

## **OBSAH**

---

<b>Úvod</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>1. Lesní půda</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>2. Základní etapy zjišťování půdních vlastností</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>3. Přípravné práce</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>4. Vlastní terénní práce</b> . . . . .	<b>15</b>
4.1. Rekognoskace terénu. . . . .	16
4.2. Rozvržení sítě sond. . . . .	17
4.2.1.. Půdotvorný substrát . . . . .	18
4.2.2.. Reliéf terénu. . . . .	20
4.2.3.. Nadložní humus. . . . .	24
4.2.4.. Fytoindikace půdních poměrů. . . . .	27
4.3. Výkop půdních sond. . . . .	32
<b>5. Terénní šetření a odběr vzorků</b> . . . . .	<b>34</b>
5.1. Popis lesního stanoviště. . . . .	34
5.1.1.. Údaje obecného charakteru. . . . .	34
5.1.2.. Údaje specifického charakteru. . . . .	35
5.2. Popis půdního profilu. . . . .	40
5.2.1.. Horizonty lesních půd. . . . .	41
5.2.2.. Genetická a fyziologická hloubka půdy a intenzita prokořenění	47
5.2.3.. Mocnost půdních horizontů. . . . .	48
5.2.4.. Barva půdních horizontů. . . . .	48
5.2.5.. Zrnitost půdních horizontů a obsah skeletu. . . . .	51
5.2.6.. Konzistence půdních horizontů. . . . .	52
5.2.7.. Struktura půdních horizontů. . . . .	53
5.2.8.. Vlhkost půdních horizontů a výška hladiny podzemní vody. . . . .	54
5.2.9.. Pórovitost, humóznost a biologická aktivita půdních horizontů. . . . .	55
5.2.10.. Přítomnost uhličitánů vápníku. . . . .	56
5.2.11.. Přítomnost novotvarů, cizorodých příměsí a mramorování. . . . .	57
5.2.12.. Terénní posudek . . . . .	57
5.3. Odběr půdních vzorků. . . . .	63
5.3.1.. Půdní vzorek . . . . .	63
5.3.2.. Vzorkování. . . . .	65
5.4. Příklad terénního šetření a odběru vzorků. . . . .	67

## 2. ZÁKLADNÍ ETAPY ZJIŠŤOVÁNÍ PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ

Stanovištní průzkum lesa je nemyslitelný bez důkladného pedologického šetření. Kromě toho se řada pedologických šetření provádí bez širšího začlenění, jako průzkum půdních poměrů dané oblasti, jako průzkum vyvolaný pedologicky specifickým zadáním.

Cílem pedologického průzkumu lesního stanoviště je získání řádně vyhodnocených a správně interpretovaných údajů jak z terénu, tak i z pedologické laboratoře.

Pro získání výsledků laboratorních analýz je nutné nejprve odebrat půdní vzorky z půdních vzorkovacích sond. Rozvržení sítě sond a jejich výkopu předchází přípravné práce, určené k shromáždění veškerých potřebných údajů o zájmovém území,

Při respektování cílů zadání komplexního pedologického průzkumu lesního stanoviště jsou základní etapy zjišťování půdních vlastností následující:

- 1. Přípravné práce.**
- 2. Vlastní terénní práce.**
- 3. Terénní šetření a odběr půdních vzorků.**
- 4. Laboratorní analýzy.**
- 5. Vyhodnocení výsledků.**

Těmito etapami studia lesních půd se bude detailně zabývat následující text.

### 3. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Přípravné práce spočívají v získání co nejširšího teoretického poznání studované lokality, tj. co největšího množství informací o daném území - a to ještě před tím, než v daném zájmovém území začnou vlastní terénní práce.

Při studiu podkladů k zahájení terénního pedologického šetření je nutné pozornost zaměřit do tří oblastí:

1. Studium podkladů obecného charakteru (prameny geologické, klimatické, orografické a výškopisné, hydrologické, biogeografické, geobotanické, podklady věnované správnímu členění oblasti, apod.).
2. Studium podkladů zaměřených na historický vývoj stavu lesů zájmové oblasti.
3. Studium lesnických map:
  - ◆ mapy půdní (mapy půdních typů a subtypů),
  - ◆ mapy porostní (mapy věkových tříd, prostorové úpravy a kategorií lesa),
  - ◆ mapy typologické (mapy lesních typů),
  - ◆ mapy imisních škod (exhalační; mapy pásem ohrožení a stupňů poškození).

Při specifickém zadání je možno též využít map těžebních (mapy umístění a způsobu provedení úmyslných mýtních těžeb).

Klíčovou důležitostí zde hraje zadaný cíl pedologického šetření.



---

## 4. VLASTNÍ TERÉNNÍ PRÁCE

---

Po důkladné teoretické přípravě následují vlastní terénní práce. Ty sestávají ze třech postupných kroků:

- ◆ rekognoskace terénu (obhlídka, průzkum terénu pochůzkou),
- ◆ rozvržení sítě vzorkovacích sond,
- ◆ výkop vzorkovacích sond.

Výsledkem terénních prací je po zohlednění jednak přípravných prací a jednak vlastního zadání pedologického šetření návrh priorit pro výběr míst výkopu jednotlivých vzorkovacích sond a poté provedení vlastního výkopu, tj. odkrytí půdního profilu.

V případě komplexního pedologického průzkumu lesního stanoviště nebude analyzována pouze sonda jako taková, ale i její přímé okolí. Za tímto účelem je vhodné volit sondy jako středy jednotlivých studijních ploch. Ty se vylisují v rozměrech ploch pro zhotovení fytoecologického snímku, tj. 20 x 20 m (400 m<sup>2</sup>).

V případě pedologického šetření na rozsáhlém území je vhodné volit jednotlivé studijní plochy ve výškovém gradientu (dle nadmořské výšky v m n.m.), v teplotním gradientu (dle průměrné roční teploty vzduchu v °C) a v srážkovém gradientu (dle ročního srážkového úhnu v mm).

Každá studijní plocha přitom musí splňovat kritéria rozhodovací analýzy pro její volbu, vyplývající z cíle pedologického průzkumu. Klíčovou důležitost hraje cíl pedologického šetření: proto je nutné vybrat z množiny řešení ta, která jsou pro zvolený cíl optimální.

Vzorkovací sonda sloužící pro popis půdních poměrů a pro odběr vzorků se umísťuje do středu studijní plochy. Studijní plocha sama slouží pro popis lesního stanoviště.

V odůvodněných případech není nutné vymezení studijní plochy, ale postačuje pouhý výkop půdní vzorkovací sondy a následný popis půdního profilu a odběr vzorků.

V případě srovnávacích studií je nutné věnovat maximální pozornost volbě kontrolních ploch.

## 4.1. Rekognoskace terénu

Rekognoskace terénu, tj. průzkum pochůzkou, slouží ke zpřesnění a aktualizaci teoreticky získaných znalostí o zájmovém území.

Cílem pochůzky je přímé seznámení se zájmovým územím a ověření, zda výběr prioritních kritérií rozhodovací analýzy pro volbu studijních ploch (či v případě jednoduššího zadání jen podmínky výběru místa výkopu sond) je v souladu se skutečnou situací v daných lesních porostech.

Při pochůzce si všímáme nejen přírodních poměrů dané lokality, ale též umělých odkryvů (pískoven a cihelen, výstavby lesní čestní sítě, úvozů, výkopů, apod.)

Při rekognoskaci zájmového území se pozornost zaměřuje na celkový charakter a lokální specifika následujících parametrů:

- ◆ poměry geomorfologické,
- ◆ poměry petrografické,
- ◆ poměry pedologické,
- ◆ poměry vegetační,
- ◆ poměry typologické,
- ◆ poměry hospodářsko-úpravnické,
- ◆ poměry stanovištní z hlediska historického vývoje stavu lesů .

Pro vlastní zákresy terénní situace jsou vhodné mapy obrysové s barevně provedeným výškopisem zadaného území; do nich také zakreslujeme lokalizaci jednotlivých vzorkovacích sond i zákopků a to včetně zákresu směru pochůzky.

## 4.2. Rozvržení site sond

Rozvržení sítě sond vychází jednak ze specifického zadání daného pedologického šetření a jednak ze specifických stanovištních podmínek studované oblasti.

Rozeznáváme dva typy půdních sond:

1. Sondy vzorkovací, tj. sondy sloužící k terénnímu šetření a k odběru půdních vzorků. Jedná se o výkopy s minimální hloubkou 90 cm (v případě, že pevná hornina nepostižená zvětráváním výkop umožňuje) a optimální hloubkou 110 - 120 cm.
2. Sondy mapovací, tj. zákopy sloužící jednak k základní pedologické orientaci na stanovišti a jednak k určení hranic půdních jednotek při pedologickém mapování. Jedná se o mělké, rychle provedené výkopy s hloubkou do 50 cm.

Vycházíme opět z cíle pedologického šetření - buď se síť sond navrhne tak, aby zachycovala typické půdní profily nebo tak, aby byly odkryty specificky požadované profily.

Velmi důležité kritérium místa výkopu vzorkovacích sond je vzdálenost od jednotlivých stromů: půdní profily je možno otevírat buď v blízkosti kmenů dřevin a nebo na volné ploše. Důležitost tohoto kritéria vychází ze značné prostorové heterogenity (variability, rozdílnosti) půdních vlastností mezi rhizosférou a volnou půdou.

Důležitá je taktéž volba počátku rozvržené sítě sond: zde platí zásada, že sondážní síť začíná na stanovišti, které je neporušené, nezasazené erozí ani povrchovou akumulací, s nejnižším sklonem v dané oblasti a kde je možno očekávat jednoduchý profil odpovídající hlavnímu půdotvornému procesu v dané oblasti.

Z tohoto hlediska je pak lokalizace počátku plánovitého sondování jasná: nezačínáme ani na úpatí svahové vyvýšeniny, ani na jejím úbočí, ale na neerodované partii její vrcholové části. Síť sond je poté rozvržena tak, aby další sondy zachycovaly situaci ve svahu.

Síť sond je tedy zakończena na úpatí dané terénní vyvýšeniny.

V členitém území je nutné rozvrhnout hustou síť sond. Otázkou zde samozřejmě zůstává, kolik konkrétních vzorkovacích sond je nutno vykopat na jednotku plochy.

Základem vymezení konkrétního počtu vzorkovacích sond je vždy cíl daného pedologického šetření: podle konkrétního cíle je nutno stanovit pro každé jednotlivé šetření optimální počet sond.

Při rozvrhování sítě sond je z lesnického hlediska velice užitečné soustředit zvýšenou pozornost na následující čtyři parametry:

1. Půdotvorný substrát daných lesních stanovišť.
2. Reliéf terénu daných lesních stanovišť.
3. Nadložní humus daných lesních stanovišť.
4. Fytoindikace půdních poměrů daných lesních stanovišť.

#### 4.2.1. Půdotvorný substrát

Vznik lesní půdy je podmíněn souběhem zvětrávacích procesů půdotvorných substátů (zvětrávání mateční horniny), dekompozicí odumřelé organické hmoty na daném stanovišti (vnitřní biochemický koloběh prvků v biosféře) a sedimentací půdních částic při transportních procesech. Z hlediska matečních hornin vznik půdy závisí jednak na vnitřních (endogenních) fyzikálních a chemických vlastnostech vlastní mateční horniny a jednak na vnějších (exogenních) biotických a abiotických faktorech prostředí.

Lesní půdy vznikají v zásadě dvojím způsobem:

1. In situ, kdy je půdní minerální podíl produktem zvětrávání pevné, zpevněné či nezpevněné mateční horniny starohorního až třetihorního stáří.

Další způsob vzniku půdy *in situ* je plynulá přeměna reliktní půdy, tj. půdy vzniklé sice za odlišných podmínek v geologické minulosti, ale nyní vytvářející rhizosféru lesních dřevin a podléhající komplexnímu působení recentních pedogenetických faktorů-

2. Na přemístěné usazenině, která byla na dané stanoviště transportována vodou, ledovcem, větrem a působením gravitace ve čtvrtohorách.

I tyto sedimenty vznikly denudací primárních pevných, zpevněných či nezpevněných hornin, které jsou však *in situ* na stanovišti jiném, zpravidla výše položeném. Platí zde, že pomístně přenesený horninový materiál vede ke vzniku svahovin, zatímco na velké vzdálenosti transportovaný materiál vede ke vzniku specifických půd na fluviatilních, eolických či glaciálních půdotvorných substrátech.

Při velkém zjednodušení je možno konstatovat, že lesní půdy vznikají buď na zvětralinovém eluviu nebo na zvětralinovém deluviu.

Z hlediska rozvržení sítě sond je nutné dbát na následující skutečnosti:

1. Stejný půdotvorný substrát jedné oblasti může podléhat různým diferenciačním půdním procesům.
2. Stejně geomorfologické a klimatické podmínky jedné oblasti mohou vést ke vzniku různých půdních jednotek jako projevu přítomnosti půdotvorného substrátu různého původu.
3. Stejně geomorfologické a klimatické podmínky jedné oblasti mohou vést ke vzniku různých půdních jednotek jako projevu přítomnosti půdotvorného substrátu různého chemismu.

Důležitým specifickým faktorem vázaným na půdotvorný substrát je hloubka půdy. Na výrazně skalnatých či výrazně kamenitých stanovištích vznikají půdy mělké či velmi mělké. Dané lesní stanoviště bude z pedologického hlediska vykazovat výrazně vyšší heterogenitu svých charakteristik než je tomu v případě charakteristik stanovišť na půdách hlubokých.

Zásadní důležitost pro rozvržení sítě sond z hlediska půdotvorného substrátu má regionálně geologické hledisko.

Je nutné respektovat skutečnost, že území LPF ČR leží ve čtyřech evropských, vzájemně odlišných geologických celcích:

- ◆ na Opavsku v oblasti polonské (Středopolské nížiny),
- ◆ východně od linie *Ostrava-Brno-Znojmo* v oblasti karpatské (Karpaty - Vněkarpatské sníženiny a Vnější Západní Karpaty),
- ◆ v jihomoravském luhu v oblasti panonské (Dolnomoravský úval),
- ◆ ve zbylé oblasti centrální pak v oblasti hercynské (Český masiv).

Každá z těchto oblastí má odlišný geologický vývoj, což se zákonitě přenáší do specifického vývoje lesních stanovišť.



#### 4.2.2. Reliéf terénu

Při rozvrhování sítě sond je zohlednění reliéfu (morfologie, konfigurace, tvárnosti, topografie) terénu klíčově důležité, neboť vzhledem k tomu, že vertikální teplotní a srážkový gradient ve volné atmosféře činí průměrně 0,6°C a 50 mm na 100 m výškového převýšení, je to právě reliéf terénu, který ve vazbě na nadmořskou výšku, klimatickou oblast a převládající směr větrů spolurozhoduje o následujících základních parametrech prostředí:

- ◆ o rozdělení tepla a vody v krajině,
- ◆ o přítomnost konkrétního vegetačního společenstva (typu rostlinné asociace),
- ◆ o poměru mezi pedogenezí na straně jedné, sedimentací na straně druhé a denudací na straně třetí.

