního období (HOLKO et al. 2009; KANTOR, ŠACH 1988; KANTOR 2005). Rychlost tání závisí na teplotě, ale různí se i podle typu biotopu. Rozdílná rychlost tání sněhu se vyskytuje v nelesní krajině, jiné rychlosti tání sněhu se vyskytují v jehličnatých a listnatých lesích (KANTOR, ŠACH 1988; KANTOR 2005).

Sníh je zároveň významným abiotickým škodlivým činitelem v lesnictví. Poškození lesů abiotickými faktory (sněhem, námrazou a především větrem) je velice častý fenomén v zemích, kde je lesnictví založeno na umělé obnově s jednou převažující dřevinou a v nepříznivých klimatických podmínkách. Tato situace je běžná ve všech středoevropských zemích, stejně jako ve Velké Británii, Austrálii, na Novém Zélandě či v Japonsku (SLODIČÁK 1995). V České republice jsou abiotičtí činitelé hlavní příčinou narušení lesních ekosystémů (RYCHTECKÁ, URBAŇCOVÁ 2008). Riziko poškození ovlivňují meteorologické faktory (srážky, teplota, rychlost větru), stejně jako porostní a dřevinné charakteristiky a lesní management (KILPELÄINEN et al. 2009). Z ekonomického hlediska snižují sněhové polomy výnos z těžby dříví a naopak zvyšují náklady na nahodilé těžby a obnovu a způsobují problémy v lesním hospodářství (SAVILL 1983).

Měření parametrů sněhové pokrývky je důležité pro poznání vlastností sněhu jako významného ekologického faktoru pro lesní ekosystémy, stanovení zásob vody pro celé jarní období i sledování mechanického poškození porostů. Posuzování a predikce sněhové pokrývky v pramenných částech hor má význam pro allometrické odvození odtávání sněhu, jeho rozrůzněnosti v odlišných biotopech a porostních typech a také odtoku a půdní retence (KŘÍSTEK et al. 2008).

Studium interakce sněhu a lesních porostů předpokládá získání podrobných dat o sněhové pokrývce. Měření výšky sněhové pokrývky je pravidelnou součástí operativního provozu meteorologických (klimatologických a srážkoměrných) stanic na území ČR (ČHMÚ 2010). Tato data jsou však nedostatečná pro stanovení vlivu sněhu na konkrétní lesní porosty a vytvoření použitelných modelů. V rozsáhlých heterogenních oblastech také nelze výšku a vodní hodnotu sněhové pokrývky sledovat metodami dálkového průzkumu Země s dostatečnou přesností a podrobností (CLINE et al. 1998; MOTE et al. 2003). Protože využití satelitních snímků pro hydrologické účely je omezené (NĚMEC 2006a), je nutno získat množství podrobných dat přímým měřením v lesních porostech. Pro získání podrobných dat z lesnaté krajiny je nutno provést jednorázové expediční měření, kdy se během krátké doby získají data z velkého území. Data musí charakterizovat konkrétní parametry sněhu v daném okamžiku. Pro zaručení kvality, přesnosti a vzájemné porovnatelnosti dat získaných z pravidelných i z expedičních měření je nezbytné dodržovat shodné postupy (KŘÍSTEK et al. 2011).

Navržená metodika předkládá jednoduchý ověřený postup měření klíčových parametrů sněhové pokrývky: výšky, hustoty a vodní hodnoty sněhu, a to v lesních porostech i na volné ploše. Cílem je umožnit operativní stanovení základních vlastností sněhu v kritickém okamžiku (v době kulminace sněhové pokrývky, před začátkem tání, po přívalové srážce, při lámání porostů bořivým sněhem) na regionální, lokální i subporostní úrovni. Může se stát důležitou pomůckou nejen pro terénní výzkum, ale i pro hospodáře, který se zajímá o sníh jako faktor významně ovlivňující růstové podmínky porostů.

2 METODIKA

2.1 Design výběru

Pokud chceme stanovit co nejpřesněji množství sněhu na určité územní jednotce, ať už se jedná o střechu seníku, porostní skupinu, povodí nebo přírodní lesní oblast, je zjevně nejpřesnější metodou sběr a přímé měření parametrů (objem, hmotnost, hustota, vlhkost, teplota, pórovitost, velikost sněhových zrn, albedo...) veškerého sněhu, který se na dané ploše nachází. Zároveň je prostou úvahou patrné, že takový postup je proveditelný pouze na velmi malých plochách (řádově nejvýše v prvních desítkách m²) s rovinným, pevným a pokud možno hladkým povrchem (např. střecha, parkoviště, hřiště apod.). U větších a členitějších ploch se složitějším povrchem a dalšími podmínkami (např. výskyt překážek) je takový postup technicky nemožný. Navíc s velikostí měřené plochy velmi rychle narůstá pracnost tohoto postupu. Jako v případě řady dalších přírodních (spojitých) veličin, přichází tedy i zde na řadu vzorkování a následné vyhodnocení výsledků měření nástroji matematické statistiky.

V nejobecnější úrovni si lze představit proměnlivost parametrů na místě (v jednom ideálním bodě – tzv. lokální variabilita) a v prostoru (tedy mezi jednotlivými body měřené územní jednotky – tzv. prostorová variabilita) jako náhodnou veličinu, tzn. že při opakovaném měření v jednom nebo více bodech bude proměnlivost souboru naměřených hodnot parametru víceméně nahodilá, charakterizovaná typem rozdělení četností (ideálně normálním rozdělením) a dalšími parametry a s větší či menší spolehlivostí aproximovatelná nějakou hodnotou (či více hodnotami) uvnitř variačního rozpětí (průměrem, mediánem, modem nebo některým kvantilem). Pro náhodnou veličinu pak platí, že pro vzorkování můžeme ideálně použít náhodný výběr, tj. změřit potřebné parametry kdekoliv uvnitř šetřené územní jednotky a kdykoliv v časovém rámci, ale opakovaně, přičemž čím vícekrát a na více místech měření provedeme, tím přesnější charakteristiku získáme. Optimální počet měření je dán nalezením rovnováhy mezi požadovanou (dosažitelnou) přesností a pracností měření, která je počtu měřených vzorků přímo úměrná.

Takovýto idealizovaný model variability a heterogenity (homogenity) sněhové pokrývky ovšem neodpovídá v dostatečné míře realitě. Ve skutečnosti není lokální ani prostorová proměnlivost parametrů sněhové pokrývky ideálně nahodilá, ale podléhá určitým zákonitostem, jejichž poznání a respektování je důležitým předpokladem vhodného designu výběru, který nám nejen pomůže minimalizovat počet potřebných měření pro dosažení požadované přesnosti výsledného modelu, ale je předpokladem vytvoření souboru výsledků správně popisujících skutečnou sněhovou pokrývku vůbec.

2.1.1 Faktory ovlivňující sněhovou pokrývku

2.1.1.1 Meteorologické faktory

Základními činiteli určujícími množství a parametry sněhové pokrývky jsou faktory počasí, zejména srážky a teplota. Získat přesné informace o hodnotách těchto meteorologických veličin pro vybrané územní jednotky s požadovanou podrobností a přesností je však nejméně stejně obtížné jako přímé měření hodnot parametrů sněhu, proto nelze tyto faktory pro volbu designu výběru dost dobře použít. Důležité však je, že oba faktory jsou proměnlivé v čase a v prostoru. Tohoto faktu lze použít přímo pro design výběru na základě času a prostoru, tj. volbou časového rozvrhu měření a rozdělení zkusných ploch v prostoru.

2.1.1.2 Čas

Parametry sněhové pokrývky jsou proměnlivé v čase především v závislosti na počasí. Sněhová pokrývka se mění nejen v důsledku srážek, ale také teploty, proudění a vlhkosti vzduchu, slunečního záření, teploty rosného bodu a tlaku vodních par (NĚMEC 2006a). Při nepříznivém počasí (intenzivní srážky, vysoká teplota) se sněhová pokrývka může zásadně změnit během několika hodin, ale i při relativně stabilním počasí vlastnosti sněhu kolísají během dne (spolu s teplotou) a zároveň (při teplotách vzduchu nad hodnotou teploty rosného bodu) dochází k sublimaci rychlostí cca do 1 cm (2 mm vodní hodnoty) za den (POMEROY et al. 1998).

Prakticky jednosměrným procesem je postupné zhušťování sněhu vlivem gravitace („sesedání“ sněhu). Vliv rozdílů tíhového zrychlení na zeměkouli lze pro tento účel zanedbat, neboť rychlost gravitačního zhušťování sněhu výrazněji ovlivňují faktory počasí. Všeobecně však lze říci, že nejrychlejší je tento proces na počátku po sněhové srážce a postupně v čase rychlost zhušťování klesá k nule. Zároveň je nepřímo úměrná hustotě sněhu.

Variabilita parametrů sněhové pokrývky je nelineárně přímo úměrná délce časového období, po které měření provádíme. Největší je samozřejmě meziroční, ale také v rámci jednoho roku se v našich zeměpisných šířkách množství sněhu výrazně mění od 0 prakticky po celou vegetační sezónu po maximální hodnoty dosahované zpravidla před koncem zimy v únoru až březnu (TOLASZ et al. 2007). Tím je dán základní časový rámec měření, kterým je období se sněhovou pokrývkou, jenž může trvat v ČR třeba 56 (dlouhodobý průměr stanice Mošnov) nebo 169 (Lysá hora 16. 11. 2005 – 3. 5. 2006) dní.

Ideální je samozřejmě změřit celý soubor výsledků v jednom okamžiku, což je ovšem prakticky proveditelné pouze na stacionárních obsluhovaných meteorolo-

gických stanicích, kterých z důvodu nákladnosti bude vždy k dispozici jen omezený počet (v současnosti je v ČR 209 klimatologických a 585 srážkoměrných stanic – stav v lednu 2008, ČHMÚ 2010). Z výše uvedených podmínek vyplývá potřeba rozdělit expediční měření podle jednotlivých okamžiků, které z praktických důvodů trvají 1 až několik dní (neměly by přesáhnout týden). Tento časový úsek, při kterém provádíme expediční měření sněhu, považujeme při zpracování zjednodušeně za jeden snímek a označujeme ho jako cyklus měření. Cyklů provádíme během jedné zimní sezóny několik, s cílem zachytit parametry sněhové pokrývky v okamžiku (časovém úseku)

- kulminace vodní hodnoty sněhu
- před počátkem jarního tání
- po silné sněhové srážce
- poškozování (lámání) stromů.

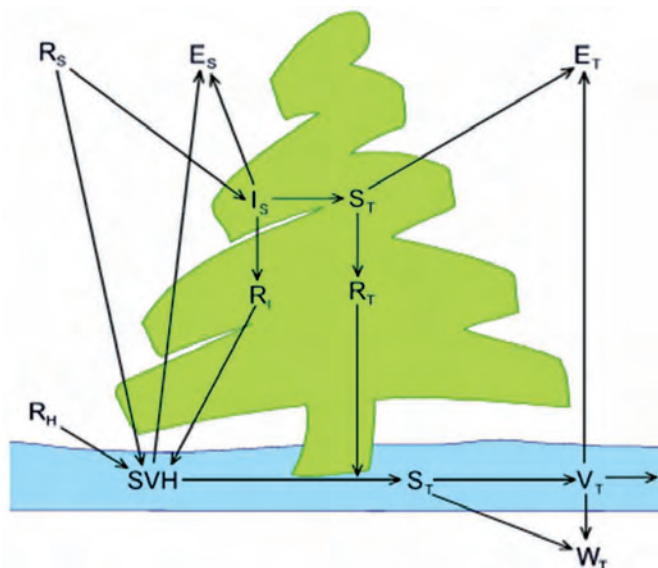
Jak je výše uvedeno, není prakticky proveditelné při expedičním měření změřit parametry sněhové pokrývky na všech místech v jediném okamžiku. V praxi trvá jeden cyklus měření řádově hodiny až dny. Proto je kromě zmíněných kritérií nezbytné volit časový úsek pro měření v období, kdy lze důvodně předpokládat co nejmenší změny sněhové pokrývky v čase, tj. při teplotách pod bodem mrazu, beze srážek a silného vzdušného proudění (tento požadavek je ovšem v protikladu ke snaze zachytit stav sněhové pokrývky po silné sněhové srážce, protože čerstvý sníh podléhá rychlému gravitačnímu zhušťování).

Jak vidíme, nelze volit časový úsek měření náhodně; je třeba jej stanovit za účelem zachycení určitých významných situací. Tento způsob výběru můžeme přirovnat k selektivnímu vzorkování (RAPANT 2006).

2.1.1.3 Vegetace

Faktorem významně ovlivňujícím sněhovou pokrývkou je dále vegetace, a to nejen v místech bezprostředního vegetačního krytu, ale v případě vysoké vegetace (jakou je lesní porost) také v nejbližším okolí – jako překážka vzdušného proudění (návětrná a závětrná strana) a činitel zastínění. Přímý vliv vegetačního krytu na sněhovou pokrývkou vyplývá z modifikované rovnice vodní bilance (obr. 1).

Protože cílem naší metodiky je sledování interakce mezi sněhem a lesem, základní rozdělení území je na les (tj. plochu porostlou lesem) a volnou plochu (tj. plochu bez přímého vlivu lesního porostu), přičemž zakládáme vždy paralelní dvojice (tzv. duplex), příp. trojice ploch na volné ploše bez vlivu lesa a pod přilehlým porostem.



R_s – úhrnné sněhové srážky; R_H – desublimace vodních par; I_s – sníh zadržený vegetací; E_s – sublimace sněhu; R_i – opad sněhu z nadzemní vegetace; S_T – voda z tání sněhu; R_T – okap vody z tání na povrchu nadzemní vegetace; E_T – výpar vody; V_T – odtok; W_T – vsak; SVH – vodní hodnota sněhu.

Horizontální přemísťování sněhu a transpirace v zimním období při sněhové pokrývce zanedbávána; zjednodušeno.

Obr. 1: Schéma bilance vody ve sněhu

2.1.1.4 Nadmořská výška

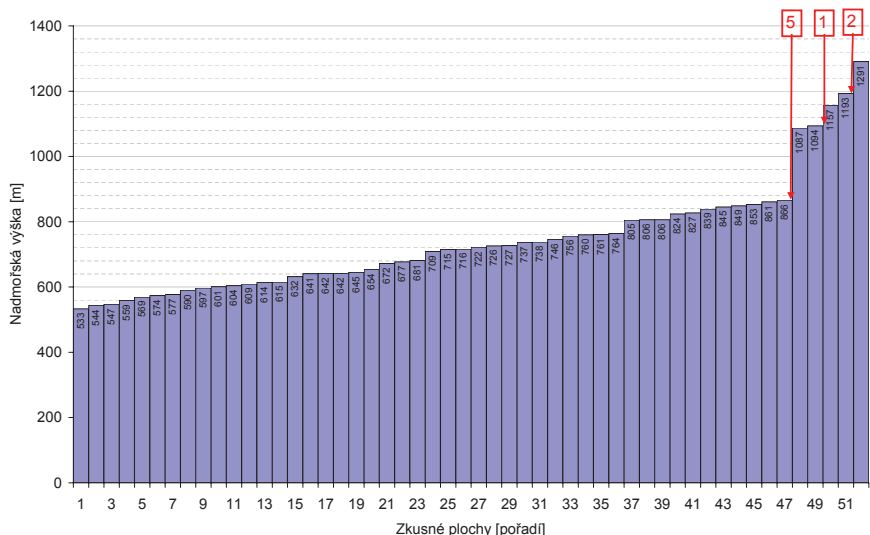
Klimatické faktory reprezentované statistickou pravděpodobností hodnot parametrů počasí, které jsou určující pro vznik a vlastnosti sněhové pokrývky, tj. teplota a srážky, jsou příkladem veličin spojitě proměnných s nadmořskou výškou. Proto také důležité kvantitativní vlastnosti sněhové pokrývky (především její výška a vodní hodnota sněhu) těsně korelují s nadmořskou výškou. Přitom nadmořskou výšku můžeme považovat také za veličinu spojitě proměnnou v prostoru. Z toho důvodu nevyužíváme pro vzorkování rozdělení nadmořské výšky do tříd, ale při prostorovém výběru dbáme na přibližně rovnoměrné pokrytí celého rozsahu zastoupených nadmořských výšek tak, aby bylo možné následně parametrizovat regresní vztah naměřených hodnot k nadmořské výšce. Při nedostatečném pokrytí některé části

variačního rozpětí nadmořských výšek standardně vybranými zkusnými plochami zakládáme doplňující zkusné plochy v rozsahu chybějících nadmořských výšek. Viz příklad v tab. 1.

