

Michal Kneifl, Jan Kadavý, Zdeněk Adamec

Metodika optimalizace sběru dat a standardizovaného vyhodnocení statistické provozní inventarizace pro výstupy do LHP

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Oponenti:

Ing. Michal Synek, Ph.D.

Národní lesnický institut, Nábřeží 1326, 250 01 Brandýs nad Labem

Ing. Jiří Zahradníček

Václavkova 1252/53, 615 00 Brno

Autoři:

Ing. Michal, Kneifl, Ph.D.

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 3, 613 00 Brno

e-mail: michal.kneifl@mendelu.cz

Doc. Dr. Ing. Jan Kadavý

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 3, 613 00 Brno

e-mail: jan.kadavy@mendelu.cz

Doc. Ing. Zdeněk Adamec, Ph.D.

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 3, 613 00 Brno

e-mail: zdenek.adamec@mendelu.cz

Certifikace

MZE-91786/2025-16222/M326

Dedikace

Předkládaná metodika vznikla jako výstup projektu NAZV č. QK21010198 –

„Adaptace lesního hospodářství pro udržitelné využívání přírodních zdrojů

OBSAH

1	ÚVOD	5
2	CÍL METODIKY A CÍLOVÁ SKUPINA	7
3	VYSVĚTLENÍ POJMŮ	8
3.1	BODOVÝ A INTERVALOVÝ ODHAD	8
3.2	CÍLOVÁ ZÁSoba	8
3.3	HOSPODÁŘSKÁ SKUPINA	9
3.4	INVENTARIZAČNÍ LOKALITA	9
3.5	INVENTARIZAČNÍ PLOCHA	9
3.6	KMEN HROUBÍ	10
3.7	KOEFICIENT NESOULADU TĚŽEB	10
3.8	KOMPONENTA ZMĚNY	10
3.9	LOKÁLNÍ HUSTOTA	11
3.10	MAGNETICKÁ DEKLINACE	11
3.11	PAŘEZ	11
3.12	PODOBLAST	12
3.13	POLOHA KMENE HROUBÍ (PAŘEZU)	12
3.14	POMOCNÝ NAVIGAČNÍ OBJEKT	12
3.15	PROCENTO NORMÁLNÍHO OBJEMU	12
3.16	REFERENČNÍ INVENTARIZAČNÍ SÍŤ	12
3.17	SMĚRODATNÁ CHYBA	13
3.18	SOUŘADNICE GENEROVANÁ	13
3.19	SOUŘADNICE STABILIZOVANÉHO STŘEDU	13
3.20	STRATIFIKOVANÝ ODHAD	13
3.21	STRATUM	13
3.22	TABULKOVÝ OBJEM HROUBÍ KMENE	14
3.23	VÝROVNÁVACÍ DOBA	14
3.24	VÝŠKA KMENE MĚŘENÁ	14
3.25	VÝŠKA KMENE MODELOVÁ	14
3.26	VZORNÍK 1. STUPNĚ	15
3.27	VZORNÍK 2. STUPNĚ	15
3.28	ZÓNA ZAHRNUTÍ KMENE HROUBÍ.....	16
4	METODIKA TERÉNNÍHO SBĚRU DAT	17
4.1	PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	17
4.2	DOPORUČENÉ VYBAVENÍ PRO TERÉNNÍ INVENTARIZACI	23
4.3	VLASTNÍ TERÉNNÍ SBĚR DAT	25
5	METODIKA STANDARDIZOVANÉHO VYHODNOCENÍ STATISTICKÉ PROVOZNÍ INVENTARIZACE PRO VÝSTUPY DO LHP	35

5.1	EDITACE, ÚPRAVY A DOPLNĚNÍ DAT PŘED VLASTNÍM VYHODNOCENÍM	35
5.2	MATEMATICKO-STATISTICKÝ APARÁT A POPIS KROKŮ ALGORITMU PRO STANDARDIZOVANÉ ZPRACOVÁNÍ DAT SPI PRO VÝSTUPY DO LHP	51
6	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	59
7	POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	59
8	EKONOMICKÉ ASPEKTY.....	60
9	SUMMARY	61
10	LITERATURA.....	62
10.1	SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	62
10.2	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	62
11	PŘÍLOHY.....	63
11.1	VZOR ŽÁDOSTI O PŘIDĚLENÍ INVENTARIZAČNÍCH LOKALIT	63
11.2	VZOR TERÉNNÍHO ZÁPISNÍKU PRO INVENTARIZAČNÍ PLOCHU	65
11.3	UKÁZKA VYPLNĚNÉHO TERÉNNÍHO ZÁPISNÍKU PRO INVENTARIZAČNÍ PLOCHU	66
11.4	VZOR TERÉNNÍHO ZÁPISNÍKU PRO VZORNÍKY NA INVENTARIZAČNÍ PLOŠE	67
11.5	PODPŮRNÉ UŽIVATELSKÉ FUNKCE PRO VÝPOČTY V MS EXCELU	68
11.6	KÓD PROGRAMU R PRO VÝPOČET PLOCH ZÓN ZAHRNUTÍ.....	75

ABSTRAKT

Předkládaná metodika se zabývá optimalizací terénního sběru dat a standardizovaným vyhodnocením statistické provozní inventarizace lesa na bázi trvalých inventarizačních ploch jako podkladu pro tvorbu výstupů lesních hospodářských plánů (LHP). Metodika reaguje na změny legislativního rámce hospodářské úpravy lesů, zejména na novelu vyhlášky č. 84/1996 Sb., která zrovnoprávnila využití kontrolní metody založené na dlouhodobém monitoringu stavu a vývoje lesních porostů.

Text systematicky popisuje postupy přípravy prvotní inventarizace, projektování inventarizačních lokalit a ploch, vlastní terénní měření i následné matematicko-statistické zpracování dat. Metodika rovněž shrnuje nově zaváděné pojmy související s kontrolní metodou hospodářské úpravy lesů a interpretuje jejich praktický význam.

Cílem metodiky je poskytnout jednotný, transparentní a prakticky aplikovatelný postup sběru a vyhodnocení inventarizačních dat prvotní inventarizace, který usnadní využití trvalých inventarizačních ploch v běžné lesnické praxi. Metodika je určena zejména vlastníkům a správcům lesů a zpracovatelům lesních hospodářských plánů, kteří usilují o zavedení nebo rozšíření kontrolní metody hospodářské úpravy lesů s důrazem na ekonomickou efektivitu, statistickou správnost a dlouhodobou srovnatelnost výsledků.

Klíčová slova: inventarizace, trvalé zkusné plochy, terénní měření, vyhodnocení dat

ABSTRAKT

The presented methodology addresses the optimization of field data collection and the standardized evaluation of statistical operational forest inventory based on permanent sample plots, serving as a basis to produce forest management plan (FMP) outputs. The methodology responds to changes in the legislative framework of forest management planning, in particular to the amendment of Decree No. 84/1996 Coll., which established the control method based on long-term monitoring of the condition and development of forest stands as an equivalent approach.

The text systematically describes the procedures for preparing the initial inventory, designing inventory locations and plots, conducting field measurements, and performing subsequent mathematical and statistical data processing. The methodology also summarizes newly introduced terms related to the control method of forest management planning and interprets their practical significance.

The aim of the methodology is to provide a unified, transparent, and practically applicable framework for the collection and evaluation of inventory data from the initial inventory, facilitating the use of permanent sample plots in routine forestry practice. The methodology is primarily intended for forest owners and managers, as well as for forest management planners seeking to implement or expand the control method of forest management planning with an emphasis on economic efficiency, statistical validity, and long-term comparability of results.

Key words: inventory, permanent sample plots, field survey, data processing

1 ÚVOD

Původním záměrem pro vytvoření této metodiky bylo zpřesnění a zlevnění pravidelných inventur lesa pomocí zapojení zdrojů dálkového průzkumu dat, poskytnutí matematicko-statistického aparátu pro zpracování dat provozní inventarizace a algoritmus pro standardizované zpracování dat inventarizace. Řešitelé předpokládali, že možnost zapojení zdrojů DPZ se stane součástí postupů novely vyhlášky č. 84/1996 Sb. o hospodářské úpravě lesů, o jejíž přípravě se v době podání projektu diskutovalo.

Krátce po zahájení řešení projektu NAZV však byla vyhláška novelizována a možnost zapojení zdrojů DPZ do procesu provozní inventarizace se nepodařilo prosadit. Autoři předkládané metodiky byli součástí týmu, který novelu připravoval. Tato novela však zrovnoprávnila využití tzv. kontrolní metody hospodářské úpravy lesů, která je založena na konceptu trvalých inventarizačních ploch. Uvedený krok lze vnímat jako důležitý milník v modernizaci metodických postupů hospodářské úpravy, protože oficiálně otevírá cestu k širšímu využití postupů založených na dlouhodobém monitoringu růstových a strukturních změn porostů.

Kontrolní metoda hospodářské úpravy je zastřešující pojem pro soubor postupů umožňujících kontrolovat a plánovat vývoj lesních porostů na základě sledování změn v jejich struktuře, dynamice a produkčních charakteristikách. V centru pozornosti stojí zejména změny v tlušťkové struktuře, objemovém přírůstu, mortalitě a obnově porostů. Jde o přístup, který se ve světě běžně uplatňuje především tam, kde je žádoucí jemnější, kontinuální a adaptivní způsob plánování hospodářských zásahů, opírající se o reálná, nikoli modelová data.

Historicky se pro potřeby kontrolních metod využívala inventura stavu lesních porostů prováděná takzvaným průměrkováním naplno. Jednalo se o metodu mimořádně přesnou, avšak personálně i finančně náročnou. V době, kdy cena lidské práce stále roste a zároveň se zvyšuje tlak na efektivitu sběru dat, je tento přístup obtížně udržitelný, zejména při opakovaných inventurách na rozsáhlejších územích. Realita dnešního lesnického provozu proto jednoznačně favorizuje metody, které umožňují dosáhnout přijatelné přesnosti při podstatně nižší náročnosti.

Pokud pomineme možnosti využití dat dálkového průzkumu Země, které do legislativy řídící zpracování lesních hospodářských plánů bohužel nebyla implementována, zásadní zefektivnění přinášejí výběrové metody. Ty mají v lesnické praxi dlouhodobou tradici — uplatňují se například v relaskopování a při průměrkování na zkusných plochách v metodě věkových tříd, která je v českých podmínkách doposud dominantní. Výběrové metody byly zavedeny rovněž do metodologie národní inventarizace lesů a od počátku 21. století také do praxe tvorby lesních hospodářských plánů v národních parcích. Právě zde byly plány až do roku 2022 vytvářeny na základě metodiky tzv. statistické provozní inventarizace (Černý a kol., 2004), jež představovala první komplexní využití trvalých inventarizačních ploch v české hospodářsko-úpravnické praxi.

Novela vyhlášky o hospodářské úpravě lesů vymezuje základní rysy výběrové metody zjišťování stavu lesa na trvalých inventarizačních plochách. Oproti metodice statistické provozní inventarizace (Černý a kol., 2004) dochází k několika zásadním změnám. Vyhláška nově definuje způsob projektování pozic inventarizačních ploch v terénu, přičemž rozšiřuje možnosti úprav designu inventarizačních lokalit tak, aby mohly lépe reflektovat prostorovou variabilitu lesa a potřeby vlastníka či správce území. Významná změna se týká rovněž postupu statistického vyhodnocení dat, který se posouvá směrem k pevně definovaným metodickým rámcům.

K datu publikace této metodiky však není k dispozici ucelený a oficiálně schválený metodický postup terénního sběru dat, jeho kontroly a následné statistické analýzy. Stejně tak dosud neexistuje software umožňující vytvářet lesní hospodářské plány založené výhradně na kontrolní metodě nebo na její kombinaci s metodou věkových tříd. Firma IFER (Ústav pro výzkum lesních ekosystémů), která implementovala výběrové metody do metodologie zpracování lesních hospodářských plánů a která vyvinula hardwarovou sestavu a software pro vyhodnocování terénních dat, přestala svou technologii v roce 2022 prodávat subjektům s licenci pro zpracování LHP.

Produktům řešícím automatizované zpracování dat se zabýval Blaha (2025). Jeho systém je postaven na platformě Python, jehož znalost a aktivní využívání však není doménou běžného taxátora, či správce, nebo majitele lesa.

Pro široké využití proto dnes není k dispozici ani standardizované hardwarové vybavení pro sběr terénních dat na inventarizačních plochách. Tato situace představuje výzvu pro odbornou i provozní praxi. Na jedné straně legislativa dává prostor širšímu využití modernějších, datově orientovaných přístupů, na straně druhé nemají taxační

kanceláře nástroje, které by umožnily plné a bezproblémové uplatnění těchto metod v každodenní práci. Do budoucna bude proto nezbytné doplnit chybějící metodickou část, sjednotit postupy sběru dat v terénu, upřesnit doporučené statistické postupy a zajistit dostupnost odpovídajícího hardwarového a softwarového řešení. Teprve tehdy bude možné plně využít potenciál výběrových metod a trvalých inventarizačních ploch jako rovnocenného základu plánování lesního hospodaření v České republice.

2 CÍL METODIKY A CÍLOVÁ SKUPINA

Cílem předkládané metodiky je podrobně rozpracovat metodologii terénního sběru dat na trvalých inventarizačních plochách při prvotní inventarizaci a popsat postupy vyhodnocení terénních dat jako potenciální podklad pro tvorbu výstupů lesních hospodářských plánů (LHP), a to na konkrétních příkladech s využitím dostupných softwarových nástrojů. Dílčími cíli jsou:

- doporučit vhodné pomůcky a přístroje pro terénní sběr dat na inventarizačních plochách
- navrhnout strukturu terénních zápisníků pro pořizování inventarizačních dat,
- doporučit metodický postup měření na inventarizačních plochách tak, aby byla zajištěna úplnost všech informací nezbytných pro následné úspěšné vyhodnocení terénních dat,
- popsat a na vhodných příkladech dokumentovat jednotlivé kroky výpočtu cílových inventarizačních parametrů pro zpracování LHP,
- pro vyhodnocení dat doporučit běžně dostupné nebo „open source“ softwarové nástroje tak, aby bylo zpracování prvotních inventarizačních dat maximálně ekonomické a široce dostupné

Cílovou skupinou metodiky jsou:

- Vlastníci a správci lesů, kteří se chystají přejít, nebo již přešli na kontrolní metodu hospodářské úpravy lesů na bázi permanentních inventarizačních ploch
- Projektanti hospodářské úpravy lesů, kteří si chtějí rozšířit povědomí o změnách vyhlášky č. 84/1996 Sb. O hospodářské úpravě lesů souvisejících s kontrolní metodou HÚL na bázi permanentních inventarizačních ploch

3 VYSVĚTLENÍ POJMŮ

Novela vyhlášky č. 84/1996 Sb. (186/2022 Sb.) zavedla sadu do té doby nových a odborné lesnické veřejnosti málo známých pojmů. Cílem následující kapitoly bylo pečlivě projít všechny pasáže vyhlášky, které se týkají nově zaváděné metodologie zjišťování stavu lesa na trvalých inventarizačních plochách a následného vyhodnocení takto nasbíraných dat pro účely hospodářské úpravy lesů. V těchto pasážích jsme se pokusili identifikovat nové pojmy. Každý z nalezených nových pojmů byl následně samostatně rozpracován – bylo nutné jej popsat, vymezit jeho obsah, upřesnit jeho praktický význam a případně uvést vhodné ilustrativní příklady k lepšímu pochopení účelu a kontextu pojmu.

Následující kapitoly prezentují nové termíny, které se objevují buď přímo v upraveném znění samotné vyhlášky, nebo jsou součástí její přílohy č. 6, kde jsou rozvedeny metodické a technické detaily. Aby byla orientace v této nové terminologii co nejpřehlednější, je jejich přehled uveden v abecedním pořadí.

3.1 Bodový a intervalový odhad

Bodový odhad (např. Zach, 1996) je statistický termín označující průměrnou hodnotu určité veličiny získanou z omezeného vzorku dat. Označení „odhad“ připomíná, že jde pouze o přiblížení skutečnosti, protože při jeho výpočtu nebyla měřena celá populace (například všechny stromy), ale jen její menší, dostupná část, tzv. výběrový soubor (Fabrika a Pretzsch, 2011).

Typickým příkladem bodového odhadu v lesnictví je určení výčetní základny porostu pomocí běžně používané relaskopické metody. Pokud například v porostu rozmístíme deset relaskopických stanovišť, pak bodový odhad, tedy výsledná hodnota výčetní základny odpovídá průměru naměřených hodnot výčetní základny na deseti stanovištích.

K bodovému odhadu se vždy vztahuje i intervalový odhad. Ten představuje rozmezí hodnot, v jehož rámci se s určitou předem stanovenou pravděpodobností nachází skutečná (avšak neznámá) hodnota dané veličiny. U uvedeného příkladu může být bodovým odhadem průměrná hektarová výčetní základna 35 m²/ha, zatímco intervalový odhad může mít podobu 31–39 m²/ha.

Součástí intervalového odhadu je také hladina spolehlivosti, která vyjadřuje, s jakou pravděpodobností se reálná hodnota nachází uvnitř daného intervalu. V běžné statistické praxi se obvykle pracuje s 90% nebo 95% pravděpodobností (Zach, 1996). Postup odvození intervalového odhadu uvedený v příloze č. 6 vyhlášky č. 84/1996 Sb. však využívá hladinu spolehlivosti 68 %. To znamená, že existuje 32% pravděpodobnost, že skutečná a správná hodnota může být mimo vypočítaný intervalový odhad.

Šířka intervalového odhadu tedy úzce souvisí s volenou hladinou spolehlivosti: čím vyšší je požadovaná hladina spolehlivosti, tím širší bude intervalový odhad. Napří. Pro výše uvedený příklad odhadu výčetní základny porostu pomocí relaskopické metody bude při 95% hladině významnosti intervalový odhad 29–41 m²/ha, při 90% hladině 31–39 m²/ha a při 68% hladině významnosti 32–38 m²/ha.

3.2 Cílová zásoba

Tzv. cílová zásoba (udávaná v m³/ha hroubí bez kůry) je v teorii hospodářské úpravy lesů zásobou, která je na daném stanovišti optimální. Optimum se historicky definovalo jako taková zásoba, která dlouhodobě produkuje maximální, dlouhodobě udržitelný celkový běžný přírůst (Priesol, 1991). Cílová zásoba se odvozovala jako zásoba porostu, jehož tloušťková struktura odpovídá vzorovému rozložení tloušťkových četností s cílovou dřevinnou skladbou.

Novelizovaná vyhláška č. 84/1996 Sb. neudává postup odvození cílové zásoby, pouze omezuje její minimální hodnotou. Cílová zásoba tak může být větší, nebo rovna minimální tabulkové zásobě dříví uvedené v tabulce č. 2 přílohy č. 6 vyhlášky. Hodnota cílové zásoby vstupuje do výpočtu maximální celkové výše těžby.

3.3 Hospodářská skupina

Vyhláška č. 84/1996 Sb. nově definuje pojem tzv. hospodářské skupiny. Ta podle znění vyhlášky sdružuje lesní porosty s obdobnými klimatickými a půdními charakteristikami, případně také funkčním zaměřením a stavem lesa. Definice hospodářské skupiny je velmi podobná definici hospodářského souboru. Části lesa sdružené v hospodářské skupině by tedy měly být příbuzné typologicky (např. kyselá stanoviště vyšších poloh), funkčním zaměřením (kategorií či subkategorií lesa – např. lesy zvláštního určení) a stavem lesa (porostním typem, mírou přiblížení k cílovému stavu atd.).

Na rozdíl od hospodářských souborů jsou hranice hospodářských skupin vedeny po hranicích jednotek trvalého rozdělení lesa, tedy oddělení, dílců, nebo porostů. Hospodářská skupina je tedy vždy množinou více porostů.

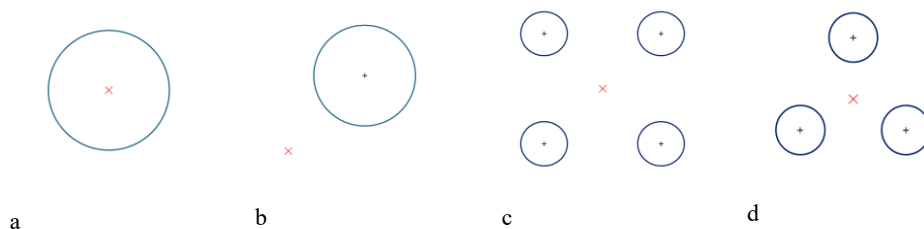
Především je pak hospodářská skupina základní jednotkou pro zjišťování a uvádění stavu lesa a plánování hospodářských opatření v případech, kdy je stav lesa zjišťován na trvalých inventarizačních plochách.

V mapě a hospodářské knize či jiných tabulkových přehledech lesního hospodářského plánu se hospodářské skupiny označují arabskými čísly s podtržením (např. 25).

3.4 Inventarizační lokalita

Inventarizační lokalita je základním prvkem inventarizace na trvalých zkusných plochách. Všechny cílové parametry inventarizace (tedy např. zásoba, výčetní základna, počet stromů, přírůst apod.) se vztahují k inventarizační lokalitě. Inventarizační lokalita je geograficky definovaný bod, jehož poloha se udává v souřadnicovém systému JTSK. Vyhláška č. 84/1996 Sb. definuje, kolik inventarizačních lokalit musí být umístěno a inventarizováno, aby byly dodrženy minimální kvalitativní požadavky na výstupy inventarizace uvedeny v § 7c vyhlášky. Zároveň nesmí počet inventarizačních lokalit v rámci zařizovaného lesního hospodářského celku (nebo jeho části zařizované metodou trvalých zkusných ploch) klesnout pod hodnotu 50 ks. Následující prezentuje čtyři příklady z mnoha možných designů inventarizační lokality.

Obrázek 1: Některé z mnoha možných uspořádání inventarizačních ploch v rámci inventarizační lokality

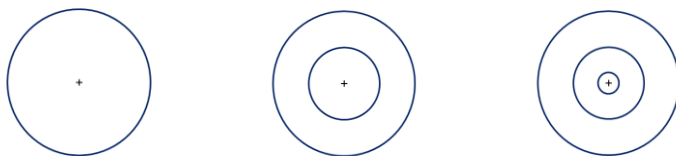


Varianta a) prezentuje inventarizační lokalitu s jedinou inventarizační plochou (lokalita i plocha mají identický střed). Varianta b) reprezentuje situaci, kdy inventarizační lokalita má jedinou inventarizační plochu, ale střed plochy a lokality nejsou identické. Ve variantě c) vidíme inventarizační lokalitu se čtyřmi plochami v pravidelném čtvercovém uspořádání okolo pozice lokality. A konečně varianta d) prezentuje inventarizační lokalitu se třemi plochami v trojúhelníkovém uspořádání. Vyhláška vymezuje počet a prostorové uspořádání inventarizačních ploch (viz 3.1.6) v rámci inventarizační lokality. Jejich počet se pohybuje v rozmezí 1-4 a maximální vodorovná vzdálenost plochy od pozice lokality je 250 m.

3.5 Inventarizační plocha

Inventarizační plocha je kruhová část lesního hospodářského celku, na které se přímo provádí inventarizační šetření. Inventarizační plocha musí povinně mít kruhový tvar a je definována a) středem (jehož pozice se udává relativně vzhledem k pozici inventarizační lokality) a b) počtem kruhových podploh. Vyhláška udává povinné rozmezí jedné až tří kruhových podploh. Pokud má inventarizační plocha více podploh, musí mít všechny společný střed. Maximální poloměr podplochy je 20 metrů, minimální 3 metry.

Obrázek 2: Jedna, dvě a tři podplochy v rámci jedné inventarizační plochy



Jediná podplocha znamená, že inventarizační plocha má tzv. fixní poloměr, ve kterém jsou registrovány a měřeny všechny kmeny (viz 3.6), nebo pařezy (viz 3.11) s výčetní tloušťkou (nebo tloušťkou úřezu) větší, nebo rovnou 7 cm. Pokud jsou podplochy dvě, nebo tři, zvyšuje se u nich postupně minimální prahová tloušťka kmene (pařezu) pro registraci. Podplochy s menším poloměrem slouží k registraci tenčích stromů, a naopak podplochy s větším poloměrem slouží k registraci tlustších stromů. Inventarizované stromy tak lze, podle počtu podploch, rozdělit až do tří tloušťkových kohort a každá kohorta se registruje (měří) na samostatné podploše.

Inventarizační plochy jsou zakládány a šetřeny jako trvalé. To znamená, že jejich středy musí být v terénu trvale stabilizovány kovovým předmětem vetknutým do země tak, aby bylo možné opakované dohledání středu plochy pomocí detektoru kovů. Pokud není možné kovový předmět do středu plochy umístit (skála, lesní cesta, vodní tok či plocha), je možné jej umístit mimo vlastní střed plochy na pozici tzv. náhradního středu, avšak pouze do maximální vzdálenosti 20 m od skutečné polohy středu plochy. Stabilizace středu plochy v náhradním umístění nemá vliv na polohu plochy samotné.

3.6 Kmen hroubí

Tzv. kmen hroubí je základní inventarizovaná entita provozní inventarizace. Jako „kmen“ jej označujeme proto, že strom může mít více kmenů. Pokud jsou tyto kmeny v místě, kde se měří tloušťka, tedy ve výšce 1,3 m nad zemí, oddělené, považují se z pohledu inventarizace za samostatné entity – kmeny. Aby byl kmen registrován, musí mít výčetní tloušťku větší než minimální prahovou tloušťku odpovídající pravidlům registrace kmene na podploše.

3.7 Koeficient nesouladu těžeb

Koeficient nesouladu těžeb vyjadřuje nesoulad mezi celkovou výší těžby vykázané podle lesní hospodářské evidence a výší těžby vypočítané na základě dat vlastní inventarizace. V situaci, kdy více než 90 % inventarizačních ploch bylo inventarizováno opakovaně, se koeficient nesouladu těžeb počítá jako podíl úhrnu těžby podle lesní hospodářské evidence a úhrnu těžby vypočítaného podle postupu uvedeného příloze č. 6 vyhlášky (viz 3.7). V opačném případě se koeficient nesouladu těžeb určí paušálně podle fixní hodnoty u vzorce č. 23 přílohy č. 6 vyhlášky 84/1996 Sb.

3.8 Komponenta změny

Tzv. komponenty změny detailně definuje obr. č. 1 přílohy č. 6 vyhl. 84/1996 Sb. Komponenta změny určuje, jakým způsobem vstoupí např. objem stromu do výpočtů nad daty inventarizace, především pak do výpočtu zásoby, celkového běžného přírůstu a objemu těžby od minulé inventarizace. Definuje se pouze u inventarizovaných stromů na inventarizačních plochách, které jsou inventarizovány opakovaně. Při prvotní inventarizaci se komponenta změny nedefinuje.

Rozlišují se následující komponenty změny:

- 1) živý kmen hroubí beze změny (v současné inventarizaci živý kmen, zaregistrovaný jako živý kmen již v minulé inventarizaci),
- 2) souš beze změny (v současné inventarizaci stojící souš, která v minulé inventarizaci již byla registrována jako stojící souš),
- 3) dorost (živý kmen hroubí registrovaný pouze v současné inventarizaci; v minulé inventarizaci nebyl registrován, protože nedosahoval registrační tloušťky - např. 7 cm s.k.),

- 4) těžba živého kmene (kmen hroubí byl v minulé inventarizaci registrován jako živý kmen hroubí, ale v současné inventarizaci byl na jeho pozici nalezen pařez; kmen byl tedy v mezidobí vytěžen a vyklizen),
- 5) těžba souše (kmen hroubí byl v minulé inventarizaci registrován jako souš, ale v současné inventarizaci byl na jeho pozici nalezen pařez; kmen byl tedy v mezidobí vytěžen a vyklizen),
- 6) odlom souše (kmen hroubí byl v minulé inventarizaci registrován jako souš, ale v mezidobí se nízko nad zemí zlomil a v současné inventarizaci se na jeho pozici nachází pařez po odlomu. Podle vzhledu pařezu je patrné, že nebyl odřezán pilou či harvestorem.
- 7) mortalita, souš (v předchozí inventarizaci zaregistrovaný živý kmen hroubí, který v mezidobí odumřel a v současné inventarizaci je souší),
- 8) mortalita, pařez (kmen hroubí byl v minulé inventarizaci registrován jako živý kmen, ale v mezidobí se nízko nad zemí zlomil a v současné inventarizaci se na jeho pozici nachází pařez po odlomu. Podle vzhledu pařezu je patrné, že nebyl odřezán pilou či harvestorem),
- 9) těžba dorostu (v předchozí inventarizaci nebyl kmen registrován, protože ještě nedosahoval minimální tloušťky; v mezidobí překročil hranici minimální tloušťky, ale byl vytěžen ještě před okamžikem současné inventarizace a na jeho pozici se nyní nachází pařez),
- 10) dorost, mortalita, souš (v předchozí inventarizaci nebyl kmen registrován, protože ještě nedosahoval minimální tloušťky; v mezidobí překročil hranici minimální tloušťky a odumřel ještě před okamžikem současné inventarizace; na jeho pozici se nachází souš),
- 11) dorost, mortalita, pařez (v předchozí inventarizaci nebyl živý kmen registrován, protože ještě nedosahoval minimální tloušťky; v mezidobí překročil hranici minimální tloušťky a odumřel ještě před okamžikem současné inventarizace; následně se kmen – souš odlomila pod výčetní výškou (1,3). Na jeho pozici se v současné inventarizaci nachází pařez. Podle vzhledu pařezu je patrné, že nebyl odřezán pilou či harvestorem).

3.9 Lokální hustota

Pod pojmem lokální hustota si lze představit obecný název pro jakoukoliv inventarizovanou veličinu (např. počet stromů, výčetní základna, zásoba, celkový běžný přírůstek atd.), která je vyčíslena pro pozici inventarizační plochy (přesněji jejího středu) a přepočítána na 1 ha (Mandallaz, 1991). Následující příklad ukazuje vyčíslení lokální hustoty některých veličin inventarizace. Mějme inventarizační plochu s jedinou podplochou o poloměru 11 m. Na této ploše bylo zaregistrováno 24 kmenů o celkovém objemu 12,3 m³. Oba tyto údaje jsou vztaženy na plochu kruhu o poloměru 11 m, což představuje 0,038 ha. Pokud oba údaje (počet kmenů a celkový objem) vydělíme hodnotou výměry inventarizační plochy, získáme lokální hustotu počtu kmenů $N = 24 / 0,038 = 631,6$ kmenů/ha a lokální hustotu zásoby $V = 12,3 / 0,038 = 323,7$ m³/ha. Oba údaje se geograficky vztahují ke středu inventarizační plochy.

3.10 Magnetická deklinace

Magnetická deklinace je úhlová odchylka azimutu magnetického severu od azimutu severu geografického, která se mění v závislosti na geografické poloze a datumu měření. Pokud k zaměření pozice kmenů vůči středu inventarizační plochy používáme polární souřadnice (azimut a vzdálenost), musíme znát pro každou inventarizační lokalitu a datum měření hodnotu magnetické deklinace. Azimut se měří kompasem (dnes většinou digitálním) a kompas vždy měří azimut vůči magnetickému severu. Protože poloha magnetického severu se v čase posouvá, je nutno evidovat, kdy byl azimut změřen a jaká byla v čase měření hodnota deklinace, abychom mohli vypočítat azimut geografický. Ten je v čase neměnný a je proto využíván přednostně.

3.11 Pařez

Vedle tzv. kmene hroubí je pařez další základní inventarizovanou entitou provozní inventarizace. Kmeny hroubí a pařezy společně tvoří skupinu tzv. vzorníků. Při prvotní inventarizaci, tedy inventarizaci, které nepředcházela žádná předchozí šetření, se pařezy evidují z důvodu jednoznačné identifikace případné těžby v následujícím inventarizačním období. Díky tomu lze při opakované inventarizaci spolehlivě rozlišit, zda byl kmen v mezidobí

vytěžen. Pokud byl daný objekt evidován jako pařez již při předchozí inventarizaci, do žádného výpočtu se nezahrnuje. Pokud však byl současný pařez v minulé inventarizaci evidován jako živý kmen nebo stojící souš, jedná se o součást provedené těžby a jeho objem musí být započten do objemu těžby.

Odhad objemu těžby přitom představuje jeden ze základních výstupů inventarizace, a proto je správná identifikace pařezů klíčová.