Z hlediska vlastních terénních prací je lesnický nejdůležitější vědět, že konfigurace reliéfu studijní plochy podmiňuje:

- ◆ hloubku půdy (fyziologickou i genetickou),
- ◆ místní distribuci - rozdělení, rozšíření, rozprostření - kvartérních pokryvů,
- ◆ místní distribuci vody v půdním profilu.

Distribuce kvartérních (čtvrtohorních) pokryvů spočívá v gravitačních posunech zvětrá línových pokryvů, ve vodní erozi a deflaci vs. akumulární činnosti vody a větru.

Zde je vhodné upozornit na přehlíženou problematiku svahového ronů. Svahový ron spočívá jednak v plošném odnosu zvětralin smyvem a jednak v jejich následném hromadění ve formě lokálních deluvií. Odnos i akumulace půdních částic je přitom zásadně podmíněna právě reliéfem terénu. Ke smývání a postupnému pohybu pevných půdních částic po svahu dochází vlivem srážkové vody a vody z tajícího sněhu. Výrazně se zde uplatňuje spolupůsobící gravitace, vegetační kryt a fyzikální vlastnosti dané půdy.

Distribuce vody v půdním profilu je z hlediska konfigurace terénu podmíněna takto:

1. Reliéf terénu podmiňuje mezoklima a to především množství, intenzitu a formu srážek, směr a intenzitu atmosférického proudění a také míru insolace půdního povrchu (vznik různých povrchových teplot).
2. Reliéf terénu podmiňuje míru průsaku srážkové vody a odtokové poměry a to tak, že v přímé vazbě na mezoklima rozhoduje o převládajícím směru pohybu vody (*srážky > evapotranspirace, srážky < evapotranspirace, srážky = evapotranspirace*).
3. Reliéf terénu ovlivňuje výšku hladiny podzemní vody a její stagnaci v určitých typech reliéfu (zvláště v terénních depresích).

Sled na sebe geneticky navazujících půdních jednotek v přímé vazbě na morfologii terénu nazýváme půdní toposérií, katénou půdních jednotek daného území.

Z hlediska rozvržení sítě sond je mimořádně důležitá problematika terénních depresí. Terénní deprese jsou z pedologického hlediska charakteristické především kombinací vyšší hladiny podzemní vody při nižším výparu s vyšší akumulací organické hmoty na půdním povrchu. V terénních depresích tak dochází k obdobné pedogenezi jako na lokalitách s obecně vyšším ročním srážkovým úhrnem.

Reliéf terénu je stran rozvržení sítě sond nutné hodnotit odděleně ze tří hledisek:

- ◆ z hlediska geomorfologickém typu reliéfu,
- ◆ z hlediska sklonu reliéfu,
- ◆ z hlediska expozice reliéfu.

Co se týče geomorfologického typu reliéfu, při rozmístování sítě sond je nutné vycházet z toho, že jinak bude pedogeneze probíhat v reliéfu vrásovém či zlomovém vs. reliéfu sopečném, jinak v reliéfech eolickém, fluviatilním, krasovém, glaciálním či svážném.

Nutné je též respektovat specifické komplexní působení pedogenetických faktorů v nížinách vs. pahorkatinách či vrchovinách, resp. pahorkatinách vs. homatinách.

Co se týče sklonových poměrů (inklinace, svažitost terénu) dané oblasti, ty jsou rozhodujícím faktorem pro projevení vlivu gravitace na daném stanovišti.

Sklon terénu dále spolupůsobí na následující základní vlastnosti lesního stanoviště:

1. Svažitost terénu výrazně podmiňuje typ rostlinné asociace. Svah terénu a vegetační kryt pak spolu s charakterem matečné horniny rozhodují o poměru mezi povrchovým odtokem a infiltrací srážkové vody do pedonu.
2. Svažitost reliéfu zásadně ovlivňuje laterální podpovrchový tok srážkové vody.
3. Svažitost reliéfu zásadně ovlivňuje výšku hladiny podzemní vody: ve srovnání s vrcholovými částmi terénních vyvýšenin je hladina podzemní vody lesních stanovišť na úbočích vyvýšenin podstatně blíže půdnímu povrchu.

Co se týče expozice (polohy vůči světovým stranám), její vliv na rozvržení sítě sond se v první řadě projevuje:

- ◆ rozdílností intenzity slunečního záření,
- ◆ rozdílností teplot vzduchu,
- ◆ rozdílností intenzity výparu,
- ◆ rozdílností míry srážek a jejich sezónního rozložení.

Poněkud opomíjený vliv expozice svahu na rozvržení sítě sond má charakter údaje mimořádně významného. Při výrazném spolupůsobení nadmořské výšky lesního stanoviště nám v daném zájmovém území umožní zachytit jak stanoviště s výraznou pedogenezí, tak i stanoviště pouze s iniciálním vývojem profilů lesních půd.

Z hlediska rozvržení sítě sond je vhodné si uvědomit následující obecné zákonitosti:

1. Nápadnou a charakteristickou pedogenezi vykazují lesní stanoviště jižních a jihozápadních expozicí, což je podmíněné jednak největšími rozdíly mezi maximálními a minimálními teplotami a jednak nejvyšším výparem a to často i při dostatečných srážkách. Nepřekvapí tedy, že na většině LPF ČR jsou nejsušší stanoviště exponována vůči jihovýchodu.
2. Lesní stanoviště východních expozicí jsou díky převládajícímu směru oceánického atmosférického proudění vystaveny jednak srážkovému stínu a jednak v zimním období mrazivým kontinentálním větrům; pedogeneze zde obecně vykazuje obdobné rysy jako na svazích jižních.
3. V případě lesních lokalit severní expozice je i při stejném ročním srážkovém úhrnu obecně nižší průměrná roční teplota a menší výkyvy mezi teplotními maximy a minimy. Velice výrazný vliv zde uplatňují vegetační společenstva, což stimuluje chemické a biologické zvětrávání a snižuje evaporaci, přičemž zde dochází ke vzniku organických a minerálních koloidů a ke vzniku hlubších půdních profilů. Na severních expozicích je také díky chladným a vlhkým severozápadním větrům obecně vyšší humidita prostředí, což akceleruje eluviální a zvětrávací pochody.
4. Svahy západní expozice se především díky vyššímu ročnímu srážkovému úhrnu podmíněnému převládajícímu severozápadnímu atmosférickému proudění blíží svým charakterem svahům severním. Svahy západní a severní tak mají charakter svahů návětrných, svahy jižní a východní svahů závětrných.

V případě, kdy neuvažujeme sedimentaci sprašového materiálu, převládá na jižních a východních expozicích fyzikální zvětrávání, při kterém na vznikajících suťových polích dochází k pedogenezi charakteristické rychlým vyplavováním jemných frakcí.

Přímým opakem jsou svahy se severozápadní expozicí, kde se na lesních půdách ČR setkáváme s nejintenzivnějšími projevy diferenciačních půdních procesů.

Obr. 2. Vliv expozice reliéfu na výskyt pedonů různých vlastností daného lesního stanoviště

Expozice (orientace vůči světovým stranám)

(hluboké profily s vysokým podílem koloidů)

= zásadní vliv chem. a biol. zvětrávání

+ výrazný vliv fytocenóz =

+ malé výkyvy mezi extrémy +

nižší teploty +

**severní**

vlhké a chladné severozápadní větry =>

=> intenzivní pedogeneze na sz. svazích

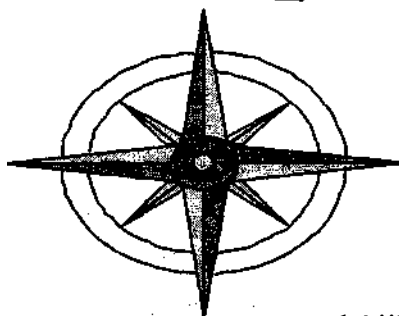
**západní**

vyšší srážkový

roční úhrn =

= obdoba severní

N



**východní**

srážkový stín +

+ mrazivé zimní

proudění =

= obdoba jižní

suché jihovýchodní větry =>

=> nejsušší expozice

**jižní**

největší rozdíly

mezi max. a min. teplotami +

+ nejvyšší evaporace =

zásadní vliv fyzikálního zvětrávání

(suťová pole s malým podílem jemnozemi)

#### 4.2.3. Nadložní humus

Nadložní (pokryvný) humus je souborem terestrických (povrchových) organických horizontů tvořených odumřelou biomasou převážně rostlinného původu v různém stupni rozkladu.

Jeho tvorba je na daném lesním stanovišti odrazem dvou základních procesů:

- ◆ primární produkce fytoceenózy,
- ◆ zpomaleného rozkladu asimilačního aparátu, kůry a větví na půdním povrchu.

Na jeho tvorbě se tedy zúčastňuje celá fytoceenóza, tj. zástupci pater E3 - EO (MORAVEC a JENÍK, 1994).

Nadložní humus hraje na lesním stanovišti mimořádně důležitou úlohu:

1. Stupeň akumulace organické hmoty na půdním povrchu ovlivňuje vlastní pedogenezi.
2. Procesy spojené s rozkladem a akumulací organické hmoty jsou procesy charakterizujícími současný (aktuální) stav a intenzitu diferenciačních půdotvorných procesů. Jde tedy o nesrovnatelně rychlejší procesy než jsou procesy spojené se zvětráváním horninotvorných minerálů půdotvorných substrátů.
3. Prostřednictvím prvotní akumulace organické hmoty na půdním povrchu se do půdního roztoku a na vazebná místa půdního sorpčního komplexu dostává vysoké množství makro- i mikrobioelementů, nutných pro výživu lesních porostů.
4. Organické látky nadložního humusu jsou energeticky vysoce hodnotným substrátem a místem životních dějů (ekologickou nikou) půdních heterotrofů i půdních autotrofů.
5. Organické látky nadložního humusu jsou zdrojem koloidního humusu, jakožto kvalitativně nejdůležitějšího nositele sorpční kapacity lesních půd, podmiňujícího komplexní a kontinuální výživu lesních dřevin včetně zásobování vodou.
6. Mocnost a kvalita nadložního humusu zásadně ovlivňuje dynamiku teplotních poměrů, vodního a vzdušného režimu povrchových minerálních A-horizontů.
7. Mocnost a kvalita nadložního humusu výrazně ovlivňuje strukturu A- horizontů, čímž přispívá k snížení ohrožení stanoviště vodní erozí a deflací.

Při rozvržení sítě sond je tedy možné orientovat se podle míry akumulace nerozloženého, částečně rozloženého a humifikovaného opadu v dané rekognoskované oblasti, přičemž přítomnost různě mocného nadložního humusu různé kvality pomáhá velmi účinně spoludiagnostikovat změny lesních typů, matečních hornin a půdních jednotek.

Mrtvá biomasa může být karbonizována, ulmifikována, mineralizována nebo humifikována. Obecně platí, že pokud její dekompozice a následná mineralizace není dostatečně rychlá, hromadí se odumřelá organická hmota na půdním povrchu, čímž vytváří vlastní nadložní organický horizont jako mimořádně významnou součást lesní půdy.

Z hlediska rozvržení sítě sond je v první řadě nutné vycházet z toho, že nadložní terestrické horizonty mají různou mocnost i charakter: je možné u nich odlišit vlastní opad od horizontu drti (fermentačního horizontu) a ten zase od horizontu měli (humifikačního horizontu).

Opadem - horizont Oi - přitom rozumíme organický horizont především z listů, jehličí a kůry bez známek intenzivního rozkladu.

Drť - horizont Qf - je naopak vrstvou s probíhajícími dekompozičními pochody, kdy již dochází k částečnému rozkladu organických zbytků, ale ty dosud neztrácejí svůj původní tvar a strukturu.

Horizont měli - horizont Oh - je čistě organogenní vrstvou tmavě zbarvených látek, kdy humifikace pokročila již do takového stupně, že organické zbytky zcela ztratily svůj původní charakter a strukturu.

Pod čistě organickým, nadložním povrchovým humusem (který někdy může nést i známky rašelinění) leží povrchový humusový A-horizont, kde je podíl organický neoddělitelně vázán s minerální složkou půdy (myslet v širším slova smyslu).

Charakter zvrstvení odumřelé organické hmoty na půdním povrchu se odráží v humusové formě daného lesního stanoviště. Humusová forma je dána morfologicky charakteristickým vzhledem a uspořádáním souboru organogenních horizontů. Ty vznikají jako zákonitý důsledek klimatických, pedogenetických, geomorfologických, hydrologických, vegetačních a hospodářskou činností ovlivněných podmínek stanoviště. Vymezení humusové formy není ovlivněna povrchovým humusovým A-horizontem; důležitá je plynulost či ostrost přechodu mezi organickým Oh-horizontem a minerálním A-horizontem.

Základní humusové formy jsou čtyři: mor (surový humus), mull (mul, "sladký" humus), moder a tangel. Termíny *mull* a *moder* jsou používány více než jedno století (MÜLLER, 1887), termín *moder* je mladší (BÜHLER, 1910). Tyto formy se dále dělí do jednotlivých subforem ((WILDING *et al.*, 1983; DELECOUR, 1990; MACKŮ a VOKOUN, 1993; GREEN *et al.*, 1993), z nichž se každá vyznačuje řadou specifických znaků.

Humusová forma tangel není v podmínkách lesního půdního fondu ČR významná, neboť je vázaná na vysokohorská krasová území.

Humusová forma mor je charakteristická vysokým stupněm akumulace nehumifikované odumřelé organické hmoty na půdním povrchu. Tento stav je odrazem obecně nízké hodnoty pH a nepříznivých podmínek pro dekompoziční a humifikační procesy - zamokření půdního povrchu, extrémní suchost prostředí, kombinace chladného a vlhkého mezoklimatu, tzv. kyselý opad jehličnanů, vřesů a zástupců čeledi borůvkovitých, nízká minerální síla půdotvorného substrátu, velmi nízký či naopak velmi vysoký obsah jílnatých

částic a nedostatečná aerace opadu. Výrazně se uplatňují roztoči, chvostoskoci a půdní houby (mikromycety). Profil nadložního humusu je tvořen všemi třemi nadložními terestrickými horizonty, přičemž jejich celková mocnost je mimořádná. Charakteristický je víceletý opad a dominantní postavení horizontu drti Of.

Humusová forma mull je lesnicky nejpříznivější formou akumulace organické hmoty na půdním povrchu, neboť je podmíněna velmi rychlým uvedením hmoty a energie odumřelých organických látek do koloběhu. Tento stav je odrazem intenzivní činnosti druhově velmi diverzifikovaného zooedafonu a na něj navazující intenzivní humifikace a dochází k němu v mírném až teplém podnebí s dostatkem srážek na minerálně bohatých horninách s tvorbou dobře provzdušněných pedonů. Úzká je vazba na listnaté a smíšené porosty s bohatým keřovým a bylinným patrem. Roli hub v mikroflóře přejímají bakterie a aktinomycety, typickým znakem je mimořádně vysoký podíl koprogenních elementů (výlučků) zástupců čeledi žížalovitých. Profil nadložního humusu nikdy neobsahuje měl Oh, svou mocností je velmi nevýrazný a plynule přechází do organominerálního A-horizontu v nápadnou drobtovitou až krupnatou strukturou.