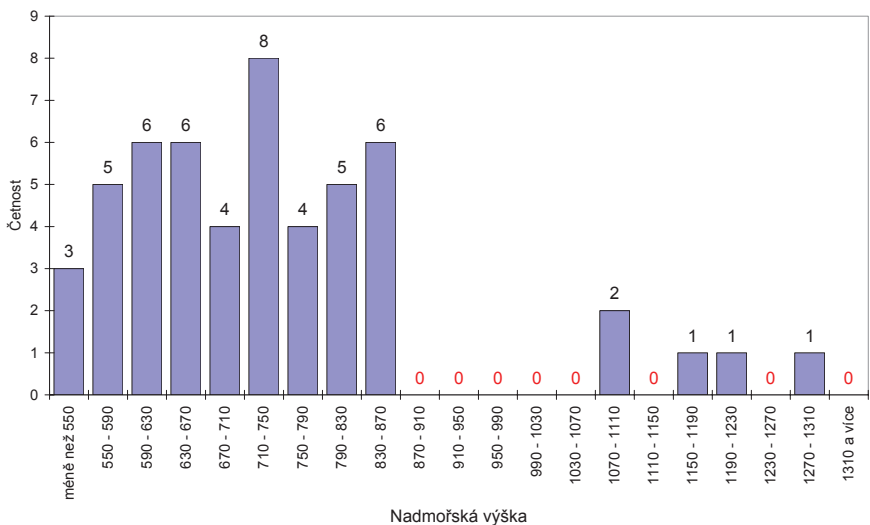
Tab. 1: Příklad adaptivního zhušťování sítě zkusných ploch podle nadmořské výšky

Nadmořská výška zkusné plochy	533	544	547	559	569	574	577	590	597	601	604	609	614	615	632	641	642	642
Délka intervalu nadm. výšek	11	3	12	10	5	3	13	7	4	3	5	5	1	17	9	1	0	
Počet doplňujících ploch v intervalu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nadmořská výška zkusné plochy	642	645	654	672	677	681	709	715	716	722	726	727	737	738	746	756	760	761
Délka intervalu nadmořských výšek	3	9	18	5	4	28	6	1	6	4	1	10	1	8	10	4	1	
Počet doplňujících ploch v intervalu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nadm. výška zkusné plochy	761	764	805	806	806	824	827	839	845	849	853	861	866	1087	1094	1157	1193	1291
Délka intervalu nadmořských výšek	3	41	1	0	18	3	12	6	4	4	8	5	221	7	63	36	98	
Počet doplňujících ploch v intervalu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	2	

Variační rozpětí: 510 – 1323 m n. m., standardní počet zkusných ploch: 52



Obr. 2: Grafické znázornění adaptivního zhušťování nadmořských výšek (červeně jsou vyznačeny počty a umístění doplňujících zkusných ploch do výškového intervalu)

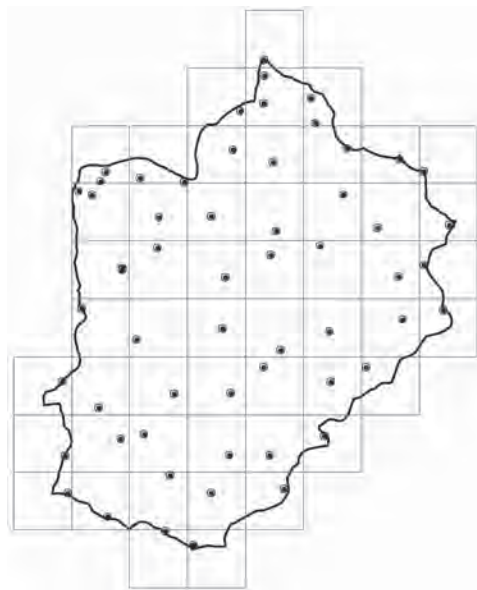


Obr. 3: Histogram četností zkusných ploch podle nadmořských výšek; při adaptivním zhušťování doporučujeme každý interval nadmořských výšek bez zkusné plochy doplnit alespoň jednou zkusnou plochou

2.1.1.5 Poloha

Jak je uvedeno výše, faktory počasí, stejně jako řada dalších přirozených veličin, jsou proměnlivé v prostoru nejen v závislosti na nadmořské výšce nebo zeměpisné šířce, ale také v závislosti na topologických vztazích k různým objektům a na poloze obecně. Aby soubor změřených hodnot co nejlépe reprezentoval zájmové území, je žádoucí vzorkovat území v celé jeho ploše v prostorovém smyslu. Náhodný výběr polohy zkusné plochy, kromě výhrad uvedených v úvodu kapitoly, přináší v prostorovém smyslu riziko vzniku shluků a nerovnoměrného nebo nedostatečného pokrytí celého území. Dokonale rovnoměrné pokrytí území naopak zajišťuje pravidelné vzorkování v pevných intervalech vzdálenosti nejčastěji podél dvou na sebe kolmých os. Pravidelnost s sebou však přináší riziko vzniku interferenčních jevů, pokud jednotlivé uzly takto vzniklé sítě zkusných ploch koincidují s pravidelností změn některé významné veličiny (RAPANT 2006).

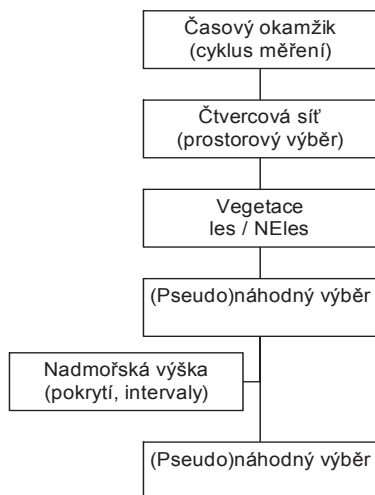
Jako nejvhodnější metodu zajišťující rovnoměrné pokrytí celého území s omezením rizika interferenčních jevů proto volíme tzv. jittering (česky: roztřesení), spočívající v rozdělení celého území pravidelnou (nejlépe čtvercovou) sítí. V rámci jednotlivých čtverců pak vybíráme polohu zkusné plochy náhodně, resp. s použitím dalších uvedených kritérií (viz obr. 4). Velikost čtverců vychází z jejich počtu, který musí odpovídat potřebnému počtu zkusných ploch.



Obr. 4: Výběr zkusných ploch formou jitteringu

2.1.2 Stratifikace

Design výběru vychází z tzv. stratifikace, tj. rozdělení měřené územní jednotky na části podle veličin, u kterých předpokládáme vliv na parametry sněhové pokrývky a jejichž hodnoty a proměnlivost jsou známy, a to postupně v několika hierarchických úrovních (patrech). Celý proces výběru zkusných ploch pro měření parametrů sněhové pokrývky, spočívající v hierarchickém rozdělení území podle uvedených faktorů, je znázorněn na obr. 5.

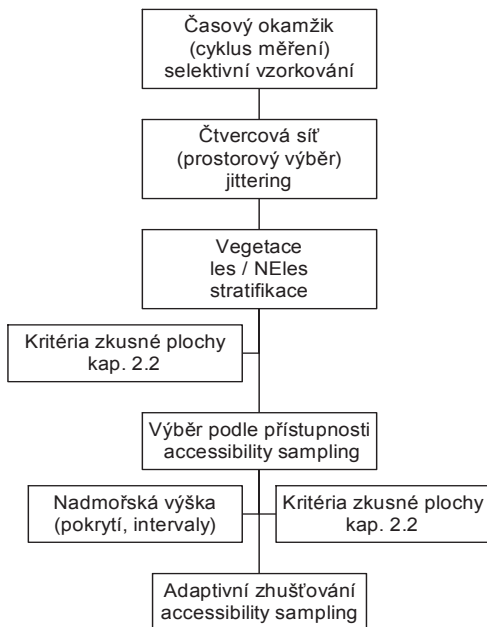


Obr. 5: Schéma výběru zkusných ploch stratifikací

2.1.3 Výběr podle přístupnosti

V praxi velmi důležitým a často rozhodujícím faktorem terénního měření je celková náročnost (nákladnost) a praktická proveditelnost. Toto kritérium se promítá již do volby počtu vzorků a použitých metod výběru. Expediční měření sněhu je vždy logisticky, materiálně, technicky a personálně velmi náročnou činností. Vysoké jsou zejména nároky na lidskou práci, kdy personál musí zvládat nejen metodicky a technicky správné měření, ale zároveň obtížný pohyb ve volném terénu s (vysokou) sněhovou pokrývkou a v nepříznivých podmínkách počasí.

Faktor pracnosti a proveditelnosti se proto promítá do celého procesu stratifikace výběru, od volby počtu vzorků přes výběr vhodného času měření až k cílovému umístění zkusné plochy, kde rozhodující roli (při splnění všech ostatních kritérií) nehraje náhodný výběr, ale přístupnost. Proto nazýváme výběrovou metodu accessibility sampling (česky: výběr podle přístupnosti). Konečná podoba celého postupu vzorkování je schematicky znázorněna na obr. 6.



Obr. 6: Schéma výběru zkusných ploch

2.2 Výběr zkusných ploch

V každé základní jednotce (čtverci) vzniklé výběrem popsaným v kapitole 2.1 je v každém cyklu potřeba změřit jednu zkusnou plochu skládající se z volné plochy a plochy pod lesním porostem. Zkusná plocha tedy sestává minimálně ze dvou paralelních měření – podploch. Konkrétní umístění zkusné plochy se volí pomocí výše popsaných metod (výběr podle přístupnosti, adaptivní zhušťování) a zároveň musí splňovat určitá kritéria a požadavky.

2.2.1 Volná plocha

Podplocha 1, tzv. volná plocha či bezleší, je plocha bez lesního porostu.

Základní podmínkou pro volbu umístění je neporušenost přirozené sněhové pokrývky, tzn. výběr míst, kde není pokrývka ovlivněna působením různých činitelů, např. efektem zastínění lesním porostem a jinými překážkami, působením větru, lidskou činností aj.

Pravidla pro založení:

- Minimalizovat ovlivnění přilehlým porostem (zastínění) pomocí vhodně zvolené odstupové vzdálenosti od okraje porostu. Minimální odstupová vzdálenost by měla být alespoň $\frac{1}{2}$ výšky přilehlého porostu; z důvodu pracnosti postačí maximální vzdálenost 2 výšky od sousedního porostu. Vzdálenost měříme (odhadujeme) po kolmici z místa měření k okraji porostu.
- Vyloučit místa, kde dochází k pohybu sněhu (strže, závěje, návěje, vyfoukané plochy).
- Vyhýbat se místům, kde nelze vyloučit manipulaci se sněhem během zimního období (odhrnutí, nahrnutí sněhu, uložení z jiných míst), tj. cesty, skládky, sjezdovky.
- Vyloučit zamrzlé vodní plochy (s ohledem na bezpečnost a nemožnost určení, jaká část sněhových srážek napadla ještě před zamrznutím plochy a byla odplavena).
- Ideálně louka, eventuálně holina, kultura.

2.2.2 Lesní porost

Podplocha 2, tzv. kontrolní, je plocha pod lesním porostem přiléhajícím k volné ploše.

Pravidla pro založení:

- Umístění v přilehlém (nejbližším) porostu.
- Ve vzdálenosti cca $\frac{1}{2}$ výšky až 1x výška od okraje porostu. Vzdálenost měříme (odhadujeme) po kolmici z místa měření k okraji porostu.

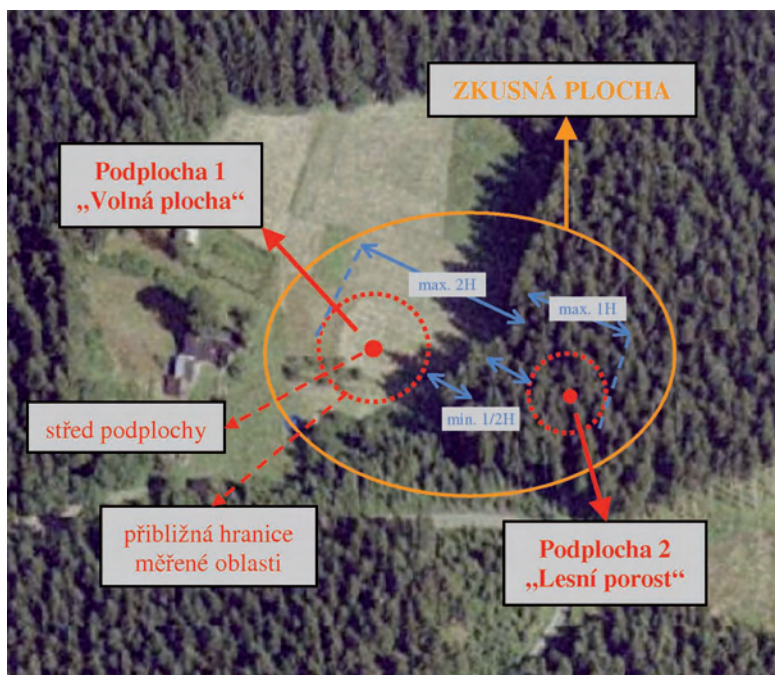
2.2.3 Typy zkusných ploch

Základní plocha

Zkusná plocha sestávající z volné plochy a kontrolní plochy (jedné či více), základaná pro každou jednotku prostorového výběru (čtverec) při prvním cyklu měření a beze změn zachovávaná i v dalších (budoucích) cyklech měření.

Doplňující plocha

Zkusná plocha sestávající z volné plochy a kontrolní plochy (jedné či více), základaná pro jednotku prostorového výběru (čtverec) navíc k základní zkusné



Vysvětlivky: H – výška porostu. Maximální násobky výšky jsou hodnoty doporučené.

Obr. 7: Schéma zkusné plochy

ploše z důvodu zpřesnění či doplnění souboru vstupních dat, přičemž zároveň dochází ke zvětšování souboru dat měřených. Účelné je založit doplňující plochu v případech, kdy samotné základní plochy nedostačují pokrýt požadavek na množství a kvalitu dat (neměnných) vstupujících do analytického zhodnocení (pro potřeby statistického zpracování). Příklad viz kap. 2.1.1.4. Jde o snahu eliminovat nevýhody náhodného výběru. Doplňující plocha může být ve čtverci založena zároveň se základní plochou při prvním cyklu měření, nebo i při dalších cyklech, tj. v průběhu řešení.

Náhradní (pod)plocha

Zkusná plocha sestávající z volné plochy a kontrolní plochy (jedné či více), zakládáná pro jednotku prostorového výběru (čtverec) místo plochy základní, která přestala splňovat dané požadavky a kritéria a nemůže být nadále využívána jako zkusná plocha. Často se může jednat v rámci zkusné plochy pouze o dílčí náhradu jedné z podploh při zachování druhé podplochy (podploh) na původním místě, přičemž náhradní podplocha by měla být založena co možná nejbližší podploše beze změny.

Příklad: Kontrolní plocha původní zkusné plochy přestala existovat (obnova lesního porostu těžbou, popř. silným snížením zakmenění, vznik kalamitní holiny aj.). Volná plocha původní zkusné plochy přestala existovat např. jejím zalesněním (v prvních letech po zalesnění lze ještě kulturu považovat za volnou plochu), nedostupností (oplocení) či jiným využitím znehodnocující další měření (založení sjezdovky, skládky, lesní školky apod.).

Pro všechny typy zkusných ploch platí shodná pravidla pro zakládání a měření (dodržování jednotného pracovního postupu).

2.2.4 Poznámky k zakládání zkusných ploch

Pokud ve čtvercích, do kterých šetřené území zasahuje jen okrajově, není možné najít vhodnou plochu k měření, je přípustné měřit zkusnou plochu mimo šetřené území, jestliže podmínky (sklon, expozice, nadmořská výška, výška sněhové pokrývky) alespoň přibližně odpovídají podmínkám v příslušné části řešeného území. Ve výjimečných případech, kdy nelze vhodnou plochu v okrajových čtvercích nalézt, lze tyto čtverce vypustit.

Ačkoli je teoreticky možné na jedné malé louce založit až 4 zkusné plochy, pokud zasahuje do 4 sousedních čtverců, z hlediska praktické využitelnosti výsledků je toto

„zjednodušení“ krajně nevhodné a nedoporučuje se. Jiná situace nastane u rozsáhlých bezlesí, kde je možné měřit více zkusných ploch, pokud spadají do příslušných čtverců a vzdálenost mezi nimi je alespoň polovina rozměru čtverce. Vzhledem k tomu, že kontrolní plocha je zakládána v přilehlém lesním porostu, je nutné i v těchto případech volit umístění zkusných ploch tak, aby splňovalo požadavky na minimální a maximální vzdálenosti od přilehlého porostu.

Každá zkusná plocha musí mít své přesné označení (identifikátor), které by mělo vycházet ze stratifikace, tj. vyjadřovat označení zájmového území, označení čtverce, zda se jedná o volnou plochu nebo lesní porost, příp. zda se jedná o doplňující plochu nebo náhradní plochu. Viz příklad v tab. 2.

Tab. 2: Příklad způsobu označení zkusné plochy

S4007020801

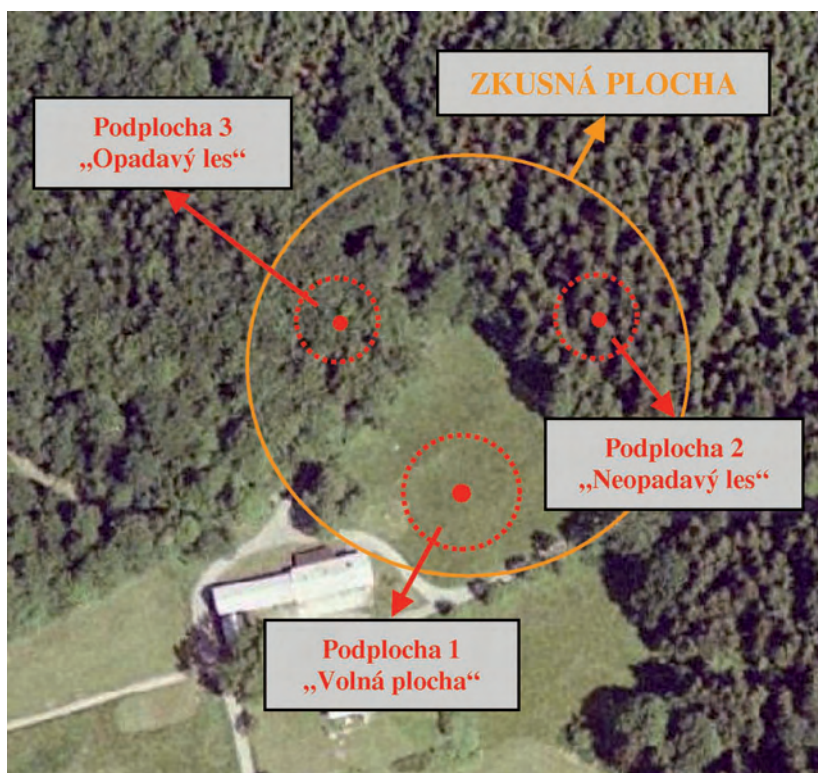
S	měření sněhu	měření sněhu v Moravskoslezských Beskydech
40	kód oblasti	pobočkou ÚHÚL Frýdek-Místek = povodí vodní nádrže Šance
07	kód pracoviště	
02	číslo sloupce čtvercové sítě	čtverec 0208
08	číslo řádku čtvercové sítě	
0	číslo zkusné plochy	0 = základní plocha 1-4 = doplňující plocha 5-9 = náhradní plocha
1	druh podplochy	1 = volná plocha 2 = neopadavý les 3 = opadavý les

Umístění zkusných ploch je stálé, tzn. že při opakovaném měření v jednotlivých cyklech (během jednoho zimního období i v dalších letech) měříme vždy na stejných místech jak v rámci čtverce (na stejných zkusných plochách), tak i v rámci zkusné plochy (na stejných podplochách). Umístění ploch je v případě opakovaných měření nutné polohově stabilizovat. Pouze v případě, že není možné měřit na stejném místě jako při předchozím měření z důvodů uvedených v podmínkách pro volbu zkusné plochy, založíme zkusnou plochu novou (náhradní) podle popsanych pravidel.