3.12 Podoblast

Při vyhodnocování inventarizace může vzniknout potřeba stanovit cílové inventarizační parametry (např. zásobu, přírůst nebo počet kmenů) nikoli za celé výběrové stratum (viz 3.21), ale pouze za jeho část. Typickým případem je situace, kdy vlastník lesa požaduje zpracování výstupů lesního hospodářského plánu pro jednotlivé lesnické úseky. Lesnický úsek přitom může zahrnovat pouze části výběrových strat (podoblasti). Pro zajištění správnosti výstupů je proto nezbytné provést výpočty samostatně pro tyto jednotlivé podoblasti odpovídající příslušným částem strat.

3.13 Poloha kmene hroubí (pařezu)

Umístění kmene hroubí (pařezu) vůči středu inventarizační plochy. Udává se v polárních souřadnicích, tedy jde o dvojici hodnot:

- a) azimut vůči geografickému severu
- b) vodorovná vzdálenost od středu inventarizační plochy po střed průmětu kmene (pařezu) ve výšce 1,3m (řezné plochy pařezu) od povrchu země

Poloha je nezbytná pro opakované jednoznačné a bezproblémové nalezení kmene či pařezu v opakovaných inventarizacích.

3.14 Pomocný navigační objekt

Objekt sloužící k opětovnému nalezení středu inventarizační plochy. Pomocný navigační objekt je v ideálním případě objekt trvalého charakteru (bod státní triangulace, roh domu, silniční patník atd.) nalézající se do vzdálenosti 25 m od středu inventarizační plochy. V případě, že se takové trvalé objekty v okolí plochy nevyskytují, zvolí se jako pomocný navigační objekt kmen, nacházející se mimo inventarizační plochu do vzdálenosti 25 m od středu plochy. Pro každou inventarizační plochu se zaměří minimálně dva pomocné navigační objekty. Pomocné navigační objekty musí být trvale a viditelně barevně označeny. Jsou tak jediným prvkem, který je v lese v okolí inventarizační plochy vizuálně identifikovatelný.

3.15 Procento normálního objemu

Pokud inventarizovaný kmen utrpěl zlom, tato skutečnost ovlivní spolehlivost výpočtu objemu tohoto kmene. Protože se pro výpočet objemu používají objemové rovnice, do kterých vstupuje výčetní tloušťka a modelová výška kmene, je nutno u zlomených kmenů vypočítaný objem redukovat tzv. procentem normálního objemu. Procento normálního objemu se stanovuje expertně rovnou v terénu při inventarizaci. Nabývá hodnoty v rozpětí 0–100 % a vyjadřuje, jaký podíl objemu kmene po zlomu zůstal zachován.

3.16 Referenční inventarizační síť

Referenční inventarizační síť je virtuální síť inventarizačních lokalit pokrývající celé území České republiky. Je spravovaná Ministerstvem zemědělství ČR, konkrétně Národním lesnickým institutem v Brandýse nad Labem. Slouží jako zdroj pro umístění inventarizačních lokalit na inventarizovaném lesním majetku. Pozice inventarizačních lokalit jsou vlastníkově poskytnuty na základě žádosti obsahující počet lokalit a design konfigurace inventarizačních ploch na lokalitách.

3.17 Směrodatná chyba

Směrodatná chyba je hodnota vymezující šíři intervalového odhadu (viz. 3.1) inventarizované veličiny (např. zásoby hroubí, počtu kmenů atd.) při hladině spolehlivosti 68 % (Zach, 1996). Vyhláška č. 84/1996 Sb. určuje, pro zajištění dostatečné spolehlivosti výsledků inventarizace maximální šíři tohoto intervalu pouze pro dva cílové parametry inventarizace:

- a) střední hektarovou zásobu hroubí [m^3/ha]
- b) střední roční hektarovou výši těžeb [$\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$]

V případě střední hektarové zásoby hroubí nesmí směrodatná chyba přesáhnout $\pm 25 \text{ m}^3 \text{ b. k.}$ na jeden hektar porostní půdy, nebo $\pm 10 \%$ hodnoty střední hektarové zásoby hroubí (např. pokud by za inventarizovaný celek vyšla střední hektarová zásoba $325 \text{ m}^3/\text{ha}$, pak by směrodatná chyba nesměla být větší než $25 \text{ m}^3 \text{ b. k.}$, nebo $325 \times 0,1 = 32,5 \text{ m}^3/\text{ha}$). Slovo „nebo“ indikuje, že musí být splněna alespoň jedna podmínka.

V případě roční výše těžeb směrodatná chyba nesmí přesáhnout $1 \text{ m}^3 \text{ b. k.}$ na jeden hektar porostní půdy, nebo 10% z bodového odhadu roční výše těžeb na jeden hektar porostní půdy.

3.18 Souřadnice generovaná

Souřadnice středu inventarizační lokality generovaná v rámci tzv. referenční sítě (3.16). Tato souřadnice nemusí souhlasit se skutečnou, v terénu stabilizovanou geografickou pozicí inventarizační lokality.

3.19 Souřadnice stabilizovaného středu

Souřadnice skutečné polohy v terénu stabilizovaného středu lokality. Může se lišit od souřadnice generované. Důvodem rozdílu může být použití nepřesného GPS přijímače při stabilizaci plochy, nebo terénní podmínky způsobující nepřesnost GPS signálu (členitý terén, hustý porost apod.). Obecně je nutno konstatovat, že odchylka stabilizovaného středu od generovaného by měla být, pokud možno, minimální. Tato odchylka se detekuje až při opakované inventarizaci plochy, kdy inventarizátor používá přesnější polohovací zařízení a střed plochy nenalezne na pozici generovaného středu. Pak, pro usnadnění budoucí navigace na plochu, souřadnice stabilizovaného středu zaznamená.

3.20 Stratifikovaný odhad

Stratifikovaný odhad je zjednodušeně řečeno výpočetním postupem využívajícím váženého průměru. Pokud je lesní hospodářský celek, nebo jeho část inventarizovaná pomocí inventarizačních ploch rozdělen do více strat (viz následující pojem), musí se výstupy LHP (např. zásoby, celkový běžný přírůst, maximální celková výše těžeb apod.) dle přílohy č. 6 Vyhlášky počítat jako stratifikované. Váhou je v tomto případě plošný podíl strata na celkové výměře inventarizovaného celku. Pro vysvětlení použijeme jednoduchý příklad. Mějme LHC rozdělený na dvě strata. Každé z obou strat má plochu porostní půdy 450 ha . V prvním stratu je stabilizováno 50 inventarizačních lokalit a jedna lokalita tedy reprezentuje $450/50 = 9 \text{ ha}$. Ve druhém stratu je jen 30 lokalit a jedna lokalita tedy reprezentuje 15 ha plochy strata. Hodnoty zjištěné na inventarizačních plochách druhého strata tedy do výsledného výpočtu vstupují s 1,67krát větší vahou ($15/9=1,667$). Principem stratifikovaného odhadu je tedy přidělení vah inventarizačním plochám podle toho, jak velkou plochu "reprezentují".

3.21 Stratum

Pod pojmem stratum se rozumí dílčí část lesního hospodářského celku (nebo jeho části) určeného k inventarizaci pomocí trvalých inventarizačních ploch. Celek může být zahrnut do minimálně jednoho, nebo do více strat. Pro celkové zjednodušení procesu následných výpočtů nad daty inventarizace je výhodné, pokud se sjednotí hranice tzv. hospodářských skupin (viz 3.3) a strat. Vyhláška poměrně striktně definuje požadavky na strata:

- a) Strata se musí nacházet na území lesního hospodářského celku v rámci jeho inventarizované části. Musí tedy inventarizovaný celek beze zbytku pokrývat
- b) Strata se nesmí vzájemně překrývat

- c) Každé stratum je definováno samostatnou geometrií (polygonem) v digitální mapě v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální
- d) Jednotlivá strata se mohou mezi sebou lišit počtem i hustotou inventarizačních lokalit a také designem inventarizačních lokalit
- e) Uvnitř konkrétního strata však sada inventarizačních lokalit musí mít konstantní hustotu a design.

Vyhláška dále konstatuje, že změna strata je možná pouze jeho zrušením a definováním jednoho nebo více nových strat. Při první inventarizaci následující po změně strata se opakuje terénní šetření na plochách dosavadního strata šetřených v předchozí inventarizaci a zároveň se provede první šetření na plochách nově definovaných strat. Z toho plyne, že strata se definují jako pevné a dlouhodobé prostorové jednotky inventarizace.

3.22 Tabulkový objem hroubí kmene

Tabulkový objem inventarizovaného kmene je informace o objemu dříví hroubí bez kůry vypočítaný buď a) čistě a pouze na základě tloušťky kmene (např. pomocí funkce objemového tarifu, tj. funkce dovolující vypočítat objem kmene pouze na základě výčetní tloušťky), nebo b) na základě výčetní tloušťky kmene a tzv. modelové výšky kmene, tedy takové, která nebyla na kmeni přímo změřena. Objem se pak počítá pomocí objemových rovnic ČSOT (Petráš a Pajčík, 1991), které dnes již jsou oficiálně součástí ISLH. U tzv. vzorníků 2. stupně (viz 3.27) se udává ještě jedna hodnota objemu kmene a sice hodnota objemu vypočítaná podle výčetní tloušťky a skutečně změřené výšky stromu.

3.23 Vyrovňovací doba

Vyrovňovací doba je pojem z teorie kontrolních metod. Představuje očekávanou délku periody, za kterou se předpokládá dosažení tzv. normálního – vyrovnaného stavu výběrného lesa (Priesol, 1991). Normální, vyrovnaný stav je charakterizován ideální tloušťkovou strukturou a tzv. cílovou zásobou (viz 3.2). Dle znění vyhlášky se připouští délka vyrovňovací doby v intervalu od 30 do 60 let.

3.24 Výška kmene měřená

Výška kmene hroubí, která byla v terénu přímo a s maximální možnou přesností změřená vhodným (vyhláškou přesněji nespecifikovaným) výškoměrem standardním postupem v okamžiku inventarizace. Výška se v inventarizaci měří pouze u vybraných kmenů, tzv. vzorníků 2. stupně (viz 3.27).

3.25 Výška kmene modelová

Modelová výška kmene se odvozuje z vhodného, vyhláškou blíže nespecifikovaného matematického modelu. Uvádí se u všech živých i mrtvých kmenů registrovaných na inventarizačních plochách. Vyhláška nespecifikuje, jaký postup, nebo model se má pro výpočet modelových výšek použít. Je to dáno tím, že obecně neexistuje jeden ideální nebo univerzální model výškové funkce (Mehtätalo, 2004). Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromu je silně variabilní mezi porosty (Sharma a Zhang, 2004) a není ani konstantní v rámci jednoho lesního porostu v čase (Curtis, 1967).

Způsob odvození se ponechává na odbornosti subjektu provádějící inventarizaci a měl by principálně vycházet ze síly závislosti vztahu mezi výčetní tloušťkou a výškou a také jejich variability v inventarizované oblasti. Existuje několik možností, jak modelové výšky dopočítat. První z nich je konstrukce tzv. lokálního modelu výškové funkce pro každou inventarizační plochu. To znamená, že na inventarizační ploše je potřeba změřit tolik vzorníků výšek, aby pro každou na ploše zastoupenou dřevinu bylo možno zkonstruovat výškovou křivku, tedy minimálně čtyři výšky (v případě tříparametrického modelu výškové funkce) nebo tři výšky (v případě dvouparametrického modelu výškové funkce) pro každou dřevinu rozprostřenou napříč tloušťkovým spektrem vzorníků. Optimální počet měřených výšek by měl být pro lokální model 20-25 výšek (Van Laar a Akça, 2007). Tato metoda je sice přesná, ale velmi pracná, protože předpokládá velký počet stromů s měřenou výškou. Tento počet pak několikrát přesahuje počet tzv. vzorníků 2. stupně a může často překračovat i celkový počet měřených stromů na inventarizované ploše.

Druhou možností je nepočítat modelové výšky, ale objem vzorníků 1. stupně počítat pomocí tzv. lokálních objemových tarifů, tedy jednoparametrických rovnic, které výšku stromu pro výpočet objemu stromu nepotřebují, a stačí jen výčetní tloušťka. Je to způsob, který se běžně využíval ve výběrných lesích např. ve Švýcarsku nebo Francii. Výsledné hodnoty objemů kmenů nejsou přesné, ale výsledné odhady na úrovni hospodářských skupin jsou díky vyrovnání plusových a minusových chyb dostatečně přesné. Lokální objemové tarify má k dispozici málokterý lesní majetek v ČR. Např. ŠLP “Masarykův les“ Křtiny má díky existenci převodu na výběrný les od 70. let 20. století objemové tarify parametrizované pro území ŠLP k dispozici.

Třetí, zřejmě nejvhodnější možností je výpočet modelových výšek pomocí sestavení nelineárního regresního modelu výškové funkce se smíšenými efekty (NLME) včetně jeho kalibrace. Jedná se o metodu, která vyžaduje pro kalibraci modelu minimálně jednu změřenou výšku stromu na každé inventarizační ploše. (např. Vargas-Larreta et al., 2009, Schmidt et al., 2011). Jelikož vyhláška požaduje jako minimální průměrný počet změřených výšek na inventarizační ploše (dáno minimálním počtem vzorníků 2. stupně) dvě výšky, tak je jasné, že kalibrace NLME je vždy proveditelná. Navíc je potvrzeno, že čím vyšší počet změřených výšek vstupuje do kalibrace, tím je predikce výšky přesnější (Kangas a Haara, 2012, Adamec a Drápela, 2017), což dává opodstatněnost minimálně průměrně dvěma změřeným výškám oproti teoretickému minimu jedné výšky. Pro praktické provedení výpočtu výškových modelů lze např. využít programových balíčků řešící tuto problematiku, např. balíček lmfor v rámci statistického programu R (Mehtatalo, 2016), nebo jeho implementaci v open source programovém balíku pro inventarizace lesů OpenForis.

3.26 Vzorník 1. stupně

Vzorníky 1. stupně jsou všechny kmeny hroubí a pařezy, které byly registrovány na inventarizačních plochách v rámci inventarizace a které svým středem leží uvnitř inventarizační plochy a překračují minimální hranici výčetní tloušťky. Dále jsou jako vzorníky 1. stupně registrovány všechny pařezy. Namísto výčetní tloušťky je pro registraci pařezů rozhodující tloušťka v nejvyšším místě nad patou kmene, kde lze tloušťku pařezu spolehlivě změřit, nebo odhadnout. Při opakované inventarizaci jsou jako vzorníky 1. stupně automaticky zahrnuti všechny vzorníky 1. stupně z předchozí inventarizace.

Pojmem „1. stupeň“ je myšlen širší výběr jedinců, u kterých se zjišťuje základní sada inventarizovaných parametrů kromě výšky. Je to proto, že výška je „problematická“ veličina. Její zjištění je podstatně pracnější a náročnější, než změření tloušťky a je také potenciálně zatížena větší chybivostí. Proto je přesné měření výšek prováděno jen výběrově na podsouboru kmenů, tzv. vzorníků 2. stupně (viz 3.27).

3.27 Vzorník 2. stupně

Vzorníky 2. stupně jsou podmnožinou vzorníků 1. stupně. Na vzorníku 2. stupně se provádí měření výšek. Měření výšky kmene (stromu) se provádí pouze na živých vzornících 2. stupně, které nejsou ležícím kmenem, vývratem, zlomem a které zároveň nejsou výrazně ohnuté, nebo jinak poškozené, respektive deformované způsobem ovlivňujícím výšku kmene.

Rozhodnutí o tom, zda se kmen stane vzorníkem 2. stupně se děje pomocí relaskopického principu. Kmen je vybrán za vzorník 2. stupně, pokud jeho vzdálenost od středu inventarizační plochy nepřekračuje mezní vzdálenosti l_{\max} (udanou v metrech) podle vzorce: $l_{\max} = d_{1,3} \div 2\sqrt{f}$, kde f je násobný relaskopický faktor jednotně zvolený pro celé stratum. Přípustný rozsah faktoru f je od 4 do 12 m²/ha. Pro názornost použijeme jednoduchý příklad. Na inventarizační ploše je ve vzdálenosti 4,84 m od středu zaregistrován buk lesní s výčetní tloušťkou 46,3 cm. Na výběrovém stratu je pro výběr vzorníků 2. stupně jednotně zvolen relaskopický faktor 8. Hraniční vzdálenost kmene této tloušťky je $46,3 \div 2\sqrt{8} = 8,18$ m. Protože skutečná vzdálenost kmene 4,84 m od středu plochy nepřekračuje limitní vzdálenost 8,18 m, je tento strom i vzorníkem 2. stupně.

Z lesnické praxe je běžně známý násobný relaskopický faktor $f=1$ m²/ha, kdy zaujatý kmen reprezentuje 1m² kruhové výčetní základny na hektar. Pro tento faktor se používá záměrný úhel 1:50 ($\alpha=1,146^\circ$).

V praxi provozní inventarizace se připouštějí tyto záměrné úhly:

Tabulka 1: Relaskopické faktory a jejich záměrné úhly

f	4	5	6	7	8	9	10	11	12
α [°]	2.292	2.562	2.806	3.031	3.240	3.437	3.622	3.799	3.968

3.28 Zóna zahrnutí kmene hroubí

Zóna zahrnutí kmene hroubí je v základní situaci plocha kruhu se středem na pozici středu průmětu kmene hroubí nebo pařezu. Poloměr tohoto kruhu odpovídá podploše (viz 3.5), na které byl daný kmen nebo pařez zaregistrován. Pokud se inventarizovaný kmen nachází blízko hranice inventarizovaného celku, strata, porostní půdy, nebo nepřístupného/neschůdného území, zóna zahrnutí kmene se musí oříznout o část, která leží za takovou hranicí. Možnosti takových situací prezentuje následující obrázek.

Obrázek 3: Příklady konstrukce zóny zahrnutí kmene



Zóna zahrnutí kmene v základní konstelaci

Zóna zahrnutí oříznutá lesní cestou

Zóna zahrnutí oříznutá územím mimo inventarizovanou část celku

Legenda:

- průmět kmene hroubí
- zóna zahrnutí
- hranice zóny zahrnutí

Plocha zóny zahrnutí kmene je důležitá veličina sloužící k přepočtu parametrů vztažených k jednomu vzorníku na plochu 1 hektaru. Způsob takového výpočtu lze dokumentovat následovně: na inventarizační ploše s poloměrem $r = 3$ m byl zaregistrován jediný kmen. Poloměr zóny zahrnutí tohoto kmene, pokud se jedná o vzorník 1. řádu, je roven poloměru inventarizačního kruhu, na kterém byl vzorník zaregistrován, tedy v tomto případě $r_{ZZ} = 3$ m. Kmen má $d_{1,3} = 11$ cm, kruhovou základnu $g = 0,0095$ m² a např. objem $v = 0,039$ m³. Plocha zóny zahrnutí vzorníku 1. stupně $zz1 = \frac{\pi r_{ZZ}^2}{10000} = 3,14 \cdot 3^2 \div 10000 = 0,00283$ ha. Pokud parametry vzorníku vydělíme plochou zóny zahrnutí, získáme hodnoty přepočítané na 1 ha. $N = 1/0,00283 = 353,7$ ks/ha, $G = 0,0095 / 0,00283 = 3,361$ m²/ha a $V = 0,039/0,00283 = 13,79$ m³/ha. Tedy slovy, jeden kmen o tloušťce 11 cm a objemu 0,039 m³ zaregistrovaný na ploše o poloměru 3 m reprezentuje 353,7 stromů na hektar s výčetní základnou 3,361 m² a objemem 13,79 m³ na hektar.

Pokud je kmen hroubí zároveň vzorníkem 2. stupně, počítá se pro něj ještě jedna zóna zahrnutí ($zz2$) odpovídající zvolenému relaskopickému faktoru pro výběr vzorníků 2. stupně. Poloměr zóny zahrnutí $zz2$ se zde vypočítá jako $r_2 = \min \left[\frac{d_{1,3}}{2\sqrt{f}}; r_1 \right]$. Pokud by byl použitý faktor $f = 8$, výsledek by byl $r_2 = \min \left[\frac{11}{2\sqrt{8}}; 3 \right] = \min [1,94; 3] = 1,94$ m. Vybírám zde tedy menší hodnotu.

4 METODIKA TERÉNNÍHO SBĚRU DAT

4.1 Přípravné práce

4.1.1 Podklady

Prvotní úvahou je ujasnění, zda bude metodou provozní inventarizace zařízeno celé LHC, nebo jen jeho část. Ve druhém případě musí vlastník (správce) ve spolupráci s taxační kanceláří připravit vektorové vylišení částí, které budou zařízeny klasickou metodou věkových tříd a které metodou provozní inventarizace. Vektorové vylišení částí LHC zpracované metodou provozní inventarizace bude následně podkladem pro vytvoření mapy strat.

Dále je potřeba aktuální typologická mapa, ideálně v podobě samostatné vektorové vrstvy. Aktuální typologie slouží jako podklad pro vytvoření hospodářských skupin a dále pro výpočet maximální celkové výše těžby v případě prvotní inventarizace.

Je vhodné mít vyjasněné informace o kategorizaci lesa (kategorie a subkategorie) v podobě vektorové mapy (v hospodářské skupině se připouští souběh kategorie pouze lesa ochranného a maximálně jedné subkategorie lesa zvláštního určení podobně, jako je tomu u JPRL - porost u metody věkových tříd). Kategorizace má dopad na konstrukci hospodářských skupin, podobně jako na konstrukci hospodářských souborů.

4.1.2 Rozdělení LHC do hospodářských skupin

Hospodářská skupina je základní jednotkou zjišťování stavu lesa při inventarizaci na trvalých inventarizačních plochách. Dle aktuálního znění vyhlášky č. 84/1996 Sb. sdružuje hospodářská skupina porosty s obdobnými klimatickými a půdními charakteristikami, případně také funkčním zaměřením a stavem lesa. Z definice vyplývá, že hranice hospodářské skupiny respektují linie hranic základního rozdělení lesa. Hospodářské skupiny jsou tedy skupinami porostů. Není tedy přípustné, aby se jeden porost nacházel ve dvou či více hospodářských skupinách. Pojem porost je zde myšlena konkrétní jednotka prostorového rozdělení lesa, a ne obecný pojem pro jednotky rozdělení lesa tak, jak je používá např. lesní zákon.

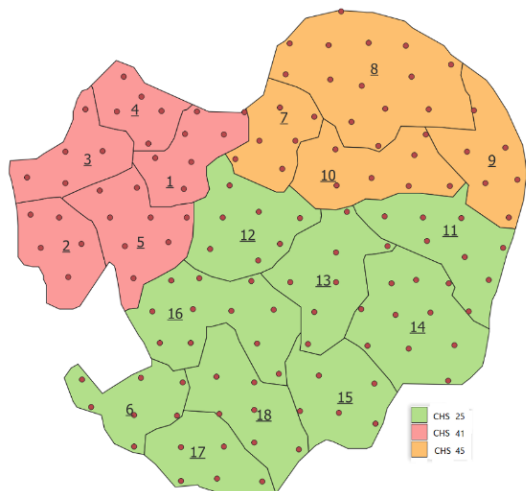
Zatímco metoda věkových tříd (dnes dominantní metoda hospodářské úpravy) popisuje zvlášť každou porostní skupinu (etáž), inventarizace na trvalých inventarizačních plochách poskytuje údaje o stavu lesa do úrovně hospodářské skupiny, nebo volitelně pro jakoukoliv jinou územní jednotku uvnitř inventarizovaného území, do které spadne určitý minimální počet inventarizačních lokalit. Hospodářská skupina může být vylišena jako plošně souvislá, či nesouvislá. Může tedy sestávat z jedné, nebo více prostorově oddělených částí.

Asi nejdůležitějším parametrem pro tvorbu hospodářských skupin je požadavek zahrnout do nich (sdružit porosty) s obdobnými klimatickými a půdními charakteristikami. Nabízí se zde tedy využití lesnické typologie podobně, jako je tomu při zařazování porostních skupin (etáží) do hospodářských souborů.

Dalším aspektem je sama velikost hospodářské skupiny. Vyhláška nestanovuje žádný minimální, ani maximální plošný limit. Protože jde o jednotku zjištění stavu lesa, kontrolní a plánovací, měla by její velikost být co nejmenší, aby údaje o stavu lesa byly adresné. Zároveň by hospodářská skupina měla být tak velká, aby vyčíslené údaje o stavu lesa byly dostatečně spolehlivé. Čím větší hospodářská skupina bude, tím méně adresné, ale naopak tím více spolehlivé jsou její vyčíslené parametry. Např. hospodářská skupina o velikosti 4000 ha bude pravděpodobně v praxi zahrnovat území více revírů (polesí) a výstupy pro tuto jednotku vyčíslené budou jen rámcem pro každodenní práci revírníka.

Následující příklad ukazuje tvorbu hospodářských skupin v rámci cílových hospodářských souborů tak, aby do hospodářské skupiny bylo umístěno nejméně pět inventarizačních lokalit.

Obrázek 4: Příklad rozdělení území podle cílových hospodářských souborů do více hospodářských skupin



Poslední důležitou zásadou vylišení hospodářské skupiny je funkční zaměření. To v praxi znamená, že hospodářská skupina sdružuje části lesa s identickou kategorií (subkategorií lesa). V praxi lze tedy při tvorbě hospodářských skupin postupovat tak, že:

- 1) Zařadíme porosty (ne porostní skupiny, ani etáže) do převládajících cílových hospodářských souborů
- 2) Podle plánované hustoty sítě trvalých inventarizačních ploch (viz 4.1.4) rozhodneme, jaká minimální plocha hospodářské skupiny bude v sobě zahrnovat minimálně 5, optimálně však 20 a více inventarizačních ploch. Pokud například plánujeme na inventarizovaném celku umístit minimální počet inventarizačních ploch definovaný vyhláškou, což je 50 ploch a celková výměra porostní půdy zařizovaného celku je 500 ha, výsledná hustota sítě ploch se bude rovnat $500/50=10$ inventarizačních lokalit na jeden hektar. Pokud dále budeme požadovat minimálně 5 ploch na hospodářskou skupinu, výsledkem bude minimální velikost hospodářské skupiny = $5*10 = 50$ ha.
- 3) Podle tohoto výsledku rozdělíme cílové hospodářské soubory do více hospodářských skupin.

4.1.3 Rozdělení LHC do strat

Pojem výběrové stratum byl již částečně vysvětlen v kapitole 3.21. Bylo zmíněno, že inventarizovaný celek, nebo jeho část, může být pro účely zjišťování stavu lesa na inventarizačních plochách zahrnut buď do jediného, nebo rozdělen do více strat. Stratum je primárně částí inventarizovaného celku, ve kterém má síť inventarizačních lokalit konstantní hustotu a design inventarizačních lokalit. Hustota a design se však mohou lišit mezi straty. Sada vytvořených strat musí kompletně pokrývat inventarizovaný majetek. Strata by měla v sobě zahrnovat kromě porostní půdy i bezlesí a jiné pozemky. Může se totiž stát, že v budoucnu se některé z nich mohou převést na porostní půdu. Tato situace pak nepovede k nutnosti pro nově zařazenou porostní půdu zakládat nová, nebo měnit stávající strata.

V případě vylišení dvou a více strat se tato strata nesmí překrývat. Hranice (v případě více strat) nemusí vést po hranicích trvalých jednotek rozdělení lesa (oddělení, dílců, nebo porostů). V praxi je ovšem při prvotní tvorbě strat výhodné tyto hranice využít.

Při tvorbě lesních hospodářských plánů postavených na inventarizačních plochách hraje pro rozdělení inventarizovaného celku na strata roli několik faktorů:

a) Na zařizovaném celku již existuje dílčí (historická) síť inventarizačních lokalit

Tento případ se týká lesních majetků, které v minulosti již metodu provozní statistické inventarizace testovaly (např. ŠLP „Masarykův les“ Křtiny, LÚ Klokočná (LZ Konopiště) a jiné. Na těchto LHC již zřízené inventarizační sítě nepokrývaly celé území LHC, ale jen část. Pokud dojde k situaci, že je třeba inventarizační síť rozšířit na další části zařizovaného celku, byla by škoda zakládat ji úplně znova na celém území, pokud lze původní síť využít. V tomto případě se původní síť zařadí do samostatného strata a zbytek území do jednoho, či více dalších strat.

b) Požadavek na zpřesnění výsledků inventarizace pro dílčí části inventarizovaného území (např. hospodářské skupiny, polesí, revíry, nebo lesnické úseky)

Vyhláška stanovuje limity pro minimální spolehlivost výsledků inventarizace pouze na celek (LHC, nebo jeho část, které je inventarizovaná metodou trvalých inventarizačních ploch). To v praxi může znamenat, že pokud se síť inventarizačních lokalit zvolí jen tak hustá, aby odhady parametrů byly dostatečné pro celek, pravděpodobně nebudou dostatečné pro dílčí části. Nebudou dostatečně přesné ani pro údaje o stavu lesa uváděné pro hospodářské skupiny dle znění §4, odst. 3, písmene e), body 2, 3 a 5-8.

c) Plošná heterogenita hospodářských skupin

Pokud jsou hospodářské skupiny vylišené na inventarizované části zařizovaného celku různě velké, spadne do nich v případě, že celé území je pokryto jen jedním stratem o rovnoměrné hustotě inventarizačních lokalit, různý počet těchto lokalit. Plošně menší hospodářské skupiny budou tímto znevýhodněny, protože do nich bude umístěno méně lokalit a výsledky nebudou dostatečně spolehlivé. V praxi je běžné, že na LHC dominuje jeden, nebo dva cílové hospodářské soubory a ostatní jsou plošně minoritní. Pokud má vlastník zájem získat spolehlivé odhady zásob i pro plošně málo zastoupené hospodářské soubory (zařazené do samostatných hospodářských skupin), musí zde inventarizační síť zahustit na potřebný počet ploch. To je možné pouze pokud takové hospodářské skupiny budou zařazené do samostatných strat.

d) Majetkové změny (zvětšení plochy) inventarizovaného území

Pokud se LHC, které bylo historicky inventarizováno metodou trvalých inventarizačních ploch, zvětší v důsledku sloučení s jiným, dosud neinventarizovaným celkem (organizační změny, přikoupení lesa atd.), je tato situace důvodem k založení dalšího strata.

Případné budoucí změny hranic strat mají přímý dopad na průběh i náklady inventarizace. Pokud je stratum změněno, je podle platné vyhlášky nutné stávající stratum zrušit a vymezit stratum nové. V takovém případě se při nejbližší následující inventarizaci současně provádí terénní šetření na plochách nově vzniklých strat a opakuje se šetření na plochách původních strat z předchozí inventarizace. Tento postup vede k tomu, že inventarizační náklady na dané stratum jsou v daném období fakticky zdvojeny. Z uvedených důvodů je vhodné považovat strata za dlouhodobě stabilní jednotky a jejich zakládání provádět až po pečlivém zvážení.

4.1.4 Principy stanovení počtu inventarizačních lokalit

Vyhláška stanoví, že minimální celkový počet inventarizačních lokalit je 50 na inventarizovaný celek (nebo jeho část, kde je cílem využít kontrolní metodu HÚL) a zároveň minimálně 5 inventarizačních lokalit na jedno stratum. Minimální počet inventarizačních lokalit se tedy dá definovat následovně:

$$n_{min} = \max[50; n_s \times 5]$$

n_{min} představuje minimální počet inventarizačních lokalit a n_s počet vytvořených strat. Pokud tedy počet strat přesáhne deset, bude minimální počet lokalit na celek vyšší, než 50.

Vyhláška dále, kromě minimálního počtu inventarizačních lokalit n_{min} , stanoví v §7c maximální přípustné hodnoty absolutně, nebo relativně vyjádřených směrodatných chyb (viz kapitola 3.17) odhadu zásob a celkové výše těžby. To, zda počet lokalit, stanovený na začátku procesu zpracování LHP, splní podmínky maximálních směrodatných chyb, se zpracovatel LHP dozví až poté, kdy je celá, na počátku procesu stanovená sada inventarizačních lokalit proměřena v terénu a následně vyhodnocena. Pro většinu lesních majetků bude pravděpodobně i pouhých 50 inventarizačních lokalit (nebo v případě více než deseti strat násobek počtu strat hodnotou 5) dostatečný. V některých situacích však minimální počet lokalit stačit nebude.