Na lesních stanovištích, které neumožňují vznik mullu, ale jsou charakteristické podstatně příznivějšími podmínkami, než jsou nutné pro vznik moru nutně vzniká přechodová humusová forma moder. Humifikace je zde rozsáhlá a intenzivní, bohužel však neúpln. To ústí do dominantního postavení horizontu měli Oh, kdy odumřelá organická hmota sice nastupující výraznou humifační činností mikroedafonu ztrácí svůj původní charakter a strukturu, ale dosud nevytváří organominerální komplexy s produkty zvětrávání půdotvorného substrátu. Obecné podmínky vzniku jsou podmínky přechodovými mezi těmi, které vedou ke vzniku mullu a moru: minerálně hůře zásobené půdotvorné substráty s nižším podílem koloidního jílu, nižší aerace pedonu, vyšší hodnoty půdní reakce, nevyrovnaný vodní režim, malý podíl žížalovitých. Na rozdíl od mullu se zde vždy nachází (ať souvislý či nesouvislý, pomístný) horizont měli, na rozdíl od moru je mocnost souboru nadložních horizontů výrazně nižší a horizont drti Of méně nápadný.

#### 4.2.4. Fytoindikace půdních poměrů

Významnou vlastností lesních rostlinných společenstev je z pedologického hlediska jejich indikační význam. Umělé oddělování stanovištně-pedologických šetření od šetření fytoocenologických je tak nutně nelesnické a neekologické zároveň.

Do úvahy se přitom neberou pouze dřeviny, ale celá fytocenóza lokality - zvláště pak bylinné patro, jehož zástupci svým výrazným vlivem jak na humifikaci a koloběh dusíku, tak i na obsah a pohyb půdní vody vykazuje indikační potenciál neocenitelné vypovídací hodnoty.

Analýza fytoindikačního potenciálu lesních rostlin není v české lesnické pedologické literatuře běžná: s výjimkou dílčích studií ing. Antonína Němce (1894-1958) a dr. Karla Kvapila (cf. NĚMEC, 1956) a ojedinělé práci SÝKORY (1959) je této problematice věnována pozornost pouze sporadická. Vzhledem k tomuto faktu a vzhledem k významu fytoindikace ve vlastních terénních pedologických pracích je vhodné uvést některé konkrétní podrobnosti.

Základní východisko významnosti fytoindikace stanovištních poměrů vychází ze skutečnosti, že to jsou především půdy - ani ne tak mateční horniny - lesních stanovišť, které mají přímý vliv na druhovou diverzitu, vitalitu a abundanci rostlin stromového, keřového, bylinného a mechového patra.

V případě tak geomorfologicky a petrograficky pestrého území, jakým je Česká republika, je nevyhnutelné, aby na dané lokalitě v rámci jednotně působících klimatických faktorů došlo k rozrůzněnosti typů rostlinných asociací právě působením faktorů edafických. Zde jsou to konkrétní půdní poměry, které zásadním způsobem modifikují místní fytoocenózy.

Jsou-li to tedy pedony, které charakterizují edafické klimaxy v rámci klimaxů klimatických, je fytoindikace půdních jednotek faktorem lesnický velmi důležitým a z hlediska rozvržení sítě sond neopomenutelným.

Využit lze jak přítomnosti jednotlivých druhů, tak i jejich tvářnosti (fyziognomie) a vitality. Takto lze hodnotit i vegetační kryt studovaného lesního stanoviště jako celku.

Významnost využití fytoindikačního potenciálu lesních rostlin bylinného i trávovitého habitu je dnes plně zohledňována především při typologických pracích jako součásti zjišťování stavu lesa. Typologický systém sice vychází z vegetační stupňovitosti (primárně podmíněné nadmořskou výškou s typizovanými klimatickými charakteristikami) a z ekologických řad, ale svým pojetím edafických kategorií jakožto základních charakteristik souborů lesních typů zviditelňuje pedology často opomíjené spojení mezi rostlinou a půdou.

Mezi rostlinami existují ekologicky vyhraněné skupiny druhů:

- ◆ druhy petrofytní, psamofytní vs. pelofytní; druhy kalcikolní, hadcové, halofytní;
- ◆ druhy hygropytní vs. xerofytní;
- ◆ druhy oxifilní vs. bazifilní; druhy oligotrofní vs. eutrofní.



Vzhledem k praktickým potřebám rozvržení sítě půdních sond je však fytoindikaci nejvhodnější využít v následujících případech:

1. Rostliny jako indikátory ekologické (stanovištní) řady obohacené humusem.
2. Rostliny jako indikátory humusových forem.
3. Rostliny jako indikátory půdních typů.
4. Rostliny jako indikátory půdních druhů.
5. Rostliny jako indikátory půdotvorných substrátů.
6. Rostliny jako indikátory půdní struktury.
7. Rostliny jako indikátory půdní reakce.

Co se týče ekologické řady obohacené humusem:

Vysoká humóznost stanoviště se odráží vysokým podílem přístupných sloučenin dusíku. Na těchto lesních stanovištích dominují nitrofilní druhy rostlin, mezi něž patří krabiice {*Chaerophyllum* sp.}, dymnivky {*Corydalis* sp.}, svízel přítula (*Galium aparine* L.), netýkavka nedůtklivá (*Impatiens noli-tangere* L.), bažanka vytrvalá {*Mercurialis perennis* L.}, kyčelnice devítilistá (*Dentaria enneaphyllos* L.), bršlice kozí noha {*Aegopodium podagraria* L.}, česnáček lékařský (*Alliaria petiolata* /Bieb./ Cavara et Grande), kakost smrdutý {*Geranium robertianum* L.}, kuklík městský (*Geum urbanum* L.), hluchavka skvrnitá (*Lamium maculatum* L.), měsíčnice vytrvalá (*Lunaria rediviva* L.), česnek medvědí (*Allium ursinum* L.) a vlašovičnick větší (*Chelidonium majus* L.). Jedná se tedy o bažankové, kakostové, česnáčkové, netýkavkové aj. doubravy, bučiny a javořiny edafických kategorií D, A a J.

Důležité je upozornit na to, že přítomnost nitrofilních druhů rostlin je charakteristická též pro zbylé tři edafické kategorie ekologické řady obohacené, tj. pro vodou obohacené kategorie L (lužní), U (údolní) a V (vlhká). Pro tyto kategorie však významnost nitrofilů nepřesahuje významnost ostatních typických ekologických skupin bylin.

Velmi důležitá je bioindikace základních humusových forem:

Humusová forma mor je indikována výskytem mnohých mechorostů (pokryvatců rodu *Entodon* sp., ploníků rodu *Polytrichum* sp., dvouhrotců rodu *Dicranum* sp.), plavuněmi *Lycopodium* sp., hruštičkami (*Pyrola* sp.), vřesem obecným (*Calluna vulgaris* IL./ Hulí.), brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus* L.), brusnicí brusinkou {*Vaccinium vitis-idea* L.} a sedmikvítkem evropským (*Trientalis europaea* L.). Z travin v submontánním a montánním výškovém stupni se často dominantně vyskytuje význačný oligotrofní druh smilka tuhá (*Nardus stricta* L.) a dále metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* IL./ Drejer) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa* /Chaix/ J. F. Gmel.). Na lesních stanovištích s humusovou formou mor se často setkáváme i se zástupci rodu ostřice (*Carex* sp.).

Humusová forma mull je charakteristická výskytem jednak bylinného podrostu lužních lesů a jednak fakultativně kalcifilními "hajními" bylinami, např. hrachorem jarním (*Lathyrus vernus*/L. Bernh.), jaterníkem podléškou (*Hepatica nobilis* Milí), kopytníkem evropským (*Asarum europaeum* L) a pšeníčkem rozkladitým (*Milium effusum* L).

Přechodová humusová forma moder nemůže již z logiky svého vymezení disponovat jednoznačnými indikátory. I tak lze však obecně říci, že lesní stanoviště s typickým moderem je velmi často indikováno mechorosty meříkem čeřítým (*Mnium undulatum* /Hedw./ T. Kop.) či rokytníkem skvělým (*Hylocomium splendens* /Hedw./ B. S. G.), lesní stanoviště s mullovým moderem konvalinkou vonnou (*Convallaria majalis* L) a lesní stanoviště s morovým moderem pstročkem dvoulistým (*Maianthemum bifolium* IL. I Schm.) a šťavelem kyselým (*Oxalis acetosella* L).

Je vhodné využít bioindikačního potenciálu saprofytických, většinou silikofytních rostlin, které pravidelně indikují vysokou míru akumulace organické hmoty na půdním povrchu. K nápadným saprofytickým humikolním bylinám patří zástupci čtyř čeledí: z čeledi vstavačovitých (*Orchideaceae*) se jedná o hlístníka hnízdáka (*Neottia nidus-avis* IL. I L. C. Richard), z čeledi hnilákovitých (*Monotropaceae*) o hniláka smrkového (*Monotropa hypopitys* L), z čeledi zárazovitých (*Orobanchaceae*) o zástupce rodu záraza (*Orobanche* sp.) a z čeledi krtičníkovitých (*Scrophulariaceae*) o podbílek šupinatý (*Lathraea squamaria* L).

Co se týče půdních typů:

Ze skupiny půd molických jsou černozemě (ČM) jakožto půdy reliktního charakteru, vznikající většinou na sprašových materiálech pod travními porosty, indikovány suchomilnými a teplomilnými travinami a druhy keřového patra s tendencí ke kalcifilnosti. Vzhledem k jejich plošně nevýznamnému zastoupení na LPF ČR je na nich možno očekávat jen relikty suchých sípákových doubrav a habrových doubrav 1. a 2. lesního vegetačního stupně.

Rendziny (RA) jakožto půdy na pevných a zpevněných karbonátových horninách jsou typické půdy krasových oblastí, zatímco pararendziny (PR) - půdy na zvětralinách většinou zpevněných karbonáto-silikátových hornin - jsou vázány na svrchní křídou Českého masivu a terciér Západních Karpat. Typičtí fytoindikátoři synuzie podrostu patří k význačným kalcifilním (kalcikolním) rostlinám. Charakteristickými lesními porosty na rendzinách a pararendzinách České republiky jsou bohaté (květnaté) sípákové a habrové doubravy s jeřábem mukem (*Sorbus aria* IL. I Crantz) a břekem (*S. torminalis* IL. I Crantz), višní křovitou (*Cerasus fruticosa* Ballas), dřínem obecným (*Cornus mas* L), dříšťálem obecným (*Berberis vulgaris* L) a kalinou tušalajem (*Viburnum lantana* L).

Ze skupiny půd ilimerických jsou pro hnědozemě (HM) charakteristické habrodubové porosty a smíšené bučiny 2. a 3. lesního vegetačního stupně a pro luvizemě (LM) kyselé bučiny.

Co se týče kambizemí, pohyb podpovrchové, laterálně migrující vody signalizuje z kapradorostů papratka samičí (*Athyrium filix-femina* IL. I Roth.) a z nápadných bylin v případech nižších poloh konopice velkokvětá (*Galeopsis speciosa* Milí.) a v případech poloh vyšších sadec konopáč (*Eupatorium cannabinum* L.) a udatna lesní (*Aruncus sylvestris* Kostel.).

Podzolizace na minerálně chudých půdotvorných substrátech je indikována dutohiávkami *Cladonia* sp. a bělomechem sivým (*Leucobryum glaucum* IL. I Schpr.).

Glejový půdotvorný proces je indikován olšinami a vrbinami s topoly (*Populus* sp.) a podrostem tvořeným blatouchem bahenním (*Caltha palustris* L.) a přesličkou lesní (*Equisetum sylvaticum* L.). Pro plošně omezená prameniště je charakteristická indikace přítomností devětsilů (*Petasites* sp.), mokřýše střídavolistého (*Chrysosplenium alternifolium* L.), skřípiny lesní (*Scirpus sylvaticus* L.) a krabilice chlupaté (*Chaerophyllum hirsutum* L.).

Co se týče půdních druhů:

Půdy zrnitostně lehké (písčité) jsou indikovány přítomností kyselých doubrav a borů, často s výskytem dutohlávek (*Cladonia* sp.), kostřavy ovčí (*Festuca ovina* L.), průtržníků (*Herniaria* sp.), vřesu obecného (*Calluna vulgaris* IL. I Hulí.), kociánku dvoudomého (*Antennaria dioica* IL. I Gaertn.), a jestřábníku chlupáčku (*Hieracium pilosella* L.).

Pro půdy zrnitostně střední (hlíny) je charakteristické nápadné bylinné patro s vysokou druhovou diverzitou. Typickými druhy zde jsou například ptačinec velkokvětý (*Stellaria holostea* L.), samorostlík klasnatý (*Actaea spicata* L.), plicník lékařský (*Pulmonaria officinalis* L.), jaterník podléška (*Hepatica nobilis* Milí.) a lipnice hajní (*Poa nemoralis* L.).

Obecnou známkou výskytu půd zrnitostně těžkých (jílovitých) jsou hygromyfy ve sníženinách a xeromyfy na vyvýšeninách. Tento jev se ve fytoocenologii standardně popisuje jako mozaikovitost výskytu ekologických skupin druhů a je jedním z typických znaků přítomnosti právě půd s vysokým podílem jílové frakce.

Dominantními společenstvy dřevin jílovitých půd jsou buď olšiny s vrbinami nebo kyselé doubravy a bory s břizou. Charakteristickými fytoindikátory jsou z mechorostů rašeliníky (*Sphagnum* sp.), z bylin trávovitého vzhledu bezkoieneček modrý (*Molinia coerulea* IL. I Moench), některé ostřice (*Carex* sp.), sítiny (*Juncus* sp.), suchopýry (*Eriophorum* sp.) a metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa* IL. I Beauv.). Často se zde vyskytují druhy charakteristické pro stanoviště s glejovým půdotvorným procesem jako například skřípina lesní (*Scirpus sylvaticus* L.) a přeslička lesní (*Equisetum sylvaticum* L.).

Co se týče půdotvorných substrátů, vedle zmiňovaných karbonátových hornin je lesnický mimořádně důležitá indikace sprasoveho materiálu. Vzhledem k tomu, že rostlinám bylinného patra poskytují půdotvorné substráty přítomností sprasoveho materiálu optimální či supraoptimální růstové podmínky, je pro lesní stanoviště tohoto druhu charakteristické výrazné bylinné patro s vysokou druhovou diverzitou. Sprašový materiál je indikován - v Čechách vzácnou - ostřicí chlupatou (*Carex pilosa* Scop.), válečkami (*Brachypodium* sp.), teplomilnými růžemi (*Rosa* sp.), četnými zástupci čeledi vstavačovitých (*Orchideaceae*), třemdavou bílou (*Dictamnus albus* L.) a hrachorem černým (*Lathyrus niger*/LJ Bemh).

Co se týče půdní struktury lesních půd, vyrovnaný vodní a vzdušný režim a výrazně příznivá půdní struktura s charakteristickou tvorbou drobtovité, krupnaté či hrudkovité struktury povrchových horizontů je indikována výskytem meřίκů (*Mnium* sp.), ptačinců (*Stellaria* sp.), kyčelnic (*Dentaria* sp.), dymnivek (*Corydalis* sp.), plicníků (*Pulmonaria* sp.), mařinky vonné (*Galium odoratum* IL.I Scop.) a bažanky vytrvalé (*Mercurialis perennis* L.).