Zkusná plocha může nadstandardně sestávat i z více než dvou podploh (viz obr. 8). K volné ploše je možné založit více než jednu kontrolní plochu. Například tehdy, kdy k volné ploše přiléhají (sousedí) lesní porosty vzájemně odlišného charakteru, tzn. výrazně se různící např. dřevinnou skladbou, věkovým či prostorovým uspořádáním, resp. stupněm přirozenosti aj., lze rozšířit měření založením další podploh.

chy (či podploch) za dodržení podmínek pro volbu zkusné plochy, jak je uvedeno výše. Např. trojplocha: volná plocha + plocha lesní porost neopadavý + plocha lesní porost opadavý; volná plocha + plocha lesní porost neopadavý tyčkovina + lesní porost neopadavý dospělá kmenovina aj. Tímto je možné rozšířit velikost a různorodost souboru dat pro budoucí vyhodnocení s poměrně malým navýšením pracnosti. Tento nadstandard odvisí od specifických požadavků a potřeb konkrétního projektu.

Velikost podplochy není stanovena a její znalost je pro účely zjišťování vlastností sněhové pokrývky nepotřebná.



Obr. 8: Příklad zkusné plochy se třemi podplochami

2.3 Stabilizace polohy zkusné plochy

Měření vlastností sněhové pokrývky může být provedeno jednorázově nebo opakovaně – ve více cyklech během jednoho nebo více zimních období. V obou případech je důležitá znalost přesné polohy zkusné plochy.

V případě opakování je nutné provést měření vždy na stejných místech. Aby bylo možné se na stále stejná místa vracet, a to i různými skupinami měřičů, a aby bylo možné pro místo skutečného odběru doplnit ze stávajících databází další informace, je potřeba místa zaznamenat, nejlépe pomocí geografických souřadnic.

2.3.1 Metody určení, záznamu a nalezení polohy v terénu

2.3.1.1 Možnosti

K určení a nalezení polohy v terénu je možné použít Globální družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System – GNSS). Prakticky se zatím nejvíce používá americký systém GPS (Global Positioning System). Proto je dále jako zástupce GNSS zmiňován právě GPS. Použití tohoto systému se dnes nabízí, k dispozici jsou ale i další metody:

Zapamatování si polohy

Pracovník si polohu v terénu pamatuje a v kanceláři určí souřadnice buď pomocí mapy, nebo GIS technologií. V terénu určí ten, kdo zde už byl, místo po paměti.

Záznam do papírové mapy nebo kresba plánu

Pracovník si polohu v terénu zaznačí do mapy s dostatečně podrobným měřítkem a z ní se souřadnice odečtou. V terénu se najde místo podle záznamu v mapě.

Fotografie místa

Jedná se o doplňkovou metodu k přesnějšímu určení místa. V terénu se místo označí a z odstupu s okolím vyfotí. Podle fotky se najde místo.

Tab. 3: Výhody a nevýhody (včetně orientační přesnosti, časové náročnosti, nákladů a snadnosti nasazení) různých metod určení, uchování a nalezení polohy

Metoda	Přesnost	Časová náročnost	Náklady na vybavení	Zvládnutelnost	Výhody	Nevýhody
Zapamatování si polohy	metry až desítky metrů	malá	žádné	lehká, různá	• bez starostí o přístroje • vhodné pro malý počet často navštěvovaných míst	• potřeba zjistit dalším způsobem souřadnice • místo dokáže určit pouze ten, kdo tam už byl a pamatuje si ho • hrozba zapomenutí • nevhodné pro velký počet míst • ne každý dokáže • problém při změně orientačních bodů
					• snadno srozumitelná (tradiční) metoda • nezávislost na technice, zdrojích energie, bez starostí o přístroje • širší přehled o území pro orientaci v terénu než na malých výřezech mapy na displejích	• možnost nepřesného zakresu • potřeba zjistit dalším způsobem souřadnice nebo zajištění mapy se souřadnicovou sítí
Fotografie místa	decimetry až metry	malá až střední	malé až střední	lehká	• snadno zvládnutelné	• potřeba zjistit dalším způsobem souřadnice • nepoužitelné pokud jsou zhoršené podmínky prostředí (světlé, mlha, hustý porost, protisvětlo) nebo na fotu chybí body o známé poloze, které určí polohu fotky • nutnost dodržovat dohodnutá pravidla focení (směr, odstup od místa, technika focení) • nutnost označit před focením místo
					• pokud se značení najde, tak vysoce přesná, jednoduchá, srozumitelná a přitom levná metoda	• potřeba zjistit dalším způsobem souřadnice • možnost nenalezení, značení mizí • poškozování prostředí • nutnost domluvy s majitelem pozemku • problematické značení v bezlesí

	• nutnost mít nablízku bod o známé poloze, jinak nadměrně zdlouhavé • těžké přístroje náročné na přenášení, v náročných terénech, hustém lese a zimním období obtížně použitelné • drahé přístroje náročné na zaškolení a obsluhu • měření vyžaduje dva pracovníky • závislost na bateriích	
• velmi vysoká přesnost bez nahodilých odchylek • možnost zkombinovat s GNSS (GPS)	• souřadnice hned přímo čitelné • zjištění polohy nezávislé na prostředí (nepočítáme-li hluboká úzká údolí, velmi hustý pokryv) • většinou dostatečně rychlá a přesná poloha vyznačená na mapě, většinou umožňující současnou kontrolu se skutečností • relativně levné přístroje s průměrnou přesností do 10 metrů	
nesnadná	lehce až středně obtížná	
vysoké	střední	
vysoká	malá až střední	
centimetry až metry	metry	
Geodetické metody	GNSS (GPS)	

Označení v terénu

Jedná se o doplňkovou metodu k přesnému určení místa. V terénu se místo označí a podle označení se najde.

Geodetické (nebo v praxi spíše pseudogeodetické) metody

Odhadem, měřicími nástroji (metr, úhloměr, sklonoměr, buzola) nebo přístroji (laserový dálkoměr, úhloměr) či dokonce profesionálními geodetickými přístroji se zjistí (v terénu nebo v kanceláři) souřadnice geometrickými výpočty za použití bodů o známých souřadnicích. V terénu se místo najde stejnými geodetickými technikami od bodů se známými souřadnicemi.

Další informace a srovnání metod jsou v tabulce 3.

Je zřejmé, že každá metoda má své klady a zápory. Je rozumné určit nejvhodnější metodu, respektive kombinaci metod, a to na základě cíle, který má být dosažen. To vše s ohledem na konkrétní nutnou přesnost, akceptovatelný čas, počet dostupných pracovníků, přístrojové vybavení a vynaložitelné náklady. Optimální zkombinování metod je možno považovat za to nejdůležitější.

2.3.1.2 Výběr metod k určení, záznamu a nalezení polohy míst odběru sněhu

K optimálnímu výběru metody je potřeba si ujasnit, co v našem případě potřebujeme, čím disponujeme a v jakých podmínkách budeme pracovat. Při volbě vycházíme zejména z:

- účelu, cíle projektu, požadavků na výsledky;
- disponibilního materiálového, technického a personálního vybavení;
- disponibilního finančního zajištění;
- časových možností, faktorů prostředí (velikost území, náročnost terénu) atd.

Tab. 4: Příklad rozhodovacího procesu

Kritérium	Popis situace
Požadovaná přesnost	Dostačuje přesnost několika metrů, protože odběr stejně neprobíhá na jednom místě, ale přizpůsobuje se každé ploše v rozsahu několika metrů a případný posun plochy do cca 20 metrů neovlivňuje významně měřené veličiny.
Disponibilní technické vybavení	Máme dostatečný počet GNSS (GPS) přístrojů a fotoaparátů. Geodetické přístroje nemáme. Nasazení geodetických přístrojů je z mnoha důvodů příliš nákladné. Vysoké pořizovací náklady přístrojů, vysoké požadavky jsou kladeny zejména na kvalitní vyškolení obsluhy, nevýhodou je také velká vzdálenost zaměřovaných bodů od bodů o známých souřadnicích a nízká produktivita práce. Pohyb obtížným terénem s přístroji je prakticky obtížné realizovatelné až nemožné. Dosažitelná přesnost je zbytečná.
Disponibilní materiálové vybavení	Máme dostatečný počet barevných sprejů i možností tisku map.
Disponibilní personální vybavení	Jsme schopni vytvořit až 5 dvojic pracovníků s průměrnou znalostí práce s PDA využívajícím GNSS (GPS). Pracovníci nemají znalosti a zkušenosti s geodetickými přístroji.
Finanční prostředky	Pořízení geodetických přístrojů je příliš nákladné. Důležitá je pro nás produktivita práce, a tím šetření nákladů.
Faktory prostředí	Značení v bezlesí je v zimě problematické, v lese je více použitelné. Terén je značně obtížný a nevhodný pro pohyb s těžkými geodetickými přístroji.
Zvolená metoda	Hlavní metoda: GNSS – GPS. Doplňkové: zapamatování si polohy; v lese označovat místo značením stromů; vyfocení situace; každá skupina bude mít mapu s vyznačenými místy odběru. Geodetické metody se z výše uvedených důvodů nepoužijí.

Metoda GPS

Požadavky na přístrojové vybavení (hardware)

Pro práci v terénu potřebujeme:

- GPS přijímač
- zařízení pro sběr a ukládání naměřených dat (terénní počítač, data logger).

Pro určování, zaznamenávání a nalezení polohy je vhodné využít např. osobní kapesní počítač (Personal/Pocket Digital Assistant, dále jen PDA) vybavený navigací GPS. Vhodnější jsou přístroje s integrovanou GPS. PDA s externím bluetoothovým GPS jsou pracnější na tzv. spárování, je zde vyšší spotřeba energie z důvodu komunikace mezi oddělenými přístroji, a proto jsou pro terénní využití méně vhodné.

Požadavky na PDA:

- baterie o dostatečné kapacitě
- odolnost vůči mrazu
- čitelnost displeje
- cena nepřesahující finanční limity rozpočtu.

Přístroj by měl být vybaven baterií o kapacitě umožňující dostatečně dlouhý denní provoz, tj. minimálně po dobu pobytu v terénu. Při nízkých teplotách navíc dochází k poklesu výdrže. Případně je vhodné nosit u sebe náhradní nabitou baterii. Důležitá je zvýšená odolnost vůči mrazu, popř. je nutné přístroj před mrazem co možná nejvíce chránit. Odolnost přístroje lze obecně zvýšit použitím ochranného pouzdra. Displej přístroje by měl být (relativně) dobře čitelný i za slunečného dne.

Cílem této metodiky není podat přehled o stále se měnícím trhu dostupných GPS přístrojů. Je jich široké spektrum, od jednoduchých turistických až po velmi přesné, vhodné pro geodetické měření. Není zde prostor pro popis technologií zvyšujících přesnost u profesionálních přístrojů. S přihlédnutím k výše uvedeným požadavkům je možné využít i levnější typy PDA s GPS, vzhledem k relativně nízkým nárokům na přesnost zjišťování polohy (např. z našich zkušeností se jeví jako dostatečný přístroj Trimble Juno SB).

Pro kancelářské zpracování postačí standardní osobní stolní počítač.

Požadavky na programové vybavení (software)

Software ke zpracování měření polohy určené pomocí GPS by měl:

- mít možnost vytvořit si snadno (na počítači) soubor s polohami bodů,

- zobrazit různé mapové podklady (nejlépe i ty, které organizace používá; výhodou je, pokud se v terénu mapy načítají automaticky podle aktuální polohy),
- zaznamenat polohu na základě dat z GPS a také uživatelem určenou (nejlépe v otevřeném formátu pro další zpracování).

Výběr software používaného ve všech etapách, od přípravy na měření po zpracování výsledků, je velmi často ovlivněn možnostmi a zvyklostmi v každé organizaci a znalostmi a schopnostmi jejich pracovníků. Pro každého může být vhodné něco jiného.

Poznámka: Z našich zkušeností je možné doporučit např. program pro tvorbu GIS TopoL, v PDA pak program OziExplorerCE.

Další doporučení

Teoreticky se nabízí také plánovat výjezd podle předpovědi (almanachu) poloh, resp. drah pohybu (efemerid) a počtu satelitů na obloze (RAPANT 2002). Prakticky je však možnost stanovit si optimální dobu měření polohy pomocí GPS těžko použitelná. Účelnější by to bylo zejména při použití přesných přístrojů (BERUNA 2001), které při horší konstelaci satelitů ani neměří. Při použití běžných citlivých, ale méně přesných GPS přístrojů a našich nízkých požadavcích na přesnost toto plánování není nutné, respektive dodržení harmonogramu by přineslo spíše logistické a organizační problémy.

Ke zpřesnění měření polohy pomocí GPS přímo při měření se nabízí příjem diferenciálních korekcí, například bezplatné služby EGNOS. V tomto případě jsou korekční data přijímána z geostacionárních družic umístěných v rovině rovníku, což vyžaduje možnost příjmu jejich signálu z jižního směru. Lze nakupovat také kvalitnější korekční data a přijímat je v terénu pomocí mobilní sítě nebo WiFi, i zde je ale podmínkou pokrytí těmito sítěmi v místě měření. Pokud je toto zpřesnění možné, je samozřejmě vhodné ho používat. Vzhledem k vyšším nákladům (i na přenos dat) a technickým problémům (v údolích hor není často na satelity u jižního obzoru vidět, pokrytí WiFi signálem není v lesích skoro žádné a pokrytí mobilních sítí bývá v lesích v oblastech s nízkou hustotou obyvatel nedostatečné) však není příjem korekčních dat během měření často možný. Prakticky lze korekcí využít při navigaci, kdy takto můžeme dosahovat cíle přesněji. Při měření polohy podplochy však lze použití korekcí nahradit zpřesněním nasbíraných údajů po návratu do kanceláře postprocessingem.

GPS přístroje nám kromě polohy poskytují také informace o pravděpodobném zhoršení přesnosti měření vlivem aktuální geometrie uspořádání družic, ze kterých je poloha určována (PDOP – prostorové, HDOP – horizontální, VDOP – vertikální).

Tyto kovarianční koeficienty mohou nabývat hodnot od 1 do 50; čím více se hodnota blíží 1, tím je pravděpodobnost zhoršení přesnosti měření vlivem aktuální konstelace družic nižší.

Pro zjištění přesnější polohy je možné záznamy z GPS podle více kritérií filtrovat a výslednou hodnotu souřadnic polohy počítat ze zúženého počtu záznamů. Je možno použít záznamy s hodnotou PDOP nebo HDOP nižší než určitá hodnota, nezahrnovat do výpočtu družice nízko nad obzorem, nebo začít zaznamenávat polohu až při dosažení aspoň minimálního počtu použitelných satelitů. (Např. při národní inventarizaci lesů se používá nastavení na hodnotu PDOP menší než 6, pro geodetická měření požaduje příloha vyhlášky ČÚZK č. 31/1995 Sb. hodnoty nejvýše 7,0; při hodnotách PDOP nad 7 už zpravidla nemohou GPS přijímače polohu stanovit – RAPANT 2002). Je pravděpodobné, že záznamy splňující tyto podmínky budou přesnější a z nich vypočtená poloha bude blíže skutečné. Na druhé straně, pokud chceme dosáhnout k určení polohy minimální počet záznamů, prodlužuje se doba měření na ploše a může dojít k tomu, že budeme na ploše setrvávat, hotovi s měřením sněhu, pouze kvůli měření polohy. K vyloučení extrémních hodnot lze použít i jinou metodu, jak bude popsáno v kapitole 2.3.2.3.

2.3.1.3 Organizace měření polohy zkusné plochy

Postup práce lze z hlediska časové posloupnosti rozdělit na tři etapy:

1. Příprava podkladů a přístrojů v kanceláři.
- 2a. Měření polohy nově založené zkusné plochy a zápis měřených dat pro uchování k dalšímu zpracování.
– nebo –
- 2b. Nalezení polohy existující zkusné plochy.
3. Zpracování naměřených dat v kanceláři.

Poznámka: Lze také případně využít on-line příjem podkladových dat a zaslání měřených hodnot v reálném čase z terénu.

Je potřeba si mimoterénní (bod 1. a 3.) „skryté (časové a mzdové) náklady“ uvědomit a počítat s nimi, protože mohou tvořit podstatnou část práce. V této souvislosti se jeví zásadně důležité si hned na počátku dobře manažersky definovat skutečně potřebné parametry výsledku, abychom – například fascinování technickými možnostmi – nesbírali zbytečné údaje nebo zbytečně přesná a podrobná data, která pak nebudeme mít čas vyhodnotit.

Důležité je též uspořádat školení, při kterém se všichni pracovníci obeznámí s jednotným postupem a vyzkouší si měření předem, protože nedodržování postupů nebo jejich úprava až během měření může vést k problémům při zpracování dat.

Přes používanou navigační techniku je vždy výhodou vysílat na konkrétní plochy ty, kteří už dotyčné území znají (aspoň jeden ze dvojice) a mohou tak využít nejjednodušší metodu „zapamatování si polohy“.

2.3.2 Praktický postup určení, záznamu a nalezení polohy míst pro měření sněhu v bezlesí a lese

Tato kapitola popisuje praktickou aplikaci výše vybraných metod. Zvláště velký prostor je zde věnován využití té hlavní – GPS. A to rámcově i včetně přípravy dat pro PDA, způsobu nalezení podplochy v terénu, měření polohy v bezlesí a lese, průměrování a zpřesňování naměřených hodnot. Přestože jsou v textu pro příklad zmíněny některé použitelné programy a přístroje, nezaměřili jsme se na žádný konkrétní hardware nebo software, tak aby šlo o obecněji použitelný postup.

2.3.2.1 Příprava podkladů

Přípravu v kanceláři tvoří tyto dílčí činnosti:

1. příprava mapových podkladů
2. tvorba seznamu zkusných ploch s jejich geografickými souřadnicemi
3. zkopírování připravených podkladů do PDA
 - a) mapové podklady
 - b) soubor se souřadnicemi zkusných ploch
 - c) formulář pracovního zápisníku, popř. fotografie zkusných ploch k usnadnění jejich identifikace

Poznámka: Úvodní kancelářská příprava před prvním cyklem měření zahrnuje pouze body 1. a 3a). Seznam zkusných ploch s jejich geografickými souřadnicemi vznikne po prvním cyklu měření, při kterém se na základě postupu popsaneho v kapitolách 2.1. a 2.2. zvolí umístění zkusných ploch a jejich poloha se zaměří s pomocí GPS, popř. využitím dalších pomocných metod identifikace.