Pokud např. inventarizovaný celek zahrnuje výrazně vyšší, než 10% podíl bezlesí a jiných ploch (případně také neschůdné, nebo nepřístupné porostní půdy), inventarizační plochy, jejichž středy padnou na tyto pozemky, nejsou v terénu inventarizovány a vylučují se z vyhodnocení. O tyto plochy se pak snižuje skutečný počet ploch, které do výpočtu vstupují. Tento efekt pak zvyšuje hodnotu směrodatných chyb.

Dále, pokud má inventarizovaný celek v důsledku kalamitních těžeb vysoký podíl holin, nebo mladých porostů, kde stromy nedosahují hroubí, vznikne tím i potenciálně velký podíl inventarizačních ploch s nulovou, nebo k nule se blížící zásobou. Tato skutečnost zvyšuje hodnotu směrodatných chyb, a tudíž nutnost zvolit více inventarizačních ploch. Obecně lze konstatovat, že pokud je podíl holin a mlazin bez hroubí vyšší než 10% plochy celku, je nutno základní počet inventarizačních lokalit 50 zvyšovat o cca 3 % na každé procento podílu holin a mlazin nad základní hodnotu 10 %.

Pokud se stane, že výše jedné ze směrodatných chyb překročí maximální limit daný vyhláškou v paragrafu 7c), dopředu stanovený počet inventarizačních lokalit musí být doplněn. Vlastník pak musí vyčíslit, kolik dalších lokalit je potřeba, požádat MZe o přidělení jejich geografických pozic a tuto novou sadu ploch doměřit a opakovat celý výpočet nad daty inventarizace. Tato situace nemusí nutně nastat jen při prvotním zařízení celku metodou trvalých inventarizačních ploch. Hrozí v podstatě kdykoliv při každé z následujících inventarizací v případech, kdy vlivem kalamit biotickými, či abiotickými činiteli dojde k zvýšení podílu holin, nebo výpadku věkových, nebo tloušťkových stupňů). Pokud se tedy vlastník na začátku zařízení metodou inventarizačních ploch spokojí pouze s jejich minimálním počtem daným legislativou, nebo je jeho záměrem investovat do zařízení minimální možnou částku, pravděpodobnost takové situace se zvyšuje.

Následující příklad uvádí řešení situace, kdy limitní směrodatné chyby nebyly splněny a vlastník musí dodatečně zvyšovat počet inventarizačních lokalit.

Vlastník se v prvotní inventarizaci rozhodl pro minimální počet inventarizačních lokalit $n_{IL} = 50$. Po terénním měření a vyhodnocení dat zpracovatel LHP zjistil, že odhad průměrné hektarové zásoby činí $363 \text{ m}^3/\text{ha}$ a že absolutní směrodatná chyba je $46 \text{ m}^3/\text{ha}$. Její relativní výše činí $12,6\%$ z hodnoty hektarové zásoby.

Obě hodnoty překračují povolené limity ($\hat{E}_{max}(\hat{Y}_c) = 25 \text{ m}^3/\text{ha}$, nebo $\hat{E}_{R,max}(\hat{Y}_c) = 10\%$). Z uvedených výsledků se však dá zjistit, o kolik nových doplňkových inventarizačních lokalit n_D je nutno požádat, proměřit je v lese a přidat k datové sadě pro vyhodnocení.

$$n_D = \min\left(\frac{\hat{E}(\hat{Y}_c)^2 \times n_{IL}}{\hat{E}_{max}(\hat{Y}_c)^2}; \frac{\hat{E}(\hat{Y}_c)^2 \times n_{IL}}{(\hat{Y}_c \times \hat{E}_{R,max}(\hat{Y}_c) \div 100)^2}\right) - n_{IL}$$

$$n_D = \min\left(\frac{46,6^2 \times 50}{25^2}; \frac{46,6^2 \times 50}{(363,1 \times 10 \div 100)^2}\right) - 50 = \min(174; 82) - 50 = 82 - 50 = 32$$

Tato situace by tedy znamenala přidat k již existujícím 50 inventarizačních lokalit ještě minimálně dalších 32.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že v praxi je vhodné volit vyšší počty inventarizačních lokalit. Optimální počet se dá obecně definovat jako kompromis mezi spolehlivostí inventarizace a náklady, které je vlastník, nebo správce lesa ochoten za lesní hospodářský plán postavený na bázi trvalých inventarizačních ploch zaplatit. Z titulu vyhlášky musí mít LHC, pro který lze zařízení lesa na bázi trvalých inventarizačních ploch provést, minimálně 50 ha. Z hlediska vynaložených nákladů je u takto malého lesního majetku za současných cen zpracování LHP ekonomicky nevýhodné.

Ekonomické aspekty samozřejmě ovlivňuje volbu počtu inventarizačních ploch. Uveďme si to na následujících příkladech.

Příklad č. 1

Vlastníkovi stačí minimální počet $n_{IL} = 50$ inventarizačních lokalit a za nový LHP metodou inventarizačních ploch je ochoten zaplatit částku maximálně $650 \text{ Kč}/\text{ha}$. Jeho LHC má výměru $\lambda_{LHC} = 350 \text{ ha}$. Předpokládejme, že nabídková cena externího dodavatele za terénní inventarizaci jedné inventarizační lokality $C_{IL} = 2400 \text{ Kč}$. Dále předpokládejme, že dodatečné náklady na finalizaci LHP budou například $C_D = 450, - \text{ Kč}/\text{ha}$. Výsledná cena celého LHP pak je

$$C_{LHP} = C_D + \frac{n_{IL} \times C_{IL}}{\lambda_{LHC}} = 450 + (50 \times 2400)/350 \cong 793 \text{ Kč}/\text{ha}.$$

Pro vlastníka o výměře 350 ha by tedy i při minimálním počtu inventarizačních lokalit bylo použití metody inventarizačních ploch dražší než částka, kterou je ochoten zaplatit. Toto samozřejmě platí při použití uvedených cen. Vzorec je každopádně obecný a je možné jej využít pro jakékoliv aktuální ceny např. z nabídky taxační kanceláře.

Příklad č. 2

Vlastník rozdělil svůj LHC do $n_s = 12$ strat. Do každého strata plánuje umístit počet $n_{IL_s} = 6$ inventarizačních lokalit. Celkový počet inventarizačních lokalit bude $n_{IL} = 6 * n_s = 72$. Celková výměra LHC tohoto vlastníka je $\lambda_{LHC} = 480 \text{ ha}$. Jedná se o LHC větší výměry než v předchozím scénáři, proto zde předpokládejme doplňkové náklady $C_D = 380, - \text{ Kč}$. Za jakou cenu pořídí LHP za použití ceny 2400 Kč za jednu inventarizační plochu?

$$C_{LHP} = C_D + \frac{n_{IL} * C_{IL}}{\lambda_{LHC}} = 380 + (72 \times 2400)/480 = 740 \text{ Kč/ha.}$$

Příklad č. 3

Vlastník s plochou lesa $\lambda_{LHC} = 6.500 \text{ ha}$ rozdělil svůj celek do 15 hospodářských skupin. Pro každou hospodářskou skupinu vytvořil samostatné stratum. Průměrný počet inventarizačních lokalit na stratum má $\hat{n}_{IL_s} = 55$. Jeho záměrem bylo dosáhnout pro každou hospodářskou skupinu směrodatnou chybu odhadu zásob maximálně $25 \text{ m}^3/\text{ha}$. Vzhledem ke značné velikosti LHC zde budou doplňkové náklady $C_D = 290,- \text{ Kč}$. Cena LHP bude při výše uvedených cenách rovna

$$C_{LHP} = C_D + \frac{n_{IL} * C_{IL}}{\lambda_{LHC}} = 290 + (15 \times 55) \times 2400/6500 = 595 \text{ Kč/ha}$$

Z výše uvedených příkladů vyplývá, že při plánování inventarizace a úvahách o optimálním počtu inventarizačních lokalit hraje roli více faktorů a ekonomika je jedním z nejdůležitějších.

LHP postavený na inventarizaci je výhodnější pro větší lesní celky, protože větší rozloha inventarizovaného LHC nutně neznamená úměrně vyšší počet inventarizačních lokalit. Na větších celcích lze při stejné ceně za 1 ha dosáhnout vyšší spolehlivost odhadů a rozdělit LHC do více hospodářských skupin.

4.1.5 Nastavení konfigurace inventarizačních lokalit

Konfigurací inventarizační lokality se rozumí problematika vysvětlená v kapitolách 3.4 a 3.5. Vyhláška připouští mít v rámci jedné inventarizační lokality jednu až čtyři inventarizační plochy (viz obrázek č. Obrázek 1 v kapitole 3.4). I když tato možnost existuje, autorům není znám případ, kdy by byl v ČR pro provozní inventarizaci využit jiný design, než jedna inventarizační plocha na lokalitě, přičemž obě mají totožnou pozici středu. Proto pro účely této metodiky budeme uvažovat pouze s touto konfigurací.

Dále je součástí konfigurace i volba počtu kruhových inventarizačních podploh a jejich registračních limitů (viz. obrázek č. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Počet a velikost podploh a s nimi souvisejících registračních hranic tloušťek kmenů se volí tak, aby průměrný počet zaregistrovaných kmenů za všechny inventarizační plochy neklesl pod 10.

Doporučujeme volit alespoň dvě inventarizační podplochy. Volba dvou, nebo tří podploh totiž dovoluje zachytit minimální potřebný počet vzorníků pro dostatečnou vypovídací schopnost inventarizace a zároveň jich neregistrovat zbytečně mnoho (Kománek a kol., 2024). Design s více podplohami proto optimalizuje i spotřebu času na změření jedné inventarizační lokality a usnadňuje plánování spotřeby času na inventarizaci jako celek. Tato velká výhoda proto převažuje nevýhody tohoto designu, kterými jsou vyšší počet hraničních stromů a více registračních hranic pro tzv. dorost (viz. 3.8), protože každá podplocha má svou vlastní minimální prahovou tloušťku. Přes uvedené nevýhody je tento design asi nejvhodnější jako podklad pro LHP na bázi inventarizačních ploch.

Každé stratum může mít vlastní konfiguraci inventarizačních lokalit a také vlastní počet inventarizačních podploh a hraničních tloušťek vzorníků. V praxi však doporučujeme konfiguraci volit jednotně pro všechna strata.

Následující příklad ukazuje jednu z mnoha možností nastavení poloměrů podploh a prahových tloušťek pro jednotlivé podplochy. Tato konfigurace byla původně navržena a využívána v národních parcích ČR a na některých lesních majetcích (např. ŠLP Křtiny Mendelovy univerzity v Brně).

Tabulka 2: Příklad volby poloměrů podploh a minimálních prahových tloušťek

Podplocha	Poloměr podplochy r [m]	Výčetní tloušťka $d_{1,3}$ [mm]
1	3	≥ 70
2	7	≥ 120
3	12,616	≥ 300

Další možností je konfigurace využívaná současnou metodologií národní inventarizace lesů (viz následující tabulka).

Tabulka 3: Volba poloměrů podploh a prahových tloušťek v NIL ČR

Podplocha	Poloměr podplochy r [m]	Výčetní tloušťka $d_{1,3}$ [mm]
1	5	≥ 70
2	12,616	≥ 270

4.1.6 Volba relaskopického násobného faktoru pro výběr vzorníků 2. stupně

Problematika byla již uvedena v kapitole č. 3.27. V provozní inventarizace není nutné měřit výšky všech registrovaných kmenů hroubí. Je dokonce žádoucí měřit jich minimální možné množství, ale zato je měřit co nejpřesněji. Vzorníky, na kterých se bude výška měřit, se vybírá na základě relaskopického principu. Vzorníkem se může stát takový kmen hroubí, který není suchý, zlomený, nebo výrazně nahnutý, u kterého vzdálenost od středu inventarizační plochy je menší, nebo rovna hodnotě $d_{1,3}/2\sqrt{f}$, kde $d_{1,3}$ je tloušťka vzorníku v centimetrech a f je zvolený relaskopický faktor. Tento princip zaručuje, že vzorník, který byl vzorníkem 2. stupně v minulé inventarizaci jím bude i v té současné.

Logicky vyplývá, že čím větší relaskopický faktor, tím větší záměrný úhel a tím méně vzorníků pro měření výšek bude vybráno. Vyhláška ukládá, že relaskopický faktor pro výběr vzorníků 2. řádu má být volen v rozpětí 4-12 tak, aby průměrný počet vzorníků na inventarizační plochu neklesl pod 2 kusy.

Tuto podmínku splňuje teoreticky i faktor 12, ale pouze v případě, že se na inventarizovaném majetku nevyskytují zlomy (vrškové, korunové i kmenové), souše a nahnuté stromy. To je však v praxi nereálné, a proto doporučujeme volit faktor do hodnoty 10.

Každé stratum může mít podle dikce vyhlášky jinou hodnotu relaskopického faktoru. V praxi doporučujeme relaskopický faktor volit jednotně pro všechna strata.

4.1.7 Žádost o přidělení pozic inventarizačních lokalit z národní referenční sítě

Pokud jde o prvotní inventarizaci na trvalých inventarizačních plochách, v rámci přípravných prací před samotným započítáním inventarizace je nutné, poté, co jsme si ujasnili rozdělení inventarizovaného celku do strat a hospodářských skupin a počty inventarizačních lokalit v rámci každého strata (včetně designu), požádat Ministerstvo zemědělství o přidělení polohy inventarizačních lokalit. Žádost se podává na základě vzoru uvedeného v příloze č. 11.1. Žádost musí dle dikce vyhlášky obsahovat následující povinné údaje:

- a) identifikaci vlastníka,
- b) identifikaci celku,
- c) digitální vektorové vymezení hranic celku a jeho inventarizované části,
- d) seznam a definice nových strat podle přílohy č. 6 vyhlášky.
- e) konfiguraci inventarizačních lokalit a počty kruhových podploh pro jednotlivá strata

Po vyřízení žádosti obdrží kontaktní osoba, uvedená v žádosti, e-mailem soubor se seznamem inventarizačních lokalit s uvedením jejich geografické polohy v referenčním systému JTSK (bez uvedení nadmořské výšky).

4.1.8 Převod souřadnic přidělených lokalit do systému WGS84

Pro účely dohledání pozic inventarizačních ploch v terénu musíme, pokud používáme některou z běžných mobilních navigačních aplikací (například Mapy.com) převést souřadnice inventarizačních lokalit do systému WGS84, ve kterém většina volně dostupných mobilních aplikací určených pro navigaci pracuje. Souřadnice lze transformovat mnoha způsoby, např. v některém z geografických informačních systémů, pokud je uživatel zručný v práci s nimi. Jednodušší možností je např. využití webové aplikace na stránkách Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního. Poskytuje garantovaný přesný převod souřadnic (<https://geoportal.cuzk.cz> -> Aplikace -> Geodetické aplikace -> Transformace souřadnic). Souřadnice lze transformovat buď jednotlivě, nebo hromadně po nahrání textového souboru se zdrojovými souřadnicemi. Následující obrázek prezentuje transformaci souřadnice jedné inventarizační plochy.

Obrázek 5: Webová aplikace ČUZK pro transformaci souřadnic

Nyní jste zde: [Aplikace](#) / [Geodetické aplikace](#) / [Transformace souřadnic](#)

Transformace souřadnic

Jednotlivé souřadnice

Souřadnice: Datum:

Transformace: ►

Výsledek:

Textový soubor

Soubor: Nevybrán žádný soubor Datum:

Transformace: ►

Zobrazit transformaci GML

Aplikace vyžaduje kromě horizontálních souřadnic také nadmořskou výšku lokality. Údaj o nadmořské výšce však v přidělených souřadnicích není k dispozici. Pro umožnění převodu proto k souřadnicím přidáme vždy nadmořskou výšky 0 m n.m.

4.2 Doporučené vybavení pro terénní inventarizaci

4.2.1 Navigace na pozici inventarizační lokality (plochy)

Nejlevnější a nejjednodušší možností umožňující lokalizaci středů inventarizačních ploch je využití mobilního telefonu vybaveného GNSS přijímačem. I levnější modely současných mobilních telefonů obsahují integrované GNSS čipy schopné zpracovat signály z více družicových konstelací (např. GPS, GLONASS, Galileo). Pokud je v zařízení nainstalován některý zdarma dostupný navigační klient (např. Mapy.com), poskytuje takové řešení polohovou navigaci na inventarizační body s přesností dostatečnou pro terénní inventarizaci. Přesnost takového řešení je v praxi srovnatelná s běžnými turistickými/přenosnými GPS přijímači. Pro běžné dohledání středů inventarizačních ploch v lese představuje moderní mobilní telefon za předpokladu správné konfigurace aplikace, dostatečného zisku signálu a vhodného nastavení zobrazení souřadnic prakticky použitelnou a ekonomickou volbu. Polohová přesnost běžného „chytrého“ telefonu při ideálních podmínkách dosahuje dnes zhruba ± 5 metrů. V lese pod korunami stromů, nebo při horším „výhledu“ na oblohu se přesnost dostává do rozpětí 10–30 m, výjimečně více.

4.2.2 Zjištění magnetické deklinace

Pro zjištění magnetické deklinace doporučujeme využít volně stažitelné mobilní aplikaci CrowdMag, která je produktem americké univerzity v Coloradu. Je k dispozici zdarma pro operační systémy Android i iOS. Aplikace má funkci Magnetic calculator, která si sama zjistí polohu telefonu a vypočítá hodnotu magnetické deklinace pro aktuální datum měření.

4.2.3 Stabilizace středů inventarizačních ploch

Pro trvanlivou stabilizaci inventarizačních ploch je nutné zatlouct v místě středu do země kovový předmět pro budoucí přesné dohledání polohy středu plochy. Ideální je standardní geodetický mezník s kovovým jádrem, ale vzhledem k rostoucím cenám postačí žebrovaná betonářská ocel (roxor) v délce minimálně 30 cm a o tloušťce alespoň 8 mm pro dostatečné kotvení v terénu. Mezník, či roxor je potřeba zatlouct kladivem do země tak, aby vrchol nevyčníval nad úroveň terénu. Mohl by pak být vytržen např. čelem kmene taženého za traktorem při těžebních zásazích v porostu.

Dále je potřeba pro trvalé označení pomocných navigačních objektů mít k dispozici štětec a venkovní, vodou ředitelnou trvanlivou barvou, pokud možno neutrálního odstínu (např. matná hráškově zelená barva).

4.2.4 Označování měřišť výčetní tloušťky na inventarizovaných kmenech

Pro přesné opakované měření výčetní tloušťky vzorníků je výhodné označit místo příkládání průměrky na kmeni nenápadným předmětem. V praxi se osvědčily různé druhy drobných sedlářských hřebů, připínáčků, či běžné sponky aplikované na místo ruční sponkovačkou. Nelze asi na tomto místě doporučit jeden optimální způsob. Roli zde hraje nenápadnost, trvanlivost a snadná opětovná identifikace. Připínáčky s barevnou poplastovanou hlavičkou jsou levné, snadno se opětovně identifikují, ale mohou přitáhnout nechtěnou pozornost návštěvníků lesa. Sponky jsou trvanlivé a nenápadné, ale často je nutno při opakované identifikaci po 10 letech hledat malým kapesním detektorem kovů, protože splývají s povrchem stromu a není snadné je objevit zrakem.

4.2.5 Měření tlouštěk

Pro měření tlouštěk vzorníků doporučujeme využít klasickou lesnickou hliníkovou průměrku s milimetrovou stupnicí (např. Mantax). V taxační praxi se dnes sice běžně využívají obvodová pásma, ta ale pro účely provozní inventarizace nedoporučujeme. Všechny vzorníky (kmeny, i pařezy) by totiž měly být měřeny jednotným způsobem. Tloušťka kmene se měří ve výšce 1,3 m, kdežto tloušťka pařezu na nejvyšším místě řezné plochy, nebo plochy zlomu. Především pro měření pařezů je využití obvodového pásma nepraktické. Dalším důvodem, který hovoří pro volbu klasické průměrky je fakt, že pozice kmene je součtem vzdálenosti od středu inventarizační plochy po povrch kmene a poloviny tloušťky kmene (pařezu) ve směru ke středu inventarizační plochy. Při použití průměrky je tedy zaměření polohy středu průmětu kmene, či pařezu přesnější. U posuzování, zda bude kmen zahrnut jako vzorník 2. stupně, je dále důležitá tloušťka kmene změřená ve směru kolmo na spojnici střed kmene – střed inventarizační plochy. Měření průměrkou poskytne obě tloušťky (ve směru a kolmo na směr ke středu plochy) a umožní tedy sběr přesnějších dat.

4.2.6 Zaměřování pozic objektů a měření výšek

Pro zaměřování pozic objektů (vzorníků, pomocných navigačních objektů atd.) a dále pro měření výšek doporučujeme využít víceúčelový přístroj TruPulse 360 vyráběný americkou firmou LaserTech. Přístroj umožňuje měření vertikálních úhlů (s přesností $\pm 0,1^\circ$) a také horizontálních azimutů (s přesností $\pm 1^\circ$). Navíc je vybaven laserovým dálkoměrem pro měření vzdáleností s přesností na 10 cm při využití odrazky. Pro účely inventarizace na trvalých inventarizačních plochách se jedná o dostatečně přesný a univerzální přístroj pro zaměřování polohy, který má, oproti podobným přístrojům využívaným střelci na velké vzdálenosti, režim pro měření výšek stromů. V České republice jej aktuálně prodávají firmy Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o. v Jílovém u Prahy a firma geo-obchod, s.r.o. z Pardubic. Pořizovací cena se pohybuje okolo 65.000,- Kč.

Dále je nutno k tomuto přístroji pořídit dvě výtyčky vybavené jednoduchou kruhovou odrazkou pro přesné zaměřování pozic vzorníků a případných dalších objektů.

4.2.7 Zaznamenávání změřených údajů

Na tomto místě by bylo ideální doporučit univerzální, standardizované a všeobecně dostupné hardwarové řešení s vhodným softwarem pro záznam terénních dat v elektronické podobě. V době vzniku této metodiky však takové řešení v České republice není k dispozici. Proto ponecháváme volbu způsobu záznamu terénních dat na uživateli metodiky.

Nabízí se široké spektrum možností – od nejlevnější varianty v podobě ručního zápisu měřených údajů do papírového zápisníku, přes pořízení terénního počítače s nainstalovaným tabulkovým procesorem (např. MS Excel), až po vytvoření vlastního formuláře pro zápis terénních dat nad některým z dostupných databázových systémů (např. MS Access). Ačkoli může v dnešní elektronické době zmínka o ručním záznamu působit úsměvně, tento způsob se při inventarizacích dodnes využívá i ve vyspělých západních zemích (např. ve Švýcarsku).

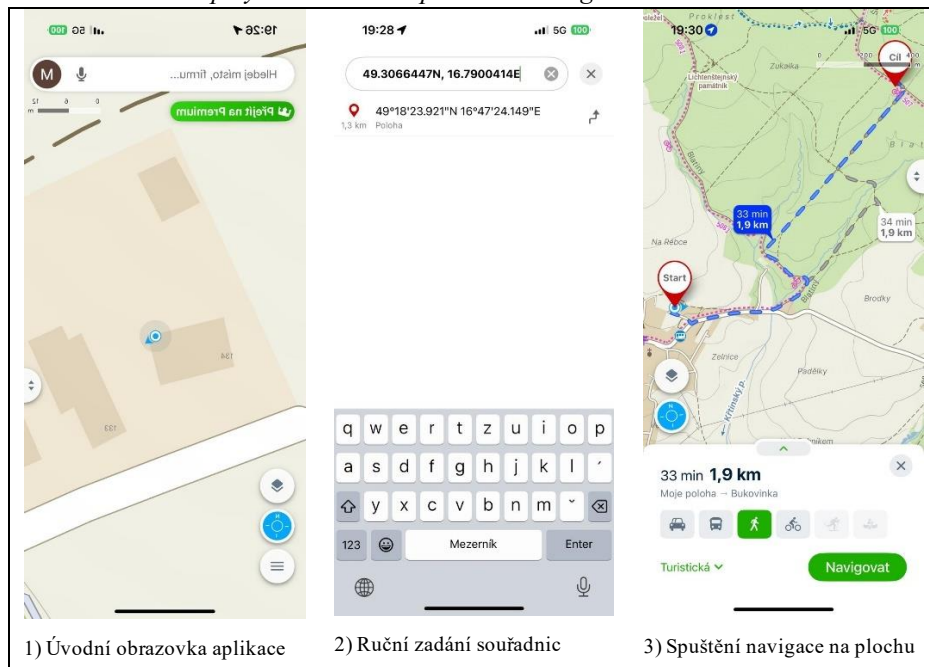
Ruční záznam navíc přispívá ke zvýšení bezpečnosti uchování dat. Po dokončení terénních prací a následném přepisování dat do počítače mohou být papírové zápisníky archivovány a uchovány pro budoucí potřebu kontroly, nebo oprav přepisu s menším rizikem ztráty, než jaké představují elektronické datové nosiče. V následujících kapitolách dotýkajících se terénního sběru dat představíme návrh podoby tabulek pro zápis terénních údajů.

4.3 Vlastní terénní sběr dat

4.3.8 Navigace na inventarizační plochu a stabilizace středu inventarizační plochy

Následující ukázka je jen jednou z možností, jak v terénu dohledat pozici středu inventarizační lokality. Pro příklad navigace uvádíme zdarma dostupnou aplikaci Mapy.com. Souřadnice bodu, na který se chceme navigovat, se v této aplikaci, stejně jako ve většině neplacených univerzálních aplikací zadává v systému WGS84. Po zadání souřadnic dovede aplikace naplánovat navigaci na lokalitu s přesností do 10 m od projektované přesné pozice.

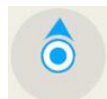
Obrázek 6: Princip využití mobilní aplikace k navigaci na zvolené souřadnice



Po spuštění aplikace zadáme ručně, nebo nakopírujeme souřadnice generovaného středu lokality do horního vyhledávacího dialogu. Souřadnice zeměpisné šířky a délky musí být v této aplikaci odděleny čárkou a za zeměpisnou šířkou musí být příznak N indikující severní polokouli. Za zeměpisnou délku musí dále pro podmínky ČR být příznak E (pozice východně od nultého poledníku). Po zadání souřadnic stiskneme klávesu Enter.

Aplikace nám ukáže cílovou pozici a navrhne trasu (možno volit autem, veřejnou dopravou, pěšky..). Polohová přesnost je indikována stínovaným kruhem okolo naší aktuální pozice a směr, kterým je telefon natočen šipkou.

Obrázek 7: Indikátor pozice a směru v aplikaci Mapy.com



Pokud se při navigaci na pozici inventarizační lokality sesouhlasí pozice cíle s indikátorem polohy, dostali jsme se do blízkosti inventarizační lokality.

4.3.9 Stabilizace nové inventarizační plochy

Po ukončení navigace pomocí mobilní aplikace je nutno střed nové inventarizační plochy „stabilizovat“. Stabilizace představuje soubor kroků k zajištění budoucího opětovného nalezení středu plochy. Stabilizace se děje ve dvou krocích:

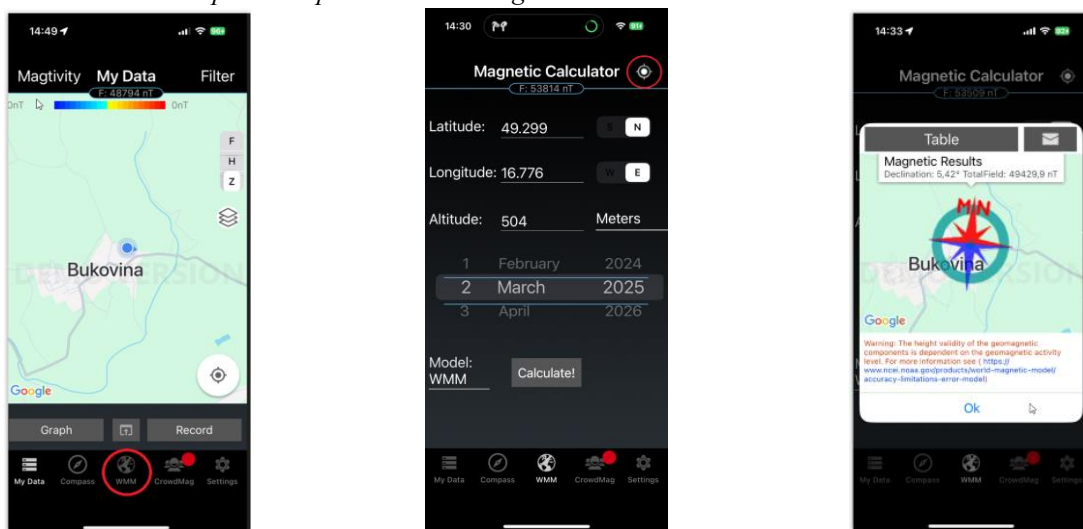
- a) Vetknutím kovového mezníku na místě stabilizace středu plochy
- b) Zaměřením pozice minimálně dvou pomocných navigačních objektů

Pro stabilizaci středu plochy je nejvhodnější standardní kovový geodetický mezník, ale vzhledem k rostoucím cenám postačí pro tento účel žebrovaná betonářská ocel (roxor) v délce minimálně 30 cm a o tloušťce alespoň 8 mm pro dostatečné kotvení v terénu. Mezník, či roxor je potřeba zatlouct kladivem do země tak, aby vrchol nevyčníval nad

úroveň terénu. Kovový předmět vetknutý do země pod úroveň terénu zajistí v budoucnu přesné dohledání středu inventarizační plochy pomocí detektoru kovů. Pokud není možné na místě středu plochy zatlouct kovový mezník, je nutno stabilizovat tzv. náhradní střed. Důvodem může být přítomnost předmětu, nebo skalního podkladu. Náhradní střed musí být viditelný ze středu inventarizační plochy. Pro zaměřování pozice potřebujeme výtyčku s připravenou odrazkou (viz obr. Obrázek 10). Při zaměřování musí měřič stát na středu inventarizační plochy. Výtyčku s odrazkou postaví figurant přesně na pozici náhradního středu.

Než může dojít k zaměření náhradního středu, je třeba přístroj TruPulse360 zkalibrovat podle postupu přiloženého v návodu přístroje. Dále je nutné nastavit v přístroji hodnotu magnetické deklinace podle aktuálního data a geografické pozice měření. Hodnotu magnetické deklinace lze zjistit pomocí mobilní aplikace CrowdMag (viz 4.1.5). Aplikaci je nutno mít nainstalovanou na mobilním telefonu a pro správnou funkci musí mít aplikace přístup k polohovým údajům telefonu. Následující obrázek prezentuje otisk obrazovky s ukázkou odečtení obou parametrů.

Obrázek 8: Ukázka práce s aplikací CrowdMag



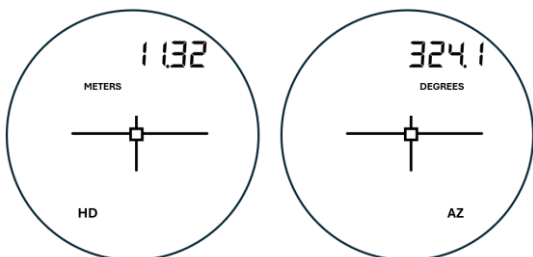
Po spuštění aplikace se kliknutím na tlačítko WMM aplikace přepne do režimu kalkulace deklinace

Kliknutím na terčík polohy vpravo nahoře se vypíší geografické souřadnice a nadmořská výška (Altitude). Dále kliknutím na tlačítko Calculate aplikace vypočítá deklinaci

Hodnota magnetické deklinace se vypíše nahoře pod nápisem Magnetic results.

Měřič po kalibraci přístroje a nastavení magnetické deklinace zamíří přístroj TruPulse 360 na odrazku na výtyčce, kterou figurant postavil na pozici náhradního středu a stiskne tlačítko měření. Následující obrázek č. Obrázek 9 prezentuje výsledek měření. Přepínáním mezi měřícími mody je možné zobrazit, odečíst a do zápisníku zapsat vodorovnou vzdálenost (HD) a azimut ke středu plochy (AZ).