Co se týče půdní reakce lesních půd, je možno vymezit dva extrémy:

1. Stanoviště s mírně alkalickou půdní reakcí - mimo krasové oblasti, kde je hodnota půdní reakce nutně značně vysoká v každém případě a není zapotřebí ji fytoindikovat, je pro tato stanoviště charakteristický výskyt ožanky kalamandry (*Teucrium chamaedrys* L.) a především zástupců rodů válečka (*Brachypodium* sp.), dále rodů kozinec (*Astragalus* sp.) a hrachor (*Lathyrus* sp.); z lesních porostů pak jasanové a topolové luzní lesy, habřiny, sípákové doubravy s jeřáby mukem (*Sorbus aria* IL.I Crantz) a břekem (*S. torminalis* IL.I Crantz) a s keřovým patrem tvořeným skalníkem obecným (*Cotoneaster integerrimus* Med.), dřínem obecným (*Cornus mas* L.) a kalinou tušalajem (*Viburnum lantana* L.).
2. Stanoviště se silně kyselou půdní reakcí - mimo vřesovišť a vrchovišť jsou známkou vysoké acidity kyselé doubravy a bory či jiné lesní porosty s břízou bělokorou (*Betula pendula* Roth) v stromovém patře, krušinou obecnou (*Frangula alnus* Mill.) v keřovém patře, ostřicí kulkonosnou (*Carex pilulifera* L.), brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus* L.), brusnicí brusinkou (*Vaccinium vitis-idea* L.) a sedmikvítkem evropským (*Trientalis europaea* L.) v bylinném patru a bělomechem sivým (*Leucobryum glaucum* IL.I Schpr.) a dutohlávkami (*Cladonia* sp.) v patru mechovém.

V pedologických šetřeních má analýza fytoindikačního potenciálu rostlinného podrostu svůj nezastupitelný význam a je proto po celou dobu šetření nutno k ní takto přistupovat.

### 4.3. Výkop půdních sond

Výkopem půdních sond rozumíme výkop sond vzorkovacích, tj. sond s optimální hloubkou 110-120 cm. Hloubka půdní sondy je v mnoha případech primárně vymezena hloubkou výskytu kompaktní (rostlé) horniny.

Výkop půdní vzorkovací sondy se standardně provádí ručně. Cílené použití mechanizačních prostředků není však v současné době též nemožné (např. při zpracovávání oblastních plánů rozvoje lesů). Jsou-li půdní profily otevírány pomocí dozerů, nakladačů či univerzálních traktorů s adaptéry, je nezbytné čela půdních sond ručně upravit. Při použití mechanizačních prostředků je nutné dodržovat pravidlo otevírání půdních profilů proti svahu, tj. při pojezdu dozeru po svážnici není možné profily otevírat ve svahu pod danou cestou.

Cílem výkopu vzorkovacích sond je odkrytí půdního profilu.

Půdní profil je definován jako svislý řez pedonem, tj. zákonitě vzniklou sekvencí půdních horizontů v rámci celé genetické hloubky. Půdní profil by měl být tedy odkrytý až do zvětralinového pláště mateční horniny (do půdotvorného substrátu). To častokrát nelze provést, neboť některé půdy dosahují značných mocností. V tom případě je vhodné zvážit, zda časové možnosti terénního šetření umožňují výkop sondy i do větší hloubky než je 120 cm. Je vhodné si uvědomit, že od této hranice je každých 10 hloubkových centimetrů na svahu středního sklonu doprovázeno zvětšením délky sondy o přibližně 50 cm.

Půdní profil je popisován na čele sondy. Čelo sondy je čelní stěna výkopu. Čelo sondy se v rovině orientuje vůči severu, ve svahu proti jeho sklonu, tj. kolmo na vrstevnice. Konkrétně to znamená, že čelní stěna výkopu směřuje nahoru do svahu a podélná osa, vymezující délku sondy, je kolmá na vrstevnice.

Při minimální hloubce sondy při patě jejího čela 90 cm je možné navrhnout její další rozměry:

1. Optimální šířka čela půdního profilu jak pro popis profilu, tak pro odběr vzorků pro fyzikální a nefyzikální analýzy je 80 cm.
2. Optimální délka výkopu je zcela závislá na sklonu svahu. Je však možné uvést, že ve většině případů není možno při výkopu sondy hlubší než 90 cm počítat s délkou kratší než 120 cm.

Po výkopu se čelo sondy **d ů k l a d n ě** očistí. Poté je možno začít s terénním šetřením a odběrem vzorků.

Důležité je vycházet z toho, že hodnota "nula" není na svrchní hranici povrchového humusového organominerálního A-horizontu, ale již na svrchní hranici souboru nadložních organogenních horizontů. Konkrétně to znamená, že nadložní humus (opad, dřev a měl) je zahrnut do hloubky půdního profilu.

V souvislosti s komplexním pedologickým průzkumem (KPP) zemědělských půd a komplexním průzkumem zemědělských půd (KPZP) se i na lesních půdách započalo s používáním půdních vrtáků a sondovacích tyčí, ev. tyčí na odběr půdních vzorků. Odebraný vzorek zůstává v případě půdních vrtáků v duté ocelové tyči nad komorovou (ev. křídlovou) hlavicí, v případě sondovacích tyčí v podélném žlábků na ocelové tyči.

Sondovací tyče jsou nezbytnou pomůckou pro vlastní terénní práce na územích s vysokou hladinou podzemní vody, na zahliněných sutích a na výrazně kamenitých eluviích pevných a zpevněných hornin. V ostatních případech je jejich použití vázáno pouze na mapování půdních jednotek - nikdy ne na popis půdních profilů.

Pomůcek pro vykop vzorkovací sondy, terénní šetření a odběr vzorků je celá řada.

Z praktického hlediska je vhodné uvést deset následujících pomůcek:

- ◆ krumpáč,
- ◆ krátká lopata s trojúhelníkovým úchytem,
- ◆ sondovací tyč,
- ◆ zahradnické nůžky a lopatka,
- ◆ dřevěný skládací či kovový navinovací metr,
- ◆ nůž,
- ◆ obaly na půdní vzorky (plastikové nádoby, igelitové či tvrzené papírové sáčky),
- ◆ popisovači lihové (vodostálé) fixy,
- ◆ fyzikální válečky s víčky, ev. hliníkové vysoušečky,
- ◆ terénní zápisník či formulář pro terénní šetření, ev. tabulka pro určování barev půdních horizontů (*Munsell Soil Color Charts*), používaný klasifikační systém.

K dokumentaci je vhodný fotoaparát. Je užitečné vzít si do terénu podklady získané při přípravných pracích (údaje o srážkách, teplotách, nadmořské výšce, atd.), které usnadní určení půdní jednotky prováděné přímo v půdní sondě. Pro stanovení sklonu terénu je vhodné užít sklonoměru, pro zjištění expozice svahu kompas, pro důkaz přítomnosti karbonátů vápníku kapátko s HCl.

V případě důkladné přípravy směsných vzorků je nutno do výbavy zahrnout též arch igelitové fólie, na níž bude prováděna homogenizace zeminy jednotlivých půdních horizontů.

V současné době se v pedologické výbavě začínají uplatňovat i pomůcky družicové navigace. Jedná se o přenosné přístroje, zachycující signály družic operačního systému GPS (globální systém určování polohy), což umožňuje lokalizaci místa šetření s přesností  $\pm 10$  m.

## 5. TERÉNNÍ ŠETŘENÍ A ODBĚR VZORKŮ

Terénní šetření spočívá ve dvou krocích:

1. Popis vnějších stanovištních poměrů, tj. charakteristika lesního stanoviště z obecného a specifického hlediska.
2. Popis půdních poměrů, tj. charakteristika půdního profilu a formulace závěrečného terénního posudku. Na popis půdního profilu navazuje odběr půdních vzorků.

Základem terénního šetření je stratigrafické a morfologické studium půdního profilu přímo v otevřené půdní sondě.

Výsledky terénního šetření se uvádí buď do předtištěného protokolu (formuláře) a nebo do terénního zápisníku, odkud jsou ve fázi hodnocení výsledků přepsány do zprávy o daném šetření.

### 5.1. Popis lesního stanoviště

Cílem popisu stanovištních poměrů je zachycení územních znaků dané oblasti.

Vnější územní znaky jsou dvojí povahy: znaky obecného charakteru a znaky specifického charakteru. Tyto znaky jsou charakterizovány konkrétními údaji.

#### 5.1.1. Údaje obecného charakteru

Základními obecnými znaky jsou:

1. Název lokality.
2. Název lesní správy, revíru a lesního úseku.
3. Číslo oddělení, porostu a porostní skupiny.

Dalším klíčovým obecným znakem je zařazení lokality do systému geomorfologického členění České republiky, tj. začlenění do geomorfologického celku, podcelku a okrsku.

Zásadní význam mají tři následující obecné stanovištní charakteristiky:

- ◆ nadmořská výška stanoviště,
- ◆ průměrná roční teplota vzduchu,
- ◆ roční úhrn srážek.

Dále je nutné uvést dva údaje klíčové významnosti:

- ◆ datum prováděného terénního šetření a odběru vzorků,
- ◆ pořadové číslo půdního profilu v rámci rozvržené sítě sond.

Z lesnického hlediska je obecným údajem prvořadě důležitosti označení porostní skupiny, porostu a oddělení dané studijní plochy. Tyto údaje prostorové úpravy lesa je nutno uvést v záhlaví každého pořizovaného protokolu terénního pedologického šetření.

### 5.1.2. Údaje specifického charakteru

Lesní stanoviště je charakterizováno následujícími specifickými údaji:

1. Údaje o terénu studijní plochy.
2. Údaje o stavu lesního porostu studijní plochy.
3. Údaje o fytoocenologické charakteristice studijní plochy.

Z hlediska terénu je nejprve nutné začlenit danou oblast do jednoho z typů makroreliéfu a to podle nadmořské výšky lokality:

- ♦ nížina-do200 m n.m.,
- ♦ pahorkatina - 200-500 m n.m.,
- ♦ vrchovina - 500-1000 m n.m.,
- ♦ hornatina - více než 1000 m n.m.

Z pedologického hlediska je dále mimořádně významné uvést, v jakém typu reliéfu se daná lokalita nachází:

- ♦ vrásový, zlomový, sopečný,
- ♦ eolický, glaciální, fluviatilní,
- ♦ krasový,
- ♦ svážný.

Mezoreliéf stanoviště je obecně tvořen střídáním tvarů konvexních (vypouklých), tvarů konkávních (vydutých) a tvarů rovinných. Tyto tvary je možno obecně pojmut jako terénní vyvýšeniny, terénní sníženiny a roviny.

Rovina je vymezena maximálním sklonem 5°, resp. 9%.

Vyvýšenina je obecně složena ze tří částí:

- ♦ vrcholové části,
- ♦ svahu (úbočí),
- ♦ spodní části (úpatí).

Nejrozšířenějším tvarem reliéfu lesního půdního fondu České republiky je svah.

Svah může mít různý charakter, který je dán jednak jeho sklonem a jednak přítomností a rozsahem na něm lokalizovaných tzv. vhloubenin. Rozeznáváme různé typy svahových vhloubenin:

- ♦ příkré svahové zářezy,
- ♦ nevýrazné svahové prohyby,
- ♦ svahové úžlabiny, charakterizované plochým dnem.

Jsou-li tyto tvary seskupeny, je svah možno charakterizovat následujícími způsoby:

- ♦ svah schodovitý s pozvolnými přechody mezi svahovými vhloubeninami,
- ♦ svah terasovitý, charakterizovaný sráznými a vysokými tvary dílčích vhloubenin.



Tab. 1. Typy svahu podle sklonu

velikost sklonu svahu		
svahová třída	úhel sklonu ve °	úhel sklonu v %
svah velmi mírný	5-10	9-18
svah mírný	10-15	18-27
svah středního sklonu	15-25	27-47
svah příkrý	25-35	47-70
svah srázný	35-45	70-100
svah velmi srázný	>45	> 100

Stanovení sklonitosti (inklinace, spádnosti, svažitosti) lesního stanoviště se provádí jednoduchým záměrným kyvadlovým sklonomerem. Při uvádění hodnot je nutné respektovat skutečnost, že při převodu stupňů na procenta a naopak neplatí lineární závislost (převod se provádí prostřednictvím tangenty úhlu svahu vůči vodorovné rovině).

Vzhledem k tomu, že z praxe je známo, že v lesním porostu lze relativně přesně odhadnout vzdálenost i šířku objektu, nikoliv však sklon (převýšení) a výšku objektu, je pro určení sklonu svahu třeba použít sklonoměru. Měření sklonu je vhodné provést proti svahu, neboť při měření po spádnici se sklon obvykle nadhodnocuje. Poloha kyvadlové měřky sklonometru přímo udává patřičné procento či stupeň inklinace na dané stupnici.

Vyvýšeniny mají nejrůznější tvary:

- ◆ kupy a homole se zaoblenými vrcholovými částmi,
- ◆ tabulové hory s plošinou ve vrcholové části,
  - ◆ protáhlé zaoblené hřbety,
  - ◆ protáhlé ostré hřebeny,
    - ◆ plošně rozsáhlé, ale nevýrazné terénní vlny,
    - ◆ plošně rozsáhlé a výrazné terénní stupně,
    - ◆ plošně nevýrazné terénní nerovnosti.

Vydutým (konkávním) přechodem mezi vyvýšeninami a sníženinami jsou terénní sedla:

- ◆ průsmyky (široký tvar sedla),
- ◆ soutěsky (úzký tvar sedla).

Při popisování sníženin je vhodné použít následující standardní terminologii:

- ◆ výmolnou erozí vyhloubené úzké a hluboké strže,
- ◆ údolí podél horních a středních toků řek,
- ◆ široké úvaly podél dolních toků řek,
  - ◆ rozsáhlé, bezodtoké, uzavřené pánve tektonického původu,
  - ◆ plošně malé, bezodtoké, uzavřené mělké kotliny různého původu.

Nejběžnějším typem sníženiny jsou údolí, charakterizovatelná jako:

- ◆ údolí přímá a meandrovitá,
- ◆ údolí úzká a široká,
- ◆ údolí hlavní a vedlejší, aj.

V případě hluboce zaříznutých údolí se užívá termínu rokle, v případě hlubokého údolí s příkrými až převislými stěnami pak termínu kaňon.

Bez ohledu na to, zda se jedná o vyvýšeninu, sníženinu či rovinu, lze reliéf studijní plochy detailněji charakterizovat na třech úrovních:

1. Z hlediska klasifikace rozsahu výskytu výchozů mateční horniny.
2. Z hlediska klasifikace výskytu úlomků mateční horniny na půdním povrchu.
3. Z hlediska klasifikace současné (recentní) modelace tvárnosti terénu.