Ad 1. Příprava mapových podkladů:

I když mají mapy ve vektorových formátech své výhody, jejich využití na relativně málo výkonných PDA je kvůli pomalému překreslování, zejména v případě mnoha vrstev s mnoha objekty, neprakticky zdlouhavé. Současné programy proto pracují místo toho často s mapami ve formě bitmapy. Ty se buď kupují, nebo tvoří, například i z vektorových vrstev, převodem do rastrového formátu čitelného programem v PDA. Z důvodu omezeného prostoru se zde nemůžeme tvorbou map pro PDA podrobně zabývat. Jedním z hlavních cílů je vytvoření použitelné, dostatečně kvalitní mapy v co možná nejmenším souboru (nebo více souborech). Přitom je vhodné zohledňovat tyto skutečnosti:

- generalizace map: tvořit mapy přiměřeně podrobné

Zásadně nevytvářet mapy s jemnějším rastrem než jsou zdrojové (!). V případě vektorových zdrojů zvolit jemnost rastru mapy takovou, aby nebyly ztraceny užitečné detaily, ale na druhé straně nebyla výsledná mapa tak zbytečně podrobná, že bude stejně po většinu času zobrazována na displeji PDA například pouze ve 40% zvětšení. Je potřeba si totiž uvědomit, že rozměry obrazovky PDA jsou relativně (zvláště v porovnání s papírovou mapou) velmi malé a nelze na nich sledovat širší okolí. Z hlediska uživatele je tedy většinou praktičtější vidět širší okolí než jeho zvětšený detail (vektorovou kresbu).

- omezit počet barev použitých na mapě

To umožní použít počtu barev přiměřenou nejmenší barevnou hloubku, a tím dosáhnout co nejmenšího souboru. Méně použitých barev se také většinou projeví v lepší bezztrátové komprimaci souboru. I kdyby dokázaly displeje PDA miliony barev zobrazit, za jasného dne je stejně na obrazovce obtížně rozpoznáte. U map, tvořených z vektorových vrstev si často vystačíme s 16 barvami a i ortofotosnímek v původně milionech barev je dostatečně rozpoznatelný při 256 barvách.

- používat kontrastní, rozdílné barvy

Je potřeba si uvědomit, že to, co je vidět na jasném, kvalitním LCD monitoru v polotmavé kanceláři, nebývá vidět za slunečného dne na PDA (s lesklým, zašpiněným displejem, s ochrannou fólií, případně sníženým jasnem kvůli šetření baterie).

- tvořit mapové soubory z hlediska velikosti přizpůsobené programu v PDA

Při dnešních velikostech paměťových karet již nehrozí nedostatek paměti pro uložení mapy na kartu. Hlavním problémem zůstává neúměrně dlouhá doba načítání velké mapy pro zobrazení u některých programů.

Způsob přípravy map je specifický pro každou organizaci – jaké mapy má a s jakým programem v PDA pracuje (je možné použít zejména lesnické obrysové mapy, ortofota, základní mapy i konkrétní tematické mapy připravené pro daný účel).

Některé programy (např. OziExplorerCE) umožňují pro rychlejší automatické otevírání map v terénu provést indexaci map. V tomto případě je to vhodné udělat (při větším počtu map, stovek až tisíců) už v kanceláři, aby navazující práce v terénu byla maximálně rychlá.

Použitím více druhů map v terénu získáváme další informace o prostředí, ve kterém se pohybujeme, což pomáhá nejen při navigaci.

Mapové podklady by měly obsahovat zobrazení základních jednotek výběru (čtvercovou síť) a rozlišení vegetace na les/NEles jako vodítko pro prvotní založení zkušných ploch.

Kromě digitálních mapových podkladů zobrazovaných pomocí PDA je praktické mít u sebe rovněž vytištěnou sadu map v papírové podobě, zejména přehledovou mapu celého území s vyznačenou čtvercovou sítí a dále také podrobnější mapky pro orientaci v rámci konkrétních čtverců.

Ad 2. Tvorba seznamu zkušných ploch s jejich geografickými souřadnicemi:

Pomocí programu pro tvorbu GIS (profesionálního, komerčního, případně lze použít i freeware programy, například Google Earth).

Pokud používáme jiný souřadnicový systém (v České republice je to typicky S-JTSK) než umožňuje program v přístroji s GPS, je potřeba souřadnice převést pomocí vhodného software (např. pomocí public domain programu PROJ4). Souřadnice je potřeba uložit ve formátu souboru, se kterým pracuje program používaný v přístroji s GPS (například WPT soubor pro OziExplorerCE).

Ad 3a). Zkopírování mapových podkladů do PDA:

Pomocí paměťové karty

Levný, jednoduchý, nezávislý, rychlý a jistý způsob přenosu map jejich zkopírováním na paměťovou kartu zasunutou v PDA.

On-line zaslání map

Jako alternativu k paměťovým kartám lze použít systém on-line zaslání map do terénu prostřednictvím bezdrátových technologií z mapového serveru (případně i on-line sběr údajů z terénu opačným směrem). To s sebou nese určité výhody i nevýhody, ve stručnosti:

Vhodné pro organizace nemající kapacitu pro vytváření mapových podkladů a pro které je levnější si je takto zajistit (například pro jednorázové šetření), pokud najdou vhodného poskytovatele těchto služeb s vyhovujícími mapami. Potřebují shromažďovat informace z terénu ve velmi krátkém čase, nebo se jim mapové podklady velmi rychle mění a i například jejich jednotná distribuce na všechna PDA by byla složitá. Nebo jsou mapové podklady důvěrné a není vhodné, aby byly všechny na všech PDA z důvodu bezpečnosti (například ztráta PDA).

Je možné také využít bezplatné mapové služby (např. Google Maps), které mají nezdírkavě celosvětové pokrytí a dnes už bývají přizpůsobeny pro pomalé datové přenosy do mobilních přístrojů.

Jsou zde ale také oproti systému paměťové karty podstatná negativa. Běžně dostupné systémy on-line distribuce map nemusí obsahovat pro nás potřebné tematické mapy, příprava systému s požadovaným obsahem může být časově i investičně náročnější, udržování v chodu je relativně drahé, je nutné platit za přenos dat, dostupnost služby v málo osídlených lesních oblastech je problematická, jsme závislí na fungující složité infrastruktuře, komunikační technologie PDA zkracuje výdrž baterie, on-line načítání mapy je pomalejší než z paměťové karty, a proto zdržuje.

Ad 3c). Zkopírování formuláře pracovního zápisníku, popř. fotografií zkusných podplach:

Šablonu digitálního formuláře pracovního zápisníku (viz příloha na CD) zkopírujeme na paměťovou kartu v PDA.

Pokud byly v minulosti na podpoše zhotoveny situační plánky a fotografie, zkopírujeme je na paměťovou kartu PDA k formuláři. Případně můžeme použít kopie plánek a fotografie v tištěné papírové podobě. Originály plánek doporučujeme archivovat a v terénu dále nepoužívat, abychom předešli jejich nenávratnému zničení.

2.3.2.2 Práce v terénu

Nalezení polohy zkusné plochy

Umístění zkusné plochy a jejích podploch, zvolených a zaměřených při prvním cyklu měření, stanovíme v terénu v dalších cyklech popsány metodami v tomto doporučeném pořadí:

- pomocí GPS
- podle označení v terénu (pokud bylo provedeno)
- zapamatování si polohy (pokud si místo měřič pamatuje a od jeho poslední návštěvy nedošlo ke změně umístění)
- podle situačního plánu (pokud existuje) a zakresu v mapce
- podle fotografie (pokud existuje) zobrazené na displeji PDA

Nalezení polohy zkusné plochy pomocí GPS

Postup práce s PDA s GPS v terénu:

1. zapnutí PDA
2. spuštění programu pro navigaci pomocí GPS
3. zapnutí GPS
4. zobrazení mapy
5. otevření souboru se souřadnicemi podploch
6. navigace na zkusnou plochu (podplochu)

Ad 1. – 3. Prvé tři kroky je vhodné provést v předstihu několika minut před přiblížením k ploše z toho důvodu, že prvotní hledání satelitů a stažení almanachu může trvat i delší dobu.

Ad 4. Podle použitého software se mapa může načítat automaticky sama podle polohy získané pomocí GPS.

Ad 5. Při použití OziExploreraCE se po prvním načtení otevírá při dalších spuštěních automaticky.

Ad 6. Navigace na zkusnou plochu (podplochu):

Poté co nám program v PDA ukáže aktuální pozici, nastavíme si na displeji pomocí funkce zoomu takové přiblížení, abychom viděli zároveň také bod ukazující místo plochy, kam chceme dojít.

Pokud se s PDA pohybujeme, bude se nám vykreslovat také trasa pohybu (je-li tato funkce zapnutá). Podle polohy bodu a kreslené trasy se šipkou se vydáme vhodnou cestou (tedy většinou nikoliv přímo, ale nejschůdněji) směrem k ploše. Zobrazená mapa nám v tom pomáhá. Zvětšení si nastavíme na vhodné měřítko, ve kterém se při pohybu nejlépe identifikujeme v terénu.

V bezprostřední blízkosti hledaného bodu zvětšujeme měřítko zobrazené mapy (zoomujeme) až do neobvyklých hodnot (např. 1:100, resp. až zoom 1000 %), abychom zřetelně viděli odchylku GPS polohy od polohy hledaného bodu i v řádu pouhých metrů.

Pokud přístroj zobrazování map neumožňuje nebo ji nemáme, určíme naši situaci v papírové mapě a dojdeme podle ní a s pomocí údajů o vzdálenosti a směru udávanými PDA. Bývá možné si nechat vykreslovat mezi aktuální polohou a cílem naší cesty navigační přímkou, která však někdy na zobrazené mapě spíše překáží.

Poznámky k chybám GPS, kontrola přesnosti

Je-li místo známé, není bezpodmínečně nutné jít na podplochu podle GPS. Pokud si ale nejsme jisti, vždy je vhodné se na přístroj podívat. Při každém pohledu na naši aktuální polohu ukazovanou v mapě v PDA tuto srovnáváme se skutečností, kterou vidíme kolem sebe, a určujeme jejich shodnost. Pokud to lze (často velmi dobře například na cestách), odhadujeme odchylku v metrech. Tím kontrolujeme přesnost GPS. Máme nejen přehled o tom, kde vlastně jsme, ale také o tom, jak přesně právě GPS měří.

Další pomůckou je v tomto směru také počet a poloha satelitů, zjednodušeně řečeno vyjádřená hodnotou PDOP (nebo HDOP). Toto vše nám může pomoci získat přehled o přesnosti aktuálního měření a korigovat důvěru v naměřené hodnoty. Přitom přihlížíme také k přesnosti umístění použité mapy, např. lesnické obrysové mapy mohou mít střední polohovou chybu (posun) někdy až desítky metrů, ortofota do jednoho metru (ŠÍMA 2009).

V případě potřeby a při pochybnostech je možno načíst jinou tematickou mapu. Použitím více druhů map v terénu získáváme další informace o prostředí, ve kterém se pohybujeme, což pomáhá nejen při navigaci.

Výše uvedená problémová nepřesnost měření pomocí GPS se dá zmírnit také příjmem korekčních dat. Toto ale není v praxi vždy použitelné, viz kapitola 2.3.1.2.

Ať už jsme došli na podplochu pomocí GPS nebo bez něj, před příchodem na místo se na přístroj vždy podíváme (a přesnosti ukazované polohy věříme podle předchozích odhadů nepřesnosti měření během příchodu na podplochu).

Nesoulad polohy stanovené GPS a skutečné polohy

Po definitivním určení místa podplochy se, stojíce na ní, opět podíváme do PDA na mapu a zobrazíme si v programu měřítko. Nastavíme si takové zvětšení mapy, abychom mohli pohodlně odhadnout vzdálenost mezi minule zaznamenanou polohou podplochy a aktuální polohou podle GPS.

Nyní mohou nastat tyto situace:

- a) Rozdíl obou poloh je do deseti metrů. ⇨ Polohu máme zaznamenanou pravděpodobně dostatečně přesně a není tedy potřeba zdržovat se jejím opětovným měřením.
- b) Rozdíl obou poloh je nad deset metrů. ⇨ Polohu pravděpodobně nemáme zaznamenanou přesně a provedeme o tomto nesouladu záznam do formuláře. Pokud se během chůze k podploše ukazoval odhad přesnosti měření pomocí GPS jako přesnější než je vzdálenost obou poloh, provedeme opětovné měření polohy podplochy pomocí GPS (viz následující podkapitola Určení a záznam polohy). To, že došlo k novému měření, zapíšeme do formuláře.

Zkontrolujeme také správnost umístění minulými měřeními stanoveného místa podplochy vůči současným podmínkám prostředí. Například poloha vůči okraji lesa, která je stanovena metodikou měření, může být vlivem těžby nebo kalamit jiná. Někdy je proto potřeba založit novou, tzv. náhradní podplochu, na jiném místě. Údaj o změně a jejích důvodech zapíšeme do formuláře.

Pokud poloha podplochy na mapě v PDA (s přihlédnutím k výše zmíněným nepřesnostem) naopak odpovídá skutečnosti, polohu GPS přístrojem opětovně nepřeměříme.

Určení a záznam polohy

Určení a záznam polohy zkusné plochy, tj. určení souřadnic každé podplochy, je nutné provést při prvním cyklu měření vlastností sněhové pokrývky.

V dalších cyklech, pokud dojde k situaci, kdy z nějakého důvodu poloha stávající zkusné plochy neodpovídá, či je potřeba umístit podplochu jinde nebo založit novou doplňující zkusnou plochu, musíme rovněž určit a zaznamenat novou polohu podplochy.

Poloha podplochy bude určena bodem, který lze vytvořit těmito způsoby:

1. pomocí záznamu GPS polohy do souboru
2. vytvořením bodu pomocí dotykového pera ručně v programu pro tvorbu GIS v PDA
3. použitím doplňkových metod určení polohy.

Poznámka: Bod musí být označen shodným názvem v souladu s označováním zkusných ploch (viz kap. 2.2.4).

Ad 1. Postup při záznamu GPS polohy do souboru:

1. V terénu přejdeme na střed místa, kde dojde k měření sněhu, a položíme zde GPS.
2. Z důvodu zlepšení příjmu signálu družic je vhodné (podle situace) přístroj umístit na vyvýšené místo. K přístroji GPS připojená anténa (například na výtyčce) příjem signálu zlepšuje, na druhé straně je nepraktické ji s sebou sněhem v zimním období nosit.
3. V používaném programu nastavíme požadované podmínky záznamu a zapneme záznam GPS polohy do souboru. Čas začátku záznamu poznačíme do pracovního zápisníku.
4. Způsob definice podmínek záznamu a zápisu se program od programu liší. Např. v programu OziExplorerCE se data ukládají do tracklogu – PLT souboru; lze ale také pouze jednoduše zaznamenávat NMEA věty zasílané GPS přístrojem.
5. Přístroj necháme měřit.
 - Polohu měříme co možná nejdéle, čímž zpřesňujeme průměrnou hodnotu. Během měření přístroje se věnujeme vlastní činnosti na ploše, tedy měření vlastností sněhové pokrývky.
 - Podle našich zkušeností se orientačně přesnost výrazně nemění u přesnějších dražších přístrojů už po cca 20 záznamech, u méně přesných levných přístrojů po několika desítkách záznamů. O často spíše teoretické možnosti používání příjmu korekcí v reálném čase je výše psáno. Jak bude zmíněno níže, lze údaje zpřesnit také v kanceláři provedením postprocessingu a/nebo odstraněním záznamů extrémních hodnot.
 - Opět je vhodné si jednotlivé záznamy polohy nechat ukazovat v PDA na mapě či ortofotu a mít možnost kontrolovat rozptyl záznamů a jejich vykreslované umístění porovnávat se skutečnou polohou (pokud se dá z mapy identifikovat). Ačkoliv by zejména při mnohaminutovém záznamu nemělo docházet k očividně chybnému určení polohy, stát se to může. Jak už bylo zmíněno výše, svou roli hraje například vzájemná poloha a počet satelitů.
6. Ukončíme záznam GPS polohy do souboru a poznačíme čas konce záznamu.

Ad 2. Postup při vytvoření bodu dotykovým perem:

Může se stát, že je poloha podplochy v terénu jednoznačně snadno určitelná a v mapě ji lze s jistotou najít. Například při poloze blízko křižovatky cest, na les-

ní skládce, blízko osamoceního stromu (viditelného na ortofoto snímku), domu, mostu, uprostřed paseky, apod. V tomto případě by bylo měření pomocí GPS s průměrováním záznamů zbytečně pracné (vč. práce se zpracováním dat) a dokonce méně přesné (náhodná nepřesnost měření GPS). V tomto případě je jednodušší v programu v PDA na mapě bod vytvořit ručně, a to buď na místě naměřeném GPS přístrojem, nebo i vyznačením bodu dotykovým perem mimo aktuální polohu na základě rozpoznání místa v ortofotu či na mapě (například v OziExplorerCE lze vytvořit perem waypoint, který tím získá souřadnice). Takto ale postupujeme pouze pokud máme jistotu označení správné polohy. Jinak může dojít i k hrubým chybám. Tento způsob určení polohy zapíšeme do formuláře včetně názvu, který bod získal.

Ad 3. Použití doplňkových metod:

Kromě stabilizace polohy zkusné plochy (resp. podploch) pomocí zaměření geografických souřadnic lze použít další doplňkové (pomocné) způsoby včetně jejich kombinací, které mohou usnadnit její budoucí opětovné nalezení, např. označení v terénu (páskou, barvou), vyfotografování situace nebo zhotovení situačního plánu.

Fotografie místa

Doporučený postup při fotografování:

Pokud to podmínky prostředí (například v hustém mladém smrkovém porostu to nemá smysl), počasí (mlha, déšť) a světelné podmínky (šero až tma) dovolí, podplochu vyfotíme. Do středu podplochy zapícháme trasírku a z odstupů směrem k ní podplochu s okolím vyfotíme. Odstupovou vzdálenost a místo odkud fotíme volíme tak, aby byly na fotografii co nejlépe vidět výtyčka, označení na stromech a případně další pro místo charakteristické orientační body v okolí. Pokud je to možné, snažíme se fotit ze směru, ve kterém se na lokalitu obvykle přichází.