Obrázek 9: Měření vodorovné vzdálenosti (HD) a azimutu (AZ) přístrojem TruPulse360



Dále je pro inventarizační plochu nutné zaznamenat pozice pomocných navigačních objektů. Pro zaměření pomocných navigačních objektů je potřeba vybrat buď stromy, nebo jiné markantní a jednoznačně identifikovatelné objekty nacházející se mimo vnější obrys inventarizační plochy. Musí být viditelné ze středu inventarizační plochy. U stromů musí měřič posoudit, zda je u nich pravděpodobno st zachování do příští inventarizace, tedy v horizontu deseti let. Takové stromy by na sobě neměly mít tečku reflexním sprejem, indikujícím, že místní lesník strom vyznačil k těžbě. Zaměřují se minimálně dva pomocné navigační objekty. Při zaměřování musí měřič s přístrojem TruPulse 360 stát

na středu inventarizační plochy. Výtyčku s odrazkou postaví figurant k pomocnému navigačnímu objektu tak, aby byla z pohledu měřiče ve středu průmětu navigačního objektu (viz následující obrázek).

Obrázek 10: Správná pozice zaměřovací výtyčky u stromu



Měřič zamíří přístroj TruPulse 360 na odrazku a stiskne tlačítko měření. Postup odečtení údajů z přístroje je obdobný, jako u postupu zaměřování pozice náhradního středu plochy.

Pomocné navigační objekty je nutno viditelně označit trvanlivou venkovní barvou nejlépe hráškově zeleného odstínu.

Obrázek 11: Příklad viditelného označení pomocných navigačních objektů



4.3.10 Popisné údaje inventarizační plochy

Pro zaznamenání popisných údajů inventarizační plochy doporučujeme využít terénní zápisník v příloze č. 11.2. Následující výřez prezentuje hlavičku zápisníku s údaji nutnými k vyplnění.

Tabulka 4: Hlavička terénního zápisníku s údaji o inventarizační ploše

Číslo IL:	Číslo IP:	Status plochy		Kategorie pozemku	
		Stratum:	HOS:	100 (Plocha šetřena opakovaně)	200 (Plocha zakládána nově)
JPRL:	LT:	Přístupnost plochy		Druh pozemku v rámci PUPFL	
		100 (střed plochy schůdný a přístupný)	200 (střed nepřístupný, nebo neschůdný)	100 (porostní půda)	200 (bezlesí)
Datum měření:	Jméno měřiče:	Opakovaná identifikace kmenů		Stabilizace středu inventarizační plochy	
Magn. dekl. [°]	Nadm. výš. [m]	100 (Stabilizace nalezena, nebo jinak obnovena)	200 (Poloha kmenů nebyla obnovena, plocha znovu založena)	100 (stabilizace na středu plochy)	
		Důvod neobnovení polohy kmenů		200 (stabilizace mimo střed plochy)	
Poznámka:		100 (holoseč nebo odlesnění zahrnující všechny minule reg. stromy)	200 (bez kmenů, nebo jen nehroubí v předchozí i současné inventarizaci)	Polární souřadnice náhradní stabilizace	
		300 (bez možnosti nepřímého odvození změn populace kmenů)		Azimut [°]	Vodorovná vzdálenost [m]

Levá strana tabulky obsahuje identifikační údaje plochy, příslušnost ke stratu a hospodářské skupině, lesnímu typu a jednotce prostorového rozdělení lesa. Dále také datum a jméno měřiče. Hodnotu nadmořské výšky a magnetické deklinace lze zjistit pomocí mobilní aplikace CrowdMag (viz výše).

Údaje ve střední a pravé horní části zápisníku zvýrazněné tučně v tabulce č. Tabulka 4: Hlavička terénního zápisníku s údaji o inventarizační ploše představují sadu informací, kdy je nutno vybrat jednu z možností v zaškrťávacím seznamu. Důvod neobnovení polohy kmenů není u prvotní inventarizace nutno vyplňovat. Dále, pokud u položky „Stabilizace středu inventarizační plochy“ je zatržena hodnota 200, je nutno zadat polární souřadnice náhradního středu plochy.

4.3.11 Zaměření polygonů mimo hranice strata, nebo mimo přístupné a schůdné porostní půdy

Velmi důležitým údajem vztahujícím se k inventarizační ploše je blízkost hranice inventarizovaného celku, strata, nebo nepřístupné a neschůdné porostní půdy. Pokud střed inventarizační plochy spadne mimo hranice inventarizovaného celku, příslušného strata, nebo porostní půdy (bezlesí, jiné a ostatní pozemky), plocha se nestabilizuje a neinventarizuje. Může se ale stát, že střed sice je uvnitř, ale část prostoru v blízkosti inventarizační plochy se nachází mimo přístupnou a schůdnou porostní půdu, nebo mimo hranic celku, nebo strata. Takovou situaci je nutno při zakládání nové inventarizační plochy trvale polohově zaměřit pro úspěšné vyhodnocení inventarizace. Následující ukázka představuje jednu z možných cest zaměření takovéto situace polárními souřadnicemi pomocí univerzálního přístroje TruPulse 360.

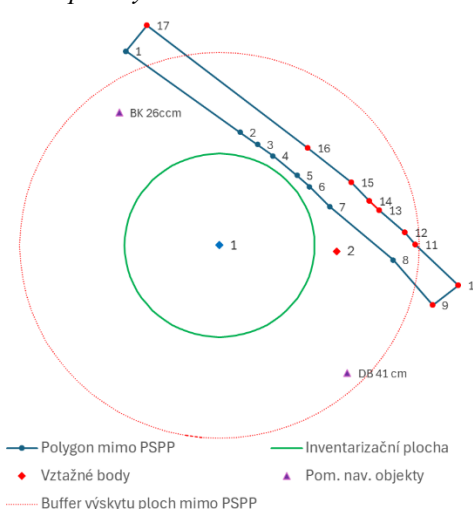
Před použitím přístroje na každé inventarizační ploše vždy provedeme kalibraci přístroje podle přiloženého návodu výrobce a ujistíme se, že je nastavena místní hodnota magnetické deklinace dle návodu přístroje.

Na obrázku č. Obrázek 12 je v názorném příkladu zeleně vyznačena hranice inventarizační plochy. Kolem ní je vykreslena obalová zóna o dvojnásobku poloměru největší podplochy inventarizační plochy. V této obalové zóně je vždy nutno zaznamenat přítomnost následujících situací:

- území mimo inventarizovaný celek, nebo mimo stratum, do kterého střed inventarizační plochy přísluší (může se stát, že se inventarizační plocha nachází blízko hranic strata, nebo v blízkosti hranice inventarizovaného celku).
- nepřístupné, nebo neschůdné území (takové území, na které nelze z nějakého důvodu vkročit, např. ochranné pásmo PHO nacházející se za plotem, prudká skála, bažina na rašeliništi a podobně).
- území spadající mimo porostní půdu (ve smyslu znění § 1, odst. 1, písm. a) vyhlášky č. 84/1996 Sb. o hospodářské úpravě lesů)

Obrázek 12: Příklad zaznamenání přítomnosti polygonů ploch mimo zařizovaný celek, stratum, nebo přístupnou a schůdnou porostní půdu v blízkosti inventarizační plochy

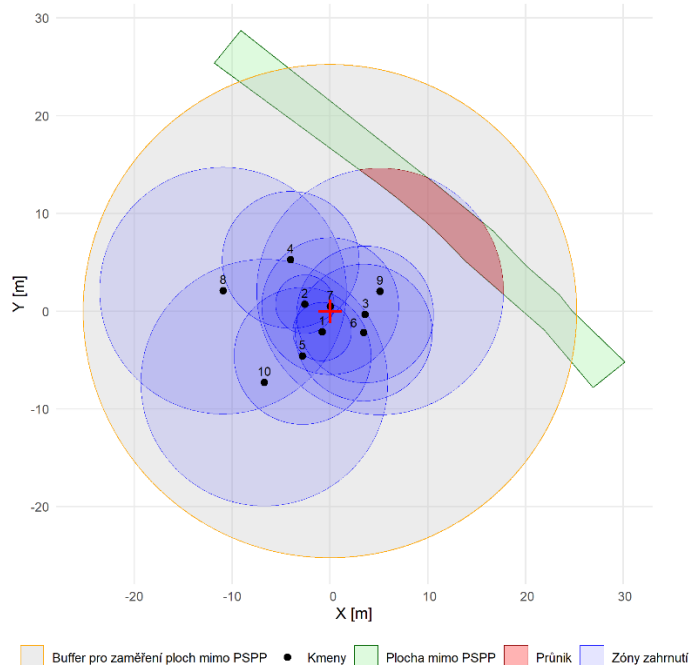
Č. polygonu	Vztažný bod		Lomový bod		
	Azimut	Vzdál.	ID	Azimut	Vzdál.
1	0	0	1	1	16
	0	0	2	10	15
	0	0	3	20	14
	0	0	4	30	13.5
	0	0	5	47	13.4
	0	0	6	56	13.7
	0	0	7	70	14.8
	0	0	8	95	22
	93,1	14,8	9	120	14
	93,1	14,8	10	106	16
	93,1	14,8	11	85	10
	93,1	14,8	12	74	9
	93,1	14,8	13	45	7.6
	93,1	14,8	14	32	7.8
	93,1	14,8	15	12	9.2
	93,1	14,8	16	345	14
	93,1	14,8	17	328	23



Uvedený příklad představuje situaci, kdy je poblíž inventarizační plochy elektroved, tedy bezlesí. Jeho část, která prochází obalovou zónou inventarizační plochy, se musí polohově zaměřit. Měřič stojí na středu inventarizační plochy $\blacklozenge 1$ a vysílá figuranta s výtyčkou vybavenou odrazkou na lomové body příslušného polygonu (hranice polygonu modře). Na každém lomovém bodu figurant umístí výtyčku s odrazkou a měřič ze středu plochy zaměří azimut a vzdálenost k výtyčce. Pak figurant pokračuje na další lomový bod, dokud neobejde celou část takové plochy, která leží v obalové zóně. Pro případ, že by celý obrys nebylo možné zaměřit ze středu inventarizační plochy, je v zápisníku možnost měřit i z jiných měřících pozic (tzv. vztažných bodů). V obrázku jsou vztažné body očíslovány (1 a 2) a barevně odlišeny. V této situaci měl měřič přímý výhled na prvních devět lomových bodů polygonu (modře) a mohl je zaměřit přímo ze středu inventarizační plochy (vztažný bod $\blacklozenge 1$). Pro zaměření dalších bodů polygonu se musel přesunout na místo s přímou viditelností (druhý vztažný bod $\blacklozenge 2$) na další lomové body polygonu, který je od středu inventarizační plochy vzdálen 14,8 m ve směru azimutu 93,1°. Tento úkon se provede tak, že figurant s výtyčkou se postaví na místo vztažného bodu (měřiče), odkud bude mít měřič dobrý výhled na další lomové body. Měřič zaměří polohu (vzdálenost a azimut) výtyčky, údaje zapíše do zápisníku a přesune se na pozici výtyčky. Pak posílá figuranta na zbývající lomové body polygonu, a polohově je zaměřuje. U každého lomového bodu musí být indikováno, z jakého vztažného bodu byl zaměřen.

Situace na následujícím obrázku dokumentuje, jak přítomnost ploch mimo zařizovaný celek, stratum, nebo přístupnou a schůdnou porostní půdu v blízkosti inventarizační plochy ovlivňuje tzv. zóny zahrnutí vzorníků (viz kapitola 3.28). Pro účely výpočtu se totiž v příslušném kroku nad daty inventarizace kolem jednotlivých inventarizovaných kmenů konstruuje tzv. zóny zahrnutí (blíže viz 3.28). Tyto zóny, respektive jejich plochy, po ořezání o část ležící mimo inventarizovaný celek, stratum, nebo přístupnou a schůdnou porostní půdu, se využívají pro přepočet hodnot vzorníků na 1 ha. Proto do vzdálenosti dvojnásobku poloměru největší podplochy je nutno všechny plochy ležící mimo inventarizovaný celek, stratum, nebo přístupnou a schůdnou porostní půdu polohově zaměřit a údaje zaznamenat pro následné výpočty.

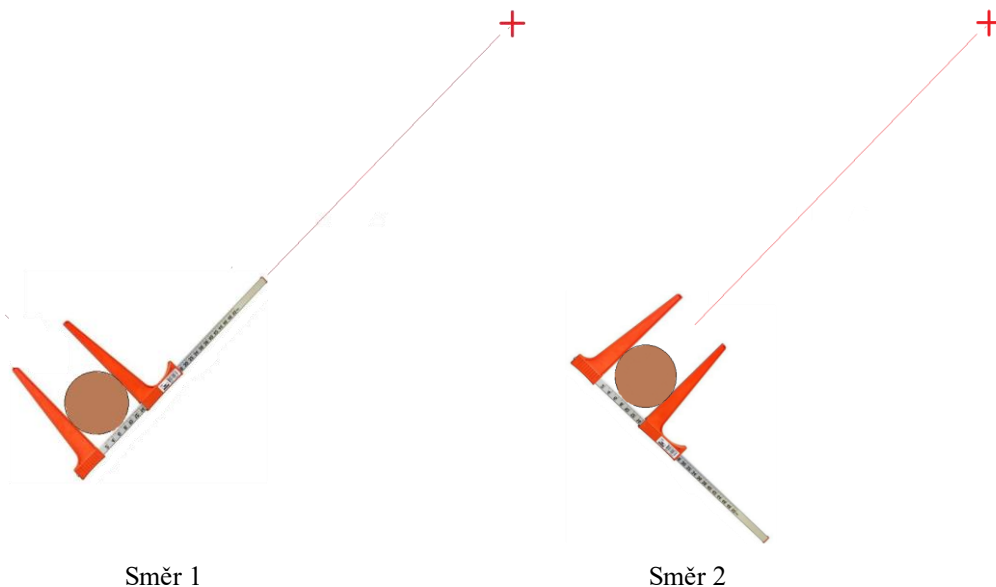
Obrázek 13: Princip ořezávání zón zahrnutí vzorníků o plochu mimo stratum, nebo PSPP



4.3.12 Registrace vzorníků na inventarizační ploše

Po nalezení (a případné stabilizaci středu inventarizační plochy) je nutno proměřit vzorníky (kmeny a pařezy), které se nacházejí na inventarizační ploše a jejích podplohách (viz 3.5). Pro zápis údajů je v následující tabulce uveden vzor zápisníku. Zápisník obsahuje kompletní sadu údajů nutných pro zaevidování reálných situací na inventarizačních plochách a pro následné úspěšné zpracování dat. Ve spodní části zápisníku jsou pak možnosti voleb pro příslušné parametry s odpovídajícími kódy podle Informačního standardu lesního hospodářství. Úkolem inventarizační skupiny (minimálně inventarizátor a figurant) je posoudit, které vzorníky svou vzdáleností a tloušťkou splňují podmínky pro zahrnutí do inventarizace. Pro všechny vzorníky (kmeny hroubí a pařezy), které jsou registrovány, se pak musí vyplnit kompletní sada údajů.

Obrázek 14: Směry měření tloušťek vzorníků vůči středu inventarizační plochy (červený křížek)



Vzor 2. st. udává, zda se jedná o tzv. vzorník 2. stupně (viz 3.27). Pro vzorníky 2. stupně je nutno na inventarizační ploše co nejpřesněji změřit výšku. Jako vzorník lze vybrat pouze kmen hroubí, který splní podmínku maximální vzdálenosti od středu inventarizační plochy odpovídající jednotnému zvolenému relaskopickému faktoru. Dále se nesmí jednat o souš, vývrat, jakýkoliv zlom ani o nahnutý kmen. Pokud jsou splněny všechny podmínky, do kolonky se zapíše hodnota 1.

h [m] je kolonka pro zápis výšky vzorníku 2. stupně v metrech s přesností na 1 desetinné místo.

% norm. obj se udává pouze pro vzorníky, které utrpěly korunový a kmenový zlom a dále pro torza listnatých a jehličnatých souší. Jedná se o hodnotu zjištěnou expertním odhadem, která vyjadřuje, jaká část objemu hroubí stromu zůstala po odlomení stát.

Jako zlom se definuje strom, u kterého nastal zlom výše než 1,3 m nad zemí. Pokud se kmen zlomil níže, než ve výšce 1,3 m nad zemí, jedná se již o pařez.

U kolonek **Pařez, Souš, Zlom/Vývrat** a **Dvoják** se uvede příslušný kód odpovídající situaci (výběr z více možností v tabulkách ve spodní části formuláře). Jako dvoják se považuje takový vzorník, u kterého se hlavní kmen dělí na dvě, či více částí níže, než 1,3 m nad zemí. Jednotlivé části dvojáku (či vícečetného kmene) se registrují jako samostatné kmeny hroubí, nebo pařezy.

Pol. pařez obsahuje informaci o tom, zda se poloha pařezu poté, co se vzorník, evidovaný v minulé inventarizaci jako kmen hroubí (živý, či mrtvý) po těžbě, nebo vývratu posunul ze své původní pozice mimo podplochu, na které byl minule registrován. Informace o tom, že se posunul mimo příslušnou podplochu je událost, po které pařez počítá další inventarizací nemusí být evidován.

4.3.13 Postup registrace vzorníků na inventarizační ploše

- 1) Inventarizátor se postaví přesně nad střed inventarizační plochy s přístrojem TruPulse 360 a zápisníkem pro záznam údajů vzorníků. Provede kalibraci přístroje TruPulse360 a zkontroluje, zda je pro plochu nastavena lokální hodnota magnetické deklinace (viz obr. Obrázek 8).
- 2) Figurant vyhledá nejbližší potenciální vzorník. Je výhodné začínat na každé inventarizační ploše stejným způsobem, např. ve směru na sever od středu plochy. Figurant umístí k vzorníku výtyčku tak, aby z pohledu inventarizátora byla ve středu průmětu kmene a aby odrazka byla ve výšce měřístě tloušťky (viz. obr. č. Obrázek 10). Pokud se jedná o pařez, postupuje se stejným způsobem, tedy výtyčka se umísťuje ke stěně pařezu ve směru od středu inventarizační plochy, nikdy ne na střed pařezu).
- 3) Inventarizátor změří vodorovnou vzdálenost zaměřením na odrazku. Než vzdálenost a azimut zapíše do zápisníku, figurant změří tloušťku kmene (pařezu) ve směru 1, aby se ověřilo, zda kmen vzdáleností od

středu plochy a svou tloušťkou splňuje podmínky pro registraci na příslušné podploše. Pokud podmínky splní, inventarizátor všechny údaje zapíše do záznamníku. Následují důležité zásady pro měření tlouštěk vzorníků:

- a. výšku měřiče tloušťky, tedy standardně 1,3 od půdního povrchu, určuje figurant pomocí výtyčky umístěné podél osy kmene. Pokud se inventarizační plocha nachází ve svahu, výška měřiče se zásadně měří na horní, ke svahu přivrácené straně kmene.
 - b. V místě určení výšky měřiče figurant do kůry zapíchne sedlářský hřeb, připínáček s nenápadnou barevnou hlavičkou (viz obr. Obrázek 15), nebo sponkou ze sponkovačky.
 - c. Do výšky měřiče pak figurant přiloží průměrku a provede měření tloušťky kmene ve dvou směrech (viz obr. č.Obrázek 14). Obě tloušťky (d_1 a d_2) se uvádí v milimetrech.
- 4) Po změření tlouštěk figurant na strom umístí laminovaný číslovaný štítek s číslem vzorníku (viz obrázek č.Obrázek 16). Toto je velice důležitý krok, protože při zaměřování vzorníků se některý velice snadno přehlédne.
- 5) Inventarizátor posoudí u vzorníku, zda nemá některý typ zlomu, zda je, či není souš, nebo dvoják.
- 6) Pokud se jedná o standardní živý kmen hroubí bez zlomu, inventarizátor provede kontrolní výpočet na splnění podmínky pro vzorníky 2. stupně. Dejme tomu, že je zvolen relaskopický faktor 9, posuzovaný kmen má 384 mm ve směru 1 a je vzdálen od středu plochy 4,6 m. Minimální vzdálenost $l_{min} = (d_2/10)/2\sqrt{rf} = (384/10)/2\sqrt{9} = 38,4/9 = 4,3 m$ musí být větší, nebo rovna změřené vodorovné vzdálenosti vzorníku od středu plochy. V tomto případě se vzorník nachází dál (4,6 m), než je minimální vzdálenost a nebude u něj tedy měřena výška. Skutečnost, že strom nebude, nebo případně bude vzorníkem pro měření výšky se v zápisníku indikuje hodnotou 1 ve sloupci Vzor. 2 st.

Kroky 2-6 se opakují tak dlouho, dokud nejsou zaregistrovány všechny vzorníky na inventarizační ploše.

V posledním kroku figurant obejde všechny registrované vzorníky a odstraní štítky s čísly pro použití na dalších plochách.

Obrázek 15: Příklad označení měřiče připínáčkem



Obrázek 16: Ukázka označování vzorníků dočasnými štítky



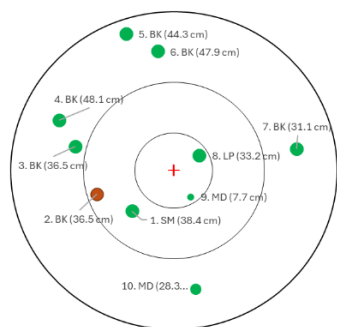
Následující tabulka prezentuje příklad vyplněného zápisníku inventarizační plochy pro prvotní inventarizaci.

Tabulka 6: Příklad zápisu prvotní inventarizace konkrétní inventarizační plochy

Č.	Vzt. bod		Vzorník		Komp. změny	Opak. ident. kmene	d_před [mm]		d_nyní [mm]		Vzor 2. st.		h [m]		% norm. obj.		Pařez		Pol. pařez	Souš		Zlom / vývrat		Dvoják	
	Azim. [°]	Vzd. [m]	Azim. [°]	Vzd. [m]			Směr 1	Směr 2	Směr 1	Směr 2	před	nyní	před	nyní	před	nyní	před	nyní		před	nyní	před	nyní	před	nyní
1	0	0	225	4.6					384	384						70		100			200	100		100	100
2	0	0	253	6.3					364	365								300			100	100		100	100
3	0	0	284	7.8					482	480	1		33					100			100	100		100	100
4	0	0	294	9.7					446	440								100			100	100		100	100
5	0	0	341	11.4					480	478								100			100	100		100	100
6	0	0	352	9.5					313	308								100			100	100		100	100
7	0	0	80	9.6					331	333								100			100	100		100	100
8	0	0	59	2.3					77	76								100			100	100		100	100
9	0	0	152	8.7					282	284								100			100	500		100	100
10	0	0	170	9.6					547	550								100			100	100		100	100

Pozice všech vzorníků byla zaměřena ze středu inventarizační plochy, což je indikováno nulami ve sloupcích Azim. [°] a Vzd. [m] pro vztažné body měření. Vynechány jsou sloupce, které jsou relevantní při inventarizaci opakované. Vzorník č. 2 je bukový pařez. Skutečnost, že se jedná o pařez je indikována ve sloupci Pařez (nyní) hodnotou 300, což je podle číselníku v tabulce č. Tabulka 5 „starý listnatý pařez“. Vzorník č. 1 je podle indikace ve sloupci Souš (nyní) jehličnatou souší (200). U všech ostatních vzorníků jsou v kolonkách Pařez, Souš, Zlom / vývrat a Dvoják uvedeny hodnoty 100, což indikuje, že tyto vzorníky nejsou pařezem, souší, zlomem či vývratem, ani dvojákem. Výsledek měření na ploše je pro názornost prezentován na následujícím obrázku.

Obrázek 17: Vizualizace inventarizační plochy dle záznamu v tabulce č. Tabulka 6.



5 METODIKA STANDARDIZOVANÉHO VYHODNOCENÍ STATISTICKÉ PROVOZNÍ INVENTARIZACE PRO VÝSTUPY DO LHP

Cílem metodiky vyhodnocení terénních dat inventarizačních ploch je poskytnout zájemcům z řad odborné lesnické veřejnosti, především pak projektantům hospodářské úpravy lesů, vlastníkům a správcům lesa, návod na zpracování terénních dat trvalých inventarizačních ploch (nazývané obecně statistické provozní inventarizace). Metodika respektuje aktuální právní úpravu, konkrétně ustanovení vyhlášky č. 84/1996 Sb. O hospodářské úpravě lesů.

5.1 Editace, úpravy a doplnění dat před vlastním vyhodnocením

Celý proces následného zpracování dat a výpočtů nad daty inventarizace je podmíněn pečlivě a metodicky jednotně nasbíranými terénními daty. V této kapitole ukážeme postupy korekcí pořízených hodnot, výpočet modelových výšek vzorníků, objemů stromů a výpočet ploch zón zahrnutí vzorníků 1. a 2. stupně.

5.1.1 Použitý software

Jak bylo zmíněno úvodu, cílem metodiky je přiblížit postupy pořízení a vyhodnocení inventarizace co nejširší skupině lesnické veřejnosti. Proto jsou pro pořizování terénních dat a jejich následné zpracování metodikou prezentovány nejdostupnější přístroje a softwarové produkty. Pro zpracování dat inventarizace jsme vybrali dva produkty, jejichž kombinací sice není možné data prvotní inventarizace zpracovat bezesbýtku automatizovaně, zato uživatel při jejich využívání lépe pochopí a osvojí si využití matematického aparátu, který je předmětem následující kapitoly.

Prvním produktem, který sice není dostupný zdarma, ale v práci s ním je dnes zběhlá většina dospělé populace, je tabulkový procesor Microsoft Excel. Pro účely metodiky bude využit pro editaci a správu dat, jejich korekce a výpočty nad daty inventarizace. Tento program není primárně určen pro práci s databázemi, ale pro účely jednorázového pořízení dat a jejich zpracování je dostačující. Nelze očekávat, že bude vhodný pro vyhodnocení opakované inventarizace. Avšak alespoň pro malé a středně velké lesní majetky a prvotní inventarizace s menšími počty inventarizačních ploch je plně dostačující.

Druhým produktem je software R, otevřený a volně stažitelný multifunkční program pro zpracování širokého spektra dat. Uživatel si jej může stáhnout a nainstalovat z webových stránek konsorcia, které se zabývá jeho propagací, vývojem a údržbou na stránkách <https://cran.r-project.org/>. Program je dostupný pouze v anglické verzi. Pro účely metodiky využijeme tento program pouze pro automatizovaný výpočet ploch zón zahrnutí vzorníků. U uživatele se nepředpokládá hlubší znalost práce s tímto programem.

5.1.2 Editace dat

Pro editaci a správu dat prvotní inventarizace doporučujeme, s cílem proces co nejvíce zjednodušit, program MS Excel. Data všech v terénu zaznamenaných údajů je vhodné pro následné vyhodnocení naeditovat do vhodně uspořádané sady tabulek. Následující sada tabulek prezentuje doporučenou strukturu sešitu excelu, kam mohou být data pořizována. Sešitem se rozumí soubor MS Excel, např. „Data inventarizace.xlsx“. Sešit může být organizován do více listů:

- Design – slouží pro editaci údajů o konfiguraci inventarizační plochy
- RF – list určený pro editaci hodnot relaskopických faktorů pro výběr vzorníků 2. stupně v jednotlivých stratech
- Strata – slouží pro uložení informace o výměrách schůdné a přístupné porostní půdy jednotlivých strat
- Lokality – list určený pro editaci údajů o inventarizačních lokalitách
- PomNav – slouží pro uložení informací o pomocných navigačních objektech
- NSS - slouží pro uložení informací o náhradních stabilizacích středů ploch
- Vzorniky – list určený pro editaci údajů o vzornících registrovaných na inventarizačních plochách

- MPSPP – slouží k editaci dat o přítomnosti ploch mimo inventarizovaný celek, stratum, nebo mimo přístupnou a schůdnou porostní půdu

V první tabulce se editují údaje o konfiguraci inventarizačních lokalit v rámci jednotlivých strat

Tabulka je strukturována do čtyř sloupců. Záznamy musí postihnout všechny kombinace počtu kruhových podploch a jejich poloměrů a odpovídajících minimálních tloušťek pro registraci vzorníků. Na obrázku je uvedena ukázka záznamu pro inventarizovaný celek se dvěma straty, které mají obě stejnou konfiguraci. Poloměry se uvádí v metrech, minimální tloušťky min_d v milimetrech. Pokud bude uživatel mít v každém stratu tři podplochy, musí je zde uvést v podobě třech řádků definujících parametry poloměrů a hraničních tloušťek. Hlavička tabulky musí být pro správné fungování vytvořena přesně podle uvedeného vzoru.

Obrázek 18: Způsob zápisu informací i konfiguraci inventarizačních ploch v listu Design

	A	B	C	D
1	stratum	podplocha	r	min_d
2	1	1	3	70
3	1	2	7	120
4	1	3	12.6	300
5	2	1	3	70
6	2	2	7	120
7	2	3	12.6	300
8				

Podobně je organizován zápis údajů o relaskopických faktorech (rf) do listu RF. Relaskopický faktor ovlivňuje počet vzorníků pro měření výšek a výpočet zón zahrnutí pro vzorníky 2. stupně (více viz 4.1.6).

Hlavičku tabulky je při vytváření souboru přesně dodržet, počet řádků se může lišit.

Obrázek 19: Způsob zápisu informací o použitých relaskopických faktorech v listu RF

	A	B	C
1	stratum	rf	
2	1	9	
3	2	9	
4			

Následující tabulka uvádí hlavičku a příklad vyplnění listu Strata. Obsahuje informace o výměrách schůdné a přístupné porostní půdy strat uvedené v hektarech. Údaj o celkové výměře porostní půdy za LHC lze zjistit z lesního hospodářského plánu (textová část – závěrečné tabulky). Je evidován odděleně od dat inventarizace trvalých ploch. Výměra neschůdné a nepřístupné porostní půdy není běžně dostupný údaj. V praxi se ale bude jednat o zlomek výměry LHC. Mohou zde spadat nepřístupné skalnaté terény, apod, kde není možné buď inventarizační plochu stabilizovat, nebo nejde proměřit celá. Pokud se na zařizovaném LHC takové lokality vyskytují, je nutné pomocí GISu, nebo analogově z hospodářské knihy LHP vypsát a sečíst výměry JPRL s nepřístupným, nebo neschůdným terémem (nebo jejich částí). Výsledná hodnota se odečte od celkové výměry porostní půdy za LHC.

Pokud je celek dělen do více strat (jako ve vzorovém příkladu), je nutno vyčíslit plochu přístupné a schůdné porostní půdy za jednotlivá strata obdobným způsobem, jako bylo uvedeno pro celý LHC. Tabulka Strata je výpočtová pro finální výpočty, proto se její vzhled liší od ostatních listů. Jsou zde již předpřipravené kolonky pro cílové parametry za strata a LHC.

Obrázek 20: Způsob zápisu informací o stratech a jejich výměrách

Střední hektarová hodnota		Úhrn			Směr. chyba střední hektarové hodnoty			Směr. chyba střední hektarové hodnoty					
Stratum	Výměra [ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³]	V [m ³]	CBP [m ³ /rok]	CVT [m ³]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]
1	95.00												
2	425.00												
5	Celek	520.00											

Následující vzor představuje doporučenou formu zápisu popisných údajů pro úroveň inventarizační plochy pro všechna relevantní, v terénu pořizovaná data. List Lokality bude v části věnované algoritmu výpočtu rozšířen o výpočtová pole. List obsahuje souřadnice (X_JTSK, Y_JTSK) přidělené Ministerstvem zemědělství z referenční databáze inventarizačních ploch. Názvy sloupců nejsou totožné s názvy sloupců v terénním zápisníku, jsou ale podobné, takže smysl lze snadno pochopit. Navíc většina z nich se shoduje s názvy položek Informačního standardu.