Z hlediska popisu charakteru lesního stanoviště ve vztahu k rozsahu výchozů matečních hornin je v první řadě nutno uvést, že celá řada studijních ploch na LPF ČR bude bez skalních výchozů. Ke stanovištím bez skalních výchozů se považují také ta stanoviště, kde vzájemná vzdálenost mezi jednotlivými výchozy překračuje 100 m, tj. že výchozy pokrývají méně než 2% povrchu lokality.

Tab. 2. Typy stanoviště podle rozsahu výchozů matečních hornin

<b>vzájemná vzdálenost jednotlivých výchozů</b>	<b>charakter stanoviště</b>	<b>odhadnuté procento pokryvnosti povrchu</b>
přibližně 50 m od sebe	nevýrazně skalnaté	2-10% povrchu
přibližně 15 m od sebe	středně skalnaté	10-25% povrchu
přibližně 5 m od sebe	výrazně skalnaté	25-50% povrchu
přibližně 1 m od sebe	velmi výrazně skalnaté	50-90% povrchu

V případě, že se skalní výchozy nacházejí hustěji než 1 m od sebe, je pravděpodobné, že se jedná o stanoviště s iniciálním stádiem pedogeneze. Na takovémto stanovišti s půdním typem litozem sondování neprovádíme.

Z hlediska klasifikace rozsahu výskytu izolovaných úlomků mateční horniny na půdním povrchu (kamenitosti povrchu) je v první řadě nutno uvést, jak velký úlomek bude hodnocen. Pro tento účel je vhodné vyhodnocovat přítomnost ostrohranných i zaoblených úlomků matečních hornin s alespoň jedním rozměrem přesahujícím 20 cm. Tyto fragmenty jsou z geologického třídění úlomků hornin označovány jako hranáče (RUBÍN eř a./., 1986).

Je vhodné si uvědomit, že při hodnocení kamenitosti povrchu lokality zachycujeme i výskyt kamenných bloků, přesahujících v delší ose 100 cm: v tomto případě je nutné se přesvědčit, zda se nejedná o výchozy matečních hornin.

Tab. 3. Typy stanoviště podle kamenitosti povrchu

<b>vzájemná vzdálenost jednotlivých úlomků</b>	<b>charakter stanoviště</b>	<b>odhad nutě procento pokrývnosti povrchu</b>
více než 20 m od sebe	nevýrazně kamenité	méně než 0,1 % povrchu
přibližně 5 m od sebe	středně kamenité	0,1 - 3 % povrchu
přibližně 1 m od sebe	výrazně kamenité	3 - 15 % povrchu
přibližně 0,25 m od sebe	velmi výrazně kamenité	15 - 50 % povrchu

V případě, že úlomky hornin pokrývají více než 50% povrchu, je jasné, že vzorkovací sondy jsou umístěny buď v suťovém poli nebo v balvanovém moři.

I v případě kamenitosti povrchu platí, že celá řada lesních stanovišť je zcela bez výskytu izolovaných úlomků hornin.

Významným údajem specifického charakteru je recentní (v současné době probíhající) modelace povrchu terénu působením exogenních geologických faktorů, především působením rušivé a tvořivé činnosti větru a vody.

Do protokolu či terénního zápisníku je vhodné popsat známky následujících procesů:

- ◆ deflace (vyvátí),
- ◆ akumulace větrem (navátí),
  - ◆ plošná eroze,
  - ◆ výmolná eroze,
    - ◆ akumulace plošným ronem (hromadění produktů zvětrávání dešťovou a tavnou vodou),
    - ◆ akumulace vodním tokem (hromadění produktů zvětrávání vodním tokem v okamžiku ztráty jeho transportační energie).

Údajů o stavu lesního porostu studijní plochy se hodnotí formou taxačních veličin.

Popis lesního stanoviště v rámci terénního pedologického šetření by měl přitom obsahovat:

- ◆ věk porostu,
- ◆ střední výška stromů,
  - ◆ dřevinná skladba stanoviště,
  - ◆ procentické zastoupení jednotlivých dřevin,
    - ◆ stupeň poškození porostu imisemi,
    - ◆ pásmo ohrožení lesa imisemi.

U uváděných základních charakteristik stavu porostu studijní plochy je nutné uvést, zda jde o odhad nebo zda jsou údaje převzaty z lesního hospodářského plánu, protokolů inventarizace lesů, oblastního plánu rozvoje lesů apod.

Poslední skupina údajů specifického charakteru popisuje fytoocenologické poměry studijní plochy.

V první řadě je vhodné uvést především tři následující údaje:

1. Lesní vegetační stupeň - označen pořadovou číslicí.
2. Ekologickou (stanovištní) řadu - označen pořadovou číslicí.
3. Edafickou (půdní) kategorií - označen velkým písmenem.

Průnikem lesního vegetačního stupně a edafické kategorie je dán soubor lesních typů (kombinace *číslice-velké písmeno abecedy*).

Průnikem lesního vegetačního stupně a ekologické řady je dán cílový hospodářský soubor (kombinace *číslice-číslice*) s odlišením pro kategorie lesů ochranných (01, 02, 03) a lesů hospodářských (13, 19, 21, 23, 25, 27, 31, 35, 39, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 59, 71, 73, 75, 77, 79).

Dále je vhodné uvést následující údaje:

1. Charakteristika vertikální stavby fytoocenózy.
2. Druhové složení keřového, bylinného a mechového patra.
3. Pokryvnost populací rostlinných druhů.

Velkou významnost má začlenění rostlin do ekologických skupin rostlinných druhů.

Při popisu fytoocenologických poměrů dané studijní plochy je vhodné zdůraznit především přítomnost a pokryvnost fytoindikátorů jednotlivých půdních charakteristik (půdotvorného substrátu, některých fyzikálních a chemických vlastností, půdních typů a druhů a humusových forem).

I v tomto případě je nutné uvést zdroj uváděných informací či zda se jedná o vlastní stanovení.

## 5.2. Popis půdního profilu

Vlastnosti lesních půd vznikají a vyvíjí se v závislosti na druhu a intenzitě působení pedogenetických faktorů na daném lesním stanovišti v daném čase. Konkrétní půdní vlastnosti se pak promítají do půdního tělesa (pedonu), kde je lze nejlépe studovat a hodnotit na jeho otevřeném průřezu přímo v terénu.

Kolmý řez půdním tělesem nazýváme půdní profil.

Každá půda je charakteristická určitou stavbou svého profilu, tj. je charakteristická jeho celkovým vzhledem, podmíněným střídáním půdních horizontů v určitém sledu od půdního povrchu až po kompaktní, dosud nezvětralý geologický podklad lokality (kompaktní, nezvětralou mateční horninu).

Jednotlivé horizonty se přímo v terénu odlišují celou řadou znaků:

1. **Genetická a fyziologická hloubka půdy a intenzita prokořenění.**
2. **Hloubka svrchní hranice horizontu.**
3. **Hloubka spodní hranice horizontu.**
4. **Charakter hranic horizontu.**
5. **Barva.**
6. **Zrnitost za sucha a za vlhka a obsahem skeletu.**
7. **Konzistence za sucha a za vlhka.**
8. **Struktura.**
9. **Vlhkost a výška hladiny podzemní vody.**
10. **Pórovitost, humóznost a biologická aktivita.**
11. **Přítomnost uhličitanů vápníku.**
12. **Přítomnost mramorování (barevně kontrastních skvrn a linií).**
13. **Přítomnost novotvarů a cizorodých příměsí.**

Těmito jednotlivými znaky lesních půd se bude detailně zabývat následující text.

V půdním profilu se plně projevují speciální pedogenetické procesy jeho zevními morfologickými znaky. Morfologické znaky vykazují klíčovou důležitost pro vlastní pedologické šetření, neboť:

- ♦ svědčí o charakteru zvětrávání a o následném procesu tvorby půdy,
- ♦ indikují charakter půdního chemismu,
- ♦ indikují charakter organominerálního komplexu,
- ♦ indikují charakter fyzikálních, biologických a biochemických dějů.

Znaky půdního profilu jsou tak základními prvky půdní diagnostiky a systematiky.

Při popisu půdního profilu dále hraje zásadní roli hodnocení humusové formy (mor, moder, mull, tangel) a subformy studijní plochy.

Přímo ve vzorkovacích sondách postupujeme následujícím způsobem:

1. Očistíme čelo sondy. V případě profilu, který byl exponován vůči působení vnějších činitelů po dlouhou dobu, je nutné čelo sondy obnovit (prohloubit, srazit).
2. Pomocí zahradnických nůžek odstříháme veškeré kořeny, vyčnívající z čla sondy.
3. Zapišeme hloubku sondy.
4. Určíme půdní typ, subtyp a formu; odhadneme půdní varietu.
5. Určíme humusovou formu a subformu.
6. Podrobně zachytíme stratigrafii a základní vlastnosti jednotlivých horizontů.
7. Formulujeme závěrečný (shrnující) terénní posudek.
8. Odebereme půdní vzorky pro chemické a biologické analýzy a fyzikální válečky pro fyzikální analýzy.

Zásadou je, že výkop půdních sond, popis půdního profilu a odběr půdních vzorků provádíme v jeden den - vyhneme se tím nejen oxidaci matrice (základní hmoty) půdních horizontů a jejímu vyschnutí, ale též zaplavení dna půdní sondy jak srážkovou vodou, tak laterálně migrující podpovrchovou vodou či prosakující vodou podzemní.

### 5.2.1. Horizonty lesních půd

V půdním profilu sledujeme projevy jednotlivých pedogenetických faktorů, projevujících se změnou morfologických vlastností a proměnlivostí uspořádání horizontů.

Zákonitá stratigrafie jednotlivých diagnostických horizontů v půdním profilu určuje půdní typ stanoviště: půdní horizonty - resp. jejich uspořádání - jsou pro každý půdní typ typické, neboť odráží místní zákonitý projev komplexně působících pedogenetických faktorů.

Půdní horizonty nejsou vrstvami v geologickém slova smyslu: vytváří se v důsledku rozdílného charakteru a rozdílné intenzity zvětrávání, různého pohybu látek (procesy nárůstu  $\updownarrow$  translokace  $\leftrightarrow$  transformace pevné půdní frakce, ev. úbytku matrice pedonu erozními jevy), měnících se fyzikálních a chemických procesů a vlivem různé intenzity biologické činnosti - a to vše v různých hloubkách půdy. Taktéž hranice půdních horizontů mají jiný charakter než hranice geologických vrstev: půdní horizonty do sebe vzájemně přecházejí, nevznikají jednotným sedimentačním pochodem, nemají stejné petrografické složení a jejich nepravidelné, zvlňené hranice nenavazují na mezivrstevní spáry.

Základním klasifikačním systémem ČR je Morfogenetický klasifikační systém půd (HRAŠKO *et al.*, 1987), z něhož vychází Klasifikační systém lesních půd (MACKŮ a VOKOUN, 1993). Též se lze setkat s použitím mezinárodního referenčního klasifikačního systému FAO/UNESCO (FAO, 1990). Tento systém je pravidelně novelizován Unií národních pedologických společností (UNSS, dříve Mezinárodní pedologická společnost I.S.S.S.).

V Klasifikačním systému lesních půd (MACKŮ a VOKOUN, 1993) jsou obecná pravidla značení (signatury) půdních horizontů tato:

- ◆ pro vyjádření přechodů mezi horizonty (přechodové horizonty) používáme prostou kombinaci jejich symbolů - AB, BC, apod.;
- ◆ pro vyjádření nedokonale vyvinutých (naznačených) znaků používáme závorky - **Bv(g)**, Bv<sub>(ca)</sub>, (Ep), apod.;
- ◆ pro vyjádření výrazných rozdílů v rámci jednoho horizontu používáme číslic v podobě dolních indexů - **Bt<sub>1</sub>**, Bt<sub>2</sub>, apod.

### 1. Nadložní organogenní horizonty

terestrické horizonty fyto­genního původu

**T - rašelinový** vzniká ulmifikací (rašeliněním) s maximálně 50%-ním podílem částic minerálního původu

**Tf - fibrický** podíl dosud nerozložené odumřelé rostlinné hmoty je nápadně vysoký (více než 60%)

**Tm - mezický** podíl mezi ulmifikovanou a dosud zcela nerozloženou rostlinnou odumřelou hmotou je vyrovnaný

**Ts - saprický** podíl dosud nerozložené odumřelé rostlinné hmoty je nápadně nízký (méně než 40%)

**Th - zrašelinělý** vzniká ulmifikací (rašeliněním) s minimálně 50%-ním podílem částic minerálního původu

**O - soubor horizontů nadložního (pokryvného) humusu**

povrchové (terestrické) horizonty s minimální mocností 1 cm a minimálně 30%-ním\* podílem hmoty biogenního původu. Látky anorganické lze mechanicky oddělit od látek organických

**OI - opad** horizont tvořený především odumřelou rostlinnou hmotou (angl. *litter*) se zcela zachovalou původní strukturou (fórna)

**Of - drť** fermentační horizont tvořený částečně rozloženou organickou hmotou s dosud rozeznatelnou původní strukturou

**Oh - měl** humifikační horizont tvořený tmavě zbarvenými organickými látkami s nerozeznatelnou původní strukturou

### 2. Povrchové humusové diagnostické horizonty

tmavě zbarvené horizonty s maximálně 30%-ním podílem humifikované hmoty biogenního původu. Látky anorganické nelze mechanicky oddělit od látek organických

\* Hranice 30% je použita z metodických důvodů jako vylišovací limitní kritérium ve vztahu k povrchovým humusovým horizontům. Je samozřejmě, že ve skutečnosti se podíl hmoty biogenního původu blíží ke 100%.