Označení v terénu

Pokud je to možné (tedy ne na bezlesých podplohách), označíme směrem ke středu podplochy okolní stromy barvou, abychom místo v budoucnu opět našli. Označujeme nejméně tři nejbližší stromy ve výšce přibližně dvou metrů (aby nehrozilo zapadnutí označení sněhem). Volíme stromy v různých směrech od středu podplochy, abychom dokázali na místě průsečíků směrů od značení místo co nejlépe najít. Všechna označení na stromech by měla být viditelná právě z místa středu podplochy.

2.3.2.3 Zpracování dat

Přesunutí dat z přístrojů do počítače

- naměřené záznamy souřadnic z PDA,
- naměřená data o vlastnostech sněhové pokrývky (v případě zaznamenávání do digitálního formuláře v PDA),
- fotografie ze záznamové karty fotoaparátu, jejich označení názvem.

Poznámka: Zpracování dat je nejlépe provést ještě tentýž den po návratu z terénu. Omezíme tím riziko ztráty dat při uchovávání záznamů pouze v PDA a zpřehledníme obsah. PDA je nutné po celodenním používání nabít, a to nejlépe přes noc (vyžaduje několikahodinové nabíjení). Shromáždíme také všechny vyplněné formuláře včetně popisu případných změn. Je vhodné pověřit zpracováním dat jednu osobu, která dodržuje jednotný systém. Tato osoba by měla také hned po prvním dni měření prohlédnout zaznamenaná data všech skupin a upozornit na případné riziko nekonzistence dat pracovníky, kterých se to týká. Odstraní se tím tak hned na začátku budoucí chyby, pramenící z nedodržení pravidel stanovených pro sběr dat.

Zpracování dat na počítači

Způsob zpracování z GPS zaznamenaných dat se liší podle použitého software. Lze například PLT soubory se záznamy polohy na podploše načíst jako ASCII text do Excelu a pomocí vzorců vypočítat průměr pro x-ové a y-ové souřadnice. Tato dvojice hodnot průměrů vytvoří souřadnice polohy podplochy. Obecně se tedy jedná o vytvoření průměru (modusu nebo mediánu) z naměřených záznamů, případně vyloučení např. 10 % extrémních hodnot pro výpočet takové střední hodnoty (desetiprocentní uřezaný/useknutý průměr). K vyloučení extrémních hodnot může být použit tento postup:

Ze všech záznamů vypočítáme průměr pro x-ové a průměr pro y-ové souřadnice. Tato dvojice hodnot průměrů tvoří „předběžné“ souřadnice polohy měřeného místa. Od tohoto bodu se vypočte ke každému záznamu pomocí následujícího vzorce vzdálenost (stačí v rovině):

$$\text{vzdálenost} = \sqrt{(p_x - z_x)^2 + (p_y - z_y)^2}, \quad [1]$$

kde: p_x ... průměr x-ových souřadnic záznamů, p_y ... průměr y-ových souřadnic záznamů, z_x ... x-ová souřadnice záznamu, z_y ... y-ová souřadnice záznamu.

10 % záznamů s nejdelší vzdáleností se odstraní a ze zbývajících záznamů se vytvoří opět výsledný průměr. K této hodnotě si poznačíme, jakým způsobem a z kolika záznamů vznikla.

Daly by se použít i složitější postupy ke zjištění polohy ze zaznamenaných dat. Například pokud by se ukládal k jednotlivým záznamům poloh také údaj o PDOP nebo HDOP, bylo by možné těmito kvalitativními údaji záznamy vážit (ovšem pozor, čím menší hodnota, tím je naopak poloha pravděpodobně přesnější) a počítat vážený průměr.

Někdy bývá problém oddělit data naměřená na jednotlivých blízkých podplohách, zejména v případě, ukládají-li se do jednoho souboru. K tomu nám mohou být nápomocny i záznamy začátku a konce jednotlivých měření, zapsané ve formulářích. Při určování nových poloh přihlížíme také k poznámkám, zapsaným v terénu do pracovního zápisníku.

Po záznamu lze v některých programech data dále zpřesnit postprocessingem (například data zaznamenaná OziExplorerCE to ale neumožňují). K tomu je zapotřebí získat (většinou koupit) příslušná korekční data. Některé programy pro GPS nástroje pro provedení postprocessingu přímo neobsahují, a tak může být nutné doplnit programové řešení o další software.

Na základě průměru z naměřených záznamů, záznamů v pracovním zápisníku, plánu či mapce, vzpomínky nebo fotografie je nutné opravit případně změněnou polohu podplochy v databázi a provést aktualizaci souboru s polohami pro PDA, opravit polohu v situačních pláncích, podrobnějších mapkách a tištěné mapě pro budoucí využití v terénu; v případě, že byly pořízeny fotografie nového místa (nebo nové fotografie) rovněž aktualizovat fotografie pro budoucí využití v PDA.

Pokud je to nutné, převedeme nově zjištěné polohy do souřadnicového systému, který chceme používat v GIS (např. S-JTSK), obdobně jako při přípravě podkladů.

2.4 Měření na zkusné ploše

Zjišťované parametry sněhové pokrývky:

- a) přímo měřené
 - výška sněhové pokrývky
 - výška odebraného vzorku
 - hmotnost odebraného vzorku
- b) vypočtené
 - průměrná výška sněhové pokrývky
 - hustota sněhu
 - objem odebraného vzorku
 - vodní hodnota sněhu

Parametry sněhové pokrývky se zjišťují v rámci zkusné plochy na všech jejích pod-
plochách jednotlivě v plném rozsahu a za dodržování shodného pracovního postu-
pu.

2.4.1 Pracovní postup

2.4.1.1 Měření výšky sněhové pokrývky

Výškou sněhové pokrývky se zde rozumí celková výška sněhové pokrývky, tedy sta-
rý sníh a nově napadlý sníh dohromady.

Měřidlo

Výška sněhové pokrývky se měří pomocí sněhové latě (tyče), která může být pevná
(trvale umístěná), nebo přenosná. Pro expediční měření se používá přenosná lať
(tyč) opatřená stupnicí (TOLASZ et al. 2007).



Obr. 9: Měření výšky sněhové pokrývky

Obecně lze použít jakoukoliv měřicí tyč se stupnicí umožňující odečítat výšku s přesností alespoň na 1 cm. Z našich zkušeností můžeme doporučit jako postačující běžnou skládací trasírku. Její výhodou je nízká hmotnost, odolnost a volitelná délka. Jednotlivé části o délce 1 m lze na sebe našroubovat podle potřeby do libovolné délky. Nevýhodou je nedostatečná „stupnice“ po 20 cm. Tento nedostatek lze odstranit nalepením běžně dostupné papírové stupnice a její přelepení průhlednou ochrannou lepicí páskou nebo zpřesněním měření uvnitř 20 cm dílku pomocí obyčejného pravítka.

Způsob měření

Měření se provádí zabodnutím měřidla skrz celou sněhovou pokrývkou vždy ve svislém směru. Provádí se opakovaně 20krát, přičemž minimální vzdálenost mezi dvěma body měření je 1 m.

Design měření, tedy obrazec vytvořený vpichy, je libovolný. Lze měřit v jedné nebo více liniích, postupně v kružnici, do čtverce apod. Vždy je však nutné dodržet minimální metrovou vzdálenost sousedních bodů.

Při měření je nutné vyhybat se výrazným nerovnostem sněhové pokrývky, které mohou signalizovat nerovnost terénu (pařezy, strže, kupky, mraveniště apod.), návějí, závějím, vyfoukaným místům, odtátým místům v blízkosti vývratů, balvanů, skal, pramenů apod. a místům zjevného ovlivnění sněhové pokrývky (chodníčky, výležiště zvíře).

Stejně tak v případech, kdy jsou v průběhu jedné zimní sezóny prováděna opakovaná měření, je při měření výšek sněhové pokrývky potřeba se na podploše vyhnout odběrným a sešlapaným místům z předchozích cyklů. Tato místa jsou i po následném zapadnutí sněhem v terénu zpravidla rozpoznatelná (prohlubně).

Při použití měřidla s hrotem (skládací trasírka) je nutné vyvarovat se přílišnému zaboření (až do půdy); opatrnost je na místě zejména při více zhutnělém sněhu nebo při nadměrně měkkém půdním povrchu, např. na podmáčených místech, kterým je lépe se vyhnout.

V případě výskytu pomístních odtátých plošně nevelkých míst vzniklých přirozeným odtáváním sněhu až po přítomnost nesouvislé sněhové pokrývky, kdy je sněhu zbavena plošně více než polovina zkusné plochy, provedeme měření výšek běžným způsobem, jak je uvedeno výše, přičemž se holým místům nevyhýbáme a naměřenou výškou je zde nula. V případě sněhového poprašku, kdy výška sněhové pokrývky nepřesahuje 0,5 cm, měření neprovádíme a skutečnost, že se jedná o sněhový poprašek, uvedeme do poznámky v pracovním zápisníku.

Přesnost při měření

Výšku sněhové pokrývky měříme s přesností na 1 cm.

Výpočet průměrné výšky sněhové pokrývky

Průměrnou výšku sněhové pokrývky na ploše určujeme jako aritmetický průměr ze všech 20 měření.¹

2.4.1.2 Měření hustoty a vodní hodnoty sněhu

Měření hustoty sněhu slouží k následnému zjištění jeho vodní hodnoty. V terénu se přímo měří výška odebraného vzorku a jeho hmotnost, zaznamenaná se kalibrační objem použitého měřidla.

Měřidla

Ke zjišťování těchto parametrů se používá velkých sněhoměrných nádob nebo váhových sněhoměrů. Váhový sněhoměr je dutý válec o různé délce (až 2 m) s ozubeným okrajem. Používá se ve vyšších oblastech s vyšší sněhovou pokrývkou (TOLASZ et al. 2007). V nížinách, kde je málo sněhu, lze použít sněhoměrné nádoby o známém průměru. Při expedičním měření je vhodné použít váhový sněhoměr. Celá souprava pro měření hustoty sněhu sestává ze sněhoměru (odběrného válce), závěsného vahadla a digitálních vah.

Poznámka: Odběrný válec lze „podomácku“ vyrobit využitím roury z odolného plastu, jež je upravena na délku 1 m a přesně změřen její objem. Průměr roury může po její délce vykazovat mírné odchylky, proto doporučujeme kalibrační objem zjišťovat tím způsobem, že do roury utěsněné na spodním konci nalijeme vodu až po její horní okraj a množství této vody následně změříme v odměrné nádobě. Zjištěný objem je nutné nesmazatelně zaznamenat na tělo válce. Na válec je užitečné nalepit papírovou centimetrovou stupnici a přelepit ji průhlednou lepicí páskou. Válec dále můžeme upravit zaostřením dolního okraje k usnadnění jeho průniku profilem sněhové pokrývky. Delší než metrový válec nedoporučujeme z hlediska zhoršení pohybu v terénu a manipulace.

Způsob měření

Měření provádíme pomocí měřidla (váhového sněhoměru, odběrného válce) odběrem vzorku uceleného profilu sněhu, nejlépe z celého sloupce sněhové pokrývky či

¹ Původní zpřesňující postup s vyloučením dvou maximálních a dvou minimálních hodnot se ukázal v praxi jako zbytečný, při dodržení potřebné pečlivosti měření byly rozdíly průměrné výšky oproti prostému aritmetickému průměru zanedbatelné (KŘISTEK et al. 2011).

alespoň z co největší části (podle praktických možností odběru). Válec zanořujeme ve svislém směru nebo kolmo k zemskému povrchu (na výslednou hustotu to nemá vliv). Pomocí centimetrové stupnice na válci zjistíme střední hloubku zanoření (popř. pomocí sněhoměrné tyče či trasírky se stupnicí přiložené těsně k válci).

Zejména na svahu je důležité dodržet podmínku zaznamenání střední výšky zanoření, tj. nikoli výšky sněhové pokrývky na okraji válce proti svahu nebo výšky sněhu při okraji válce po svahu dolů. Za předpokladu známého objemu celého válce, hloubky zanoření (tj. výšky odebraného profilu) a hmotnosti odebraného sněhu lze určit hustotu odebraného vzorku a následně vodní hodnotu sněhu.

Pro výběr míst odběru sněhu platí stejná pravidla jako při měření výšky sněhové pokrývky, tzn. že se vyhýbáme místům se změněným nebo narušeným povrchem sněhu. Odběr a měření opakujeme dva až pětkrát, přičemž minimální vzdálenost mezi jednotlivými odběrnými místy je 1 m.



Obr. 10: Odběr vzorku sněhu v lese

V případech, kdy jsou v průběhu jedné zimní sezóny prováděna opakovaná měření je potřeba se na podploše odběrným a sešlapaným místům z předchozích cyklů vyhnout. Tato místa jsou i po následném zapadnutí sněhem v terénu rozpoznatelná (prohlubně).

Umístění odběrných míst v rámci zkusné plochy je libovolné, např. mohou tvořit linii, mnohoúhelník nebo mohou být zcela náhodné, vždy však za předpokladu dodržení minimální vzdálenosti 1 m mezi jednotlivými odběrnými místy.

Při odběru na plochách s velmi nízkou nebo nesouvislou sněhovou pokrývkou je nezbytné vždy odebrat vzorek o objemu alespoň 0,25 l a výšce minimálně 3 cm. Např. pro odběrný válec o objemu 9 l (při výšce válce 100 cm to odpovídá průměru válce cca 11,5 cm) to znamená odebrat vrstvu sněhu alespoň o výšce přibližně 3 cm. Při větším průměru válce není vhodné jít na nižší hodnotu výšky sněhu, protože



Obr. 11: Sonda po odběru vzorku odběrným válcem (rourou)

chyba z měřítka stupnice (výška sněhu je měřena na celé centimetry) je příliš velká (KŘÍSTEK et al. 2011).

Naopak v případech sněhové pokrývky vyšší než je délka odběrného válce je nutné odebrat sněhový sloupec postupně po úsecích podle délky válce, a to až na půdní povrch. Při postupném odběru vždy dbáme na přesnou návaznost jednotlivých částí tak, aby ve výsledku odpovídal situaci, kdy bychom vzorek odebírali jedním dlouhým odběrným válcem. Součtem dílčích hmotností jednotlivých odebraných úseků získáme hmotnost celého sněhového sloupce.

Po odebrání uceleného sloupce sněhu se zjistí jeho hmotnost. V případě použití profesionální soupravy zvážení odběrného válce s odebraným vzorkem sněhu, zavěšeným pomocí vahadla na digitální váhy. V případě použití odběrného válce (roury) a bez použití závěsného vahadla lze hmotnost určit nejlépe tak, že celý obsah z válce opatrně přesypeme do igelitové tašky, pečlivě odstraníme všechny nečistoty (větvičky, kousky hlíny apod.) a tašku zavěsíme na digitální váhy (vážení s přesností alespoň na 0,01 kg).



Obr. 12: Postupné odebrání sněhového sloupce

Poznámka: Před vsypáním sněhu do tašky ji zvážíme prázdnou a váhy tárujeme (tzn. po zavěšení tašky se sněhem nám mincípř ukáže hmotnost čistého sněhu, bez hmotnosti tašky a případných nečistot na ní ulpělých). Hmotnost lze také upravit dodatečným odečtením hmotnosti tašky od hmotnosti celkové (sníh a taška dohromady).

Vodní hodnotu sněhu lze zjistit kromě vážením odebraného vzorku také rozpuštěním odebraného objemu sněhu a zachycením roztopené vody do odměrné nádoby. Tento postup je však v terénních podmínkách při expedičním šetření a v případě, že není k dispozici tepelný zdroj potřebný k rychlému rozpuštění, zdoluhavý až neproveditelný.

Přesnost při měření

Při vážení sněhu pracujeme s přesností 0,01 kg, při určování objemu počítáme s přesností výšky vzorku 1 cm a s přesností kalibračního objemu válce 0,05 l.

2.4.1.3 Výpočet vodní hodnoty sněhu

Objem odebraného sněhu:

$$V = \frac{V_k \cdot d_{sn}}{100}, \quad [2]$$

kde: V = objem odebraného vzorku sněhu [l]; V_k = kalibrační objem válce uvedený na stěně válce [l]; d_{sn} = střední výška sněhové pokrývky v místě zanoření odběrného válce [cm]; 100 cm = výška odběrného válce.

Hustota sněhu:

$$\rho = \frac{\sum m}{\sum V} \cdot 10^3 = \frac{\sum m}{V_k \cdot \sum d_{sn}} \cdot 10^3, \quad [3]$$

kde: ρ = hustota [kg.m⁻³], m = hmotnost odebraného sněhu [kg]

Vodní hodnota sněhu:

$$SVH = \frac{\bar{d} \cdot \sum m}{\sum V} \cdot 10 = \frac{\bar{d} \cdot \sum m}{V_k \cdot \sum d_{sn}} \cdot 10^3, \quad [4]$$

kde: SVH = vodní hodnota sněhu [mm], $\bar{d}$ = (průměrná) výška sněhové pokrývky [cm]

Tab. 5: Přehled a definice parametrů sněhu

Přímo měřené parametry				
Značka	Parametr	Použitá měrná jednotka	Počet hodnot pro jedno měření na zkušné ploše	Nejmenší dílek měřidla
d	Výška sněhu	cm	20	1 cm
d_{sn}	Výška odebraného vzorku	cm	2 – 5	1 cm
m	Hmotnost vzorku	kg	2 – 5	0,01 kg
V_k	Kalibrační objem válce	l	1	0,05 l
Vypočtené parametry z měření sněhové pokrývky				
Značka	Parametr	Použitá měrná jednotka	Matematicko-fyzikální odvození	Poznámka
$\bar{d}$	Průměrná výška sněhové pokrývky	cm	$\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$	$n = 20$
ρ	Hustota sněhu	kg.m ⁻³	$\frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \cdot 10^3$	$n \in \langle 2; 5 \rangle$
V	Objem odebraného vzorku	l	$\frac{V_k \cdot d_{sn}}{100}$	výška odběrného válce = 100 cm
SVH	Vodní hodnota sněhu	mm	$\frac{\bar{d} \cdot \sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \cdot 10$	$n \in \langle 2; 5 \rangle$

2.4.2 Záznam naměřených údajů a prvotní zpracování

2.4.2.1 Zaznamenání údajů v terénu

Hodnoty zjištěné při expedičním měření vlastností sněhové pokrývky a další důležité údaje se zaznamenávají přímo v terénu do pracovního zápisníku.