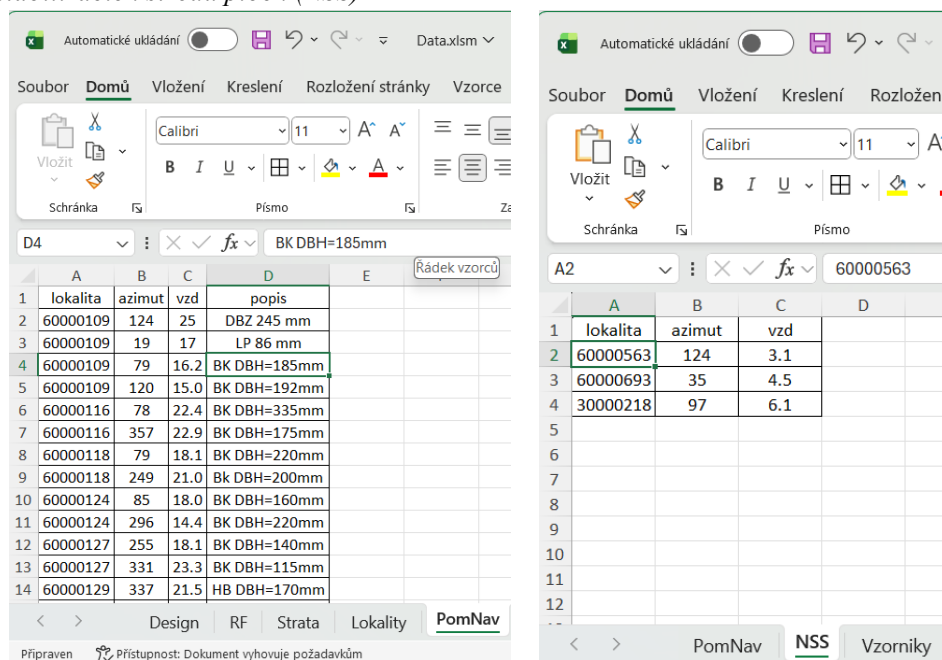
Kód 200 v políčku status indikuje prvotně založené inventarizační plochy. Pole identif (opakovaná identifikace plochy) jsou prázdná, protože se vyplňují jen v případě opakované inventarizace. Velmi důležité jsou pro výpočet závazných ustanovení parametry lt (lesní typ) a nadm_vys (nadmořská výška). Pro zpracování dat musí být vyplněny všechny sloupce kromě datum_m_pred (datum měření v předchozí inventarizaci) a pole identif.

Obrázek 21: Doporučený způsob zápisu informací o inventarizačních lokalitách

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	lokality	stratum	Y_JTSK	X_JTSK	hos	jprl	datum_m	datum_m_pred	lt	meric	nadm_vys	status	prist	identif	kat_poz	poz_les	stab	pozn
2	60000001	1	590000	1147500	1	152B6a	18.5.22		3B1	Duchacek	441	200	100		100	100	100	
3	60000109	1	590000	1147750	1	152A3a	18.5.22		3A9	Duchacek	439	200	100		100	100	100	
4	60000116	1	589500	1148000	1	153A4b/1e	18.5.22		3S3	Duchacek	489	200	100		100	100	100	
5	60000118	1	589250	1148250	1	159A4b	5.5.22		4W1	Duchacek	460	200	100		100	100	100	
6	60000124	1	589000	1148500	1	159A4b	5.5.22		3W1	Duchacek	496	200	100		100	100	100	
7	60000127	1	588750	1148500	1	157B2b	5.5.22		4A9	Duchacek	516	200	100		100	100	100	
8	60000129	1	588500	1149000	1	156C4a	16.5.22		3S3	Duchacek	511	200	100		100	100	100	
9	60000131	1	588500	1148000	1	154C2b	17.5.22		4D9	Duchacek	494	200	100		100	100	100	
10	60000137	1	587000	1149000	1	168B3a	19.5.22		3B1	Duchacek	467	200	100		100	100	100	
11	60000520	1	590500	1148250	1	161A3	20.5.22		4S6	Duchacek	378	200	100		100	100	100	
12	60000523	1	590375	1148875	1	162C3b	20.5.22		3W1	Duchacek	416	200	100		100	100	100	
13	60000535	1	590125	1148875	1	160C4	6.5.22		4B1	Duchacek	458	200	100		100	100	100	
14	60000536	1	590125	1148625	1	160B1a	6.5.22		4B1	Duchacek	427	200	100		100	100	100	

Následující obrázek znázorňuje strukturu listů PomNav a NSS. První z nich obsahuje navigační a popisné informace o pomocných navigačních objektech. Druhý (NSS) navigační údaje náhradních středů ploch. Tyto údaje jsou důležité pro opětovné nalezení středu inventarizačních ploch. Pro následné výpočty nejsou tyto údaje využity.

Obrázek 22: Doporučený způsob zápisu informací o pomocných navigačních objektech (PomNav) a náhradních stabilizacích středů ploch (NSS)



Výsledkem editace dat vzorníků do databáze inventarizace je vyplněná tabulka vzorníků v listu Vzorniky. Tabulka obsahuje pouze sloupce, které jsou relevantní pro prvotní inventarizaci. Výčet položek je kompletní pro potřeby následného zpracování dat. V kapitole věnované výpočtové části nad daty inventarizace budou k výčtu přidána výpočtová pole.

Obrázek 23: Vzor hlavičky tabulky a ukázka záznamů tabulky v listu Vzorníky

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	stratum	lokality	cislo	dr_zkr	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	d	vz2	h	h_mod	%_norm_obj	parez	sous	zl_vyvr	dvoj
2	1	60000001	1	SM	0	0	225	4,6	384				70	100	200	100	100
3	1	60000001	2	BK	0	0	253	6,3	364,5					300			
4	1	60000001	3	BK	0	0	284	7,8	481	1	32,6			100	100	100	100
5	1	60000001	4	BK	0	0	294	9,7	443					100	100	100	100
6	1	60000001	5	BK	0	0	341	11,4	479					100	100	100	100
7	1	60000001	6	BK	0	0	352	9,5	310,5					100	100	100	100
8	1	60000001	7	BK	0	0	80	9,6	332					100	100	100	100
9	1	60000001	8	LP	0	0	59	2,3	76,5					100	100	100	100
10	1	60000001	9	MD	0	0	152	8,7	283					100	100	100	100
11	1	60000001	10	MD	0	0	170	9,6	548,5				50	100	100	500	100
12	1	60000109	1	MD	0	0	347	2,12	140	1	12,1			100	100	100	100
13	1	60000109	2	BK	0	0	18	4,96	127					300			
14	1	60000109	3	MD	0	0	194	3,43	200		15			100	100	100	100
15	1	60000109	4	SM	0	0	324	3,02	120		11,3			100	100	100	100
16	1	60000109	5	BK	0	0	341	5,77	220		15,3			100	100	100	100
17	1	60000109	6	SM	0	0	21	2,5	110		11,5			100	100	100	100
18	1	60000109	7	MD	0	0	68	4,92	150					100	100	100	100
19	1	60000109	8	MD	0	0	115	4,57	170		11,3			100	100	100	100
20	1	60000109	9	SM	0	0	136	3,71	160					100	100	100	100
21	1	60000109	10	MD	0	0	256	3,86	140					100	100	100	100
22	1	60000109	11	SM	0	0	271	1,73	120	1	12			100	100	100	100
23	1	60000109	12	SM	0	0	151	0,83	130	1	12,4			100	100	100	100
24	1	60000109	13	MD	0	0	91	4,22	120		9,6			100	100	100	100
25	1	60000109	14	MD	0	0	42	5,68	160					100	100	100	100
26	1	60000109	15	SM	0	0	60	6,97	160					100	100	100	100
27	1	60000109	16	SM	0	0	288	4,66	120					100	100	100	100
28	1	60000109	17	SM	0	0	268	3,07	120					100	100	100	100
29	1	60000109	19	SM	0	0	204	5,58	120		11,3			100	100	100	100
30	1	60000109	20	SM	0	0	166	6,61	120					100	100	100	100

Poslední tabulkou (obr. č. Obrázek 24) v listu MPSPP (plochy Mimo Přístupnou a Schůdnou Porostní Půdu) výčet zakládáních listů a tabulek a editovaných dat končí. Tabulka obsahuje data polohového zaměření vztažných bodů měření a lomových bodů ploch mimo přístupnou a schůdnou porostní půdu, které se vyskytovaly v blízkosti inventarizačních lokalit.

Tato data jsou nezbytná pro plošnou redukci zón zahrnutí vzorníků. Hlavička, názvy polí a struktura dat musí respektovat vzor. Pole „polid“ identifikuje jednotlivé polygony v rámci inventarizační plochy. Pokud se jich vyskytuje více, musí mít každý svou unikátní hodnotu „polid“ v číslování od 1. Na každé lokalitě začíná číslování „polid“ od 1.

Pole azim_ref a vzd_ref jsou azimutem a vzdáleností vztažného bodu měření lomových bodů polygonů. Pokud jsou všechny lomové body polygonů viditelné ze středu inventarizační plochy, budou hodnoty azim_ref a vzd_ref rovny nule. Pokud měřič lomové body ze středu plochy neviděl, přesune se pomocí postupu uvedeného na straně 28 na nový vztažný bod měření.

Pole azim a vzd jsou polární souřadnice lomových bodů polygonů mimo přístupnou a schůdnou porostní půdu (viz obr. č. Obrázek 12).

Obrázek 24: Vzor tabulky v listu MPSPP (Plochy mimo schůdnou a přístupnou porostní půdu)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	lokality	polid	id	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd		
2	60000137	1	1	0	0	335	28		
3	60000137	1	2	0	0	10	15		
4	60000137	1	3	0	0	20	14		
5	60000137	1	4	0	0	30	13.5		
6	60000137	1	5	0	0	47	13.4		
7	60000137	1	6	0	0	56	13.7		
8	60000137	1	7	0	0	70	14.8		
9	60000137	1	8	0	0	95	22		
10	60000137	1	9	93.1	14.8	120	14		
11	60000137	1	10	93.1	14.8	106	16		

5.13 Úpravy dat před výpočty

Korekce vzdálenosti vzorníků

Polohové údaje vzorníků pořízené přístrojem Trupulse360 jsou zatíženy nezanedbatelnou polohovou chybou. Konkrétně se jedná o údaj **vzd**, který po zaměření v terénu udává vzdálenost od vztažného bodu měření po odrazku umístěnou na výtyčce. Pro účely posouzení, zda vzorník je, či není v příslušné podploše, je však rozhodující vzdálenost od středu plochy po střed vodorovného průmětu vzorníku ve výšce 1,3 m nad zemí. Vzdálenost všech vzorníků tedy musí být zvětšena o jednu polovinu tloušťky. Pro korigovanou vzdálenost založíme v listu Vzorníky nový sloupec (mezi **vzd** a **d**) a nazveme jej **vzd_kor**. Do první buňky pod název sloupce zapíšeme vzorec: $=\text{ODMOCNINA}((\text{SIN}(\text{RADIANS}(E3))*F3+\text{SIN}(\text{RADIANS}(G3))*H3+\text{SIN}(\text{RADIANS}(G3))*(J3/2000))^2+(\text{COS}(\text{RADIANS}(E3))*F3+\text{COS}(\text{RADIANS}(G3))*H3+\text{COS}(\text{RADIANS}(G3))*(J3/2000))^2)$

Po stisknutí klávesy enter se hodnota vypočítá. Rozkopírováním do celého sloupce získáme hodnoty korigovaných vzdáleností. Funkce automaticky řeší i situaci, kdy vzorník byl zaměřován ze vztažného bodu mimo střed inventarizační plochy.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	stratum	lokality	cislo	dr_zkr	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	vzd_kor	d
2	1	60000001	1	SM	0	0	225	4.6	4.79	384
3	1	60000124	12	BK	0	0	126	2.23		70
4	1	60000523	6	BK	0	0	172	2.24		70
5	1	60000538	2	BK	0	0	311	1.79		70
6	1	60000538	3	BK	0	0	254	1.41		70

G	H	I	J	K	L	M
azim	vzd	vzd_kor	d	vz2	h	h_mod
225	4.6	4.79	384			
253	6.3	6.44	364.5			
284	7.8	8.07	481	1	32.6	
294	9.7	9.93	443			
341	11.4	11.67	479			
352	9.5	9.68	310.5			
80	9.6	9.80	332			
59	2.3	2.31	76.5			

Kontrola správnosti zahrnutí vzorníků do inventarizační podplochy

V tomto kroku musíme ověřit, zda se v terénu registrované vzorníky po korekci vzdálenosti neposunuly mimo příslušnou podplochu a zda vzorník stále splňuje podmínky pro měření výšky.

Pro ověření první podmínky vložíme podle následujícího vzoru nový sloupec, nazveme jej **vz1** a do první buňky pod název (K2) vložíme následující funkci:

$=\text{XLOOKUP}(J2;\text{FILTER}(\text{Design!D:D};\text{Design!A:A}=A2);\text{FILTER}(\text{Design!C:C};\text{Design!A:A}=A2);-1)>I2)$

Funkce ověří, zda po korekci vzdálenosti vzorník stále splňuje podmínky zahrnutí v listu Design. Pokud funkce vypíše výsledek PRAVDA, splňuje vzorník podmínky a je zahrnut do inventarizace. Vzorec v buňce K2 rozkopírujeme do celého sloupce pro všechny vzorníky.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
lo	dr_zkr	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	vzd_kor	d	vz1	vz2	h
	SM	0	0	225	4.6	4.79	384	PRAVDA		
	BK	0	0	253	6.3	6.44	364.5	PRAVDA		
	BK	0	0	284	7.8	8.07	481	PRAVDA	1	32.
	BK	0	0	294	9.7	9.93	443	PRAVDA		
	BK	0	0	341	11.4	11.67	479	PRAVDA		
	BK	0	0	352	9.5	9.68	310.5	PRAVDA		
	BK	0	0	80	9.6	9.80	332	PRAVDA		
	LP	0	0	59	2.3	2.31	76.5	PRAVDA		
	MD	0	0	152	8.7	8.85	283	NEPRAVDA		

Všechny záznamy, u kterých se v novém sloupci objevuje výsledek „NEPRAVDA“ představují situace, kdy je sice vzorník obrysem svého kmene ještě v inventarizační ploše, ale středem průmětu kmene již je mimo plochu. Protože je pro pozici důležitá poloha středu průmětu, tyto vzorníky z databáze nyní odstraníme. Kliknutím nahoře na panel nástrojů Data a ikonu filtru zapneme v listu možnost filtrovat záznamy. Nyní vyfiltrujeme všechny, u kterých je ve sloupci K hodnota NEPRAVDA.

Všechny tyto záznamy z databáze odstraníme smazáním celých řádků. Pak znovu stiskem na ikonu filtru zobrazíme zbylé záznamy.

Nyní provedeme kontrolu splnění podmínek pro zařazení do vzorníků 2. stupně. Obsah sloupce K vymažeme a sloupec nově nazveme vz2_kontrola. Do první buňky pod název vložíme následující vzorec:

$=A(J2/(20*ODMOCNINA(XLOOKUP(A2; RF!A:A; RF!B:B;; -1)))>=I2;P2=100;Q2=100;R2=100)$

Tato funkce kontroluje, zda vzorník splňuje podmínky maximální vzdálenosti na základě hodnot tloušťky a příslušného relaskopického faktoru v listu RF. Dále kontroluje, zda vzorník není pařezem, souší, či zlomem, nebo vývratem, které diskvalifikují ze skupiny vzorníků 2. stupně.

Vzorec rozkopírujeme do celého sloupce K pro všechny vzorníky. Ve výsledku si můžeme ověřit, zda všude, kde byl terénními měřiči kmen zařazen jako vzorník 2. stupně (indikováno hodnotou 1 ve sloupci L) je v kontrolním sloupci hodnota PRAVDA.

Formula: $=A(J2/(20*ODMOCNINA(XLOOKUP(A2; RF!A:A; RF!B:B;; -1)))>=I2;P2=100;Q2=100;R2=100)$

r	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	vzd_kor	d	vz2_kont	vz2	h	h_mod	%_norm_ob
	0	0	225	4.6	4.79	384	NEPRAVDA				70
	0	0	253	6.3	6.44	364.5	NEPRAVDA				
	0	0	284	7.8	8.07	481	NEPRAVDA	1	32.6		
	0	0	294	9.7	9.93	443	NEPRAVDA				
	0	0	341	11.4	11.67	479	NEPRAVDA				
	0	0	352	9.5	9.68	310.5	NEPRAVDA				
	0	0	80	9.6	9.80	332	NEPRAVDA				
	0	0	59	2.3	2.31	76.5	NEPRAVDA				
	0	0	170	9.6	9.85	548.5	NEPRAVDA				50
	0	0	347	2.12	2.19	140	PRAVDA	1	12.1		
	0	0	18	4.96	5.02	127	NEPRAVDA				
	0	0	194	3.43	3.53	200	NEPRAVDA		15		
	0	0	324	3.02	3.08	120	NEPRAVDA		11.3		
	0	0	341	5.77	5.88	220	NEPRAVDA		15.3		
	0	0	21	2.5	2.56	110	NEPRAVDA		11.5		
	0	0	68	4.92	5.00	150	NEPRAVDA				
	0	0	115	4.57	4.66	170	NEPRAVDA		11.3		
	0	0	136	3.71	3.79	160	NEPRAVDA				

Nyní eliminujeme případy, kdy tomu tak není. Vyfiltrujeme ve sloupci K případy NEPRAVDA a ve sloupci L pouze případy s hodnotami 1.

Formula: $=K1332$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	stratu	lokalit	ciš	dr_i	azim_r	vzd_r	az	vzd	vzd_kor	d	vz2_kont	v.v.	h	h_mi	%_norm_c	par	so	zl_vj	dv
4	1	60000001	3	BK	0	0	284	7.8	8.07	481	NEPRAVDA	1	32.6			100	100	100	100
88	1	60000124	11	BK	0	0	176	1.5	1.55	90	NEPRAVDA	1	12.5			100	100	100	100
241	1	60000575	4	BK	0	0	78	10.13	10.44	610	NEPRAVDA	1	45.8			100	100	100	100
569	1	60000755	4	BO	0	0	73	4.94	5.09	300	NEPRAVDA	1	27.3			100	100	100	100
752	1	60000775	27	SM	0	0	305	3.99	4.11	240	NEPRAVDA	1	24.8			100	100	100	100

V případě vzorových dat bylo nalezeno 5 vzorníků, u kterých korekce vzdálenosti o polovinu tloušťky kmene zneplatnila podmínky pro zařazení do vzorníků 2. stupně. U těchto vzorníků musíme smazat hodnoty 1 ve sloupci vz2 (červeně označené hodnoty). Hodnoty označíme jako blok a vymažeme. Stiskem klávesy delete. Poté vypneme filtr a smažeme celý sloupec K.

Výpočet hodnot modelových výšek

Pro výpočet závazných parametrů inventarizace musíme znát objem vzorníků. Objem je možné spočítat pomocí objemových funkcí, k tomu ale potřebujeme pro každý vzorník znát jeho výčetní tloušťku a výšku. Výšky jsou však měřeny pouze u vzorníků 2. stupně. Pro ostatní vzorníky 1. stupně musíme výšky dopočítat. Dále bude prezentován nejjednodušší způsob, jak získat modelové výšky. Tento způsob však rozhodně není způsobem jediným a pokud je uživatel metodiky dostatečně erudovaný, může využít pokročilejší techniky modelování výšek.

V prezentovaném postupu využijeme závislosti výše vzorníků 2. stupně v závislosti na jejich tloušťkách pro konstrukci výškové funkce. Její explicitní tvar pak využijeme pro modelování výšek chybějících.

Bude prezentován postup na příkladu jedné ze dřevin, postup se však musí opakovat pro všechny zastoupené dřeviny. Pokud jsou některé dřeviny málo četné (méně než 5 vzorníků), doporučujeme dřeviny slučovat podle klíče, který je uveden v Informačním standardu LH a výšky modelovat pro sdružené skupiny dřevin. Princip

sdužování dřevin pro použití lesnických tabulek je uveden pod následujícím odkazem: https://nli.gov.cz/wp-content/uploads/ISLH_CISELNIKY_LHPO_2025.xlsx. Odkaz vede do excelovského souboru, kde v listu DREVINY(3) je seznam všech dřevin a vpravo je uveden princip slučování pro Taxační tabulky a Růstové tabulky. Tento princip může uživatel využít pro sdužování dřevin pro konstrukci modelu výšek.

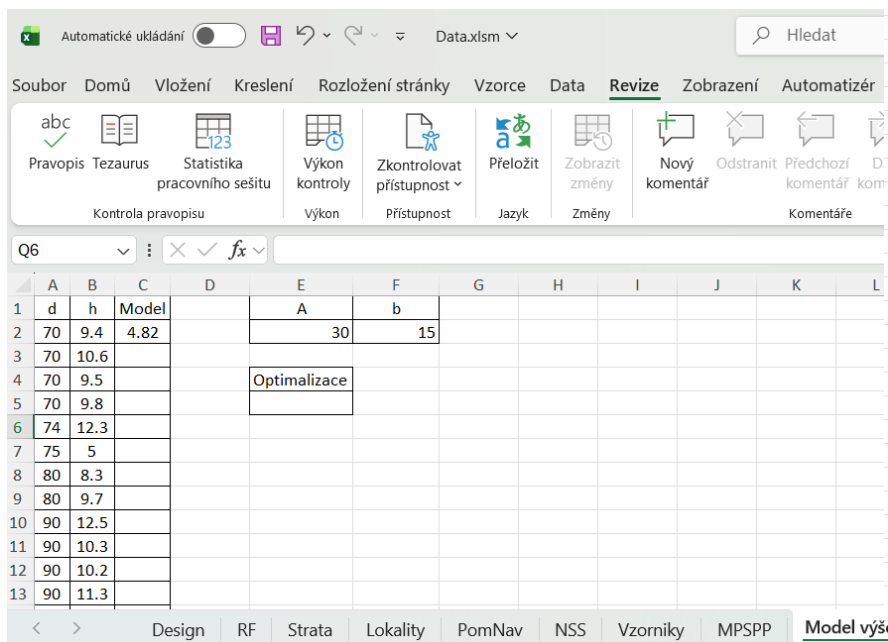
Prvním krokem k modelu výšek je vyfiltrování pouze jedné dřeviny v listu Vzorniky, seřazení záznamů vzestupně podle tloušťky (d) a vyfiltrování pouze záznamů, které mají v poli h vyplněnou hodnotu výšky.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	strata	lokalit	cis	dr_zkr	azim	vzd_r	az	vzd	vzd_kor	d	h	h_m	
5	1	60000538	2	BK	0	0	311	1.79	1.83	70		9.4	
6	1	60000538	3	BK	0	0	254	1.41	1.45	70		10.6	
7	1	60000679	10	BK	0	0	329	1.17	1.21	70		9.5	
8	1	60000693	8	BK	0	0	92	1.96	2.00	70		9.8	
32	2	40000011	3	BK	0	0	180	2.48	2.52	74		12.3	
36	1	60000563	14	BK	0	0	227	0.42	0.46	75	1	5	
52	1	60000137	15	BK	0	0	357	0.37	0.41	80	1	8.3	
79	1	60000679	11	BK	0	0	24	1.05	1.09	80	1	9.7	
89	1	60000124	11	BK	0	0	176	1.5	1.55	90		12.5	
96	1	60000523	3	BK	0	0	138	1.23	1.28	90	1	10.3	
97	1	60000538	1	BK	0	0	13	1.55	1.60	90		10.2	
98	1	60000679	6	BK	0	0	111	2.04	2.09	90		11.3	
110	1	60000523	1	BK	0	0	164	1.22	1.28	100	1	0	

V dalším kroku založíme nový dočasný list s názvem Model výšek. Vložíme do něj vyfiltrované hodnoty sloupců J a L z listu Vzorniky.

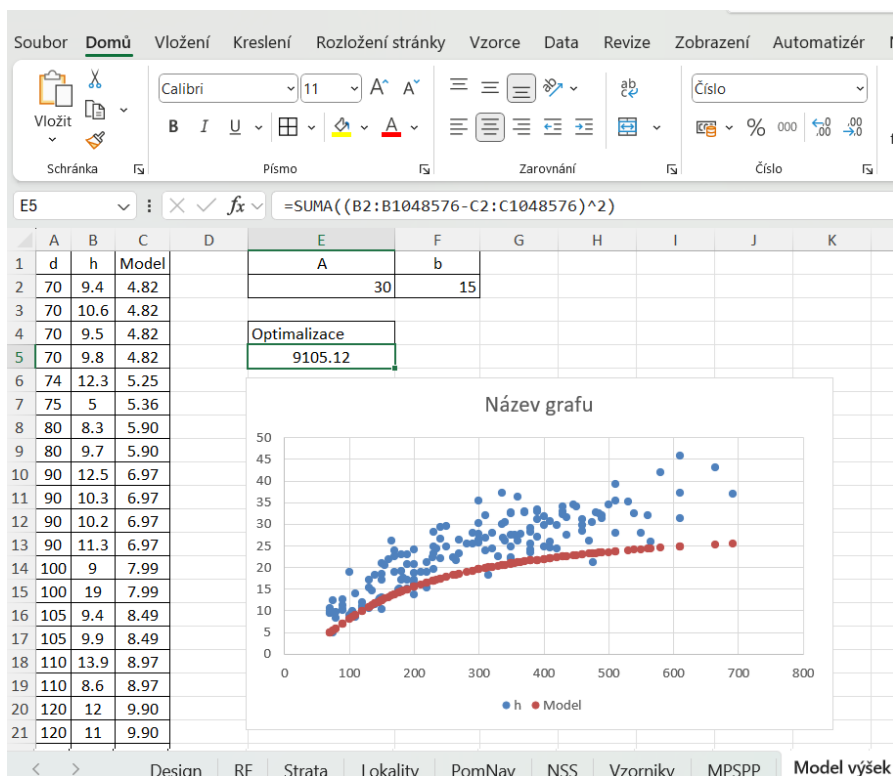
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	d	h									
2	70	9.4									
3	70	10.6									
4	70	9.5									
5	70	9.8									
6	74	12.3									
7	75	5									
8	80	8.3									
9	80	9.7									
10	90	12.5									
11	90	10.3									
12	90	10.2									

List Model výšek si dále upravíme podle vzoru na dalším obrázku. Do buňky C2 vložíme vzorec pro Michailoffovy výškové funkce $=1.3+ES2*EXP(-FS2*(A2/10)^{-1})$ a potvrdíme klávesou enter. Vzorec spočítá, zatím nepřesnou a neoptimalizovanou hodnotu výšky podle nahrubo nastavených koeficientů A a b v buňkách E2 a F2.

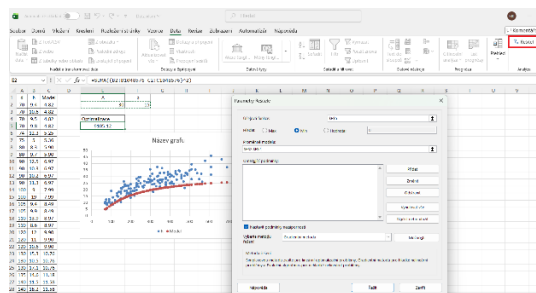
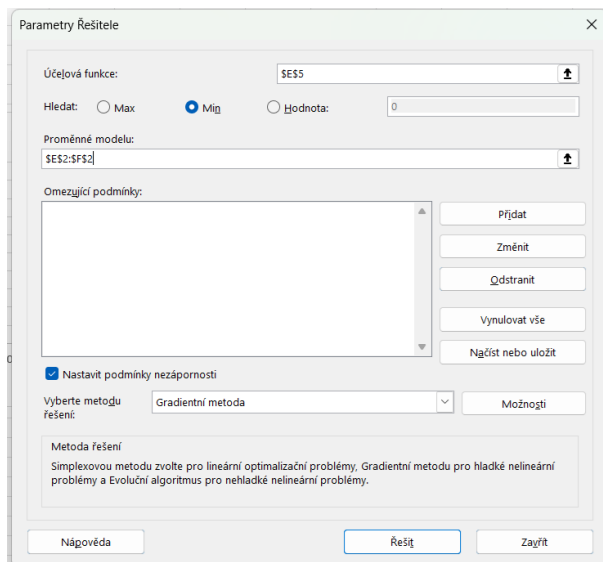


Hodnotu z buňky C2 nakopírujeme do řádků sloupce C ke všem dvojicím tloušťky a výšky. Do buňky E5 vložíme následující funkci: **=SUMA((B2:B1048576-C2:C1048576)^2)**

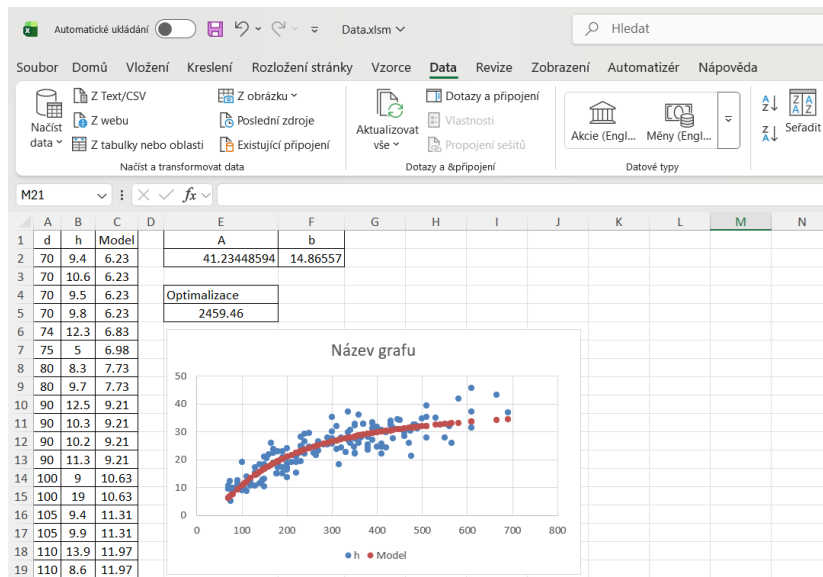
Tato funkce počítá sumu odchylek modelových hodnot ve sloupci C od skutečně změřených výšek ve sloupci B. Pro lepší vizualizaci vložíme do listu také XY bodový graf z dat sloupců A,B a C. Vizualizuje model výšek (červeně) nad daty změřenými (modré body).



Nyní můžeme využít funkci Řešitele v Excelu pro optimalizaci koeficientů funkce v buňkách A2 a B2 s cílem dosáhnout nejlepšího proložení naměřených dat funkcí a tím i minimální hodnoty optimalizačního kritéria. Funkce se vyvolá kliknutím na panel nástrojů Data a pak úplně vpravo na ikonu Řešitel.



Dialog Řešitele nastavíme podle vzoru a spustíme tlačítkem Řešit. Vizuálně zkontrolujeme úspěšnost procedury. Pokud se optimalizace povedla křivka nyní prochází středem bodového pole výšek. Optimalizované koeficienty A a b jsou nyní vše, co potřebujeme k vypočítání modelových výšek vzorníků buku v listu Vzorník.



Obecný zápis Michailoffovy výškové funkce je $h_{mod} = Ae^{-b(d/10)^{-1}}$. Koeficient A nyní máme k dispozici v buňce E2 a koeficient b v buňce F2. Když je vložíme do funkce, bude mít zápis $h_{mod} = 41.234e^{-14.866(\frac{d}{10})^{-1}}$. Za d dosadíme tloušťku stromu. Pokud zápis vložíme do listu Vzorníky, získáme modelovou výšku prvního buku.

Písmo	Zarovnání	Číslo	Styl								
fx =1.3+41.234*EXP(-14.866*(J5/10)^-1)											
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	C
dr_zkr	azim_r	vzd_r	az	vzd	vzd_kor	d	v	h	h_mod	%_norm_c	par
BK	0	0	311	1.79	1.83	70		9.4	6.23		10
BK	0	0	254	1.41	1.45	70		10.6			10
BK	0	0	329	1.17	1.21	70		9.5			10
BK	0	0	92	1.96	2.00	70		9.8			10

Rozkopírováním funkce do všech řádků s dřevinou buk získáme modelové výšky vzorníků buku. Uvedený postup je potřeba opakovat pro všechny dřeviny s využitím listu Model výšek.