#### **Ao - ochrický**

##### **Aon - ochrický nivní**

iniciální horizont na recentních fluviatilních sedimentech (povodňových hlínách) s mocností do 30 cm a obsahem humusových látek do 1%

##### **Aoj - ochrický nedokonale vyvinutý**

iniciální horizont litozemí, vznikající přímo na pevné či zpevněné hornině

**Aoh** - svrchní část ochrického horizontu s výraznou agregátovou strukturou a nápadně tmavší barvou

#### **Al - melanický**

plně vyvinutý, tmavě zbarvený horizont s mocností do 30 cm (v případě skupiny půd melanických bez omezení mocnosti)

##### **Aol - ochrickomelanický**

přechodný horizont vykazující znaky jak ochrického, tak melanického horizontu

##### **Aln - melanický nivní**

horizont výrazné akumulace humusu vznikající v inundačních (zaplavaných) územích

##### **Al<sub>ca</sub> - melanický karbonátový**

horizont s prokazatelně vysokým obsahem karbonátů

**Alh** - svrchní část melanického horizontu s výraznou agregátovou strukturou a nápadně tmavší barvou

#### **Am - molický**

výrazně tmavě zbarvený, strukturní, hluboký horizont s poměrem HK:FK > 1 (většinou reliktního původu)

#### **Au - umbrický**

tmavě zbarvený, sorpčně nenasycený horizont s vysokou aciditou s mocností nad 30 cm (vyskytující se u některých glejů a fluvizemí)

#### **At - zrašeliněný (histický)**

povrchový horizont s maximálně 30%-ním podílem ulmifikované hmoty a mocností nad 30 cm

#### **Ae - humusoeluvialní**

a) v případě skupiny půd podzolových: horizont s vysokou aciditou, mocností do 10 cm a vybělenými zrnky minerální frakce písku

b) v případě půdního typu slanec: horizont s vysokou alkalitou, vznikající degradací solončaků při perkolaci srážkovou vodou

#### **Ak - antropický**

uměle navezený či na uměle přemístěném substrátu vzniklý horizont, resp. melioračním zásahem ovlivněný horizont

#### **Ap - orniční**

povrchový horizont půd využívaných po dlouhou dobu jako půdy orné



### 3. *Podpovrchové diagnostické horizonty*

- ◆ **metamorfické** - horizont kambický (Bv)
- ◆ **iluvialní** - horizont luvický (Bt), horizont podzolový (Bs), horizont slancový (Bn)
- ◆ **hydrické** - horizont mramorovaný (Brn), horizont glejový (G)

#### **Bv - kambický**

horizont vzniklý uvolňováním ionů železa především z primárních křemičitanů a jeho následnou disperzí v profilu v oxidované či hydratované formě a to při vytváření povlaků na písčité a prachové frakci. K tomuto dochází především v hlavním souvrství svahovin (cf. C<sup>^</sup> bazální souvrství)

#### **Bvs - kambický podzolový**

rezivě hnědý diagnostický horizont kryptopodzolů pod Ae-horizonty

#### **Bv<sub>ca</sub> - kambický karbonátový**

neodvápněný kambický horizont svahovin karbonátových a karbonátovo-silikátových (smíšených) hornin

#### **Bm - mramorovaný**

pseudoglejový, pestrobarevný horizont s mocností nad 15 cm, vznikající periodickým nasycením srážkovou vodou. Barevně nápadné střídání dominantní rezivé barvy s kontrastující šedou či šedozelelou barvou

#### **Bmp - mramorovaný pelický**

primárně vzniklý horizont ve zvětralině pelického sedimentu. Zadržování srážkové vody je způsobeno fyzikálními vlastnostmi půdotv. substrátu

#### **Bmt - mramorovaný luvický**

sekundárně vzniklý horizont z původního Bt-horizontu. Zadržování srážkové vody je způsobeno probíhající ilimerizací

#### **Bs - podzolový**

výrazně rezivý horizont akumulace translokovaných sloučenin Fe, Al a organických látek uvolněných podzolizací

#### **Bhs - podzolový humusoseskvi oxidový**

čokoládově hnědě zbarvený iluvialní horizont, vznikající akumulací produktů peptizace humusových látek povrchových horizontů

#### **Bvs - podzolový hnědorezivý**

ve svrchní části rezivý, ve spodní části pouze hnědý diagnostický horizont podzolů kambických

#### **Bt - luvický**

horizont iluvialní akumulace translokovaného jílu vznikající ilimerizací s mocností nad 15 cm

#### **Bth - organoluvický**

tmavě šedý diagnostický horizont šedozemí, vzniklý akumulací eluviovaných organických a minerálních koloidů, tj. koloidního humusu a jílu

**Btg - luvický oglejený**

horizont s nevýraznými oxidačními znaky způsobenými periodicky redukčními podmínkami

**Bn - slancový**

tmavěji zbarvený, alkalický, kompaktní horizont akumulace jílu, charakteristický vysokou nasyceností výměnným sodíkem

**G - glejový**

horizont vznikající v trvale redukčních podmínkách

**Go - glejový oxidační**

horizont s převažujícími oxidačními znaky (feriargilany, rezivé jazykové mramorování) vznikající v zóně kolísání hladiny podzemní vody

**Ge - glejový eluviovaný**

redukční horizont s výrazným vybělením (bez feranů) vznikající laterálně proudící vodou v podmínkách mírných svahů humidních oblastí

**Gr - glejový redukční**

horizont se zelenavě šedou, šedočernou či namodralou matricí, zrnitostně těžký, slehlý, bez oxidačních znaků

**4. Jiné diagnostické horizonty****E - eluviální**

vybělený, zrnitostně lehčí horizont pod povrchovými horizonty

**En - eluviální pseudoglejový**

světlý horizont eluviace srážkovou vodou vznikající při pseudoglejovém půdotvorném procesu

**Enh - eluviální pseudoglejový obohacený humusem**

tmavě šedý horizont eluviace srážkovou vodou, zbarvený translokovánými, infiltrovanými humusovými látkami.

**Ecn - eluviální pseudoglejový konkrecionální**

výrazně vybělený horizont vznikající při pseudoglejovém půdotvorném procesu s kontrastními Fe-Mn konkrecemi (ferany), vznikající v letním období

**Ei - eluviální luvický**

horizont ztráty jílové frakce vznikající při ilimerizaci

**Ep - eluviální podzolový**

horizont výrazné ztráty humusových látek, seskvioxidů a jílové frakce vznikající při podzolizaci

## 5. Substrátové horizonty

horizonty, v nichž se neprojevují diferenciační půdní procesy

### C - mateční hornina

nepřemístěný půdotvorný substrát

#### **Cd - zvětralinová mateční hornina**

zvětralinový plášť (detritát), mocná vrstva zvětralin mající charakter hrubozrnného eluvia, zvětráváním vzniklé jednotlivé úlomky a částice hornin různých velikostí

#### **Cn - pevná (kompaktní) mateční hornina**

dosud nezvětralý geologický podklad lokality

#### **Cr - rubefikovaná mateční hornina**

reliktní půdotvorný substrát, nevyřazený z recentní pedogeneze.

Nápadné znaky podmíněné vyloučením hematitových oxidů (červený pigment) na povrchu pískové a prachové frakce v důsledku dějů vázaných na tropické klima a vyluhování  $\text{SiO}_2$  z hornin v geologické minulosti

#### **C<sub>1</sub> - bazální souvrství svahovin** (cf. Bv - hlavní souvrství svahovin)

svrchní část Cd-horizontu se skeletem, který je souhlasně orientován se svahem a obsahuje jílové povlaky na své horní straně (tapetování).

Slehlý, pro vodu méně propustný horizont, následovaný kyprým

C<sub>2</sub>-horizontem a pod ním ležícím Cn-horizontem.

### M - přemístěný půdotvorný substrát

dvojitý vznik: a) kvartérní fluviatilní činnost - nivní aluviální sedimenty

b) kvartérní geologická eroze - koluviální (svahové)

a) proluviální (výplavové) sedimenty na úpatích svahů

přemístění má v terénu charakter konfiguračně výrazných dějů s dopadem na reliéf terénu

### D - podložní hornina

hornina (či fosilní půda), která se neúčastňuje pedogeneze, tj. nachází se vně genetické hloubky půdy

### 5.2.2. Genetická a fyziologická hloubka půdy a intenzita prokořenění

Genetická hloubka půdy je dána hloubkou nejnižšího bodu půdního profilu, v němž se ještě projevují diferenciační pedogenetické procesy, tj. horní hranicí substrátového horizontu. Zvětralinový plášť, kterým mohou pronikat kořeny dřevin a kterým perkoluje srážková voda, tak leží vně genetické hloubky půdy.

Tab. 4. Hodnocení půdy z hlediska hloubky horní hranice substrátového horizontu

<b>genetická hloubka (cm)</b>	<b>půda</b>
méně než 15	<b>velmi mělká</b>
15-30	<b>mělká</b>
30-90	<b>středně hluboká</b>
90-130	<b>hluboká</b>
více než 130	<b>velmi hluboká</b>

Fyziologická hloubka půdy je dána hloubkou prokořenění a vymezuje tak rhizosféru studijní plochy. Obecně neplatí, že je vždy nižší než hloubka genetická; naopak se někdy setkáváme s dřevinami, které koření až přímo na rostlé hornině - v tom případě je hloubka fyziologická větší než hloubka genetická.

Fyziologická hloubka půdy nemusí být vymezena pouze pevnou, kompaktní mateční horninou: k jejímu vymezení může dojít jak výškou hladiny podzemní vody daného lesního stanoviště, tak i hloubkou nepropustného, slehlého, kompaktního horizontu akumulace jílových částic.

Z hlediska intenzity prokořenění může být půdní horizont charakterizován jako horizont s velmi hustým, hustým, nevýrazným, řídkým a ojedinělým prokořeněním.

### 5.2.3. Mocnost půdních horizontů

Půdní horizont se z hlediska své mocnosti udává dvěma čísly - hloubkou horní hranice a hloubkou spodní hranice (zápis "Bvs 18 - 52" charakterizuje mocnost kambického podzolového horizontu a udává, že tento horizont sahá od hloubky 18 cm do hloubky 52 cm..

Nepřípustné je tedy charakterizovat horizont pouze číslem jedním a to jeho tloušťkou.

Hodnoty svrchní a spodní hranice každého horizontu se udávají v centimetrech vzdálenosti od svrchní hranice opadu (hodnota nula není na svrchní hranici humusového A-horizontu, ale na svrchní hranici horizontu opadu OI).

Z hlediska mocnosti horizontů je vhodné charakterizovat i jejich hranice:

Tab. 5. Hodnocení charakteru hranic půdních horizontů

<b>zřetelnost hranice</b>	<b>tvár hranice</b>
ostrá (kontrastní)	přímá
jasná (jednoznačně viditelná)	zvlněná
povlovná (ponenáhlu přecházející)	nepravidelná (kapsovitá, jazykovitá)
difuzní (prolínající, prostupující)	nesouvislá (lomená, trhaná)

### 5.2.4. Barva půdních horizontů

Barva půdních horizontů a barva profilu jako celku je nejnápadnější a nejzřetelnější fyzikální vlastnost lesních půd. Zvýšená pozornost problematice barev půdních horizontů není pouze odrazem významnosti barvy půdních horizontů jako součásti terénního šetření: půdní barva nejen informuje o některých fyzikálních a chemických vlastnostech dané půdy, ale tyto vlastnosti přímo podmiňuje.

Tab. 6. Nejčastější terminologické charakteristiky barvy lesních půd

<b>často používaná označení barev půdních horizontů</b>	
♦ barevně vyznívá	♦ kávově hnědá, čokoládově hnědá, kaštanově hnědá
♦ mírný barevný přechod dospodu	♦ šedomodrá, šedozeleň, olivově zelená
♦ stejnoměrně zbarvený (barevně splývá)	♦ šedá, šedavě okrová, šedohnědá
♦ kontrastní	♦ okrová, okrově žlutá, hnědožlutá,
♦ barevně ostře oddělený	♦ hnědorezivá, cihlově červená

Vzhledem k subjektivitě tohoto označování se v současné době standardně užívají atlasy půdních barev, tzv. Munsellovy Soil Color Charts. U každého půdního horizontu se pak jejich pomocí určuje:

1. Odstín (*hue*).
2. Kvalita barvy (*value*).
3. Barevnost (*chromá*).

Tyto tři charakteristiky jsou přitom standardně kódovány a pro popis jednotlivých horizontů též standardně řazeny dle výše uvedeného pořadí. Ze zápisu např. 7,5 YR 2/0 tak víme, že danou barvu nalezneme v Munsell Soil Color Charts na straně 7,5 YR (odstín) v řádku 2 (kvalita dané barvy) a sloupci 0 (intenzity její barevnosti).

Přestože je barva nejnápadnější fyzikální vlastností půdního horizontu, je zároveň i vlastností reverzní, zvratnou, proměnlivou. Její nestálost je podmíněna její přímou vazbou na obsah a formy vody v půdě, kdy půdní horizonty vysycháním zesvětlovávají a ztrácejí původní výrazné a živé odstíny.

Intenzita barvy má přímou vazbu na humóznost daného horizontu. Tmavost horizontu je přitom umocněna vlhkostí - čím je horizont s vyšším podílem humifikované organické hmoty vlhčí, tím je též tmavší. Platí přitom, že intenzita barvy podmíněná humózností horizontu je též dokladem přítomnosti či nepřítomnosti vyplavování (eluvie, ochuzování) daného horizontu o koloidní humusové látky.

Tab. 7. PŘÍKLAD vazby mezi barvou horizontu a jeho humózností u písčitých půd

barva písku	odhadnuté procento humusu	půdní horizont
světle šedý	méně než 1	velmi slabě humózní
šedý	1-2	slabě humózní
tmavošedý	2-5	humózní
šedočerný	5-10	silně humózní
černý	10-20	velmi silně humózní

Intenzita barvy má též přímou vazbu na půdní druh daného horizontu: čím je půdní horizont zrnitostně těžší (tj. čím je vyšší obsah jílnatých částic), tím se barvicí příměs nesnadněji projevuje. Zrnitostně lehké půdy tak mohou být barevně velmi nápadné i při minimálním obsahu zbarvujících agens.

Tab. 8. PŘÍKLAD vazby mezi barvou horizontu, půdním druhem a podílem zbarvujících složky

jednotná barva	půdní druh	odhadnutý podíl sloučenin Fe <sup>3+</sup>
rezivá	písek	1 % hematitu Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	jíl	až 10% hematitu Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
okrově hnědá	písek	2 % limonitu Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . n H <sub>2</sub> O
	jíl	až 10% limonitu Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .nH <sub>2</sub> O

Kromě humusových látek jsou nejdůležitějšími zbarvujícími agens půdních profilů sloučeniny železa. Ty se barevně projevují dvojím způsobem:

1. Redukované (dvojmocné, železnaté, fero-) sloučeniny Fe<sup>2+</sup> barví horizonty do
  - a) zelena, vytváří-li sloučeniny s hliníkem a křemíkem,
  - b) modra, vytváří-li sloučeniny s fosforem,
  - c) černá, vytváří-li sloučeniny se sírou.

Většinou dochází ke kombinovanému, společnému vzniku těchto sloučenin, takže se nejčastěji setkáváme se šedozelenými a zelenomodrými odstíny těchto horizontů

2. Oxidované (trojmocné, železité, feri-) sloučeniny Fe<sup>3+</sup> barví horizonty do
  - a) rezivé, narudlé, oranžové, žluté a okrové barvy,
  - b) barevně kontrastních pruhů, linií a bodů - mramorování horizontů.

Základní příčina vzniku "červených" či "žlutých" barev, podmíněná přítomností železitých sloučenin, spočívá v přítomnosti krystalické vody v zbarvujícím agens: čím více proces směřuje k tvorbě bezvodého hematitu, tím barva více inklinuje k červené. Vzhledem k tomu, že železnaté sloučeniny přirozeně přecházejí v sloučeniny železité (a to při přístupu vzduchu rychlou oxidací), je jejich šedozelená či šedomodrá barva dokladem nedostatečné aerace daného horizontu.

V půdním profilu se výrazně uplatňuje zbarvující účinek sloučenin manganu. Ty zbarvují půdní horizont buď to tmavohnědá, modročerna, vzácně až do tmavé červenofialové barvy.

V případě, že se v půdním profilu vyskytují karbonáty, není vhodné spoléhat na obecně světlou barvu půdních horizontů, neboť tato může být výsledkem zcela jiných okolností. Důkazem přítomnosti karbonátů je tak výsledek reakce půdních minerálních částic daného horizontu s 10%-ní HCl.

V případě, že půdní profil vzniká na metamorfovaných horninách a na bazických vyvěřelinách s vysokým podílem chloritů či na mořských sedimentech s vysokým podílem glaukonitu, dochází k jeho trvalému zbarvení do zelena.