Formulář pracovního zápisníku obsahuje

- identifikační údaje zkušné plochy: identifikátor (označení zkušné plochy a podplochy);

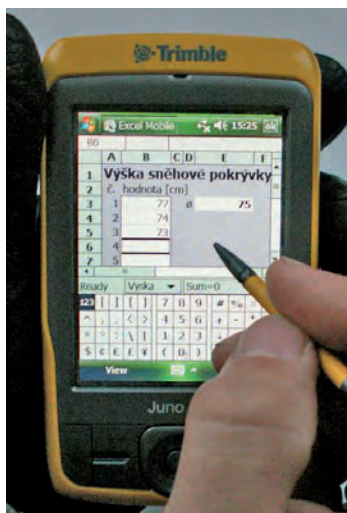
- údaje o naměřených veličinách:
 - o výška sněhové pokrývky: v cm, 20 hodnot měření
 - o vodní hodnota sněhu: hodnoty ze 2 až 5 měření
 výška sněhu v cm,
 hmotnost sněhu v kg,
 kalibrační objem válce;
- další údaje: datum měření, jména měřičů, počátek a konec záznamu polohy pomocí GPS – při zakládání zkusné plochy (s přesností na minuty), případné poznámky;
- pracovní mapka nebo plánec se zakreslením polohy zkusné plochy a jednotlivých podploh (v případě použití papírového zápisníku umístěná např. na rubu formuláře, příklad viz obr. 13).



Obr. 13: Pracovní mapa se zákresem zkusné plochy

Měření sněhové pokrývky				Datum: 16. 2. 2010		Číslo: S 40070405	
Číslo zkušné plochy: S 400704050 1		Podplocha: 1	Jméno: HOLUŠA	Číslo zkušné plochy: S 400704050 2		Podplocha: 2	Jméno: HOLUŠA
Záznam polohy pomocí GNSS (GPS): Počátek: 9:42 Konec: 10:04		ŠURINOVA'		Záznam polohy pomocí GNSS (GPS): Počátek: 10:12 Konec: 10:36		ŠURINOVA'	
Výška sněhové pokrývky		Vodní hodnota sněhu		Kalibrační objem válce V_v		Výška sněhové pokrývky	
Měření	výška [cm]	Měření	výška sněhu [cm]	hmotnost sn. [kg]	V_v	Měření	výška [cm]
1.	40				9,1	1.	23
2.	41	1.	41	0,79		2.	36
3.	40					3.	30
4.	41	2.	41	0,74		4.	32
5.	41					5.	34
6.	40	3.	38	0,77		6.	33
7.	37					7.	26
8.	40	4.	41	0,70		8.	34
9.	34					9.	23
10.	37	5.	39	0,71		10.	30
11.	40		Σd_{sn}	Σm	$\Sigma m \cdot 10^3 / (V_v \cdot \Sigma d_{sn})$	11.	23
12.	40					12.	35
13.	37	2.				13.	32
14.	40	Poznámky:		Hustota sněhu [kg/m³]		14.	39
15.	40					15.	32
16.	38					16.	33
17.	41					17.	23
18.	41					18.	33
19.	41					19.	39
20.	40					20.	32
Arithmetický průměr: $\bar{d} = \Sigma d / 20$				Arithmetický průměr: $\bar{d} = \Sigma d / 20$			
$\bar{d}$				$\bar{d}$			

Obr. 14: Vyplněný pracovní zázpisník



Obr. 15: Zápis do elektronického zázpisníku v PDA

Naměřené hodnoty zaznamenáváme buď do papírového formuláře (viz příloha), nebo do elektronického formuláře v sešitě MS Excel (šablona formuláře, viz příloha na CD).

Každou skupinu vybavíme oběma možnostmi, každá z nich má své výhody a nevýhody, viz tab. 6.

Elektronický formulář v terénu vyplňujeme po otevření v PDA, přičemž pro každou podplochu je nutné pomocí šablony vytvořit samostatný soubor *.xls, pojmenovaný ve shodě s identifikátorem dané podplochy.

Před výjezdem je možné již v kanceláři, popř. během dopravy na místo, vygenerovat jednotlivé soubory *.xls a v papírových i elektronických formulářích předvyplnit některé údaje (datum, jména měřičů).

Tab. 6: Výhody a nevýhody papírového a elektronického formuláře

Forma záznamu naměřených dat	Výhody	Nevýhody
Papírový formulář	• snadno srozumitelná (tradiční) metoda – způsob zápisu každý ovládá a nemusí se učit • nezávislost na technice, zdrojích energie, bez starosti o přístroje • předávání údajů do kanceláře je snadné	• dodatečné náklady na přepsání v kanceláři • vnášení chyb při přepisu • v terénu může být papír odfouknut nebo rozmočen a zabírá v ruce více místa • nutnost mít dopředu vytištěné papírové formuláře
Elektronický formulář	• odpadá nutnost ručního přepisu údajů do počítače a tím i zanašení chyb • je možné předdefinovat seznam možných vyplnění • vkládané údaje mohou být pomocí vzorců kontrolovány a může tak být upozorněno na kládání neočekávaných údajů • je možno zobrazovat (už při zadávání) o datech informace, jako například průměry, počítat vodní hodnotu, ...	• méně pohodlný způsob vyplňování (zejména za mrazu na malém displeji), pro většinu osob i zdoluhavější a je zde nutnost soubor uložit • složitější přehled o už vyplněných datech (pokud se na ně chce podívat, musím otevřít soubory, procházet listy a prohlížet si je na malém displeji PDA) • nutnost složitějšího přesunu souborů z PDA do počítače • nutná ochrana PDA před deštěm a mrazem • není snadné doplnit k zaznamenaným datům nestandardní informace, například domalovat situační plánek

2.4.2.2 Předání a prvotní zpracování vyplněných zápisníků

Zaznamenané údaje je nejlépe předat a shromáždit ještě tentýž den po návratu z terénu do kanceláře. Omezí se tím riziko případné ztráty nebo poškození.

Účelné je ustanovit jednu konkrétní osobu (organizátora), která bude po celou dobu cyklu (cyklů) měření pověřena „administrací“ vyplněných formulářů.

Jejím úkolem bude vyplněné formuláře

- přebírat,
- shromažďovat,
- kontrolovat,
- řešit nesrovnalosti,
- kompletovat,
- předávat k dalšímu zpracování,
- archivovat.

Tato osoba bude od pracovních skupin nejlépe každý den přebírat jak papírové, tak digitální formuláře, shromažďovat je a bezprostředně kontrolovat. Při kontrole se zaměří zejména na to, zda jsou zápisníky vyplněny řádně, úplně, čitelně, a případné nesrovnalosti vyřeší s dotyčnými pracovními skupinami co možná nejdříve. Dohlíží také na jejich kompletnost. Kompletní sadu shromážděných a zkontrolovaných papírových i digitálních zápisníků po ukončení cyklu předává k dalšímu zpracování (viz kap. 2.5). Papírové i digitální zápisníky po ukončení jejich zpracování a vytvoření databáze vhodně a přehledně archivuje, např. založením do šanonu a počítačového adresáře pojmenovaných podle příslušnosti ke konkrétnímu roku a cyklu měření.

2.4.3 Logistické plánování a organizace měření

2.4.3.1 Časové hledisko

Volba termínu měření

Během jedné zimní sezóny je vhodné volit termíny cyklů měření nejlépe v těchto situacích: při kulminaci vodní hodnoty sněhu, před počátkem jarního tání, po silné sněhové srážce nebo v situacích, kdy dochází k poškozování stromů. Zároveň je nezbytné volit časový úsek pro měření v období, kdy lze důvodně předpokládat co nejmenší změny sněhové pokrývky v čase, tj. při teplotách pod bodem mrazu, beze srážek a silného vzdušného proudění. Více viz kap. 2.1.1.2.

Délka cyklu měření

Časový úsek jednoho cyklu měření by měl být co nejkratší z důvodu maximální eliminace vlivu změn sněhové pokrývky v čase a změn charakteru počasí.

Doporučení pro plánování průběhu měření

V rámci jednoho cyklu je vhodné zaměřit se nejdříve na zkusné plochy ležící v nižších nadmořských výškách, a to z následujících důvodů: případné změny charakteru sněhové pokrývky způsobené oteplením jsou výraznější a mají dřívejší nástup v nižších polohách oproti polohám vyšším, v polohách s vyšší nadmořskou výškou si sněhová pokrývka udržuje stejný charakter po delší dobu. Při náhlých sněhových přívalech bývá v nižších polohách lepší dopravní přístupnost, a tím i dostupnost zkusných ploch; údržba cest se zde provádí přednostně (pokud se nejedná o oblasti, kterými prochází síť udržovaných veřejných cest).

2.4.3.2 Pracovní tým

Pracovní tým = organizátor + pracovní skupiny.

Úloha organizátora

Před započítím cyklu měření

- volba termínu (začátku) cyklu měření
- volba pracovních skupin
- zajištění proškolení pracovních skupin (seznámení s metodikou, pracovním postupem, praktická ukázka v terénu)
- příprava vybavení pro pracovní skupiny (sady na měření sněhové pokrývky, sady pro zapisování, sady pro orientaci a zaměřování, další vybavení); příprava zahrnuje kompletaci sad, kontrolu funkčnosti, zajištění případných oprav
- předání vybavení pracovním skupinám
- volba optimálního rozdělení zájmového území (zkusných ploch) mezi jednotlivé skupiny
- přidělení zkusných ploch pracovním skupinám

Při průběhu měření

- organizacen měření (dohled nad zdárným průběhem měření, zajišťování případných operativních změn během cyklu, průběžné přebírání vyplněných terénních zápisníků od pracovních skupin)

Po ukončení měření (cyklu)

- kompletace vyplněných zápisníků a jejich předání k dalšímu zpracování (viz kap. 2.4.2.2)
- převzetí použitého vybavení od pracovních skupin, jeho kompletace, kontrola, případné opravy, uskladnění

Úloha člena pracovní skupiny

- zajištění doporučeného vybavení pracovníka
- znalost metodiky a dodržování pracovního postupu
- dodržování bezpečnostních opatření

Volba pracovní skupiny

Pracovní skupina musí být minimálně dvoučlenná. Měření na zkusné ploše je ve dvojici nejefektivnější (měřič + zapisovatel). V první řadě však jde o zajištění bezpečnosti v případě nenadálých událostí.

Počet pracovních skupin

S přihlédnutím k požadavku provést měření v co možná nejkratším časovém úseku je zejména v zájmových územích s větším počtem zkusných ploch vhodné vytvořit co možná nejvíce pracovních skupin (dvojic). Prakticky je však počet pracovních skupin kromě množství využitelných pracovních sil omezen také množstvím disponibilního vybavení (počet měřičských souprav, digitálních vah, automobilů apod.).

Příklad volby optimálního počtu pracovních skupin:

zájmové území s cca 60 zkusnými plochami

4 sady měřičského vybavení

2 automobily

→ 4 pracovní skupiny, tj. celkem 8 pracovníků + organizátor¹

→ předpokládaná časová spotřeba cca 4-5 pracovních dnů²

Doporučení pro zefektivnění práce

Osvědčil se systém, kdy čtyřčlenná posádka jednoho auta sestává z jedné pracovní dvojice tzv. „terénní“ a jedné tzv. „motorové“. Prve jmenovaná skupina, opatřená běžkami či sněžnicemi (popř. obojím), měří ty zkusné plochy, které jsou autem nedojížděné, a jiné obtížně dostupné zkusné plochy. „Motorová“ skupina mezitím objíždí autem zcela dojížděné nebo lépe dostupné zkusné plochy. I tato skupina by

¹ Organizátor může být případně zároveň i členem pracovní skupiny.

² Za běžných sněhových podmínek, při znalosti terénu a umístění zkusných ploch. Při extrémních sněhových podmínkách či při úvodních měřeních nutno počítat s delším časovým nákladem.

však měla být vybavena minimálně sněžnicemi, jelikož pohyb v hlubokém sněhu i na krátké vzdálenosti může být velmi namáhavý a vyčerpávající.

Volba použití běžek nebo sněžnic:

Běžky	Sněžnice
přesuny na delší vzdálenosti (řádově km)	přesuny na kratší vzdálenosti (stovky m)
přesuny převážně mimo porost (po cestách, pěšinách, turistických stezkách)	přesuny převážně skrz samotné lesní porosty
méně členitý terén (táhlé pozvolnější „sjezdné“ svahy, terén bez výrazných překážek)	členitý terén (prudké výškové rozdíly, terén s překážkami – ležící kmeny, skály, strže apod.)
při pohybu na zkusné ploše bez vysoké vrstvy prachového sněhu	při pohybu na ploše s vyšší vrstvou prachového sněhu
zkušenosti s pohybem na běžkách	bez zkušeností s pohybem na běžkách

V ideálním případě by měla stejné zkusné plochy měřit stále stejná dvojice (popř. jeden z dvojice), která si přesné umístění plochy i podploh pamatuje. Práce se tímto zrychlí.

2.4.3.3 Materiálové a technické zabezpečení

Vybavení pracovní skupiny pro měření na zkusné ploše

Sada pro měření sněhové pokrývky:

- sněhová lať/tyč, popř. skládací trasírka, pravítko
- odběrný válec
- digitální váha
- lopata
- igelitová taška (včetně náhradní)
- popř. podložka

Sada pro zapisování:

- pracovní zápisník (formulář papírový nebo v PDA)
- tužka, guma, ořezávátko

Sada pro orientaci a zaměřování zkusné plochy:

- GPS přijímač
- orientační (porostní) mapa
- pracovní mapa
- kopie situačního plánu
- (digitální) fotoaparát

Další:

- sada náhradních baterií (baterie do GPS, do digitální váhy, do fotoaparátu)
- výtisk metodiky

Doporučené vybavení pracovníka

- běžky včetně běžeckých bot a holí nebo sněžnice (popř. obojí), 2 – 3 univerzální běžecké vosky pro široký rozsah teplot, škrabka na lyže, nesmeky, turistické nebo jiné hole ke sněžnicím
- mobilní telefon (dostatečně nabitý!)
- osobní lékárnička
- turistická mapa
- návleky, náhradní ponožky, náhradní rukavice, náhradní čepice, náhradní triko, náhradní svetr nebo bunda, pláštěnka
- termoska s horkým slazeným čajem, svačina, čokoládka poslední záchrany :-)

Osobní automobil (automobily)

Výhodou je vůz terénního typu, vybavený náhonem na všechna čtyři kola. V autě doporučujeme vozit sněhové řetězy a klíč od závor na lesních cestách.

2.4.3.4 Bezpečnostní opatření

Pohyb a práce v náročném terénu, často za nepříznivých povětrnostních podmínek, vyžaduje zvýšenou opatrnost a dodržování bezpečnosti.

Nutností je:

- pohyb v minimálně dvoučlenné pracovní skupině
- dostatečně nabitý mobilní telefon pro přivolání pomoci v případě potřeby
- telefonní číslo na horskou službu
- telefonní čísla na organizátora měření a ostatní pracovní skupiny pohybující se ve stejné oblasti
- vhodné oblečení: teplý rychleschnoucí oděv do zimních podmínek, nezapomenout na čepici, pár teplých rukavic a pár tenkých (pro pohodlnou práci na zkušných plochách)
- zateplené nepromokavé zimní boty, popř. návleky.

Dále doporučujeme neriskovat, nevstupovat na zamrzlé vodní plochy, nepřeceňovat své síly, mít u sebe termosku s teplým nápojem a rychlou energii (čokoláda).

2.5 Převod v terénu naměřených dat do databáze

Jak bylo popsáno v kapitole 2.4.2.1, údaje jsou v terénu zapisovány buď do papírového, nebo elektronického formuláře (ukládáno jako sešit mobilní verze programu MS Excel). Každá zkušná plocha má svůj samostatný list papíru, každá podplocha samostatný soubor. Na konci jednoho cyklu sběru dat tedy shromáždíme v kanceláři desítky až stovky samostatných vyplněných formulářů. Údaje v této formě není možné statisticky vyhodnocovat. Nejdříve musí dojít k jejich převodu do databáze vhodné pro další zpracování. Popisem tohoto postupu v prostředí operačního systému Windows a pomocí programu MS Excel se zabývá tato podkapitola.

2.5.1 Převod z papírové do elektronické formy

Protože budou naměřené údaje zpracovávány počítačovými programy, je prvním krokem jejich přepis z papírových formulářů do elektronické formy, a to do stejných formulářů sešitů MS Excelu, do jakých je bylo možno ukládat už v terénu. V kanceláři se na počítači všechny údaje z papírového formuláře přepíší do stejných kolonek formuláře v sešitu MS Excelu, a tyto soubory se shromáždí do jednoho (nasdíleného) adresáře. Při ukládání se sešit pojmenuje podle identifikátoru zkusné podplochy, tedy například S4007020801.xls a uloží do složky nazvané podle roku a cyklu měření. Pokud už nejsou takto jednotně pojmenovány soubory vzniklé v terénu, označí se při ukládání. Výsledkem je tedy adresář obsahující všechny měřené podplochy – desítky až stovky jednotně pojmenovaných XLS souborů. **Protože může dalším postupem dojít k editaci těchto souborů, je nutné si udělat jejich trvalou zálohu!**

2.5.2 Sloučení dat

K převedení dat z formulářů na jedno místo (do sešitu Excelu) použijeme vzorec NEPŘÍMÝ.ODKAZ odkazujícího na jiný sešit. Podrobnosti naleznete v souborech XLS pro sloučení v příloze na CD, kde každý obsahuje všechny potřebné vzorce. Jedná se o soubory Měření.xls, Výška.xls a Vodní hodnota.xls. (Proč je jich více, je vysvětleno na konci této podkapitoly.)