Následující obrázek prezentuje stav, kdy jsou již modelové výšky spočítány u všech kmenů hroubí. Všechny vzorníky, které mají ve sloupci Parez hodnotu 200, nebo 300 modelovou výšku vyplněnou nemají, protože u pařezů se objem nevyšluse.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	stratum	lokality	cislo	dr_zkr	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	vzd_kor	d	vz2	h	h_mod	%_norm_obj	v_mod	v_m	parez	sous	zl_vyvr	dvoj
2	1	60000754	2	KL	0	0	206	2.7	2.74	70		9.7	6.56				100	100	100	100
3	1	60000124	12	BK	0	0	126	2.23	2.27	70							200			
4	1	60000523	6	BK	0	0	172	2.24	2.28	70			6.23				100	100	100	100
5	1	60000538	2	BK	0	0	311	1.79	1.83	70		9.4	6.23				100	100	100	100
6	1	60000538	3	BK	0	0	254	1.41	1.45	70		10.6	6.23				100	100	100	100
7	1	60000679	10	BK	0	0	329	1.17	1.21	70		9.5	6.23				100	100	100	100
8	1	60000693	8	BK	0	0	92	1.96	2.00	70		9.8	6.23				100	100	100	100
9	2	40000013	16	LP	0	0	249	1.41	1.45	70			6.56				100	100	100	100
10	2	30000245	2	DBZ	0	0	48	1.16	1.20	71			6.69				100	100	100	100
11	2	30000234	2	DBZ	0	0	309	1.23	1.27	73		7.8	6.94				100	100	100	100
12	1	60000699	12	BK	0	0	138	0.7	0.74	70							200			
13	2	30000227	2	DBZ	0	0	39	2.64	2.68	75		8.9	7.20				100	100	100	100
14	1	60000001	8	LP	0	0	59	2.3	2.31	76.5			7.39				100	100	100	100
15	1	60000589	11	BK	0	0	258	0.9	0.94	73							200			
16	2	40000035	10	LP	0	0	230	1.98	2.02	77		8	7.45				100	100	100	100
17	2	30000218	5	LTX	0	0	221	2.49	2.53	79		12.6	7.70				100	100	100	100

Výpočet objemů vzorníků

Pro výpočet objemů se v provozní inventarizaci využívají objemové funkce publikované autory Petráš a Pajtlík (1991). Některé z funkcí však již byly poupraveny a využívají se ve změněné podobě. Pro účely metodiky jsme do prostředí MS Excel převedli zápisy funkcí, které jsou součástí Informačního standardu LH (https://nli.gov.cz/wp-content/uploads/ISLH_LHPO_2026.xlsx). Jde o odkaz na excelovský soubor, kde v listu CSOT je zápis kódu objemových funkcí. Zápis funkce pro MS Excel je velmi dlouhý, a proto jej uvádíme v příloze (11.5).

Pro využití k výpočtům objemů kmenů hroubí je nutno celý text přílohy 11.5 zkopírovat do schránky, dále v listu Vzorníky stisknout klávesovou zkratku Alt+F11, která vyvolá prostředí Visual Basic pro MS Excel. Vlevo nahoře je vidět seznam listů souboru. Po kliknutí pravým tlačítkem myši na tento seznam se rozbalí kontextová nabídka, kde je nutno vybrat Insert -> Module. Do volné plochy vpravo nahoře stiskem Ctrl+V vloží uživatel z přílohy zkopírovaný zápis funkce na výpočet objemu.

```

Public Function CSOT(dr As String, d As Double, h As Double, objem As String, kura As String) As Double
Dim sk_drev As String, p0 As Double, p1 As Double, p2 As Double, p3 As Double, p4 As Double, p5 As Double, p6 As Double, p7 As Double, p8 As Double
Dim pb2 As Double
Select Case dr
Case "pg"
sk_drev = "DG"
Case "AK"
sk_drev = "AK"
Case "BB", "BK", "BRK", "HR", "JB", "JV", "JVJ", "JVX", "KJ", "KL", "KS", "LP", "LPS", "LPV", "LTX", "MK", "STR", "TR"
sk_drev = "BK"
Case "BKS", "BL", "BO", "BOC", "BOP", "BOX", "IMB", "VJ"
sk_drev = "BO"
Case "BR", "BRP", "JR"
sk_drev = "BR"
Case "CER", "EB", "DBB", "DBC", "DBP", "DBS", "DBX", "DBZ", "JL", "JLH", "JLV", "OR", "ORC", "PL", "SOL"
sk_drev = "DB"
Case "HB"
sk_drev = "HB"
Case "JD", "JJD", "JDK", "JDO", "JDV", "JDX"
sk_drev = "JD"
Case "JIV", "IMX", "OS", "PJ", "TE", "TEC", "TES", "TEK", "VR"
sk_drev = "TE"
Case "JS", "JSA", "JSU"
sk_drev = "JS"
Case "JX", "SM", "SMC", "SMB", "SMO", "SMP", "SMS", "SMX", "SOJ"
sk_drev = "SM"
Case "MD", "MDX"
sk_drev = "MD"
Case "OL", "OLS", "OLE"
sk_drev = "OL"
End Select
v = 0: vdbt = 0: vdbx = 0
If sk_drev = "SM" Then
If kura = "sk" Then
p0 = 0.00004013841: p1 = 1.821816: p2 = 1.132062
If objem = "hr" Then
p3 = 0.00928540767: p4 = -1.02037409: p5 = 0.896100664
End If
End If
If kura = "bk" Then
p0 = 0.000031989: p1 = 1.8465: p2 = 1.1474:
If objem = "hr" Then
p3 = 0.00829054252: p4 = -1.02037409: p5 = 0.896100664
End If
End If

```

Celý dialog MS VBA můžeme nyní zavřít křížkem na obrazovce vpravo nahoře.

V listu Vzorniky si nyní vložíme dvě výpočtová pole s názvy v_mod a v_m. Pole v_mod bude obsahovat vypočítaný objem vzorníku na základě tloušťky d a modelové výšky h_mod. Pole v_m bude obsahovat objemy vzorníků 2. stupně s využitím skutečně změřené výšky. Zapneme filtrování záznamů a ve sloupci h_mod odfiltrujeme prázdné záznamy. Do buňky O2 vložíme zápis funkce na výpočet objemu kmene hroubí =KDYŽ(N2="" ;CSOT(D2;J2/10;M2;"hr";"bk");CSOT(D2;J2/10;M2;"hr";"bk"))*(N2/100)

Funkce kontroluje, zda se ve sloupci vyskytuje nějaká hodnota % normálního objemu. Pokud najde záznam, redukuje touto hodnotou vypočítaný objem hroubí vzorníku.

Rozkopírováním do celého sloupce vypočítáme modelové objemy vzorníků.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	V
1	strata	lokalita	cis	dr_z	azim_r	vzd_r	azi	vzc	vzd_kor	d	vz2	h	h_mc	% norm o	v_mc	v_m	par	sol	zl	vy	dvi		
2	1	60000754	2	KL	0	0	206	2.7	2.74	70		9.7	6.56	0.008			100	100	100	100			
4	1	60000523	6	BK	0	0	172	2.24	2.28	70			6.23	0.007			100	100	100	100			
5	1	60000538	2	BK	0	0	311	1.79	1.83	70		9.4	6.23	0.007			100	100	100	100			
6	1	60000538	3	BK	0	0	254	1.41	1.45	70		10.6	6.23	0.007			100	100	100	100			
7	1	60000679	10	BK	0	0	329	1.17	1.21	70		9.5	6.23	0.007			100	100	100	100			
8	1	60000693	8	BK	0	0	92	1.96	2.00	70		9.8	6.23	0.007			100	100	100	100			
9	2	40000013	16	LP	0	0	249	1.41	1.45	70			6.56	0.008			100	100	100	100			
10	2	30000245	2	DBZ	0	0	48	1.16	1.20	71			6.69	0.005			100	100	100	100			
11	2	30000234	2	DBZ	0	0	309	1.23	1.27	73		7.8	6.94	0.005			100	100	100	100			
13	2	30000227	2	DBZ	0	0	39	2.64	2.68	75		8.9	7.20	0.006			100	100	100	100			
14	1	60000001	8	LP	0	0	59	2.3	2.31	76.5			7.39	0.012			100	100	100	100			
16	2	40000035	10	LP	0	0	230	1.98	2.02	77		8	7.45	0.012			100	100	100	100			
17	2	30000218	5	LTX	0	0	221	2.49	2.53	79		12.6	7.70	0.014			100	100	100	100			
18	2	30000234	1	DBZ	0	0	52	1.98	2.02	79		7	7.70	0.008			100	100	100	100			
19	1	60000109	22	SM	0	0	237	2.16	2.20	80			7.82	0.014			100	100	100	100			
20	2	30000226	3	KL	0	0	319	2.26	2.30	81		12.7	7.95	0.016			100	100	100	100			
21	2	30000235	14	HB	0	0	203	0.39	0.43	83		11.2	8.19	0.01			100	100	100	100			
22	2	40000020	2	BO	0	0	56	1.89	1.93	86		8	8.55	0.011			100	100	100	100			
23	2	40000013	15	LP	0	0	320	2.48	2.52	87		9.4	8.67	0.021			100	100	100	100			
24	2	30000240	14	TR	0	0	59	2.75	2.80	90		10.6	9.02	0.023			100	100	100	100			

Nyní filtr zrušíme a zapneme znovu, tentokrát pro sloupec K s hodnotami vz2. Tento sloupec indikuje vzorníky 2. stupně. Odfiltrováním prázdných hodnot zobrazíme jen záznamy vzorníků 2. stupně. Do první buňky ve sloupci P vložíme funkci:

$$=KDYŽ(N28="" ;CSOT(D28;J2/10;L28;"hr";"bk");CSOT(D28;J28/10;L28;"hr";"bk"))*(N28/100)$$

Pozor, pokud má uživatel metodiky po vyfiltrování jako první řádek s jiným číselným indexem, než je tomu v našem příkladu (28. řádek), je potřeba upravit indexy řádků ve vloženém vzorci. I zde funkce ověřuje, zda se ve sloupci N vyskytuje nějaká hodnota % normálního objemu. Pokud najde záznam, redukuje touto hodnotou vypočítaný objem hroubí vzorníku v_m. Funkce dále přijímá parametry „hr“ pro výpočet objemu hroubí a parametr „bk“ pro výpočet objemu bez kůry.

Rozkopírováním vzorce do celého sloupce vypočítáme objemy vzorníků s využitím měřených výšek v_m.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	V
1	stratu	lokality	cis	dr_z	azim_ri	vzd_ri	azi	vzc	vzd_kor	d	vz2	h	h_mc	% norm o	v_mc	v_m	pari	so	zl_vy	dvi		
28	2	30000218	1	BO	0	0	185	0.77	0.82	94	1	6.6	9.47		0.018	0.001	100	100	100	100		
36	1	60000563	14	BK	0	0	227	0.42	0.46	75	1	5	6.98		0.011	0.006	100	100	100	100		
37	1	60000520	10	KL	0	0	178	0.36	0.41	100	1	14.7	10.12		0.034	0.020	100	100	100	100		
39	1	60000632	2	MD	0	0	153	1.6	1.65	100	1	11.6	10.12		0.026	0.014	100	100	100	100		
52	1	60000137	15	BK	0	0	357	0.37	0.41	80	1	8.3	7.73		0.015	0.022	100	100	100	200		
73	1	60000109	11	SM	0	0	271	1.73	1.79	120	1	12	12.09		0.058	0.024	100	100	100	100		
77	1	60000679	9	KL	0	0	194	1.83	1.89	120	1	10.4	12.09		0.06	0.381	100	100	100	100		
79	1	60000679	11	BK	0	0	24	1.05	1.09	80	1	9.7	7.73		0.015	0.018	100	100	100	100		
96	1	60000523	3	BK	0	0	138	1.23	1.28	90	1	10.3	9.20		0.024	0.019	100	100	100	100		
110	1	60000523	4	BK	0	0	164	1.23	1.28	100	1	9	10.62		0.035	0.046	100	100	100	100		
124	1	60000563	7	BK	0	0	169	1.19	1.24	105	1	9.4	11.31		0.042	0.024	100	100	100	100		
127	1	60000755	11	BK	0	0	215	1.62	1.67	105	1	9.9	11.31		0.042	0.029	100	100	100	100		
132	1	60000576	13	BK	0	0	339	1.65	1.71	110	1	8.6	11.97		0.049	0.045	100	100	100	100		
165	1	60000523	1	BK	0	0	267	2.13	2.20	140	1	11.5	15.56		0.106	0.063	100	100	100	200		
185	1	60000563	10	BK	0	0	309	2.28	2.36	150	1	13	16.61		0.13	0.076	100	100	100	100		
192	1	60000755	5	BK	0	0	79	2.36	2.44	150	1	17.2	16.61		0.13	0.116	100	100	100	100		
202	1	60000662	6	BK	0	0	129	1.96	2.04	155	1	20.5	17.10		0.143	0.148	100	100	100	100		
220	1	60000116	2	BK	0	0	22	1.57	1.66	170	1	18.9	18.50		0.186	1.544	100	100	100	100		
235	1	60000137	13	BK	0	0	322	1.6	1.70	190	1	20.8	20.16		0.253	0.822	100	100	100	100		
237	1	60000699	10	BK	0	0	90	1.83	1.93	190	1	17.2	20.16		0.253	0.153	100	100	100	100		

Soubor je potřeba v tomto kroku uložit. Před uložením je potřeba vypnout všechny filtry a v listu Vzorníky nechat záznamy seřadit podle strata a čísla stromu.

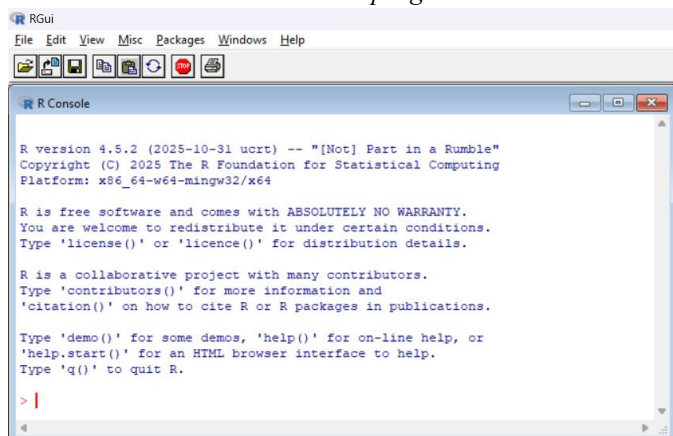
Výpočet ploch zón zahrnutí vzorníků 1. a 2. stupně

Posledním krokem přípravy dat před vlastními výpočty cílových parametrů inventarizace je nutno zjistit plochy zón zahrnutí vzorníků. Tato problematika již byla teoreticky vysvětlena v kapitole 3.28 a dále byl v kapitole 4.3.11 popsán a názorně ukázán systém sběru údajů pro úspěšný výpočet ploch zón zahrnutí. Princip konstrukce zón zahrnutí a jejich redukce plochou mimo zařizovaný celek, mimo stratum, nebo mimo přístupnou a schůdnou porostní půdu je vizualizován na obrázku č. Obrázek 13.

Pro tento účel není bohužel možné využít program MS Excel, protože by to bylo příliš zdouhavé a komplikované.

Daleko lépe se na tento úkol hodí program R. Ten je nutno před následujícími kroky nainstalovat z webové stránky <https://cran.r-project.org/>. Po instalaci a spuštění programu se zobrazí úvodní obrazovka. Program se ovládá z příkazového řádku.

Obrázek 25: Úvodní obrazovka programu R



Stiskem kláves Ctrl+L se úvodní obrazovka vyčistí. Program pro práci bude potřebovat stáhnout příslušné balíčky funkcí pro zpracování potřebných úkolů. Celý kód je potřeba zkopírovat do schránky a vložit do prostředí R.

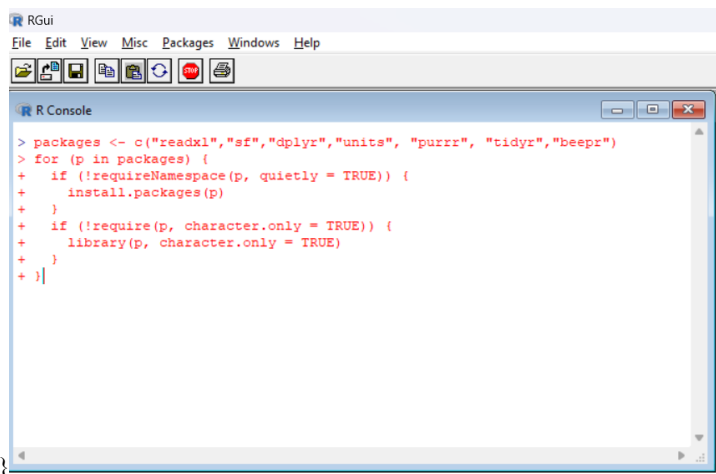
```

packages <- c("readxl","sf","dplyr","units","purrr","tidyr","beep","writexl")
for (p in packages) {
    
```

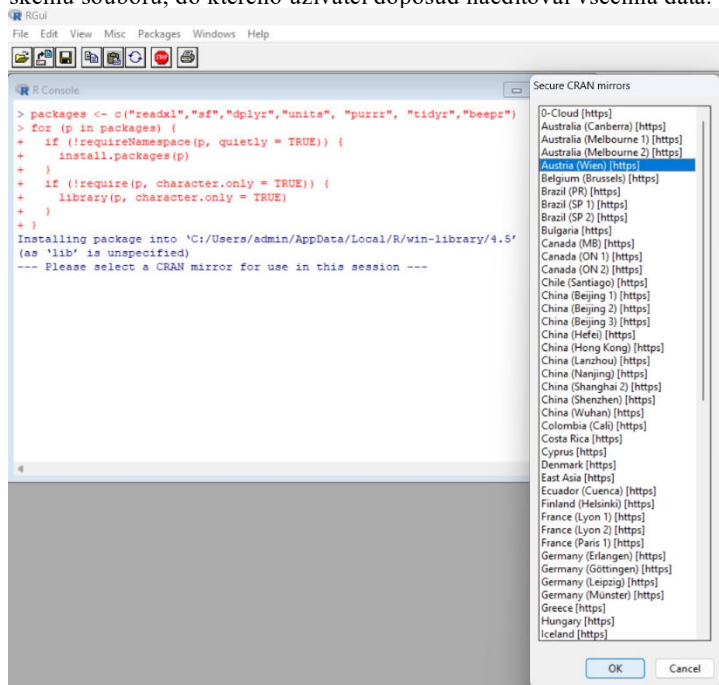
```

if (!requireNamespace(p, quietly = TRUE)) {
  install.packages(p)
}
if (!require(p, character.only = TRUE)) {
  library(p, character.only = TRUE)
}

```



Stiskem klávesy Enter se spustí stahování balíčků a jejich instalace. Je potřeba mít pro tento úkol počítač připojený k internetu a dále mít práva k instalaci software. Program uživatele vyzve k výběru serveru, ze kterého může balíčky stáhnout. Je dobré volit nejbližší destinaci, například Rakousko (Austria). A potvrdit stiskem klávesy OK. Program se zeptá na cestu k excelovskému souboru, do kterého uživatel doposud naeditoval všechna data.



Po potvrzení R nainstaluje všechny potřebné funkcionality pro provedení úkolu. V posledním kroku je potřeba do R vložit kód, který je součástí přílohy č. 11.6. Po vložení se kód provede v kuse bez zastávky. Z důvodu bezpečnosti uchovávaných dat R výstupní data uloží do samostatného souboru „Zóny zahrnutí.xlsx“ do téhož adresáře, odkud načetl vstupní data. Tento soubor je seřazen ve stejném pořadí, jako vstupní soubor, ve kterém jsou všechna data inventarizace. Proto nyní můžeme v listu Vzorníky založit dvě nová pole zz1 a zz2 a nakopírovat sem obsah identických sloupců v nově vytvořeném souboru Vzorníky zahrnutí.xlsx.

Metodika optimalizace sběru dat a standardizovaného vyhodnocení statistické provozní inventarizace pro výstupy do LHP

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	stratum	lokality	cislo	dr_zkr	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	vzd_kor	d	vz2	h	h_mod	%_norm_obj	v_mod	v_m	zz1	zz2	parez	sous	zl_vyvr	dvoj
2	1	60000001	1	SM	0	0	225	4.6	4.79	384			22.86	70	0.71472		0.04988		100	200	100	100
3	1	60000001	2	BK	0	0	253	6.3	6.44	364.5							0.04988		300			
4	1	60000001	3	BK	0	0	284	7.8	8.07	481		32.6	31.57		2.72728		0.04988		100	100	100	100
5	1	60000001	4	BK	0	0	294	9.7	9.93	443			23.9		1.74809		0.04988		100	100	100	100
6	1	60000001	5	BK	0	0	341	11.4	11.67	479			23.6		2.0404		0.04988		100	100	100	100
7	1	60000001	6	BK	0	0	352	9.5	9.68	310.5			9.4		0.33336		0.04988		100	100	100	100
8	1	60000001	7	BK	0	0	80	9.6	9.80	332			21.9		0.8741		0.04988		100	100	100	100
9	1	60000001	8	LP	0	0	59	2.3	2.31	76.5			7.39		0.01209		0.00283		100	100	100	100
10	1	60000001	10	MD	0	0	170	9.6	9.85	548.5			24.99	50	0.8868		0.04988		100	100	500	100
11	1	60000109	1	MD	0	0	347	2.12	2.19	140	1	12.1	13.76		0.07511	0.058	0.01539	0.002	100	100	100	100
12	1	60000109	2	BK	0	0	18	4.96	5.02	127							0.01539		300			
13	1	60000109	3	MD	0	0	194	3.43	3.53	200		15	17.44		0.19393		0.01539		100	100	100	100
14	1	60000109	4	SM	0	0	324	3.02	3.08	120		11.3	12.09		0.05802		0.01539		100	100	100	100
15	1	60000109	5	BK	0	0	341	5.77	5.88	220		15.3	22.28		0.37668		0.01539		100	100	100	100
16	1	60000109	6	SM	0	0	21	2.5	2.56	110		11.5	11.15		0.04433		0.00283		100	100	100	100
17	1	60000109	7	MD	0	0	68	4.92	5.00	150			14.50		0.09128		0.01539		100	100	100	100
18	1	60000109	8	MD	0	0	115	4.57	4.66	170		11.3	15.81		0.12804		0.01539		100	100	100	100
19	1	60000109	9	SM	0	0	136	3.71	3.79	160			15.18		0.13037		0.01539		100	100	100	100
20	1	60000109	10	MD	0	0	256	3.86	3.93	140			13.76		0.07511		0.01539		100	100	100	100
21	1	60000109	11	SM	0	0	271	1.73	1.79	120	1	12	12.09		0.05802	0.024	0.01539	0.001	100	100	100	100
22	1	60000109	12	SM	0	0	151	0.83	0.90	130	1	12.4	12.96		0.07348	0.115	0.01539	0.001	100	100	100	100
23	1	60000109	13	MD	0	0	91	4.22	4.28	120		9.6	12.09		0.04731		0.01539		100	100	100	100

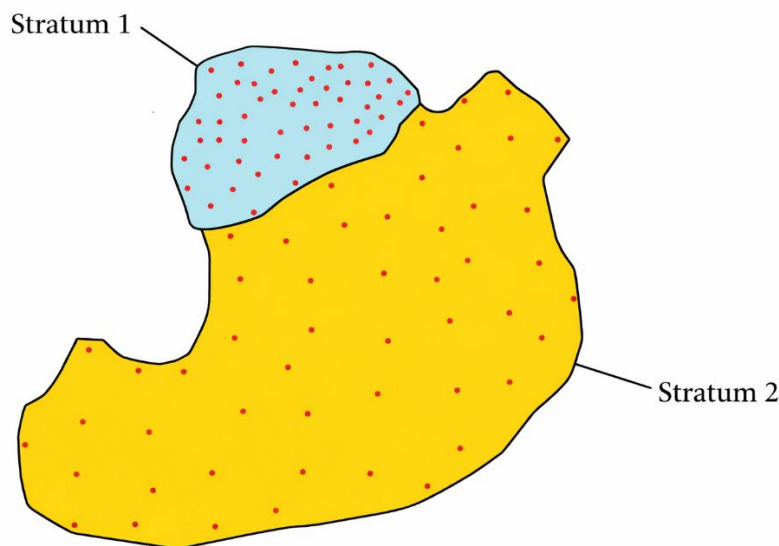
Výsledné zóny zahrnutí jsou uvedeny v hektarech. Tím úpravy dat končí.

5.2 Matematicko-statistický aparát a popis kroků algoritmu pro standardizované zpracování dat SPI pro výstupy do LHP

V následující kapitole popisujeme vzorcový aparát pro vyhodnocení dat inventarizace trvalých zkušných ploch. Vzorcový aparát prezentujeme na názorných příkladech pro lepší porozumění.

Předpokládejme inventarizovaný celek s plochou přístupné a schůdné porostní půdy 520 ha. Tento celek je rozdělený do dvou strat. První z nich, stratum 1, má plochu přístupné a schůdné porostní půdy (dále jen plochu) 95 ha. Druhé stratum má plochu 425 ha. Každé z obou strat je pokryto sítí 50 inventarizačních lokalit, viz obr. č. Obrázek 26.

Obrázek 26: Příklad celku se dvěma straty



Design inventarizačních lokalit, počet kruhových podploh a relaskopický faktor jsou u všech lokalit na obou stratech stejné. Strata se liší pouze hustotou inventarizační sítě. Každá lokalita obou strat obsahuje pouze jednu inventarizační plochu se středem, který je identický se středem inventarizační lokality. Inventarizační plocha má tři podplochy, jejichž definice spolu s uvedením prahových tloušťek jsou uvedeny v tabulce č. 2. Na příkladu tohoto designu si ukážeme principy výpočtu jednotlivých výstupních parametrů inventarizace.

Pro první krok vyberme první inventarizační lokalitu strata 1. Na datech této inventarizační lokality bylo registrováno 21 živých kmenů hroubí a 1 pařez. Pro každý kmen hroubí (pařez) existuje databázový záznam. Soupis dat kmenů a pařezů příkladové lokality obsahuje příklad v následující tabulce.

Tabulka 7: Datový záznam vzorové lokality s doplněnými hodnotami modelových výšek objemů hroubí a ploch zón zahrnutí

stratum	lokality	cisto	dr_zkr	azim_ref	vzd_ref	azim	vzd	vzd_kor	d	vz2	h	h_mod	%_norm_obj	v_mod	v_m	zz1	zz2	parez	sous	zl_vyvr	doj
1	60000109	1	MD	0	0	347	2.1	2.19	140	1	12.1	13.76		0.075	0.064	0.015	0.002	100	100	100	100
1	60000109	2	BK	0	0	18	5	5.02	127							0.015		300			
1	60000109	3	MD	0	0	194	3.4	3.53	200		15	17.44		0.194		0.015		100	100	100	100
1	60000109	4	SM	0	0	324	3	3.08	120		11.3	12.09		0.058		0.015		100	100	100	100
1	60000109	5	BK	0	0	341	5.8	5.88	220		15.3	22.28		0.377		0.015		100	100	100	100
1	60000109	6	SM	0	0	21	2.5	2.56	110		11.5	11.15		0.044		0.003		100	100	100	100
1	60000109	7	MD	0	0	68	4.9	5.00	150			14.50		0.091		0.015		100	100	100	100
1	60000109	8	MD	0	0	115	4.6	4.66	170		11.3	15.81		0.128		0.015		100	100	100	100
1	60000109	9	SM	0	0	136	3.7	3.79	160			15.18		0.130		0.015		100	100	100	100
1	60000109	10	MD	0	0	256	3.9	3.93	140			13.76		0.075		0.015		100	100	100	100
1	60000109	11	SM	0	0	271	1.7	1.79	120	1	12	12.09		0.058	0.058	0.015	0.001	100	100	100	100
1	60000109	12	SM	0	0	151	0.8	0.90	130	1	12.4	12.96		0.073	0.070	0.015	0.001	100	100	100	100
1	60000109	13	MD	0	0	91	4.2	4.28	120		9.6	12.09		0.047		0.015		100	100	100	100
1	60000109	14	MD	0	0	42	5.7	5.76	160			15.18		0.109		0.015		100	100	100	100
1	60000109	16	SM	0	0	288	4.7	4.72	120			12.09		0.058		0.015		100	100	100	100
1	60000109	17	SM	0	0	268	3.1	3.13	120			12.09		0.058		0.015		100	100	100	100
1	60000109	19	SM	0	0	204	5.6	5.64	120		11.3	12.09		0.058		0.015		100	100	100	100
1	60000109	20	SM	0	0	166	6.6	6.67	120			12.09		0.058		0.015		100	100	100	100
1	60000109	21	MD	0	0	189	6.4	6.47	150			14.50		0.091		0.015		100	100	100	100
1	60000109	22	SM	0	0	237	2.2	2.20	80			7.82		0.014		0.003		100	100	100	100

Na vzorové datové sadě inventarizační lokality si můžeme vysvětlit některé základní výpočty probíhající na úrovni jednotlivých vzorníků – kmenů hroubí (pařezů).

5.2.4 Výpočet lokální hustoty zásoby hroubí pro současnou inventarizaci

Zásoba hroubí inventarizační plochy v současné inventarizaci je součet objemů všech kmenů hroubí na inventarizační ploše v současné inventarizaci. Pro výpočet se používá objemů vzorníků 1. stupně s korekcí pomocí vzorníků 2. stupně. K součtu modelových objemů vzorníků 1. stupně se přičte součet rozdílů skutečných a modelových objemů vzorníků 2. stupně podle vzorce č. přílohy č. 6 vyhlášky:

$$\check{Z}(x_i) = \sum_{i \in S_1(x_i)} \frac{I_i^{\check{Z}} \check{v}_i^*}{\lambda(K_i \cap F \cap A)} + \sum_{j \in S_2(x_i)} \frac{I_j^{\check{Z}} (\check{v}_j - \check{v}_j^*)}{\lambda(K_j^* \cap F \cap A)}$$

Dvě tečky nad symbolem Z (zásoba) indikují, že se jedná o druhou, tedy současnou inventarizaci. Symbol x_i reprezentuje konkrétní, v našem případě příkladovou inventarizační plochu. Symbol s_1 představuje množinu vzorníků 1. stupně, tedy všechny kmeny hroubí. Indikátorová proměnná $I_i^{\check{Z}}$ vymezuje z množiny s_1 pouze vzorníky, které jsou živé, či suché kmeny hroubí. Tím, že se objem kmene \check{v}_i^* dělí jmenovatelem $\lambda(K_i \cap F \cap A)$, což je zóna zahrnutí 1. stupně, dojde k přepočtu objemu kmene na jeden hektar schůdné a přípustné plochy strata. První část vzorce, pracující s proměnnými s indexem i , je součtem modelových objemů, tj. objemů zjištěných z modelových výšek vzorníků 1. stupně (množina s_1). Pro naše vzorová data uvedená v tabulce č. Tabulka 7 bude první část vzorce vypadat takto:

$$\sum_{i \in S_1(x_i)} \frac{I_i^{\check{Z}} \check{v}_i^*}{\lambda(K_i \cap F \cap A)} = \frac{0,075}{0,015} + \frac{1,194}{0,015} + \frac{0,058}{0,015} + \dots + \frac{0,058}{0,015} + \frac{0,091}{0,015} + \frac{0,014}{0,003} = 133,65 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Do výpočtu jsou zahrnuty pouze vzorníky, které byly na ploše v současné inventarizaci registrovány jako kmeny hroubí.

Výpočet druhé části vzorce bude na vzorových datech vypadat takto:

$$\sum_{j \in S_2(x_i)} \frac{I_j^{\check{Z}} (\check{v}_j - \check{v}_j^*)}{\lambda(K_j^* \cap F \cap A)} = \frac{0,058 - 0,058}{0,0013} + \frac{0,070 - 0,073}{0,0013} = -2,91 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Do tohoto výpočtu vstupují pouze vzorníky 2. stupně. Ve vzorových datech máme pro prvotní inventarizaci pouze dva vzorníky 2. stupně (kmeny č. 11 a 12). Jejich přesně zjištěný objem $0,127 \text{ m}^3$ je menší, než objem modelový ($0,131 \text{ m}^3$). Jejich rozdíl, tedy korekce objemu modelového na přesný, se dělí plochou zóny zahrnutí vzorníku 2. stupně ($0,0013$). Výsledná korekce se přičte k výsledku první části rovnice. Výsledkem je lokální hustota zásoby hroubí pro naši inventarizační plochu:

$$\check{Z}(x_l) = 133,65 + (-2,91) = 130,74 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Výsledná hodnota je tzv. lokální hustotou zásoby hroubí vztažená k inventarizační lokalitě našich vzorových dat tabulky Tabulka 7.

5.2.5 Výpočet lokální hustoty celkového běžného přírůstu

Protože se v případě našich vzorových dat jedná o poprvé inventarizovanou plochu, nemůžeme celkový běžný přírůst vypočítat. Na výpočet je totiž potřeba obou inventarizací. Pro případ prvotní inventarizace vyhláška 84/1996 Sb. v platném znění připouští expertní odhad celkového běžného přírůstu. Jeho výše však nesmí překročit hodnotu maximálního celkového běžného přírůstu uvedeného v tabulce č. 1 přílohy č. 6 vyhlášky. Hodnota maximálního CBP se zde odvodí v závislosti na nadmořské výšce středu inventarizační plochy a jeho příslušnosti k ekologické řadě podle Lesnicko-typologického klasifikačního systému ČR.