### 5.2.5. Zrnitost půdních horizontů a obsah skeletu

Zrnitost horizontů je podmíněna poměrem zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí a je vyjádřena půdním druhem. Platí přitom, že každý půdní horizont má svůj specifický poměr různě velkých částic pevné půdní frakce a má tudíž svůj půdní druh.

Z hlediska terénního šetření je nutné odděleně hodnotit zrnitost jednotlivých půdních horizontů za vlhka a za sucha.

Tab. 10. Rozlišovací znaky půdních druhů zjistitelné při popisu půdního profilu v terénu

půdní druh	horizont na dotek za sucha	horizont na dotek za vlhka
písečnatá	nesoudržný, sypký, vrže mezi prsty	slabě soudržný, drsný, při roztírání nezanechává stopy a vrže mezi prsty
hlinitopísečnatá	slabě soudržný, agregáty obtížně vznikají, drsný	soudržný, drsný, při zmáčknutí struktura otisku prstu nezřetelná, vrže mezi prsty
písečnatohlinitá	agregáty se rozpadají, zaprašují dlaň, hlubší rýha má drsné okraje	při zmáčknutí struktura otisku prstu zřetelná, vyválené válečky se rozpadají na útržky
hlinitá	prach se otírá o prsty, hlubší rýha je matná	při rozlomení agregátů matné plošky, vyválené válečky se při ohybu do kolečka rozlamují
jílovitohlinitá	agregáty se v prstech těžko rozlamují, hlubší rýha je lesklá	plastický, na vyválených tenkých válečkách při ohybu do kolečka vznikají trhliny, vazký
jílovitá a jílná	hrudky nelze v prstech rozlomit	při rozlomení agregátů lesklé plošky bez rýh, dají se vyválet tenoučké válečky, silně lepkavý

Velmi přibližné vodítko k odhadu skupinového označení půdních druhů při práci v půdní sondě spočívá v hodnocení smyslového vjemu který vyvolává matrice horizontu při mnutí v prstech: lehké půdy jsou na dotyk ostré, střední půdy při mnutí jemně šelestí a půdy těžké jsou na omak buď mazlavé (za vlhka) a nebo tvrdé, hroudovité (za sucha).

Hodnotíme-li půdní druh jednotlivých horizontů, uvádíme ještě odhad jejich skeletnatosti.

Je-li odhadnutý procentický podíl skeletu v daném půdním vzorku

- ◆ nižší než 10 %, půdní horizont je označen jako horizont s příměsí stěrku.
- ◆ nižší než 25 % a vyšší než 10 %, půdní horizont je označen jako slabě stěrkovitý,
- ◆ nižší než 50 % a vyšší než 25 %, půdní horizont je označen jako stěrkovitý,
- ◆ vyšší než 50 %, půdní horizont je označen jako kamenitý.



## 5.2.6. Konzistence půdních horizontů

**Konzistence horizontů** je podmíněna jejich přilnavostí a soudržností. Každý půdní horizont je charakterizován jednak silou, s jakou jsou jeho pevné částice k jiným předmětům a jednak silou, s jakou jsou jeho pevné částice k sobě navzájem. Vzhledem k tomu, že tyto síly jsou uplatňovány půdními částicemi současně, je jejich výslednice chápána jako vlastnost jedna - půdní konzistence.

I zde platí, že je nutné zvlášť hodnotit zrnitost půdních horizontů za vlhka a za sucha.

Tab. 11. Rozlišovací znaky konzistence horizontů zjistitelné při popisu půdního profilu v terénu

<b>! konzistence</b>	<b>rozlišovací znaky za sucha</b>	<b>rozlišovací znaky za vlhka</b>
prašný	naprosto nesoudržný, transportovatelný větrem	vodou pouze smáčený, kašovitý
sypký	nepatrně soudržný, agregáty rozpadlé, snadno rozpadávající	nepatrně soudržný, nepatrně tvárný
lehce rozpadavý (drobivý)	velmi snadno drobivý	tvárný, dá se rukama hníst
kyprý	po vyschnutí málo trhlin, hroudy snadno drtitelné	tvárný, vytvarovatelné figurky
ulehlý (tuhý)	za sucha pukající, hroudy těžko drlitelné	uléhavý, vazký
kompaktní (zpečený)	za sucha vytváří zcela nedrtitelné hroudy	mazlavý

Mezi konzistencí a zrnitostí existuje vzájemně se podmiňující vztah. Z tohoto důvodu je možno odhadnout půdní druh také podle konzistence daného horizontu.

Tab. 12 Vztah mezi konzistencí a půdním druhem půdních horizontů

<b>konzistence</b>	<b>pravděpodobný půdní druh horizontu</b>
prašná	písečná
sypká	písečná
lehce rozpadavá (drobivá)	silně humózní hlinitopísečná, hlinitá
kyprá	hlinitopísečná, písečnohlinitá, hlinitá
ulehlá (tuhá)	jílovohlinitá, jílovitá
kompaktní (zpečená)	jíly

### 5.2.7. Struktura půdních horizontů

Struktura horizontů je dána prostorovým uspořádáním jednotlivých strukturních prvků. Tato vlastnost se v rámci terénního šetření projevuje schopností půdy rozpadat se na tyto strukturní prvky. Půdní strukturní prvky jsou přitom dvojí povahy:

1. Strukturní elementy primární (primární elementární částice) - jednotlivé půdní částice různých zrnitostních frakcí.
2. Strukturní elementy sekundární - půdní agregáty a segregáty, podmíněné přítomností tmelivých látek organického a anorganického původu.

Z lesnického hlediska jsou z nich významnější půdní agregáty. Agregátová struktura je podmíněna přítomností koloidního humusu, exsudátu mikroedafonu a koloidní jílové frakce.

V případě, kdy se v půdním horizontu neuplatňují půdní agregáty, ale pouze jednotlivé částice zrnitostních frakcí, hovoříme o struktuře elementární.

V případě, kdy se v půdním horizontu tmelící látky uplatňují, způsob uspořádání strukturních elementů horizontu se promítá do jeho vzhledu a daný horizont může být charakterizován následující řadou půdních struktur:

Tab. 13. Rozlišovací znaky půdní struktury podle tvaru a velikosti půdních agregátů

<b>struktura</b>	<b>rozlišovací znaky</b>
slitá	primární strukt. prvky jsou zcela stmelené
krupnatá	agregáty 1-10 mm, ve vodě se nerozpadají
drobtovitá	agregáty 1-10 mm, ve vodě se rozpadají
hrudkovitá	agregáty 10-50 mm
hrudovitá	agregáty s průměrem větším než 50 mm
kostkovitá	daná tvarem
hranoiovitá	daná tvarem
deskovitá	daná tvarem
lístkovitá	daná tvarem

Struktura jednotlivých půdních horizontů se vyvíjí zákonitě a to především v souvislosti s vlastnostmi organominerálního sorpčního komplexu a půdní zrnitosti. Z tohoto hlediska je určitá půdní struktura charakteristická pro určité horizonty určitých půdních typů.

### 5.2.8. Vlhkost půdních horizontů a výška hladiny podzemní vody

Vlhkost horizontů je podmíněna obsahem a formami okamžitě se vyskytující půdní vody. Vzhledem k velmi rychlému vysychání půdní sondy je nutné provést klasifikaci půdní vlhkosti okamžitě po výkopu. Není-li z vážných důvodů tento popis proveden okamžitě, je možné k němu následně přistoupit pouze po hlubokém, důkladném sražení čela sondy a obnažení horizontů s původními vlhkostrními charakteristikami.

Půdní horizont může být charakterizován jako suchý, mírně vlhký, čerstvě vlhký, vlhký, mokřý a nebo jako zbahnělý.

Tab. 14. Rozlišovací znaky vlhkosti půdních horizontů

horizont	půdy zrnitostně lehčí	i	půdy zrnitostně těžší
suchý	bez vody		
mírně vlhký	stlačením mezi prsty se částice nespojují, rozsypávající se matrix		pevné hroudy a hrudky, lehce rozbitelné
čerstvě vlhký	stlačením mezi prsty se částice spojují v drobné hrudky, na ruce pocit chladu, ale bez ovlhčení		hrudky a drobty se lehce drtí, na ruce pocit chladu, ale bez ovlhčení
vlhký	při tlaku rukou matrix projde mezi prsty a vytvoří nový tvar, na ruce zůstává voda		matrix nekašovatí mezi prsty, ale zamazává je, na ruce zůstává voda
mokřý	po sešlápnutí se stopy postupně zaplňují vodou		po sešlápnutí se stopy velmi pomalu zaplňují vodou, matrix kašovatí mezi prsty
zbahnělý	po sešlápnutí se stopa rychle vyplní vodou		při sešlápnutí typický zvuk, matrix se roztéká mezi prsty

Důležité je uvést vždy s půdní vlhkostí též půdní druh daného horizontu.

Velmi důležitým údajem je hloubka, v níž se ustálí hladina podzemní vody. Toto ustálení je však procesem relativně dlouhodobým - dochází k němu až po 24 hodinách. V případě, že je půdní profil otevřen ve svahu a do sondy vniká voda, není možné se ukvapit a danou studijní plochu charakterizovat jako plochu s vysokou hladinou podzemní vody - velmi často jsou půdní sondy zaplňovány laterálně migrující podpovrchovou srážkovou vodou. Přítomnost vody v půdní sondě může být vyvolána pouze nedávnou atmosférickou srážkou.

### 5.2.9. Pórovitost, humóznost a biologická aktivita půdních horizontů

Pórovitost horizontů je podmíněna podílem objemu všech pórů na objemu horizontu. Vzájemný poměr kapilárních, středních nekapilárních a hrubých nekapilárních pórů pak zásadním způsobem ovlivňuje poměr vzduchu a vody v jednotlivých horizontech v různých denních a sezónních obdobích, což je zásadní důvod k nutnosti alespoň jednoduchého hodnocení pórovitosti přímo v terénu - a to i přesto, že tato vlastnost bude přesně stanovena laboratorním postupem.

Hodnocení půdní pórovitosti by mělo být vždy vztaženo k humóznosti, půdnímu druhu a půdní struktuře daného horizontu.

Půdní horizont může být charakterizován jako horizont s velmi vysokou, vysokou, střední, nízkou a nebo s velmi nízkou pórovitostí.

Konkrétní hodnoty půdní pórovitosti jsou předmětem kapitoly 7.11.

#### VÝPOČTY PÓROVITOSTI.

Humóznost horizontů je podmíněna poměrem mezi mineralizací, humifikací, rašeliněním a karbonizací odumřelé organické hmoty. Vzhledem k tomu, že kvantita a kvalita humusových látek ovlivňuje v podstatě takřka všechny půdní vlastnosti, je její hodnocení v terénu ještě před laboratorními analýzami též velmi cenné.

Hodnocení humóznosti by mělo být vždy doprovázeno popisem lesního stanoviště, zvláště pak popisem fytoceenózy studijní plochy, půdotvorného substrátu, reliéfu terénu a hodnotami klimatických prvků.

Půdní horizont může být charakterizován jako horizont velmi slabě humózní, slabě humózní, humózní, silně humózní a nebo jako velmi silně humózní.

Konkrétní hodnoty humóznosti lesních půd jsou předmětem kapitol 9.2. OXIDOVATELNÝ UHLÍK a 9.3. OBSAH HUMUSOVÝCH LÁTEK VÁZANÝCH, KVOCIENT ABSORBANCE HUMUSOVÝCH LÁTEK, POMĚR HK:FK.

Biologická aktivita je podmíněna v první řadě hloubkou, aerací, pórovitostí, obsahem a formou půdní vody a především obsahem a formou humifikované organické hmoty.

Komplexní působení těchto jednotlivých půdních parametrů se v jednotlivých půdních horizontech projevuje morfologicky zachytitelnými projevy přítomnosti půdní bioty (druhovému spektru a biomasa edafonu). Nápadné jsou zvláště pobytové stopy makrozoedafonu: chodby, exkrementy, zbytky potravy, přítomnost živých i mrtvých jedinců - a to zvl. z čeledi žížalovitých (*Lumbricidae*). Půdní mikroflora se může projevit přítomností mycelií mikromycet i vyšších hub.

Půdní horizont může být charakterizován jako horizont s velmi vysokou, vysokou, střední, slabou a velmi slabou biologickou aktivitou.

### 5.2.10. Přítomnost uhličitánů vápníku

Přítomnost uhličitánů vápníku v půdním horizontu je primárně podmíněna přítomností karbonátových hornin nebo karbonátovo-silikátových hornin (smíšených hornin, charakteristických právě vyšším podílem uhličitánů). Test na přítomnost kalcitu či aragonitu je nutné zařadit i s ohledem na půdní typologii - celá řada půdních jednotek má přímý vztah k obsahu karbonátů v různých částech pedonu.

Vzhledem k tomu, že kalcit je jeden z nejhojnějších minerálů (navíc vznikající za nejrůznějších podmínek), je snaha o jeho detekci v rámci terénního šetření nutná.

Přítomnost uhličitánů Ca se prokazuje jejich reakcí s kyselinou chlorovodíkovou. Ta se nepoužívá koncentrovaná, ale z dodávaného balení se ředí s vodou v poměru jedna ku třem. Získáváme tak 8 - 10% HCl. Reakce s uhličitany vápníku je spočívá v rozkladu karbonátů vápníku na výchozí složky, přičemž produkce oxidu uhličitého způsobuje šumění různé intenzity.

Tab. 15. Terénní test na odhad podílu karbonátů Ca v půdním horizontu

<b>intenzita reakce s HCl</b>	<b>pravděpodobný podíl CaCO<sub>3</sub></b>	<b>půdní horizont</b>
nešumí	méně než 0,3%	nevápnité
velmi málo znatelné zašumění	0,3 - 1%	velmi slabě vápnité
slabé zašumění	1 - 3%	slabě vápnité
výrazné, ale krátké zašumění	3 - 5%	středně vápnité
výrazné a trvalé šumění	5 - 40%	vápnité jílovce, apod.
	40-60%	slínovce, apod.
	více než 60%	vápence, apod.

#### 5.2.11. Přítomnost novotvarů, cizorodých příměsí a mramorování

K novotvarům půdních horizontů počítáme půdní konkrece (zvi. cicváry), výkvěty (zvi. pseudomycélia), osteokoly (tyčinky), povlaky a záteky. Novotvary je vhodné testovat na přítomnost uhličitánů vápníku.

Mezi cizorodé příměsí řadíme ty příměšeniny, které s půdotvorným procesem daného profilu nesouvisí. Patří sem tedy fosilie, úlomky cihel, keramiky, kovových předmětů, skla, aj.

Půdní horizont může být charakterizován jako horizont bez novotvarů či příměsí či jako horizont s novotvary nebo příměsemi. V případě výskytu novotvarů či příměsí je pak nutno tyto konkretizovat, což umožní odhadnout některé stanovištní děje dané oblasti.

Mramorování je podmíněno periodickým zamokřením daného horizontu: střídání oxidačních a redukčních procesů v půdním profilu se sníženou hydraulickou vodivostí ústí do charakteristického střídání rezivých, bělošedých a hnědých partií různého rozsahu.