Nejdříve je ale potřeba vytvořit seznam názvů všech sešitů, ve kterých jsou ve formulářích vyplněná data. K tomu použijeme dávku „Vytvoř seznam XLS souborů v tomto adresáři.bat“ z přílohy na CD. K vytvoření výpisu slouží v dávkovém souboru tento příkaz MS DOSu:

```
DIR „%~dp0S40070*.xls“ /ON /B > „%~dp0Seznam XLS soubor....txt“
```

Dávka vytvoří abecedně seřazený seznam sešitů v adresáři, začínajících znaky S40070 a tento seznam zapíše do textového ASCII souboru s názvem „Seznam XLS souborů.txt“. TXT soubor bude vytvořen ve stejném adresáři, v jakém bude spuštěna dávka. Červeně označený text je možno podle potřeby upravit; použijete-li znaky s diakritikou, pak pamatujte, že je potřeba je psát ve znakové sadě příkazového řádku (tzv. OEM Latin2, CP852).

Dávku umístíme do adresáře obsahujícího sešity s vyplněnými formuláři a poklikáním na ni ji spustíme. V adresáři se vytvoří soubor „Seznam XLS souborů.txt“.

Dále si do adresáře zkopírujeme soubor XLS pro sloučení. V adresáři vybereme všechny sešity s formuláři obsahujícími data a všechny najednou si je otevřeme v MS Excelu. Potom si ve stejném programu otevřeme také soubor XLS pro sloučení. V něm si zobrazíme list „Seznam zdrojových XLS souborů“. Zde je ve sloupci A seznam (minule vytěžovaných) sešitů s formuláři. Tento seznam aktualizujeme současným seznamem: kdekoli na buňkách seznamu vyvoláme myší místní nabídku a pomocí položky „Aktualizovat data“ načteme z výše vytvořeného souboru „Seznam XLS souborů.txt“ aktuální seznam.

Na listě „Surová data načtená ze sešitů“ podle počtu sešitů s vytěžovanými formuláři rozkopírujeme vzorce na potřebný počet řádků. Na tomto listě už máme (v tučně označených názvech sloupců) na jednom místě ze všech formulářů načtená potřebná data.

Pro správné načtení údajů je důležité dodržet výše uvedený postup otevírání sešitů. Vždy nejdříve otevřít sešity s formuláři a až pak XLS soubor pro sloučení. Jinak se místo načtení hodnot objeví v buňkách chybová hodnota „#REF!“.

Načítáme pouze primárně v terénu zjištěné hodnoty. Je zbytečné načítat druhotná, například ve formulářích vzorci počítaná data o vodní hodnotě sněhu. Ta se dají vypočítat kdykoliv v budoucnu pomocí databázových nástrojů. I když je zde pro jednoduchost pochopení zmiňováno, že naměřené hodnoty jsou ze všech formulářů slučovány do jednoho sešitu Excelu, nemusí to být pravda. Z praktických důvodů, kvůli tvorbě relační databáze založené na více vzájemně propojených tabulkách, se pro každou tabulku databáze ve skutečnosti vytváří samostatný sešit slučující konkrétní potřebná data. Proto v příloze na CD naleznete tyto soubory XLS ke sloučení:

- Měření.xls
- Výška.xls
- Vodní hodnota.xls

2.5.3 Standardizace dat

*Upozornění: Protože při opravách případných chyb dojde k přepsání zdrojových dat, je nutné si **předem** vytvořit a bezpečně uložit trvalou zálohu původních zdrojových souborů!*

Data sloučená postupem popsaným v předchozí kapitole mohou být zapsaná s chybami a nejednotným způsobem. V některých případech lze nesprávně zapsaná data odhalit a chyby z překlepů a nestejných formátů zápisů identifikovat ještě před převodem do konečné jednotné databáze. K tomu slouží list „Povolené hodnoty“. Zde vyplníme pro jednotlivé sloupce seznam hodnot, kterých data mohou nabývat. Například označení podploh může být tvořeno pouze určitými čísly, měřilo se pouze v určitých dnech, je znám seznam pracovníků, kteří měření prováděli. Takto definovaná povolená data se pomocí vzorců na listě „Data upravená pro tabulku DS“ porovnávají s údaji načtenými z formulářů a v případě nesouladu je místo hodnoty zapsáno do buňky „!!!Chyba!!!“. Pomocí funkce Najít (obvykle vyvolávané stiskem kláves Ctrl+F) lze buňky s takto označenými chybnými daty vyhledat.

Na listě „Data upravená pro tabulku DS“ podle počtu sešitů s vytěžovanými formuláři rozkopírujeme vzorce na potřebný počet řádků. Provedeme výše uvedeným způsobem kontrolu dat a tam, kde zjistíme chybné údaje, určíme, z jakého formuláře pocházejí, přímo v něm chybu opravíme a formulář uložíme. Označení „!!!Chyba!!!“ tím na listě „Data upravená pro tabulku DS“ zmizí a je nahrazeno opravenou hodnotou přímo ze zdrojového formuláře. Takto opravíme všechna nesprávně vyplněná data. Pokud se chyby vyskytují často, je vhodné zjistit u koho a proč k nim dochází a zajistit, aby se v budoucnu již neopakovaly.

2.5.4 Úprava dat pro potřeby databáze

Hodnoty dat načtených z formulářů a jejich uspořádání ještě nemusí vyhovovat potřebám databáze.

Například nevyplněné hodnoty mohou být převedeny jako nula a v databázích by mohlo dojít nesprávně k číselnému chápání této hodnoty. Některé hodnoty, například jména osob, mohou mít kvůli úspoře místa v databázi své zkratky (kódy). Správné vyplňování lze na listě „Data upravená pro tabulku DS“ prostřednictvím vzorců zajistit.

Některé znaky, definované např. jako oddělovač seznamu v národním nastavení operačního systému počítače (místní a jazykové nastavení ve Windows – typicky čárka nebo středník), mohou při převodu tabulky do databáze pomocí formátu CSV narušit strukturu dat. Také jejich výskyt je nutné ošetřit pomocí vzorců.

V databázi jsou také definovány maximální počty znaků dat ve sloupcích. To může znamenat omezení například pro dlouhé poznámky, které je potřeba zkrátit. Také toto lze zajistit prostřednictvím vzorců.

Data může být vhodné upravit do potřebného formátu, což je zajištěno nastavením formátu buněk.

Na listě „Data upravená pro tabulku DS“ lze také změnit pořadí sloupců tak, aby došlo k bezproblémovému zkopírování dat do struktury tabulky databáze.

Uvedení všech konkrétních vzorců a formátování použitelných pro různé potřeby a databázové systémy není možné. Je nutné použít rozum a základní znalosti programu MS Excel. Pro návod a inspiraci použijte v této metodice uvedenou doporučenou strukturu databáze s definicí datových typů pro jednotlivé sloupce, popsanou v tab. 7 a soubory XLS ke sloučení z přílohy na CD, kde najdete více konkrétních řešení použitelných i pro jiné úpravy dat.

2.5.5 Zkopírování dat do databáze

Sloučená, standardizovaná, zkontrolovaná a uspořádaná data lze převést do databáze více způsoby. Záleží na databázovém systému, který chceme použít. Každý může mít své specifické postupy importu. Často lze ale použít kopírování přes schránku, nebo import přes CSV formát.

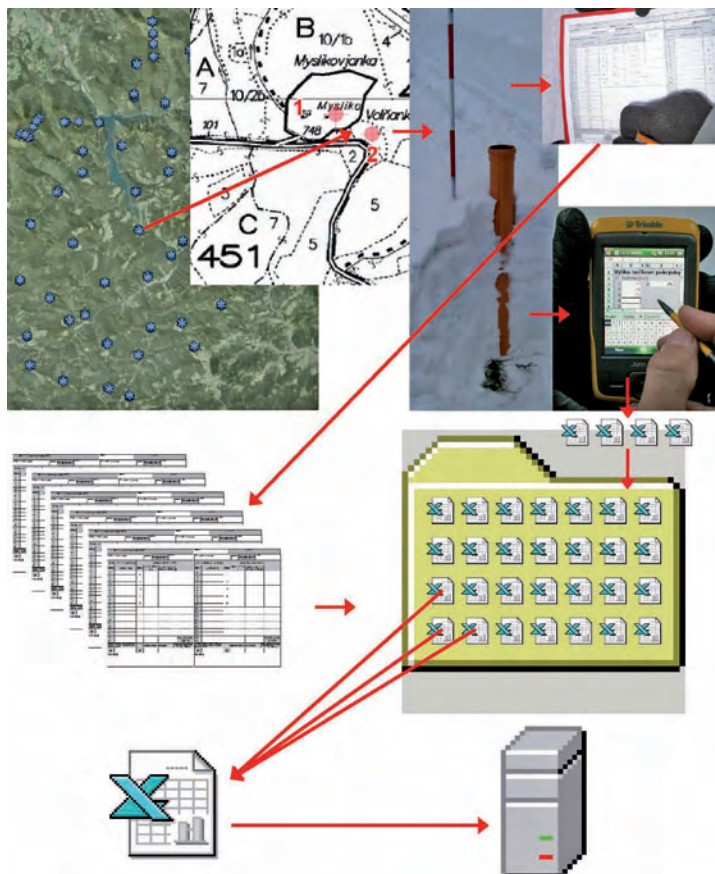
V případě kopírování přes schránku si na listě „Data upravená pro tabulku DS“ označíme buňky obsahující data (pouze záznamy bez názvů sloupců) a zkopírujeme označená data stiskem kláves Ctrl+C do schránky. Přepneme se do okna s databázovým systémem a v tabulce, do které chceme data umístit, stiskneme pro zkopírování ze schránky klávesy Ctrl+V. Tabulka se nám naplní daty připravenými v MS Excelu.

V případě importu přes CSV formát nejdříve uložíme v MS Excelu list „Data upravená pro tabulku DS“ (včetně záhlaví) jako typ souboru: CSV (oddělený středníkem). Tento soubor pak naimportujeme do zvoleného databázového systému.

I když je možné databázově uchovávat také například naskenované plánky nebo pořízené fotografie, doporučujeme to kvůli zbytečné pracnosti a malému praktickému využití nedělat a pracovat s nimi méně složitým způsobem: fotografie označit identifikátorem zkusné podplochy a umístit do adresáře; situační plánky označené zkusné plochy uchovat v papírové podobě.

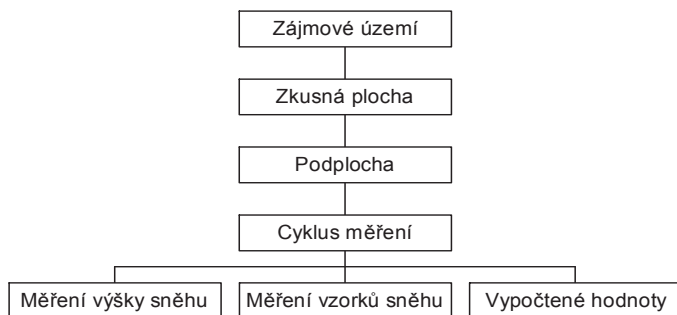
2.5.6 Datový model

Struktura dat výsledků měření uložených k dalšímu zpracování v počítači odráží (i) model reality použitý pro sběr údajů a (ii) předpokládané využití a zpracování výsledků. V našem případě se struktura výsledné databáze bude odvíjet od objektového modelu reality, ze kterého metodika měření sněhové pokrývky vychází (obr. 17).

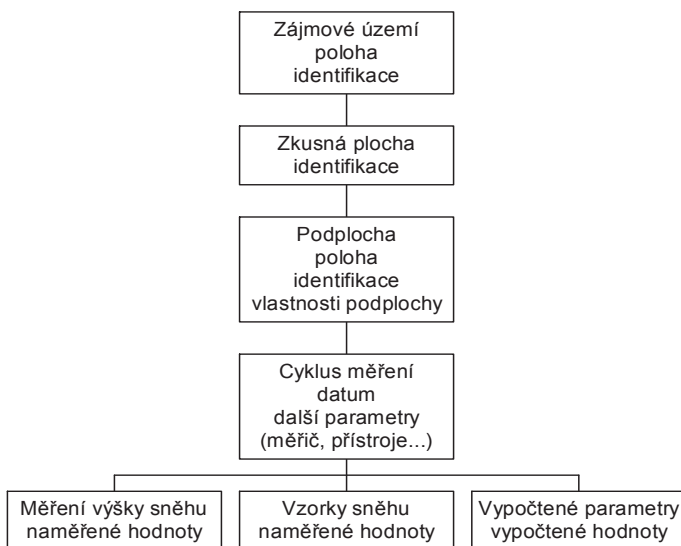


Obr. 16: Schéma převodu v terénu naměřených hodnot o vlastnostech sněhu do databáze

Jelikož objektový model měření je hierarchicky uspořádaný, odrazí se toto uspořádání také v databázi výsledků. V relačních databázových systémech (např. MS Access, řada klient-server systémů založených na jazyce SQL) můžeme každé úrovni přiřadit tabulku s informacemi o objektech na této hierarchické úrovni (viz obr. 18). Jednotlivé záznamy tabulky pak představují jednotlivé objekty dané úrovně (třídy), jednotlivé položky popisují vlastnosti (parametry) na této úrovni zaznamenávané.



Obr. 17: Schéma objektového modelu pro měření sněhové pokrývky



Obr. 18: Schematické znázornění datového modelu výsledků měření sněhové pokrývky

Tabulky a jejich záznamy jsou mezi jednotlivými úrovněmi uspořádány ve vztazích 1:N, tzn. jednomu záznamu vyšší úrovně může odpovídat několik záznamů na úrovni nižší (zájmové území zahrnuje více zkusných ploch, zkusná plocha je reprezentována dvěma nebo více podplochami, na každé podploše proběhne několik cyklů měření atd.).

Výsledná databáze pak má podobu několika uspořádaných, navzájem propojených tabulek, zachycujících všechny naměřené i vypočtené parametry sněhové pokrývky, identifikátory i další informace zjišťované v rámci měření sněhu (např. souřadnice polohy zkusných ploch). Důležité je, že každému zjišťovanému údaji (hodnotě, parametru) musí odpovídat příslušná položka v databázi a každému jednotlivému měření záznam v tabulce. Datový typ položky musí odpovídat druhu zaznamenané informace.

Prakticky tento model můžeme dále zjednodušit sloučením úrovní zkusná plocha a podplocha – o zkusné ploše zaznamenáváme pouze identifikátor, zkusná plocha je dána pouze složením příslušných podploch. Podobně vypočtené parametry sněhové pokrývky můžeme zaznamenávat na hierarchické úrovni „cyklus měření na zkusné podploše“, neboť pro každý cyklus měření počítáme tyto parametry pouze jednou, tj. každému cyklu měření a zkusné podploše bude odpovídat pouze jeden záznam vypočtených parametrů sněhové pokrývky. Přehled tabulek, položek a datových typů databáze výsledků měření sněhu je uveden v tab. 7.

Tab. 7: Příklad struktury databáze výsledků měření sněhu

Tabulka	Položka	Datový typ (podle SQL:1999 / implementace v MSSQL 2000)	Vysvětlivka
Zájmové území	Geometrie	BLOB / varbinary	polygon
	Název	NATIONAL CHARACTER VARYING(30) / nvarchar(30)	
	Poznámka	CLOB / ntext	
Zkusná plocha (podplocha)	Geometrie	BLOB / varbinary	bod
	X	REAL / float(24)	geografické souřadnice
	Y	REAL / float(24)	
	Souřadnicový systém	INTEGER / int	Kód použitého souřadnicového systému podle EPSG http://www.epsg.org
	Z	REAL / float(24)	nadmořská výška
	Výškový systém	INTEGER / int	Kód použitého systému nadmořských výšek podle EPSG http://www.epsg.org

Tabulka	Položka	Datový typ (podle SQL:1999 / implementace v MSSQL 2000)	Vysvětlivka
Zkusná plocha (podplocha) – pokračování	ID	CHARACTER / char(11) nebo INTEGER / int	identifikátor podplochy
	Datum založení	DATE / smalldatetime	
	Platí od	DATE / smalldatetime	datum počátku užívání plochy
	Platí do	DATE / smalldatetime	datum ukončení užívání plochy
	Typ plochy	INTEGER / tinyint	číselník: základní / doplňující / náhradní plocha
	Druh plochy	INTEGER / tinyint	číselník: druh vegetace (volná plocha / les neopadavý / les opadavý)
	Poznámka	CLOB / ntext	např. popis stabilizace plochy, popis příjezdu, důvod založení/zrušení
Měření	Cyklus	CHARACTER / char(6) nebo INTEGER / smallint	identifikátor cyklu měření
	Zkusná plocha	CHARACTER / char(11) nebo INTEGER / int	ID zkusné plochy
	Datum	DATE / smalldatetime	datum a hodina měření
	Měřič1	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(50)	jméno měřiče
	Měřič2	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(50)	jméno měřiče
	Měřič3	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(50)	jméno měřiče
	Měřidlo	CHARACTER / char(5) nebo INTEGER / smallint	číselník měřidel
	SCE	DECIMAL / decimal(5,2)	průměrná výška sněhové pokrývky
	SHU	DECIMAL / decimal(7,4)	hustota sněhu
	SVH	DECIMAL / decimal(5,1)	vodní hodnota sněhu
	Poznámka	CLOB / ntext	např. počasí v době měření, výška nového sněhu atp.
Výška sněhu	Cyklus	CHARACTER / char(6) nebo INTEGER / smallint	identifikátor cyklu měření
	Zkusná plocha	CHARACTER / char(11) nebo INTEGER / int	ID zkusné plochy
	Pořadí	INTEGER / tinyint	pořadové číslo změřené hodnoty (1 – 20)
	Výška	DECIMAL / decimal(4,0)	výška sněhové pokrývky (naměřená hodnota)

Tabulka	Položka	Datový typ (podle SQL:1999 / implementace v MSSQL 2000)	Vysvětlivka
Vzorky sněhu	Cyklus	CHARACTER / char(6) nebo INTEGER / int	identifikátor cyklu měření
	Zkusná plocha	CHARACTER / char(11) nebo INTEGER / int	ID zkusné plochy
	Pořadí	INTEGER / tinyint	pořadové číslo vzorku (1 – 5)
	Výška vzorku	DECIMAL / decimal(3,0)	pro měření pomocí stupnice a kalibrační hodnoty
	Hmotnost vzorku	DECIMAL / decimal(5,3)	
Číselník typ plochy	ID	INTEGER / tinyint	identifikátor
	Popis	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(255)	popis typu plochy
Číselník druh plochy	ID	INTEGER / tinyint	identifikátor
	Popis	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(255)	popis druhu plochy
Číselník měřidel	ID	CHARACTER / char(5) nebo INTEGER / smallint	identifikátor
	Název	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(50)	
	Veličina	NATIONAL CHARACTER VARYING / nvarchar(255)	měřená veličina
	MJ	CHARACTER / char(5)	měrné jednotky (značka podle soustavy SI)
	Přesnost	REAL / float(24)	nejmenší dílek stupnice
	Kalibrační hodnota	DECIMAL / decimal(4,2)	pro měření objemu pomocí výšky vzorku
	Popis	CLOB / ntext	blíže specifikace měřidla
	Poznámka	CLOB / ntext	

3 NOVOST POSTUPŮ

Studium interakce sněhu a lesních porostů předpokládá získání podrobných dat o sněhové pokrývce. V rozsáhlých heterogenních oblastech nelze však výšku a vodní hodnotu sněhové pokrývky sledovat metodami dálkového průzkumu Země s dostatečnou přesností a podrobností (CLINE et al. 1998; MOTE et al. 2003). Protože využití satelitních snímků pro hydrologické účely je omezené (NĚMEC 2006a), je nutno získat množství podrobných dat přímým měřením v terénu.