Tabulka 8: Maximální celkový běžný přírůst v dle přílohy č. 6 vyhlášky 84/1996 Sb.

Nadmořská výška středu inventarizační plochy [m n. m.]	Příslušnost středu inventarizační plochy k ekologické řadě typologického systému							
	extrémní	kyselá	živná	obohacená humusem	obohacená vodou	oglejená	podmáčená	rašelinná
pod 400			8,3		9,7	8,2		
400 do 700	5	11,1	11,1	9,7	11,1		8,2	5,3
700 a výš		9,7						

Pro případ naší lokality je nadmořská výška 439 m a LT je 3A9. Jedná se tedy o ekologickou řadu obohacenou humusem a výškové pásmo 400 – 700 m, což odpovídá maximálnímu CBP = 9,7 m³/ha/rok.

Pokud bychom pracovali s opakovanou inventarizací, pro výpočet by se použil klasický vzorec kontrolních metod:

$$CBP(x_l) = \frac{[\check{Z}(x_l) - \check{Z}(x_l) + t(x_l)]}{l(x_l)}$$

Člen $l(x_l)$ ve jmenovateli zlomku představuje délku periody mezi současnou a opakovanou inventarizací konkrétní inventarizační plochy (udává se s přesností na 1 desetinné číslo), $\check{Z}(x_l)$ je zásoba hroubí konkrétní plochy v současné inventarizaci, $\check{Z}(x_l)$ je zásoba plochy v minulé inventarizaci a $t(x_l)$ je objem těžby na ploše mezi oběma inventarizacemi.

5.2.6 Výpočet lokální hustoty maximální celkové výše těžby

Nyní máme na úrovni inventarizační plochy kompletní informace k výpočtu lokální hustoty maximální celkové výše těžby:

$$CVT(x_l) = l \times f_t \times \left[CBP(x_l) + \frac{\check{Z}(x_l) - Z_c(x_l)}{a(x_l)} \right]$$

Základem výpočtu je celkový běžný přírůst, který se koriguje rozdílem mezi skutečnou zásobou $\check{Z}(x_l)$ a cílovou zásobou $Z_c(x_l)$ děleným délkou tzv. vyrovnávací doby $a(x_l)$. Takto zjištěný etát je následně ještě násoben délkou platnosti plánu l (zpravidla 10 let) a upraven pomocí tzv. koeficientu nesouladu těžby f_t .

Cílová zásoba $Z_c(x_l)$ se pro každou inventarizační plochu stanoví expertně, nesmí však klesnout pod minimální hodnotu uvedenou v tabulce č. 2 přílohy č. 6 vyhlášky. Zde se odvodí podle příslušnosti středu plochy k ekologické řadě a kategorii nadmořské výšky.

Tabulka 9: Minimální cílové zásoby dle přílohy č. 6 vyhlášky 84/1996 Sb.

Nadmořská výška středu inventarizační plochy [m n. m.]	Příslušnost středu inventarizační plochy k ekologické řadě typologického systému							
	extrémní	kyselá	živná	obohacená humusem	obohacená vodou	oglejená	podmáčená	rašelinná
pod 400				188	217		159	
400 až 700	158			242				99
700 a výš		217		274		217	159	

Pro naši vzorovou inventarizační lokalitu je minimální cílová zásoba rovna 242 m³/ha.

Zjištění koeficientu nesouladu těžeb f_t je popsáno v kapitole 3.7. Pro prvotní inventarizaci se koeficient nesouladu určí dle vyhlášky pevně jako 0,825.

$$\text{Celková výše těžeb pro vzorovou lokalitu je tedy rovna } CVT(x_i) = l \times f_t \times \left[CBP(x_i) + \frac{\bar{Z}(x_i) - Z_c(x_i)}{a(x_i)} \right] = 10 \times 0,825 \times \left[9,7 + \frac{130,74 - 242}{50} \right] = 8,25 \times (9,7 - 2,23) = 61,63 \text{ m}^3 / \text{ha}.$$

5.2.7 Výpočet lokálních hustot zásoby, CBP a CVT pro všechny lokality

Pro účel výpočtu korigované lokální hustoty hektarové zásoby využijeme vzorec v kapitole 5.2.4.

V souboru s daty terénní inventarizace v listu Vzorniky vytvoříme úplně vpravo výpočtové pole pro výpočet zásoby hroubí, který nazveme zas_ha. Do první buňky můžeme vložit excelovskou verzi vzorce v kapitole 5.2.4.

=ZAOKROUHLIT(KDYŽ(O2<>"";O2/Q2;0)+KDYŽ(R2<>"";(P2-O2)/R2;0);3)

=ZAOKROUHLIT(KDYŽ(O2<>"";O2/Q2;0)+KDYŽ(R2<>"";(P2-O2)/R2;0);3)										
	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
d	%_norm_obj	v_mod	v_m	zz1	zz2	parez	sous	zl_vyvr	dvoj	v_ha
	70	0.7147		0.0499		100	200	100	100	14.330
				0.0499		300				
		2.7273		0.0499		100	100	100	100	
		1.7481		0.0499		100	100	100	100	
		2.0404		0.0499		100	100	100	100	
		0.3334		0.0499		100	100	100	100	
		0.8741		0.0499		100	100	100	100	
		0.0121		0.0028		100	100	100	100	
	50	0.8868		0.0499		100	100	500	100	
		0.0751	0.064	0.015	0.002	100	100	100	100	
				0.015		300				

Vzorec nakopírujeme do celého sloupce W pro všechny řádky databáze.

Nyní přejdeme do listu Lokality a založíme v něm čtyři nové sloupce nazvané zas_ha, max_cbp, min_cil_zas a cvt. Do první buňky ve sloupci zas_ha nakopírujeme následující vzorec:

=SUMIF(Vzorniky!B:B;Lokality!A2;Vzorniky!W:W)

Dále v listu Lokality do buňky T2 vložíme funkci:

=max_cbp(K2;I2)

A dále do buňky U2 vložíme funkci:

=min_cil_zas(K2;I2)

=SUMIF(Vzorniky!B:B;Lokality!A2;Vzorniky!W:W)													
	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
d	lt	meric	nadm_vys	status	prist	identif	kat_poz	poz_les	stab	pozn	zas_ha	max_cbp	min_cil_zas
	3B1	Duchacek	441	200	100		100	100	100		191.239	11.1	242
	3A9	Duchacek	439	200	100		100	100	100				
	3S3	Duchacek	489	200	100		100	100	100				
	4W1	Duchacek	460	200	100		100	100	100				
	3W1	Duchacek	496	200	100		100	100	100				
	4A9	Duchacek	516	200	100		100	100	100				

Kopírováním všech tří funkcí do všech řádků lokalit získáme pro všechny lokality vstupy pro výpočet celkové výše těžeb.

Hodnoty CBP a minimální cílové zásoby jsou převzaty z tabulek Tabulka 8 a Tabulka 9. Funkce =max.cbp() a min_cil_zas() je nyní automatizovaně vyhledávají a vkládají do tabulky Lokality podle údajů nadmořské výšky a lesního typu.

Zbývá pro jednotlivé lokality vyčíslit lokální hustoty celkové výše těžeb podle vzorce v kapitole 5.2.6.

V listu Lokality vložíme tento vzorec do buňky V.:

$$=10*0.825*(T2+(S2-U2)/50)$$

Vzorec platí za situace, kdy pracujeme s vyrovnávací dobou 50 let. V případě volby jiné vyrovnávací doby je nutno poslední člen funkce modifikovat. Vzorec zkopírujeme pro všechny lokality ve sloupci V.

=10*0.825*(T2+(S2-U2)/50)														
	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
d	lt	meric	nadm_vys	status	prist	identif	kat_poz	poz_les	stab	pozn	zas_ha	max_cbp	min_cil_zas	cvt
	3B1	Duchacek	441	200	100		100	100	100		191.239	11.1	242	83.20
	3A9	Duchacek	439	200	100		100	100	100		124.244	9.7	242	60.60
	3S3	Duchacek	489	200	100		100	100	100		456.893	11.1	242	127.03
	4W1	Duchacek	460	200	100		100	100	100		543.175	11.1	242	141.27
	3W1	Duchacek	496	200	100		100	100	100		355.304	11.1	242	110.27
	4A9	Duchacek	516	200	100		100	100	100		68.224	9.7	242	51.35
	3S3	Duchacek	511	200	100		100	100	100		297.877	11.1	242	100.79
	4D9	Duchacek	494	200	100		100	100	100		466.948	9.7	242	117.14
	3B1	Duchacek	467	200	100		100	100	100		299.015	11.1	242	100.98

5.2.8 Výpočet stratifikovaných odhadů středních hodnot zásob, CBP a CVT a jejich úhrnů

Na následujícím příkladu si ukážeme výpočet stratifikované střední hektarové zásoby, celkového běžného přírůstu a celkové výše těžeb. Ve vzorových datech máme dvě strata, každé má 50 inventarizačních ploch. Výměry strat máme uloženy v listu Strata.

Pro výpočet střední hektarové hodnoty cílového parametru inventarizace za celé stratum uvádí příloha vyhlášky obecný vzorec:

$$\hat{Y}_c = \frac{\sum_{x \in S_3} M(x) Y_c(x)}{\sum_{x \in S_3} M(x)}$$

Jde o vážený průměr lokálních hustot na inventarizačních lokalitách. Vzorec je opět univerzální a počítá se situací, kdy jedna inventarizační lokalita může mít více ploch a kdy se také může stát, že některé plochy, jejichž středy leží mimo schůdné a přístupné porostní půdy strata jsou tak vyloučeny. Lokality tedy mohou mít proměnlivý počet ploch. Pokud ale lokalita má vždy jen jednu plochu, vzorec se může zjednodušit na následující podobu:

$$\hat{Y}_c = \frac{\sum_{x \in S_3} Y_c(x)}{n_3}$$

kde n_3 je počet inventarizačních lokalit se středem na schůdné a přístupné porostní půdě, $Y_c(x)$ jsou lokální hustoty jednotlivých inventarizačních lokalit, x je index (pořadové číslo) inventarizační lokality a S_3 je množina inventarizačních lokalit strata.

Při aplikaci na naše vzorová data bude výpočet pro odhad střední hektarové zásoby hroubí vypadat následovně.

V MS excelu se podobný problém dá snadno řešit pomocí vyhledávacích funkcí =SUMIF() a =COUNTIF().

V tabulce v listu Strata máme předpřipravené kolonky pro příslušné výpočty. Do buňky C3 listu Strata vložíme následující funkci:

$$=SUMIF(Lokality!$B:$B;Strata!$A3;Lokality!$S:$S)/COUNTIF(Lokality!$B:$B;Strata!$A3)$$

Do buňky D3 funkci:

=SUMIF(Lokalita!\$B:\$B;Strata!\$A3;Lokalita!T:T)/COUNTIF(Lokalita!\$B:\$B;Strata!\$A3)

a do buňky E3 funkci:

=SUMIF(Lokalita!\$B:\$B;Strata!\$A3;Lokalita!V:V)/COUNTIF(Lokalita!\$B:\$B;Strata!\$A3)

Tyto tři vzorce můžeme nakopírovat i do řádku druhého strata.

Do buňky C5 nakopírujeme vzorec pro výpočet stratifikované střední hodnoty hektarových zásob za inventarizovaný majetek.

=SUMA(\$B3:\$B4*C3:C4)/\$B\$5

C5					
=SUMA(\$B3:\$B4*C3:C4)/\$B\$5					
	A	B	C	D	E
1			Střední hektarová hodnota		
2	Stratum	Výměra [ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]
3	1	95.00	309.98	10.68	99.86
4	2	425.00	182.71	8.58	69.02
5	Celek	520.00	205.97		

Vzorec v buňce C5 nyní nakopírujeme doprava pro výpočet stratifikované střední hodnoty CBP a CVT.

I18					
	A	B	C	D	E
1			Střední hektarová hodnota		
2	Stratum	Výměra [ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]
3	1	95.00	309.98	10.68	99.86
4	2	425.00	182.71	8.58	69.02
5	Celek	520.00	205.97	8.96	74.66

5.2.9 Výpočet úhrnu cílových parametrů pro stratum

Úhrnem se rozumí sumární hodnoty jednotlivých parametrů pro celé stratum, případně inventarizovaný celek. Odhad úhrnu daného parametru se počítá dle vzorce č. 11 přílohy č. 6 vyhlášky prostým vynásobením odhadu střední hodnoty parametru \hat{Y} rozlohou přístupné a schůdné porostní půdy celého strata $\lambda(F \cap A)$:

$$\hat{T}_c = \hat{Y}_c \lambda(F \cap A)$$

Stratum 1 v našem vzorovém příkladu má rozlohu 95 ha.

Odhad úhrnu zásob strata 1 bude $\hat{T}_Z = 309,98 \times 95 = 29448 \text{ m}^3$.

Odhad úhrnu CBP strata 1 bude $\hat{T}_{CBP} = 10,68 \times 95 = 1015 \text{ m}^3/\text{rok}$.

Nakonec, odhad úhrnu CVT bude $\hat{T}_{CVT} = 99,86 \times 95 = 9487 \text{ m}^3$.

Analogicky pak i pro druhé stratum vzorových dat.

Oba vypočítaná řádky pak pro každý parametr sečteme.

F5								
=SUMA(F3:F4)								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1			Střední hektarová hodnota			Úhrn		
2	Stratum	Výměra [ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]	V [m ³]	CBP [m ³ /rok]	CVT [m ³]
3	1	95.00	309.98	10.68	99.86	29448	1015	9487
4	2	425.00	182.71	8.58	69.02	77654	3647	29334
5	Celek	520.00	205.97	8.96	74.66	107102	4661	38821

5.2.10 Výpočet variability a směrodatné chyby odhadu střední hektarové hodnoty

Protože jsou data inventarizace na inventarizačních plochách statistickým výběrem, který představuje jen malý vzorek celého inventarizovaného celku, musíme k odhadům středních hodnot, které jsou odhadem bodovým, přidat ještě odhad intervalový (viz 3.1). Ten vyjadřuje míru spolehlivosti střední hodnoty. K tomu účelu využijeme vzorec č. 9 přílohy č. 6 vyhlášky:

$$\hat{v}(\hat{Y}_c) = \frac{\sum_{x \in S_3} [Y_c(x) - \hat{Y}_c]^2}{n_3(n_3 - 1)}$$

Parametr s_3 představuje množinu inventarizačních lokalit strata, $Y_c(x)$ lokální hustotu cílového parametru pro x -tou inventarizační lokalitu, \hat{Y}_c střední hodnotu lokální hustoty cílového parametru inventarizace za všechny lokality strata a n_3 počet lokalit strata.

Směrodatná chyba, pro kterou §7c vyhlášky stanovuje limitní velikosti, je pak druhou odmocninou variability:

$$\hat{E}(\hat{Y}_c) = \sqrt{\hat{v}(\hat{Y}_c)} = \sqrt{\frac{\sum_{x \in S_3} [Y_c(x) - \hat{Y}_c]^2}{n_3(n_3 - 1)}}$$

Pro výpočet směrodatné chyby odhadu hektarové zásoby pro naše vzorové stratum 1 bude nutné založit v listu Lokality tři sloupce, která budou vyčíslovat čtverce odchylek cílových parametrů od středních hektarových hodnot v listu Strata.

Tyto sloupce budou mít názvy d_zas_ha, d_max_cbp a d_cvt. Do první buňky sloupce d_zas_ha vložíme rovnici $=(S2-SVYHLEDAT(B2; Strata!A:C; 3; NEPRAVDA))^2$

Dále do buňky pod název dr_max_cbp vzorec:

$=(T2-SVYHLEDAT(B2; Strata!A:D; 4; NEPRAVDA))^2$

A do buňky pod název d_cvt

$=(V2-SVYHLEDAT(B2; Strata!A:E; 5; NEPRAVDA))^2$

=(S2-SVYHLEDAT(B2; Strata!A:C; 3; NEPRAVDA))^2																	
	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
pred	lt	meric	nadm_vys	status	prist	identif	kat_poz	poz_les	stab	pozn	zas_ha	max_cbp	min_cil_zas	cvt	d_zas_ha	d_max_cbp	d_cvt
	3B1	Duchacek	441	200	100		100	100	100		191.239	11.1	242	83.20	14099.95	0.18	277.63
	3A9	Duchacek	439	200	100		100	100	100		124.244	9.7	242	60.60			
	3S3	Duchacek	489	200	100		100	100	100		456.893	11.1	242	127.03			
	4W1	Duchacek	460	200	100		100	100	100		543.175	11.1	242	141.27			
	3W1	Duchacek	496	200	100		100	100	100		355.304	11.1	242	110.27			

Všechny tři vzorce nakopírujeme do všech níže položených řádků. Získáme tím čtverce odchylek zásoby, cbp a cvt od středních hodnot.

Nyní se vrátíme do listu Strata. Do buňky I3 vložíme následující vzorec:

$=ODMOCNINA(SUMIF(Lokality!$B:$B; Strata!$A3; Lokality!$S:$S)/(COUNTIF(Lokality!$B:$B; Strata!$A3)-1))$

Nakopírujeme jej doprava i do buněk J3 a K3. Následně je rozkopírujeme do řádků, níž pro druhé stratum.

=SUMA(\$B3:\$B4*I3:I4)/\$B\$5								
C	D	E	F	G	H	I	J	K
Střední hektarová hodnota			Úhrn			Směr. chyba střední hektarové hodnoty		
V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]	V [m ³]	CBP [m ³ /rok]	CVT [m ³]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]
309.98	10.68	99.86	29448	1015	9487	17.8	3.3	15.6
182.71	8.58	69.02	77654	3647	29334	13.7	3.0	14.0
205.97	8.96	74.66	107102	4661	38821	14.41	3.02	14.33

Pak do buňky I5 vložíme vzorec $=SUMA($B3:$B4*I3:I4)/$B5

a nakopírujeme jej doprava i pro pole CBP a CVT. Tím jsme získali hektarové směrodatné chyby pro zásobu, CBP a CVT.

5.2.11 Výpočet směrodatné chyby úhrnu cílových parametrů inventarizace

Směrodatná chyba úhrnu se vypočítá podle vzorce:

$$\hat{E}(\hat{T}_c) = \hat{E}(\hat{Y}_c)\lambda(F \cap A)$$

Je to násobek směrodatné chyby střední hodnoty cílového parametru $\hat{E}(\hat{Y}_c)$ a rozlohy přístupné a schůdné porostní půdy strata $\lambda(F \cap A)$. Pro naše vzorová data bude pro první stratum výpočet směrodatné chyby úhmu následující:

$$\hat{E}(\hat{T}_Z) = 17,8 \times 95 = 1690 \text{ m}^3,$$

$$\hat{E}(\hat{T}_{CBP}) = 3,3 \times 95 = 314 \text{ m}^3/\text{rok},$$

$$\hat{E}(\hat{T}_{CVT}) = 15,6 \times 95 = 1483 \text{ m}^3.$$

V listu Strata nyní analogicky vypočítáme směrodatné chyby úhrnu cílových parametrů.

=I3*\$B3									
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Inota	Úhrn			Směr. chyba střední hektarové hodnoty			Směr. chyba úhrnu hektarové hodnoty		
CVT [m ³ /ha]	V [m ³]	CBP [m ³ /rok]	CVT [m ³]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]
99.86	29448	1015	9487	17.8	3.3	15.6	1690	314	1483
69.02	77654	3647	29334	13.7	3.0	14.0	5803	1258	5970
74.66	107102	4661	38821	14.41	3.02	14.33			

V buňce L4 jsme vložili vzorec

$$=I3*$B3$$

Tento vzorec rozkopírujeme i pro střední chybu CBP a CVT doprava a pak dolů pro druhé stratum.

Poslední řádek je pak sumou hodnot položených výše.

=SUMA(L3:L4)									
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Inota	Úhrn			Směr. chyba střední hektarové hodnoty			Směr. chyba úhrnu hektarové hodnoty		
CVT [m ³ /ha]	V [m ³]	CBP [m ³ /rok]	CVT [m ³]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]	V [m ³ /ha]	CBP [m ³ /ha/rok]	CVT [m ³ /ha]
99.86	29448	1015	9487	17.8	3.3	15.6	1690	314	1483
69.02	77654	3647	29334	13.7	3.0	14.0	5803	1258	5970
74.66	107102	4661	38821	14.41	3.02	14.33	7493	1571	7453

Tímto máme výpočty cílových parametrů inventarizace hotovy.

5.2.12 Ověření splnění podmínky limitních směrodatných chyb

Následuje ověření, zda odhady zásoby a CVT splňují podmínky uvedené v §7c vyhlášky. Směrodatná chyba odhadu střední hektarové zásoby musí dle vyhlášky být $\leq 25 \text{ m}^3/\text{ha}$, nebo $\leq 10 \%$ bodového odhadu střední hektarové zásoby hroubí. Obě podmínky jsou v našem případě splněny. Porovnání prezentuje následující tabulka.

Tabulka 10: Výsledky ověření dosažení limitní směrodatné chyby

Parametr	Skutečnost	Přípustné maximum	
		absolutní	relativní
$\hat{E}(\hat{Y}_{ZIC})$	14,41	25 m ³ /ha	$\hat{Y}_{ZIC} \times 0,1 = 28,83$
$\hat{E}(\hat{Y}_{CVTIC})$	1,433	1 m ³ /ha/rok	$\hat{Y}_{CVTIC} \times 0,1 = 0,81$

Z výsledků je patrné, že směrodatná chyba bodového odhadu střední hektarové zásoby je nižší než vyhláškou stanovená maxima. Zato směrodatná chyba bodového odhadu CVT je vyšší než vyhláškou stanovené maximum. Počet inventarizačních lokalit je tedy, alespoň na ukázkových datech nedostatečný.

6 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika reaguje na novelizaci vyhlášky č. 84/1996 Sb., která zrovnoprávnila využití kontrolní metody hospodářské úpravy lesů založené na dlouhodobém monitoringu porostů, avšak dosud nebyla doplněna uceleným a oficiálně schváleným metodickým postupem její praktické realizace. Novost metodiky spočívá v tom, že jako jedna z prvních systematicky rozpracovává celý proces statistické provozní inventarizace – od přípravy prvotní inventarizace, přes projektování inventarizačních lokalit a ploch, vlastní terénní měření, až po jednotný matematicko-statistický aparát pro vyhodnocení dat a tvorbu výstupů LHP.

Významným inovativním prvkem je důsledné vymezení a sjednocení pojmosloví zavedeného novelou vyhlášky č. 84/1996 Sb. včetně jeho praktické interpretace a provázání s konkrétními kroky terénního šetření a následného zpracování dat. Metodika tak přispívá k odstranění interpretační nejednoznačnosti nově zavedených pojmů a ke sjednocení postupů mezi jednotlivými zpracovateli lesních hospodářských plánů.

Další novost metodiky spočívá v důrazu na praktickou aplikovatelnost navržených postupů s využitím běžně dostupných nebo otevřených softwarových nástrojů, čímž významně snižuje technické a ekonomické bariéry pro širší zavedení kontrolní metody v běžné lesnické praxi.

V souhrnu lze konstatovat, že předkládaná metodika nepředstavuje pouze soubor dílčích doporučení, ale ucelený a prakticky ověřitelný metodický rámec, který propojuje legislativní požadavky, terénní sběr dat a statistické vyhodnocení do jednotného systému. V tomto koncepčním pojetí představuje metodika nový a dosud v české hospodářsko-úpravnické praxi systematicky nezpracovaný přístup k využití trvalých inventarizačních ploch jako rovnocenného základu plánování lesního hospodaření v kontextu novely legislativy hospodářské úpravy.

7 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Předkládaná metodika je ve své podstatě koncepčním a metodicky zastřešujícím výstupem zaměřeným na problematiku terénního sběru dat a standardizovaného vyhodnocení prvotní statistické provozní inventarizace lesa na bázi trvalých inventarizačních ploch. Vychází ze zkušeností získaných při praktickém využívání výběrových inventarizačních metod v české lesnické praxi v uplynulých letech a reaguje na aktuální změny legislativního rámce hospodářské úpravy lesů, zejména na zrovnoprávnění kontrolní metody hospodářské úpravy lesů.

Metodika je určena především vlastníkům a správcům lesů, projektantům a zpracovatelům lesních hospodářských plánů, kteří připravují nebo realizují inventarizaci lesa na trvalých inventarizačních plochách a usilují o zavedení či rozšíření kontrolní metody hospodářské úpravy lesů v běžné provozní praxi. Dále je využitelná pro pracovníky státní správy lesů, lesnické kontroly a auditu při posuzování správnosti a kvality inventarizačních postupů a výstupů lesních hospodářských plánů.

Metodika může sloužit také jako studijní a metodická pomůcka pro vyučující a studenty středních a vysokých škol se zaměřením na lesnictví, hospodářskou úpravu lesů a aplikovanou geoinformatiku. Současně je využitelná jako východisko pro navazující aplikovaný i metodický výzkum v oblasti výběrových inventarizačních metod, statistického vyhodnocení inventarizačních dat a dlouhodobého monitoringu stavu a vývoje lesních porostů.

Předkládaná metodika bude dostupná v elektronické podobě ve formátu PDF na webových stránkách řešitelské organizace.

8 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Předkládaná metodika se zaměřuje na optimalizaci terénního sběru dat a standardizované vyhodnocení prvotní statistické provozní inventarizace lesa, přičemž ekonomické aspekty jejího uplatnění souvisejí především s efektivitou pořizování inventarizačních dat a s kvalitou následných výstupů pro lesní hospodářské plánování. Hlavní ekonomický přínos metodiky spočívá v možnosti dosáhnout požadované přesnosti inventarizačních údajů při nižších nárocích na rozsah terénního šetření a při lepším využití již jednou pořízených dat v rámci opakovaných inventarizací.

Ekonomickým přínosem metodiky je rovněž standardizace postupů vyhodnocení inventarizačních dat. Jednotný matematicko-statistický aparát a doporučení využití běžně dostupných nebo otevřených softwarových nástrojů snižují náklady na zpracování dat, minimalizují riziko chyb a zvyšují srovnatelnost výsledků mezi jednotlivými inventarizacemi i mezi různými lesními majetky. Kvalitnější a statisticky správně vyhodnocené údaje o zásobě, přírůstu a těžbách přitom přispívají k přesnějšimu plánování hospodářských opatření a tím i k omezení ekonomických ztrát vyplývajících z nepřesných nebo nevhodně nastavených plánů.

Metodika současně podporuje adaptivní přístup k hospodářské úpravě lesů založený na dlouhodobém monitoringu porostů. V tomto kontextu nelze ekonomické aspekty oddělit od stability a udržitelnosti lesních ekosystémů. Spolehlivá data o stavu a vývoji lesa jsou nezbytným předpokladem pro odpovědné rozhodování, které v dlouhodobém horizontu snižuje rizika spojená s nesprávně načasovanými nebo nevhodně dimenzovanými hospodářskými zásahy. Uplatnění metodiky tak nepřináší pouze přímé úspory nákladů na inventarizaci, ale i nepřímé ekonomické přínosy vyplývající z lepší informovanosti a vyšší kvality plánovacích rozhodnutí.

9 SUMMARY

This methodology provides a comprehensive framework for optimizing field data collection and for the standardized evaluation of statistical operational forest inventory based on permanent sample plots as a basis for forest management plan (FMP) outputs. It reflects recent changes in the legislative framework of forest management planning in the Czech Republic, particularly the amendment of Decree No. 84/1996 Coll., which established the control method based on long-term monitoring of forest stand condition and development as an equivalent planning approach.

The methodology integrates the key phases of the inventory process, including the preparation of the initial inventory, the design of inventory locations and plots, field data collection, and subsequent mathematical and statistical data processing. Emphasis is placed on standardized evaluation procedures, stratified estimation, and the consistent interpretation of newly introduced terminology, thereby supporting transparent and comparable inventory outputs across different forest holdings and planning contexts.

The methodology is intended primarily for forest owners and managers, forest management planners, and public forest administration bodies involved in the preparation, evaluation, and control of forest management plans based on permanent sample plots. It can also be applied as a methodological and educational resource in forestry education and as a reference framework for applied research in forest inventory and long-term forest monitoring.

From an economic perspective, the methodology focuses on improving the efficiency of inventory data acquisition and processing. The use of permanent sample plots allows the repeated utilization of previously established inventory networks, leading to reduced fieldwork requirements and lower costs in subsequent inventory cycles. Standardized data processing and the use of commonly available or open-source software tools further contribute to cost efficiency and reduce the risk of errors in inventory evaluation.

Overall, the methodology supports an adaptive and data-driven approach to forest management planning. By providing reliable and statistically robust information on forest resources, it contributes to improved planning accuracy, long-term comparability of results, and more informed decision-making, thereby enhancing the sustainability and resilience of forest management under changing environmental and climatic conditions.

10 LITERATURA

10.1 Seznam použité související literatury

Adamec, Z., Drápela, K. (2017): Comparison of parametric and nonparametric methods for modeling height-diameter relationships. *iForest: Biogeosciences and Forestry*, 10:1-8.

Blaha, R. (2025): Využití open-source nástrojů pro automatizované zpracování dat permanentních inventarizačních ploch. Diplomová práce. MENDELU Brno. 62 s.

Černý, M., Zahradníček, J., Pařez, J., Ponikelský, J., Russ, R. (2004): Metodika tvorby lesního hospodářského plánu na podkladě provozní inventarizace. MŽP. 157 s.

Fabrika, M., Pretzsch, H. (2011): Analýza a modelovanie lesných ekosystémov. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen: 599 s. ISBN: 978-80-228-2181-0.

Anonymus (2025): Informační standard lesního hospodářství. Dostupný na <https://nli.gov.cz/portfolio/standardy-is-lhpo/>

Kangas, A., Haara, A. (2012): Comparison of nonspatial and spatial approaches with parametric and nonparametric methods in prediction of tree height. *European Journal of Forest Research*, 131 (6): 1771-1782.

Kománek M., Kadavý, J. Knott, R., Kneifl, M. (2024): Is the Concentric Plot Design Reliable for Estimating Structural Parameters of Forest Stands? *Forests* 2024, 15(12), 2246; <https://doi.org/10.3390/f15122246>

Mandallaz, D. (1991): An unified approach to sampling theory for forest inventory based on infinite population and superpopulation models. PhD thesis, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich.

Open Foris Initiative of the FAO (<https://openforis.org>)

Petráš, R., Pajtkík, J. (1991): Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*, 37: 49-56.

Priesol, A. (1991): Hospodárska úprava lesov. *Príroda*. Bratislava. 447 s. ISBN: 80-07-00430-0.

Sharma, M., Zhang, S. Y. (2004): Height-diameter models using stand characteristics for *Pinus banksiana* and *Picea mariana*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19 (5): 442-451.

Schmidt, M., Kiviste, A., von Gadow, K. (2011): A spatially explicit height-diameter model for Scots pine in Estonia. *European Journal of Forest Research*, 130 (2): 303-315.

van Laar, A., Akça, A. (2007): Forest mensuration. *Managing Forest Ecosystems*. Volume 13. Dordrecht, Holandsko, Springer: 383 s.

Vargas-Larreta, B., Castedo-Dorado, F., Alvarez-Gonzalez, F. J., Barrioanta, M., Cruz-Cobos, F. (2009): A generalized height-diameter model with random coefficients for uneven-aged stands in El Salto, Durango (Mexico). *Forestry*, 82 (4): 445-462.

MZe ČR (2022): Vyhláška č. 84/1996 Sb. ve znění novely č. 186/2022 Sb.

Zach, J. (1996): Biometrie, biostatistika. MZLU Brno: 150 s. ISBN: 80-7157-234-9.

10.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

Uvedeny jsou zdroje, které vznikly v souvislosti s řešením projektu NAZV č. QK21010198. Řada dalších zdrojů, které mají návaznost na předkládanou metodiku, je uvedena v předešlé kapitole.

Kneifl, M. Dobrovolný L. Kneiflová, J., Pospíšil, R., Blaha, R., Vrška, T., Pospíšil, T. Kadavý, J. (2025): Analytické výstupy LHP a RSH pro LHC ŠLP „Masarykův les“ Křtiny (Druhé rozšířené vydání). MENDELU. Brno. ISBN 978-80-7701-054-2, 143 s.

Autoři metodiky se podíleli na novele č. 189/2022 Sb. Kterou se novelizovala vyhláška č. 84/1996 Sb.

Schéma umístění inventarizační plochy

(Vložte schéma inventarizační plochy a její umístění ve vztahu k inventarizované lokalitě. V případě více variant pokračujte příčlíním další přílohy.)



Terénní zápisník inventarizační plochy

Číslo IL:	100000015	Číslo IP:	1	Status plochy	<input checked="" type="checkbox"/> 100 (Plocha šetřena opakovaně)	Kategorie pozemku	<input checked="" type="checkbox"/> 100 (Les)
Stratum:	1	HOS:	25	<input checked="" type="checkbox"/> 200 (Plocha zakládaná nově)		<input checked="" type="checkbox"/> 200 (Nales)	
JPRL:	324A	LT:	381	<input checked="" type="checkbox"/> Přístupnost plochy	<input checked="" type="checkbox"/> 100 (střed plochy schůdný a přístupný)	<input checked="" type="checkbox"/> Druh pozemku v rámci PUPFL	<input checked="" type="checkbox"/> 100 (porostní půda)
Datum měření:	12.6.2025	Jmeno měřice:	Kneřil	<input checked="" type="checkbox"/> 200 (střed nepřístupný, nebo neschůdný)		<input checked="" type="checkbox"/> 200 (bezlesí)	<input checked="" type="checkbox"/> 300 (jiné pzemky)
Magn. dekl. [°]	5.3	Nadm. výš. [m]	324	<input checked="" type="checkbox"/> Opakovaná identifikace kmenů	<input checked="" type="checkbox"/> 100 (Stabilizace nalezena, nebo jinak obnovena)	<input checked="" type="checkbox"/> Stabilizace středu inventarizační plochy	<input checked="" type="checkbox"/> 100 (stabilizace na střed plochy)
Poznámka:				<input checked="" type="checkbox"/> Důvod neobnovení polohy kmenů	<input checked="" type="checkbox"/> 200 (Poloha kmenů nebyla obnovena, plocha znovu založena)	<input checked="" type="checkbox"/> Polární souřadnice náhradní stabilizace	<input checked="" type="checkbox"/> 200 (stabilizace mimo střed plochy)
Pomocné navigační objekty:					<input checked="" type="checkbox"/> 100 (holoseč nebo odlesnění zahrnující všechny minule reg. stromy)	Azimut [°]	Vodorovná vzdálenost [m]
Č. Azimut		Vzdal.			<input checked="" type="checkbox"/> 200 (bez kmenů, nebo jen nehroubí v předchozí i současné inventarizaci)		
1. 324		21,45			<input checked="" type="checkbox"/> 300 (bez možnosti nepřímého odvození změn populace kmenů)		
2. 136		23,2					
Plochy mimo PSPP							

Č. polygonu	Vztažený bod		Lomový bod		Vzdál.	
	Azimut	Vzdál.	ID	Azimut		
1	0	0	1	1	16	
	0	0	2	10	15	
	0	0	3	20	14	
	0	0	4	30	13,5	
	0	0	5	47	13,4	
	0	0	6	56	13,7	
	0	0	7	70	14,8	
	0	0	8	95	22	
	93,1	14,8	9	120	14	
	93,1	14,8	10	106	16	
	93,1	14,8	11	85	10	
	93,1	14,8	12	74	9	
	93,1	14,8	13	45	7,6	
	93,1	14,8	14	32	7,8	
	93,1	14,8	15	12	9,2	
	93,1	14,8	16	345	14	
	93,1	14,8	17	328	23	

11.5 Podpůrné uživatelské funkce pro výpočty v MS Excelu

```
Public Function CSOT(dr As String, d As Double, h As Double, objem As String, kura As String) As Double
Dim sk_drev As String, p0 As Double, p1 As Double, p2 As Double, p3 As Double, p4 As Double, p5 As Double, p6 As Double, p7 As Double, p8 As Double, p9 As Double, p10 As Double, v As Double
Dim pb2 As Double
Select Case dr
Case "DG"
sk_drev = "DG"
Case "AK"
sk_drev = "AK"
Case "BB", "BK", "BRK", "HR", "JB", "JV", "JVJ", "JVX", "KJ", "KL", "KS", "LP", "LPS", "LPV", "LTX", "MK", "STR", "TR"
sk_drev = "BK"
Case "BKS", "BL", "BO", "BOC", "BOP", "BOX", "LMB", "VJ"
sk_drev = "BO"
Case "BR", "BRP", "JR"
sk_drev = "BR"
Case "CER", "DB", "DBB", "DBC", "DBP", "DBS", "DBX", "DBZ", "JL", "JLH", "JLV", "OR", "ORC", "PL", "SOL"
sk_drev = "DB"
Case "HB"
sk_drev = "HB"
Case "JD", "JDI", "JDK", "JDO", "JDV", "JDX"
sk_drev = "JD"
Case "JIV", "LMX", "OS", "PI", "TP", "TPC", "TPS", "TPX", "VR"
sk_drev = "TP"
Case "JS", "JSA", "JSU"
sk_drev = "JS"
Case "JX", "SM", "SMC", "SME", "SMO", "SMP", "SMS", "SMX", "SOJ"
sk_drev = "SM"
Case "MD", "MDX"
sk_drev = "MD"
Case "OL", "OLS", "OLZ"
sk_drev = "OL"
End Select
v = 0: vdbt = 0: vdfs = 0
If sk_drev = "SM" Then
If kura = "sk" Then
p0 = 0.00004013841: p1 = 1.821816: p2 = 1.132062
If objem = "hr" Then
p3 = 0.00928540767: p4 = -1.02037409: p5 = 0.896100664
End If
End If
If kura = "bk" Then
p0 = 0.000031989: p1 = 1.8465: p2 = 1.1474:
If objem = "hr" Then
p3 = 0.00829054252: p4 = -1.02037409: p5 = 0.896100664
End If
End If
End If
If sk_drev = "JD" Or sk_drev = "DG" Then
If kura = "sk" Or (sk_drev = "DG" And kura = "bk") Then
p0 = 0.0000448581: p1 = 1.8401: p2 = 1.10613:
If objem = "hr" Then
p3 = 0.0299553985: p4 = -1.30154794: p5 = 0.739959292:
End If
End If
End If
If sk_drev = "JD" Then
If kura = "bk" Then
p0 = 0.000034922: p1 = 1.8665: p2 = 1.122:
If objem = "hr" Then
p3 = 0.0267458917: p4 = -1.30154794: p5 = 0.739959292:
End If
End If
End If
End If
```

```

If d > 0 And h > 0 Then
If sk_drev = "SM" Or sk_drev = "JD" Or sk_drev = "DG" Then
v = p0 * Power(d + 1, p1) * Power(h, p2):
If objem = "hr" Then
v = v - p3 * Power(d + 1, p4) * Power(h, p5):
End If
End If
End If
If sk_drev = "DG" And kura = "bk" Then
v = v * 0.8467
End If
If sk_drev = "BO" Then
If kura = "sk" Then 's kurou
p0 = 0.00003034274
p1 = 2.0752378
p2 = 0.0124923
p3 = 0.9610277
If objem = "hr" Then 'nehroubi
p4 = 0.071975247126
p5 = -2.12448503
p6 = 1.37259082
End If
ElseIf kura = "bk" Then 'bez kury
p0 = 0.000022575
p1 = 2.115334
p2 = 0.012722
p3 = 0.979596
If objem = "hr" Then 'nehroubi
p4 = 0.064263613848
p5 = -2.12448503
p6 = 1.37259082
End If
End If
End If

If sk_drev = "BO" And d > 0 And h > 0 Then
v = p0 * ((d + 1) ^ (p1 - p2 * Log10(d + 1))) * (h ^ p3)
If objem = "hr" Then 'hroubi
v = v - p4 * ((d + 1) ^ p5) * (h ^ p6)
End If
End If
If sk_drev = "MD" Then
If kura = "sk" Then
p0 = 1.159614: p1 = 0.000297247: p2 = 0.00005219852: p3 = 1.734207
If objem = "hr" Then
p4 = 0.01667506: p5 = 1.083725: p6 = -1.440381
End If
End If
If kura = "bk" Then
p0 = 1.244054: p1 = 0.000008524: p2 = 0.000030907: p3 = 1.73649
If objem = "hr" Then
p4 = 0.01234247: p5 = 1.209406: p6 = -1.590811
End If
End If

If d > 0 And h > 0 Then
v = Power(h, p0) * (p1 + p2 * Power(d, p3))
If objem = "hr" Then
v = v - p4 * Power(h, p5) * Power(d + 1, p6)
End If
End If
End If
If sk_drev = "BK" Then
If objem = "km" And kura = "sk" Then
p0 = 0.676631311: p1 = -0.0142524815: p2 = 0.0002918068: p3 = -0.00000211296852
p4 = -0.00312671449: p5 = 0.000266625592: p6 = -0.00000591398197: p7 = 4.18813634E-08

```

```

End If

If objem = "km" And kura = "bk" Then
p0 = 0.584387291: p1 = -0.0113654786: p2 = 0.000248608704: p3 = -0.00000187676324
p4 = -0.00277197483: p5 = 0.00024033213: p6 = -0.00000539657513: p7 = 3.87021221E-08
End If

If objem = "hr" And kura = "sk" Then
p0 = 0.564707688: p1 = -2.32565273: p2 = 39.259493: p3 = -233.762065
p4 = -0.00141540405: p5 = -0.00000182856747: p6 = 0.000000620653033: p7 = -4.76942633E-09
End If

If objem = "hr" And kura = "bk" Then
p0 = 0.542013151: p1 = -3.11830069: p2 = 44.3274566: p3 = -235.972716
p4 = -0.00107177084: p5 = -0.0000186003884: p6 = 0.000000880627782: p7 = -5.99567437E-09
End If

If objem = "km" Then
d2 = d * d: d3 = d2 * d
t = p0 + p1 * d + p2 * d2 + p3 * d3 + p4 * h + p5 * h * d + p6 * h * d2 + p7 * h * d3
v = Pi() * d * d / 40000 * h * t
End If

If objem = "hr" Then
d2 = d * d: d3 = d2 * d
t = p0 + p1 / d + p2 / d2 + p3 / d3 + p4 * h + p5 * h * d + p6 * h * d2 + p7 * h * d3
v = Pi() * d * d / 40000 * h * t
End If

End If

If sk_drev = "HB" Then
If objem = "km" Then
p0 = 0: p1 = 1.229: p2 = -0.0002: p3 = 12: p4 = 0.691360261
p5 = 24.4501374: p6 = 1.62254676: p7 = 5.12800935: p8 = -0.21525468
End If

If objem = "hr" Then
p0 = 3: p1 = 1: p2 = -0.0025: p3 = 6: p4 = 1948936330
p5 = 3.2654487: p6 = 1.09480205: p7 = 6.43257636: p8 = -0.0863612668
End If

If ((d + p3) > 0) And (h > p0) Then
v = Power(h - p0, p1) * (p2 + p4 * Exp(p5 / (1 - p6) * Power(d + p3, 1 - p6)))
End If

If kura = "bk" Then
If d > 0 And h > 0 Then
v = v * (1 - p7 / 100 * Power(v, p8))
Else
v = 0
End If
End If
End If

If sk_drev = "BR" Then
If objem = "km" Then
p0 = 0#: p1 = 1.315372: p2 = -0.00023: p3 = 64.34456
p4 = -20.41107: p5 = 8#: p6 = -0.2318491
p7 = 17.25996107: p8 = 0.00505467839: p9 = -2.057607473
End If

If objem = "hr" Then
p0 = 4.5: p1 = 1.08471: p2 = -0.00115: p3 = 31152.28
p4 = -23.18602: p5 = 5.5: p6 = -0.1425706
p7 = 17.25996107: p8 = 0.00505467839: p9 = -2.057607473
End If

If ((d + p5) > 0) And (h > p0) Then
v = Power(h - p0, p1) * (p2 + p3 * Exp(p4 * Power(d + p5, p6)))
End If

If kura = "bk" Then
If d > 0 And h > 0 Then
v = v * (1 - p7 / 100 * Exp(p8 * Power(v + 0.1, p9)))
Else
v = 0
End If
End If
End If

```

```

If sk_drev = "JS" Then
If objem = "km" And kura = "sk" Then
p0 = 0#: p1 = 0.0000309165768: p2 = 0#
p3 = 0.8: p4 = 0.00000023670006: p5 = -0.000000170369517
End If
If objem = "km" And kura = "bk" Then
p0 = 0#: p1 = 0.0000230362399: p2 = 0#
p3 = 0.6: p4 = 0.000000313960104: p5 = -0.00000013895442
End If
If objem = "hr" And kura = "sk" Then
p0 = -0.0002: p1 = 0.0000454715242: p2 = -2#
p3 = -1#: p4 = -3.93837738E-08: p5 = -7.78230466E-08
End If
If objem = "hr" And kura = "bk" Then
p0 = -0.0002: p1 = 0.0000354843329: p2 = -2#
p3 = -1#: p4 = 8.64984059E-08: p5 = -6.67500906E-08
End If
If d > 0 And h > 0 Then
hc = h + p2
hc2 = hc * hc
de = d + p3
de2 = de * de
de3 = de2 * de
v = p0 + p1 * hc * de2 + p4 * hc2 * de2 + p5 * hc * de3
End If
End If
If sk_drev = "TP" Or sk_drev = "OL" Then
If sk_drev = "TP" Then
p0 = 0.000023284: p1 = 1.8703: p2 = 0.0068: p3 = 1.1769: p4 = 0.0346
If objem = "hr" Then
p5 = 1.066333: p6 = -0.01: p7 = 1.027266
End If
If kura = "bk" Then
p8 = 67.628: p9 = 0.0024: p10 = 0.4331
End If
End If
If sk_drev = "OL" Then
p0 = 0.0000298786491: p1 = 2.25569529: p2 = 0.064301769: p3 = 0.771934004: p4 = 0.063258505
If objem = "hr" Then
p5 = 1.00849912: p6 = -0.011: p7 = 0.992841601
End If
If kura = "bk" Then
p8 = 11.613: p9 = 0.0324: p10 = 0.0696
End If
End If
If d > 0 And h > 0 Then
v = p0 * Power(d + 1, p1 - p2 * Log10(d + 1)) * Power(h, p3 + p4 * Log10(h))
If objem = "hr" Then
If v + p6 > 0 Then
v = p5 * Power(v + p6, p7)
End If
End If
If kura = "bk" Then
If sk_drev = "TP" Then
vbark = p8 * Power(d + 1, p9) / Power(h, p10)
ElseIf sk_drev = "OL" Then
vbark = p8 / Power(d + 1, p9) / Power(h, p10)
End If
v = v * (100 - vbark) / 100
End If
End If
End If
If sk_drev = "DB" Or sk_drev = "AK" Then
If (objem = "km" And kura = "sk") Or sk_drev = "AK" Then
p0 = 0.462072828: p1 = 0.431461468: p2 = 0.74623908: p3 = -0.906163094
p4 = 0.0009585701: p5 = -0.00000672924823: p6 = -0.00000981844892: p7 = 7.7539933E-09

```

```

End If
If objem = "km" And kura = "bk" And sk_drev = "DB" Then
p0 = 0.359121581: p1 = -0.524646024: p2 = 3.08685184: p3 = -3.13724869
p4 = 0.00320805017: p5 = -0.0000583891577: p6 = 0.00000265729723: p7 = -1.96490829E-09
End If
If objem = "km" Or sk_drev = "AK" Then
If d > 0 And h > 0 Then
d2 = d * d: d3 = d2 * d
t = p0 + p1 / d + p2 / d2 + p3 / d3 + p4 * h + p5 * h * d + p6 * h * d2 + p7 * h * d3
vdbs = Pi() * d * d / 40000 * h * t
If vdbs < 0 Then vdbs = 0
If sk_drev = "DB" Then
v = vdbs
End If
End If
End If
If (objem = "hr" And kura = "sk") Or sk_drev = "AK" Then
p0 = 0.446734203: p1 = 5.98292446: p2 = -2.08602528: p3 = -14.9126481
p4 = 0.0869829035: p5 = 0.00105976318: p6 = -26.8673666: p7 = 16.7799101
p8 = -0.221473958: p9 = 223.051911: p10 = -53.892038: p11 = -1.01188892
End If
If objem = "hr" And kura = "bk" And sk_drev = "DB" Then
p0 = 0.452724601: p1 = 2.1553367: p2 = 9.10487721: p3 = -12.0542387
p4 = 0.180590883: p5 = -0.00401143165: p6 = -6.82529655: p7 = 9.43795573
p8 = -0.0244460966: p9 = 33.6921784: p10 = -9.09993782: p11 = -2.15772652
End If
If objem = "hr" Or sk_drev = "AK" Then
If d > 0 And h > 0 Then
d2 = d * d: d3 = d2 * d: h2 = h * h: h3 = h2 * h
t = p0 + p1 / h + p2 / h2 + p3 / d + p4 * h / d + p5 * h2 / d + p6 / d2 + p7 * h / d2 + p8 * h2 / d2 + p9 / d3 + p10 * h / d3 + p11 * h2 / d3
vdbt = Pi() * d * d / 40000 * h * t
If vdbt < 0 Then vdbt = 0
If sk_drev = "DB" Then
v = vdbt
End If
End If
End If
End If
If sk_drev = "AK" Then
p0 = 0.90059752481353: p1 = -9.11461319023597: p2 = 22.785416455305: p3 = 60.2518940238899
p4 = -4.8850163290717: p5 = 8.76827379294966E-02: p6 = -1128.84760349393: p7 = 97.3463021858105
p8 = -1.88221931193961: p9 = 5975.44628277277: p10 = -555.292126717648: p11 = 11.0987842199602
pb0 = 0.818032686833711: pb1 = -7.18083194663755E-02: pb2 = 0.181285086338607
If d > 0 And h > 0 Then
d2 = d * d: d3 = d2 * d: h2 = h * h: h3 = h2 * h:
t = p0 + p1 / h + p2 / h2 + p3 / d + p4 * h / d + p5 * h2 / d + p6 / d2 + p7 * h / d2 + p8 * h2 / d2 + p9 / d3 + p10 * h / d3 + p11 * h2 / d3
vakt = Pi() * d * d / 40000 * h * t
If vakt < 0 Then vakt = 0
If objem = "hr" Then
v = vakt
End If
End If
If objem = "km" Then
If vdbt > 0 Then
v = vakt * vdbs / vdbt
End If
End If
If kura = "bk" And Exp(pb1 * d) < 1 Then
v = v * (pb0 * Power(1 - Exp(pb1 * d), pb2))
End If
End If
If v < 0 Then v = 0
CSOT = v
End Function
Private Function Power(co As Double, naco As Double) As Double
Power = co ^ naco

```

```

End Function

Private Function Log10(co As Double) As Double
Log10 = Application.WorksheetFunction.Log(co)
End Function

Private Function Pi() As Double
Pi = Application.WorksheetFunction.Pi()
End Function

Public Function max_cbp(nadm_vys As Double, lt As String) As Double
Dim ek As String
ek = Mid(lt, 2, 1)

If nadm_vys < 400 Then
Select Case ek
Case "X", "Y", "Z"
max_cbp = 5

Case "M", "K", "N", "I"
max_cbp = 8.3

Case "S", "F", "C", "B", "W", "H"
max_cbp = 8.3

Case "D", "A", "J"
max_cbp = 8.3

Case "L", "U", "V"
max_cbp = 9.7

Case "O", "P", "Q"
max_cbp = 8.2

Case "G", "T"
max_cbp = 8.2

Case "R"
max_cbp = 5.3

End Select
ElseIf nadm_vys >= 400 And nadm_vys < 700 Then
Select Case ek
Case "X", "Y", "Z"
max_cbp = 5

Case "M", "K", "N", "I"
max_cbp = 11.1

Case "S", "F", "C", "B", "W", "H"
max_cbp = 11.1

Case "D", "A", "J"
max_cbp = 9.7

Case "L", "U", "V"
max_cbp = 11.1

Case "O", "P", "Q"
max_cbp = 11.1

Case "G", "T"
max_cbp = 8.2

Case "R"
max_cbp = 5.3

End Select
Else
Select Case ek
Case "X", "Y", "Z"
max_cbp = 5

Case "M", "K", "N", "I"
max_cbp = 9.7

Case "S", "F", "C", "B", "W", "H"
max_cbp = 11.1

Case "D", "A", "J"
max_cbp = 9.7

Case "L", "U", "V"
max_cbp = 11.1

Case "O", "P", "Q"
max_cbp = 11.1

Case "G", "T"
max_cbp = 8.2

Case "R"
max_cbp = 5.3

```

```

End Select
End If
End Function
Public Function min_cil_zas(nadm_vys As Double, It As String) As Double
Dim ek As String
ek = Mid(It, 2, 1)
If nadm_vys < 400 Then
Select Case ek
Case "X", "Y", "Z"
min_cil_zas = 158
Case "M", "K", "N", "I"
min_cil_zas = 188
Case "S", "F", "C", "B", "W", "H"
min_cil_zas = 188
Case "D", "A", "J"
min_cil_zas = 188
Case "L", "U", "V"
min_cil_zas = 217
Case "O", "P", "Q"
min_cil_zas = 159
Case "G", "T"
min_cil_zas = 159
Case "R"
min_cil_zas = 99
End Select
ElseIf nadm_vys >= 400 And nadm_vys < 700 Then
Select Case ek
Case "X", "Y", "Z"
min_cil_zas = 158
Case "M", "K", "N", "I"
min_cil_zas = 242
Case "S", "F", "C", "B", "W", "H"
min_cil_zas = 242
Case "D", "A", "J"
min_cil_zas = 242
Case "L", "U", "V"
min_cil_zas = 242
Case "O", "P", "Q"
min_cil_zas = 217
Case "G", "T"
min_cil_zas = 159
Case "R"
min_cil_zas = 99
End Select
Else
Select Case ek
Case "X", "Y", "Z"
min_cil_zas = 158
Case "M", "K", "N", "I"
min_cil_zas = 217
Case "S", "F", "C", "B", "W", "H"
min_cil_zas = 274
Case "D", "A", "J"
min_cil_zas = 274
Case "L", "U", "V"
min_cil_zas = 274
Case "O", "P", "Q"
min_cil_zas = 217
Case "G", "T"
min_cil_zas = 159
Case "R"
min_cil_zas = 99
End Select
End If
End Function

```

11.6 Kód programu R pro výpočet ploch zón zahrnutí

```
# -----r-----
# 2.1) Nastavení cesty k souboru dat inventarizace (MS Excel)
# -----
file <- file.choose() # Soubor Excelu s daty inventarizace

# -----
# 2.2) Kontrola přítomnosti listů
# -----
required_sheets <- c("Design", "RF", "Lokality", "Vzorniky", "MPSPP")

available_sheets <- readxl::excel_sheets(file)

missing_sheets <- setdiff(required_sheets, available_sheets)

if (length(missing_sheets) > 0) {
  stop(
    paste(
      "Excel neobsahuje povinné listy:",
      paste(missing_sheets, collapse = ", ")
    ),
    call. = FALSE
  )
}

# -----
# 2.3) Načtení dat z Excelu
# -----
design_df <- read_excel(file, sheet = "Design")
rf_df <- read_excel(file, sheet = "RF")
lokalita_df <- read_excel(file, sheet = "Lokality")
vzorniky_df <- read_excel(file, sheet = "Vzorniky")
mpspp_df <- read_excel(file, sheet = "MPSPP")
names(design_df) <- tolower(names(design_df))
names(rf_df) <- tolower(names(rf_df))
names(lokalita_df) <- tolower(names(lokalita_df))
names(vzorniky_df) <- tolower(names(vzorniky_df))
names(mpspp_df) <- tolower(names(mpspp_df))

check_unique_vzorniky <- function(vzorniky_df) {

  dup <- vzorniky_df %>%
    count(lokalita, cislo, name = "n") %>%
    filter(n > 1)

  if (nrow(dup) > 0) {

    msg <- paste(
      apply(dup, 1, function(r) {
        sprintf("lokalita = %s, cislo = %s (n = %s)",
          r["lokalita"], r["cislo"], r["n"])
      }),
      collapse = ";"
    )

    stop(
      paste(
        "Chyba integrity dat.",
        "Vzorniky obsahují duplicitní vzorník.",
        msg
      ),
      call. = FALSE
    )
  }

  invisible(TRUE)
}

check_unique_vzorniky(vzorniky_df)

# -----
# 2.4) Kontrola shody strat
# -----
check_strata_consistency <- function(vzorniky_df, lokalita_df, design_df, rf_df) {

  # --- základní kontrola existence sloupce -----
  for (nm in c("vzorniky_df", "lokalita_df", "design_df", "rf_df")) {
    df <- get(nm)
    if (!"stratum" %in% names(df)) {
      stop(sprintf("Dataset %s neobsahuje sloupec 'stratum'", nm), call. = FALSE)
    }
  }

  # --- unikátní strata -----
```

```

strata_vzorniky <- sort(unique(vzorniky_df$stratum))
strata_lokalita <- sort(unique(lokalita_df$stratum))
strata_design <- sort(unique(design_df$stratum))
strata_rf <- sort(unique(rf_df$stratum))

# -- NA nejsou povoleny -----
if (anyNA(strata_vzorniky)) {
  stop("Vzorniky obsahuje NA v poli 'stratum'", call. = FALSE)
}

# -- Vzorniky vs lokalita: MUSÍ být shodné -----
if (!setequal(strata_vzorniky, strata_lokalita)) {

  missing_in_lokalita <- setdiff(strata_vzorniky, strata_lokalita)
  extra_in_lokalita <- setdiff(strata_lokalita, strata_vzorniky)

  msg <- c()

  if (length(missing_in_lokalita) > 0) {
    msg <- c(msg, paste("Chybí v lokalita:", paste(missing_in_lokalita, collapse = ", ")))
  }

  if (length(extra_in_lokalita) > 0) {
    msg <- c(msg, paste("Navíc v lokalita:", paste(extra_in_lokalita, collapse = ", ")))
  }

  stop(
    paste("Neshoda strat mezi vzorniky a plochami", paste(msg, collapse = " | "),
    call. = FALSE
  )
}

# -- Vzorniky musí být podmnožina Design a RF -----
missing_in_design <- setdiff(strata_vzorniky, strata_design)
missing_in_rf <- setdiff(strata_vzorniky, strata_rf)

if (length(missing_in_design) > 0) {
  stop(
    paste(
      "Strata z vzorniky chybi v Design:",
      paste(missing_in_design, collapse = ", ")
    ),
    call. = FALSE
  )
}

if (length(missing_in_rf) > 0) {
  stop(
    paste(
      "Strata z vzorniky chybi v RF:",
      paste(missing_in_rf, collapse = ", ")
    ),
    call. = FALSE
  )
}

invisible(TRUE)
}

check_strata_consistency(
  vzorniky_df = vzorniky_df,
  lokalita_df = lokalita_df,
  design_df = design_df,
  rf_df = rf_df
)

# -----
# 2.5) Převod polárních souřadnic na kartézské
# -----
polar_to_xy <- function(df,
  azim_ref = "azim_ref",
  vzd_ref = "vzd_ref",
  azim = "azim",
  vzd = "vzd") {

  df %>%
  mutate(
    x = .data[[vzd_ref]] * sin(.data[[azim_ref]] * pi / 180) +
      .data[[vzd]] * sin(.data[[azim]] * pi / 180),

    y = .data[[vzd_ref]] * cos(.data[[azim_ref]] * pi / 180) +
      .data[[vzd]] * cos(.data[[azim]] * pi / 180)
  )
}

vzorniky_df <- polar_to_xy(vzorniky_df)
mpspp_df <- polar_to_xy(mpspp_df)

```

```

# -----
# 3) Konverze vzorniky na sf body
# -----
vzorniky_sf <- st_as_sf(vzorniky_df, coords = c("x", "y"), remove = FALSE)

# -----
# 4) Doplnění informace o poloměru zzi ke stromům
# -----
get_radius <- function(d, stratum, x, y, design_df, rf_df) {

  r_zz1 <- design_df %>%
    filter(stratum == !stratum, min_d <= d) %>%
    summarise(r = max(r, na.rm = TRUE)) %>%
    pull(r)

  rf_val <- rf_df %>%
    filter(stratum == !stratum) %>%
    pull(rf)

  if (length(rf_val) == 0 || is.na(rf_val)) {
    return(c(r_zz1 = r_zz1, r_zz2 = NA_real_))
  }

  dist_tree <- sqrt(x^2 + y^2)
  limit_r <- (d / 10) / (2 * sqrt(rf_val))

  r_zz2 <- if (dist_tree <= limit_r) min(r_zz1, limit_r) else NA_real_

  c(r_zz1 = r_zz1, r_zz2 = r_zz2)
}

radii <- pmap(
  list(vzorniky_sf$d, vzorniky_sf$stratum, vzorniky_sf$x, vzorniky_sf$y),
  get_radius,
  design_df = design_df,
  rf_df = rf_df
)

vzorniky_sf$r_zz1 <- map_dbl(radii, "r_zz1")
vzorniky_sf$r_zz2 <- map_dbl(radii, "r_zz2")

vzorniky_list <- split(vzorniky_sf, vzorniky_sf$lokalita)

# -----
# 5) Výpočet plochy ořezané ZZ1
# -----
process_one_plot <- function(vzorniky_plot, mpspp_df) {

  pid <- unique(vzorniky_plot$lokalita)

  # -----
  # 5.1) MPSPP jen pro tento plot
  # -----
  mpspp_plot <- mpspp_df %>%
    dplyr::filter(lokalita %in% pid)

  has_mpspp <- nrow(mpspp_plot) > 0

  if (has_mpspp) {

    poly_sf <- mpspp_plot %>%
      arrange(polid) %>%
      group_by(polid) %>%
      summarise(
        geometry = list({
          coords <- as.matrix(pick(x, y))
          if (!all(coords[1, ] == coords[nrow(coords), ])) {
            coords <- rbind(coords, coords[1, ])
          }
          st_polygon(list(coords))
        }),
        .groups = "drop"
      ) %>%
      st_as_sf(crs = st_crs(vzorniky_plot))

    mpspp_union <- st_make_valid(st_union(poly_sf))
  }

  # -----
  # 5.2) ZZ1 – buffer pro všechny vzorniky 1. stupně
  # -----
  buffers_zz1 <- st_buffer(
    vzorniky_plot,
    dist = vzorniky_plot$r_zz1,
    nQuadSegs = 200
  )

  buffers_zz1 <- st_make_valid(buffers_zz1)
}

```

```

if (has_mpspp) {
  buffers_zz1 <- st_difference(buffers_zz1, mpspp_union)
}

vzorniky_plot$zz1 <- as.numeric(st_area(buffers_zz1)) / 10000

# -----
# 5.3) ZZ1 – buffer pro všechny vzorniky 2. stupně
# -----
has_zz2 <- !is.na(vzorniky_plot$z2) &
  !is.na(vzorniky_plot$vz2) &
  vzorniky_plot$vz2 == 1
vzorniky_plot$zz2 <- NA_real_

if (any(has_zz2)) {

  buffers_zz2 <- st_buffer(
    vzorniky_plot[has_zz2, ],
    dist = vzorniky_plot$z2[has_zz2],
    nQuadSegs = 200
  )

  buffers_zz2 <- st_make_valid(buffers_zz2)

  if (has_mpspp) {
    buffers_zz2 <- st_difference(buffers_zz2, mpspp_union)
  }

  vzorniky_plot$zz2[has_zz2] <- as.numeric(st_area(buffers_zz2)) / 10000
}

vzorniky_plot
}

vzorniky_list_out <- lapply(
  vzorniky_list,
  process_one_plot,
  mpspp_df = mpspp_df
)

vzorniky_sf <- do.call(rbind, vzorniky_list_out)

vzorniky_add <- vzorniky_sf %>%
  st_set_geometry(NULL) %>%
  select(lokalita, cislo, zz1, zz2)

vzorniky_df_out <- vzorniky_df %>%
  left_join(vzorniky_add, by = c("lokalita", "cislo"))
output_file <- file.path(
  dirname(file),
  "Zóny zahmuti.xlsx"
)

output_file <- file.path(
  dirname(file),
  "Zóny zahmuti.xlsx"
)

export_df <- vzorniky_df_out %>%
  select(stratum, lokalita, cislo, zz1, zz2)

writexl::write_xlsx(
  export_df,
  output_file
)

beep(1)

```