Měření výšky sněhové pokrývky je pravidelnou součástí operativního provozu meteorologických (klimatologických a srážkoměrných) stanic na území ČR (ČHMÚ 2010). Měření sněhu a vodní hodnoty provádí ČHMÚ jednou týdně (každé pondělí) na 800 stanicích. Kromě toho se expediční měření provádí v Jizerských horách a Krkonoších. Metodika spočívá ve stanovení průměrné výšky a vodní hodnoty sněhu v profilech (přibližně 100 m dlouhých), které se nacházejí ve stejné nadmořské výšce, avšak mají různou expozici svahu a odlišný vegetační kryt (les, volné prostranství). Odběr sněhu se provádí na více bodech (Němec 2006a). Vlastní měření se skládá z měření výšky sněhu sněhoměrnou tyčí a z měření vodní hodnoty sněhu. To se v současné době provádí pomocí laminátového válce o průřezové ploše 50 cm² a délce 1 nebo 1,5 m. Zváží se sníh ve válci a jednoduchým vzorcem vypočte hustota sněhu. Tyčí se provádí 10 měření výšky v profilu, který je veden převážně „po vrstevnici“ a nejlépe charakterizuje okolní prostředí. Válcem se odebírá sněhový vzorek vždy ve 3 místech a z těchto 3 odběrů se vypočte průměrná hustota sněhu. Vynásobením průměrné hustoty ze 3 odběrů průměrnou výškou ze všech měření se získá vodní hodnota sněhu v daném profilu (zásoba vody ve sněhu v milimetrech). Tato data jsou však nedostatečná pro stanovení vlivu sněhu na konkrétní lesní porosty a vytvoření použitelných modelů.

Pro získání podrobných dat z lesnaté krajiny je nutno provést jednorázové expediční měření, kdy se během velice krátké doby získají podrobná data z velkého území. Data musí charakterizovat konkrétní parametry sněhu v daném okamžiku. Pro zaručení kvality, přesnosti a vzájemné porovnatelnosti dat získaných z pravidelných i z expedičních měření je nezbytné dodržovat shodné postupy. Abychom získali dostatečně věrohodná a přesná data pro celé území, musí být design odběru sněhu mnohem podrobnější (i když na vlastním měření a odběru není co zdokonalovat). Unikátní je vytvoření duplexu les+bezlesí, které dává předpoklad pro odhad množství sněhu zadrženého v korunách. Měření hloubky sněhu není také možno provádět jen v určité nadmořské výšce (a výšku v jiných polohách korigovat), ale je nutno celé území pokrýt sítí měřících bodů. Velmi příhodnou metodou je zde jittering, kombinující pravidelnou síť s výběrem bodů vhodných pro měření sněhu na bezlesí i v lese. Klíčovou otázkou pro určení stanoviště je umístění na příhodném nezalesněném území. Tyto nezalesněné plochy musí být reprezentativní velikosti,

aby se předešlo rušení okolní vegetací. Studijní plochy byly založeny ve vzdálenosti nejméně jedna polovina výšky od okraje porostu.

Design měření sněhové pokrývky navržený v této metodice je podobný postupům použitým v jiných studiích, zabývajících se parametry sněhové pokrývky v lesnatých oblastech. Např. POMEROY et al. (1998b) použil linie 10, resp. 25 bodů v rozestupech 5 m, přičemž hustota sněhu byla měřena na každém pátém místě. Vzdálenosti mezi body měření byly testovány (FARIA 1999 in POMEROY et al. 1998a, b) a vzorové délky dostačují k odhadu vodní hodnoty sněhu. Jemnější rozlišení sítě (o 1 m) vykazuje podobné statistické vlastnosti.

4 POPIS UPLATNĚNÍ

Metoda expedičního měření sněhu je vhodná pro podrobná měření hloubky (výšky) sněhu, hustoty sněhu a vodní hodnoty sněhu v rozsáhlých i velmi fragmentovaných územích. Pro vysoce lesnatou krajinu s plošně omezenými bezlesími (1 – 5 ha) ve vzdálenosti cca 1 km, je výhodné použití accessibility sampling pro výběr ploch v jitterovacích čtvercích.

Hlavním účelem expedičního měření sněhu je stanovení parametrů sněhové pokrývky v daných bodech (lokality), např. za účelem následné konstrukce modelu rozložení těchto parametrů v celém území.

Kompletní metoda měření sněhové pokrývky je velice přesná. Analýza prokázala lokální variabilitu výšky sněhové pokrývky v řádu jednotek cm. Jen výjimečně přesahuje hodnota směrodatné odchylky 10 cm. Variační koeficient dosahuje vysokých hodnot pouze při nejnižších hodnotách výšky sněhové pokrývky, kdy se stále jedná o směrodatnou odchylku nejvýše několik cm. Odhadovaná variabilita vodní hodnoty sněhu je závislá na přesnosti stanovení vstupní průměrné výšky sněhové pokrývky a hustoty sněhu a pohybuje se v převážné většině případů do 10 mm. Problematické se jeví stanovení hustoty při limitně nízké výšce sněhové pokrývky, kdy vlivem malého objemu odebraných vzorků mohou vznikat extrémně vysoké chyby stanovení hustoty sněhu. Proto je hustota sněhu a vodní hodnota sněhu stanovována pro vzorky o objemu alespoň 0,25 l a zároveň o výšce sněhové pokrývky minimálně 3 cm. Pro další analýzy se může ukázat účelné tento dolní limit ještě zvýšit (metodika ČHMÚ počítá se stanovováním vodní hodnoty sněhu od výšky sněhové pokrývky více než 4 cm (NĚMEC 2006a,b; TOLASZ et al. 2007), pracuje však s menším průměrem válce), nebo přiřadit vypočteným hodnotám hustoty váhu podle průměrné výšky sněhové pokrývky.

Metodika je vhodná pro podmínky středoevropských pahorkatin až středohor se sezónním výskytem sněhu. Lze ji použít při výšce sněhové pokrývky dosahující alespoň 3 cm. Není určena pro polární nebo vysokohorské oblasti bezlesí ani pro měření parametrů horského a pevninského ledovce. Použití této metody také nedoporučujeme k měření na zamrzlých vodních plochách.

Metoda nalezne uplatnění všude tam, kde je potřebné sledování sněhu jako významného klimatického, hydrologického a ekologického fenoménu, zejména v klimatologii, hydrologii, při výzkumu lesních ekosystémů, ve vodním a lesním hospodářství. Použití duplexu plochy bezlesí a lesa je velice vhodné pro zjišťování zachycení množství sněhu. Proto by pro studia modelů pěstování lesa vzhledem k odolnosti zatížení sněhem neměla chybět pečlivá stanovení sněhové pokrývky s využitím prezentované metody.

5 DEDIKACE

Metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QH81334 „Geoprostorové modelování potenciálního ohrožení lesních porostů“ ve výzkumném směru 15, Trvale udržitelné obhospodařování lesů, financovaného z prostředků Ministerstva zemědělství ČR.

6 LITERATURA

6.1 Použitá literatura

- BERUNA, 2001. Metody, kterými lze z GPS dostat milimetry. BERUNA Web [online]. [cit. 17. 12. 2010]. Dostupné na WWW: <http://www.beruna.cz/rs/index.php?text=67-metody-kterymi-lze-z-gps-dostat-milimetry>.
- CLINE, D. W., BALES, R. C., DOZIER, J., 1998. Estimating the spatial distribution of snow in mountain basins using remote sensing and energy balance modeling. *Water Resources Research*, 34, 1275-1285.
- ČHMÚ portál, 2010. [online]. Informace pro Vás: Historická data: Počasí: Mapy stanic. [cit. 13. 12. 2010]. Dostupné na WWW: http://www.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P3_0_Informace_pro_Vas/P3_3_Historicka_data/P3_3_1_Pocasi/P3_3_1_2_Mapy_stanic&last=false.

- DOESKEN, N. J., ROBINSON, D. A., 2009. The challenge of snow measurements. Historical climate variability and impacts in North America, Part 4. Dordrecht, Springer, 251-273.
- ESA, 2009. [online]. Navigation - The present - EGNOS. [cit. 9. 12. 2010]. Dostupné na WWW: <http://www.esa.int/esaNA/egnos.html>.
- GELFAN, A. N., POMEROY, J. W., KUCHMENT, L. S., 2004. Modeling forest cover influences on snow accumulation, sublimation, and melt. *Journal of Hydrometeorology*, 5, 785-803.
- HOLKO, L. et al., 2009. Impact of spruce forest on rainfall interception and seasonal snow cover in the Western Tatra Mountains, Slovakia. *Biologia (Bratislava)*, 64/3, 594-599.
- HOLUŠA, J. st. (ed.), 2000. Oblastní plán rozvoje lesů (OPRL). PLO 40 Moravskoslezské Beskydy. Brandýs nad Labem ÚHÚL, pobočka Frýdek-Místek, 225.
- HOLUŠA, J., KRÍSTEK, Š., TROMBIK, J., 2010. Stability of spruce forests in the Beskids: an analysis of wind, snow and drought damages. *Beskydy*, 3, č. 1, 43-54.
- KANTOR, P., ŠACH, F., 1988. Hydrická účinnost mladých náhradních porostů smrku omoriky a břízy bradavičnaté. *Lesnictví*, 34, 1017-1040.
- KANTOR, P., 2005. Vodohospodářský potenciál horských lesů při přívalových srážkách. In: Kulhavý, J., Skoupý, A., Kantor, P., Simon, J. (ed.). *Trvale udržitelné hospodaření v lesích a v krajině: od koncepce k realizaci*. Brno, MZLU, 225-230.
- KILPELÄINEN, A. et al., 2009. Impacts of climate change on the risk of snow-induced forest damage in Finland. *Climatic Change*, 1573-1480.
- KRÍSTEK, Š. et al., 2008. Numerická analýza časové a prostorové distribuce sněhové pokrývky v povodí Ostravice (Moravskoslezské Beskydy) v zimách 2005/2006 a 2006/2007. *Meteorologický časopis*, 11, 107-117.
- KRÍSTEK, Š. et al., 2011. Expeditionary measurements of snow in extensively forested Carpathian mountains: evaluating parameters variability. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 6 (2), 45-58.
- MIKULČÁK, J. et al., 1989. Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy. Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 208.
- MOTE, T. L. et al., 2003. A comparison of modeled, remotely sensed, and measured snow water equivalent in the northern Great Plains. *Water Resources Research*, 39, 1209.
- NĚMEC, L., 2006a. Zhodnocení spolehlivosti a účinnosti systému měření výšky sněhové pokrývky a její vodní hodnoty. In: Sandev, M. (ed.). *Meteorologické a hydrologické vyhodnocení jarní povodně 2006 na území ČR*. Praha, ČHMÚ, 35-53.

- NĚMEC, L., 2006b. Vodní hodnota sněhové pokrývky. Přednáška České meteorologické společnosti, Ostrava, 9. 1. 2006, 17.
- POMEROY, J. W., GRAY, D. M., 1995. Snowcover accumulation, relocation and management. Saskatoon, National Hydrology Research Institute, 144.
- POMEROY, J. W. et al., 1998a. An evaluation of snow accumulation and ablation processes for land surface modelling. *Hydrological Processes*, 12, 2339-2367.
- POMEROY, J. W. et al., 1998b. Coupled modelling of forest snow interception and sublimation. *Hydrological Processes*, 12, 2317-2337.
- RAPANT, P., 2002. Družicové polohové systémy. Ostrava, Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 200.
- RAPANT, P., 2006. Geoinformatika a geoinformační technologie. Ostrava, Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 463.
- RYCHTECKÁ, P., URBAŇCOVÁ, N., 2008. Škodliví činitelé lesa v letech 1996 – 2006, I. část. Abiotičtí a antropogenní činitelé. *Lesnická práce*, 398-399.
- SAVILL, P. S., 1983. Silviculture in windy climates. *Forestry Abstract Review*, 44, 473-488.
- ŠLODIČÁK, M., 1995. Thinning regime in stands of Norway spruce subjected to snow and wind damage. In: Coutts, M. P., Grace, J. (eds.). *Wind and Trees*. Cambridge, Cambridge University Press, 436-447.
- ŠÍMA, J., 2009. Digitální ortofoto celého území České republiky s vysokým rozlišením (0,25, resp. 0,20 m v území) a jeho absolutní polohová přesnost. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd.
- ŠKVARENINA, J., TOMLAIN, J., KRIŽOVÁ, E., 2002. Klimatická vodní bilance vegetačních stupňů na Slovensku. *Meteorologické zprávy*, 55, 103-109.
- TOLASZ, R. et al., 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, Universita Palackého, 255 s.
- ÚHÚL Brandýs nad Labem, 2003. [online]. Inventarizace lesů v České republice 2001 – 2004. Metodika venkovního sběru dat. Verze 6.0. [cit. 13. 12. 2010]. Dostupné na WWW: <http://www.uhul.cz/il/metodika.php>.

6.2 Publikace, které předcházely metodice

- HLÁSNÝ, T., KŘÍSTEK, Š., HOLUŠA, J., TROMBIK, J., URBAŇCOVÁ, N., 2011. Snow disturbances in secondary Norway spruce forests in Central Europe: Regression modeling and its implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, Vol. 262, 12, 2151-2161.
- HOLUŠA, J., KŘÍSTEK, Š., TROMBIK, J., 2010. Stability of spruce forests in the Beskids: an analysis of wind, snow and drought damages. *Beskydy*, 3, č. 1, 43-54.
- KŘÍSTEK, Š., SAMEC P., RYCHTECKÁ P., HOLUŠA J., 2008. Numerická analýza časové a prostorové distribuce sněhové pokrývky v povodí Ostravice (Moravskoslezské Beskydy) v zimách 2005/2006 a 2006/2007. *Meteorologický časopis*, 11, 107-117.
- KŘÍSTEK, Š., HOLUŠA, J., URBAŇCOVÁ, N., TROMBIK, J., DRÁPELA, K. 2011. Expeditionary measurements of snow in extensively forested Carpathian mountains: evaluating parameters variability. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 6 (2), 45-58.

MEASUREMENT OF SNOW COVER

Summary

Assessment and prediction of snow cover in the headwater area of mountains is significant for allometric determination of snowmelt, its diversity in various habitats and stand types, as well as runoff and soil retention. The overall diversity in characteristics of snow cover in forest and open areas depends upon a number of factors, such as terrain relief, climate, vegetation characteristics, type of trees and forest area.

The proposed methodology presents a simple and tested method for measuring key parameters of snow cover: depth, density, and water equivalent values of snow in forests and open areas. The aim is to enable operatively determining basic snow properties at a critical point in time (during culmination of snow cover, before the start of melting, after downpours, when vegetation is being broken by destructive snow) at regional, local and sub-stand levels.

The sample plot duplexes are always established for open areas and under adjacent forest vegetation in stratified spatial network similar to jittering. The measurement itself consists of measuring snow depth using a snow-measuring rod and measuring the water equivalent of snow. This is performed by repeated sampling of the entire snow cover profile using a collection cylinder with a defined cross-section area and length of 1 m. By weighing a sample with known volume, a simple formula is used for snow density calculation. Multiplying the average density from 2 – 5 samplings by the average depth of snow cover from all measurements we determine the water equivalent for the snow at a given sample plot (water inventory within the snow in millimetres).

The entire method for measuring snow cover is very precise. The analysis has proven local variability of snow cover depth within a range of several centimetres. The expected variability of water equivalent in snow is dependent on the precision in determining the average depth of the snow cover input and of snow density, and in a large majority of cases it is within a range of 10 mm. The readings so obtained are suitable for determining the influence of snow on forest stands and creating usable models of snow cover distribution and their changes.

Seznam použitých zkratk a značek

Zkratky

ASCII	americký standardní kód pro výměnu informací (American Standard Code for Information Interchange)
CSV	soubor hodnot oddělených čárkou (Comma Separated Values)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EGNOS	evropský navigační systém (European Geostationary Navigation Overlay Service)
EPSG	European Petroleum Survey Group – Geodetic Parameter Set
GIS	geografický informační systém
HDOP	horizontální zhoršení přesnosti měření GPS (Horizontal Dilution of Precision)
NMEA	komunikační protokol asociace NMEA (National Marine Electronics Association)
PDA	osobní digitální pomocník (Personal/Pocket Digital Assistant)
PDOP	prostorové zhoršení přesnosti měření GPS (Positional Dilution of Precision)
ÚHÚL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
VDOP	vertikální zhoršení přesnosti měření GPS (Vertical Dilution of Precision)
WiFi	bezdrátová komunikace v počítačových sítích (Wireless Fidelity)

Značky

d	výška sněhové pokrývky
$\bar{d}$	průměrná výška sněhové pokrývky
d_{sn}	výška vzorku sněhu (střední výška sněhové pokrývky v místě zanoření odběrného válce)
E_s	sublimace sněhu
E_T	výpar vody
H	výška porostu
I_s	sníh zadržený vegetací
m	hmotnost odebraného sněhu
R_H	desublimace vodních par
R_l	opad sněhu z nadzemní vegetace
R_s	úhrnné sněhové srážky
R_T	okap vody z tání na povrchu nadzemní vegetace
S_T	voda z tání sněhu
SVH	vodní hodnota sněhu
V	objem odebraného vzorku sněhu
V_k	kalibrační objem válce
V_T	odtok
W_T	vsak
ρ	hustota

LESNICKÝ PRŮVODCE



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.
www.vulhm.cz