Půdní horizont může být charakterizován buď jako horizont s barevně kontrastními liniemi jazykovitého, pruhovitého, aj. tvaru a nebo jako horizont s barevnou skvrnitostí.

Tab. 16. Terminologie hodnocení mramorovanosti v podobě barevně kontrastních skvrn

<b>míra výskytu skvrn</b>	<b>velikost</b>	<b>kontrast v rámci horizontu</b>
ojedinělé	drobné	nevýrazný
málo časté	středně velké	středně výrazný
časté	velké	velmi výrazné

#### 5.2.12. Terénní posudek

Terénní posudek je závěrečné, shrnující, stručné zhodnocení půdního profilu daného lesního stanoviště s důrazem na postižení cíle pedologického šetření.

Terénní posudek musí splňovat dvě základní kritéria:

1. Je zcela konkrétní.
2. Zároveň však lesní půdu charakterizuje v obecné rovině, tj. z hlediska komplexního vyhodnocení synergického působení pedogenetických faktorů daného stanoviště.

Formulaci terénního posudku je třeba věnovat nejvyšší pozornost, neboť právě v něm se odrazí nezastupitelnost půdy v hodnocení trvalých produkčních podmínek lesního stanoviště.

Tab. 17. **PŘÍKLADY TERÉNNÍCH POSUDKŮ LESNÍCH PŮD DOPLNĚNÉ PODROBNÝM KOMENTÁŘEM**

1. Pararendzina kambická na mukronátových slínech svrchnokandové facie antiklinálního pásma ždánického příkrovu. V celém profilu jsou znatelné jednotlivé laminy jemnozmného písku a početné drobné úlomky emstbrunnských vápenců, pocházející z tektonicky drčených bradel. **Pavlovské vrchy, Soutěska, 350 m n.n.**

Daný profil vznikl na zvětralině nezpevněné karbonátovo-silikátové hominy. Půda zmitostně těžší, středně hluboká. Humusový povrchový horizont zde podléhá značné dekarbonizaci a to při relativně dobré vododržnosti a vyrovnanějším chemismu půdního prostředí. Příznivé produkční vlastnosti daného lesního stanoviště vyvstanou ve srovnání s půdami vznikajícími na vápencích dané oblasti. Al-horizont je čerstvě vlhký, kyprý; karbonizovaný Bv-horizont je jílovitohlinitý, mírně vlhký, ulehlý.

2. Podzol humusový na nediferencovaném eluvium jemnozmného muskovřicko-biotitického granitu moldanubického plutonu. **Jihlavské vrchy, Míchova skála, 760 m n.m.**

Pro tento půdní profil jsou typické v průběhu podzolizace specificky vytvářené výrazné podzolové eluviální (ztrátou ochuzené) a iluviální (vplavením obohacené) horizonty. Vertikální posun koloidních složek a jednoduchých sloučenin vedl v daném profilu ke vzniku popsané stratigrafie a to při výrazném hromadění nadložního humusu. Humusovou formou je typický mor. Půda zmitostně lehká, sorpčně vysoce nenasyčená s výrazně zpomalenou humifikací.

3. Kambizem luvická s příměsí sprašové hlíny do 30 cm na deluvium zvětralin amfibolicko-biotitického syenitu třebíčsko-mezíříčského masivu. **Třebíčská kotlina, Ptáčov, 440 m n.m.**

V daném profilu dominuje kambický minerální horizont V souvislosti se zvětráváním primárních silikátů s vysokým obsahem dvojmocného železa (biotit, amfiboly a pyroxeny, olivín, ev. glaukonit, epidot nebo některé turmalíny) spojeného s následnou oxidací a hydratací na daném lesním stanovišti docházelo k disperzi amorfních a krystalických oxidů a hydroxidů v minerálních horizontech. Tyto sekundární sloučeniny jsou zde přítomny v tak vysokém podílu, že vytváří barevně dominantní povlaky prachové a písčité půdní frakce. Prokořenění velmi výrazné do 40 cm. Půda zmitostně střední, skeletnatost velmi nízká, vododržnost vysoká, humifikace příznivá.

4. Fluvizem pelická na holocenních fluviatilních sedimentech, vyplňujících neogenní sníženiny aluvia dolního toku řeky Dyje. Po ukončení přirozeného sedimentačního cyklu vodohospodářskými úpravami v dané oblasti probíhá autochtonní vývoj povrchového Al-horizontu. **Dyjsko-svratecká niva, Lednice na Moravě, 160 m.n.m.**

Daný profil vznikl na zeminových vrstvách recentních fluviálních usazenin (sedimentačních kalů, povodňových hlín, náplavů). Sedimentace proběhla na aluviálním území řeky Dyje. Důležitou roli zde hrál charakter půd a zvětralin sběrné oblasti Dyje a rychlost jejího proudu v době záplav. Díky místním orografickým a klimatickým podmínkám jsou v daném pedonu humifikační procesy velmi intenzivní. Horizonty této půdy mají autochtonní (původní, místní) a alochtonní (cizorodé, odjinud pocházející) vývoj. Alochtonními horizonty jsou zde sedimentační kaly, podléhající pedogenezi v podmínkách periodicky zvyšované hladiny podzemní vody. Vlastní sedimentace je přitom zásadně ovlivňována místně proměnlivou rychlostí povodňové vody a různou velikostí unášených částic organického a minerálního původu. Tyto faktory vedou k vysoké variabilitě zmitostního složení a obsahu minerálních živin půd dané oblasti. Autochtonními horizonty jsou zde jednak horizonty povrchové, vznikající po skončení sedimentačního cyklu a jednak horizonty pohřbené (v hloubce 120-140 cm). Pohřbené horizonty mají charakter fosilního humusového horizontu a jsou doložitelné jednak výrazně vyšším podílem frakce fyzikálního jílu (důsledkem intenzivního zvětrávání *in situ*) a jednak nepřerušovanou akumulací organické hmoty, podléhající intenzivní humifikaci. Příčinou vzniku pohřbeného fosilního horizontu bylo přerušování sedimentačního cyklu v dané oblasti. Horizont poté vznikl výhradně půdotvorným procesem bez přítomnosti nově přeplavovaných fluviatilních sedimentů. Půda jílovitohlinitá až jílovitá, ulehlá až kompaktní s hrudovitou strukturou. Znamky oglejení od 18 cm. Humusová forma je pravý mull.

LHC: ŠLP "Masarykův les" Krtiny; PR Čihadlo, porostní skupina 338 G9.

Stejnorodá buková kmenovina V. věkové třídy, široce klenutý svah, expozice JZ, sklon 15°.

LT: bohatá buková doubrava strdivková s mařinkou na hřbetech a svazích (2B2)

Půdní jednotka: kambizem typická mezotrofní na granodioritu se sprašovou příměsí (KM<sub>m</sub><sup>b</sup>)



0-1 Ol opad buku

1-2 Of+(Oh) jemné, částečně rozložené úlomky bukového listí, dřeva a kůry s nesouvislou (pomístnou) měli

2-5 Alh výrazně tmavě zbarvená povrchová vrstva melanického horizontu s vysokým obsahem humusu, výrazně drobtovitá, lehce rozpadává, mírně vlhká

5-18 Al hlinitopísčité, slabě štěrkovitá, tmavě šedá s mírným barevným přechodem dospodu, drobtovitá, kyprá, čerstvě vlhká

18-45 Bv písčitohlinitá, slabě štěrkovitá, okrově žlutá, barevně dospodu vyznívající, velmi mírně slehlá, nekompaktní, čerstvě vlhká

45-60 BC písčité, slabě štěrkovité, hnědorezivé, strukturní, sypká, stejnoměrně mírně vlhká

60-120 Cd písčité, slabě štěrkovité, tmavě šedorezivé zvětraliná biotického granodioritu

Prokořenění výrazné do 60 cm.

Prokořenění řídké do 110 cm.

Terénní posudek: Hluboká, lehká, strukturní, čerstvě vlhká, nevysýchavá, až po substrátový horizont relativně hustě prokořeněná mezotrofní kambizem na eluviu zvětralinu granodioritu Brněnského masivu, typ Královo pole, s nevýraznou sprašovou příměsí. Humusová forma a subforma stanoviště: mullový moder.

Obr. 1. UKÁZKA PŮDNÍHO PROFILU VZNIKLÉHO v NADMOŘSKÉ VÝŠCE 370 M N.M. v PODMÍNKÁCH PRŮMĚRNÉ ROČNÍ TEPLoty 7,9°C A ROČNÍHO SRÁŽKOVÉHO ÚHRNU 630 MM. ÚBOČÍ VRCHOLOVÉ VYVÝŠENINY S DOMINUJÍCÍ BRUNIFIKACÍ PŘI INTENZIVNÍ HUMIFIKACI, SKLON MÍRNÝ.



LS: Tišnov, revír Štěpánov nad Svratkou; Bučina pod Kobylnicí, porostní skupina 932 B 15.  
Mírně stinná horní část podélné zvlněného svahu, expozice V; 16°19' v.d., 49°32' s.š.  
LT: lipová bučina bažanková s pitulníkem na kamenitých půdách na hřbetech (4A1)  
Půdní jednotka: kambizem typická kyselá moderová na skeletnatém eluviu ruly (KM<sup>^</sup>)



0-1 Ol opad buku

1-2 Of horizont drti s ne zcela rozloženým bukovým opadem a exkrementy zoedafonu

2-3 Oh vytvářející se horizont měli s výrazným podílem živých kořenových systémů bylin (zvi. bažanky vytrvalé *Mercurialis perennis*)

3-12 Aol hlinitopísčítá až písčito-hlinitá, kamenitá, tmavě šedá, nevýrazně drobtovitá, kyprá, čerstvě vlhká

12-24 AB hlinitopísčítá až písčito-hlinitá, silně štěrkovitá, výrazně barevně vyznívající, strukturní, rozpadává, mírně vlhká

24-97 Bv písčito-hlinitá, silně štěrkovitá, žlutě okrová, strukturní, rozpadává, mírně vlhká

97→ Cd hlinitopísčítá až písčito-hlinitá, okrově hnědá, sypká zvětralinou dvojslídne svorové ruly

Prokořenění výrazné do 60 cm.

Prokořenění řídké pod dno sondy.

Terénní posudek: Kyprá, strukturní, čerstvě vlhká, silně skeletnata kambizem s velmi mírně zpomalenou humifikací, s příznivým poměrem *voda/vzduch* po celé vegetační období. Zvýšené nebezpečí eroze půdního povrchu srážkovou vodou. Humusová forma a subforma stanoviště: typický moder.

Obr. 2. Ukázka půdního profilu, charakteristického pro lesní stanoviště VÝŠKOVÉHO STUPNĚ VRCHOVIN NA SILIKÁTOVÝCH HORNINÁCH V PODMÍNKÁCH HUMIDNÍHO KLIMATU.

LS: Nové Město na Moravě, revír Cigháj; NPR Žákova hora, porostní skupina 507 B 20.  
Přímý svah mírného sklonu navazující na plochou vrcholovou partii, expozice JZ, 5.vls.

LT: kyselá jedlová bučina biková oligotrofní s nízkou pokryvností bylinného patra (5K3)

Půdní jednotka: kambizem typická oligotrofní podzolovaná na granoblastické ortorule ( $KM_m^{op}$ )



0-1 Ol horizont opadu bukového listí, větvi a kůry

1-2 Of nevýrazný horizont drti

2-3 Oh humifikační horizont s vyšším podílem koprogenních látek, plynule přecházející do horizontu humusového

3-10 Ao(e) velmi mírně podzolizovaná s vybělenými zrnky písčité frakce, slabě šterkovitá, tmavá, nápadný barevný přechod dospodu, strukturní, kyprá, čerstvě vlhká

10-40  $Bv_1$  hlinitopísčítá, nevýrazně šterkovitá, vlivem hluboko eluviovaných humusových látek výrazně šedohnědá, strukturní, kyprá, mírně vlhká

40-80  $Bv_2$  hlinitopísčítá, silně šterkovitá s převahou jemného skeletu, okrová, sypká, propustná, mírně vlhká

80-105 Cd kamenitá rulová zvětralina

Prokořenění velmi výrazné do 40 cm.

Prokořenění řídké až po Cn.

Terénní posudek: Lehká, vysoce pórovitá, kyprá až sypká kambizem submontanních poloh s nižší minerální bohatostí a naopak vyšší skeletnatostí pudotvorného substrátu. Relativně příznivá humifikace projevující se ještě vizuálně nápadným obsahem humusových látek v hloubce až do 40 cm. Humusová forma a subforma stanoviště: typický moder.

Obr. 3. UKÁZKA PŮDNÍHO PROFILU VZNIKLEHO V PODMÍNKÁCH, KDY NEDOSTATEČNÁ MINERÁLNÍ SÍLA PUDOTVORNEHO SUBSTRÁTU JE ČÁSTEČNĚ VYROVNÁVÁNA VYSOKOU PŮDNÍ AERACÍ, PŘÍZNIVOU STRUKTUROU A DOSTATEČNÝMI SRÁŽKAMI.

LS: Jeseník, revír Česká Ves; vrch Jehlan, porostní skupina 128 D 11.

Mělká úžlabina zvlněného svahu s výchozy rul, expozice JV; 780 m n.m., 4,9°C, 906 mm.

LT: svěží smrková bučina kostřavová s bikou lesní (6S3)

Půdní jednotka: kambizem dystriická moderová na zvětralině biotitické pararuly (KM<sub>c</sub><sup>d</sup>)



0-1 Ol opad buku a bylin trávovitého habitu (kostřav *Festuca* sp., biky lesní *Luzula luzuloides* a lipnice hajní *Poa nemoralis*)

1-2(3) Of pozvolna se hromadící nekompatní humusová drť bez nerozložené dřevní hmoty, nevýrazně vrstevnatá

2(3)-4 Oh v nadložním humusu stano-  
vištně dominantní, výrazně se hroma-  
dící, ostře oddělený, vododržný humi-  
fikační horizont bez exkrementů půdní  
fauny

4-8 Aoe částečně eluviovaná (písčítá  
frakce bez obalů sesquioxidů a humu-  
sových látek), hlinitopísčítá, s ne-  
výraznou příměsí drobného horninového  
šterku, barevně ostře oddělená od  
měli, s velmi pozvolným barevným pře-  
chodem dospodu, kyprá, lehce rozpadá-  
vá, čerstvě až mírně vlhká

8-45 Bvs kambický podzolový horizont  
s vyšším podílem jílové frakce, slabě  
šterkovitý, světle rezivě hnědý, nes-  
slehlý, mírně vlhký

45-120 Bv silně šterkovitá s vyšším  
podílem jílové frakce, okrově hnědá,  
bez vizuálního projevu nárůstu obsahu  
hydroxidů a oxidů železa, nevýrazně  
prizmatická, mírně vlhká

120-185 Cd mocné eluvium kamenité,  
písčíté zvětraliny nevýrazně krysta-  
loblastické šedohnědé pararuly, na  
spodní hranici přecházející v nezvět-  
ralou horninu

Silné kořeny do 20 cm.

Prokořenění velmi husté do 40 cm.

Prokořenění nevýrazné do 120 cm.

Terénní posudek: Výrazně prokořeněná, hlinitopísčítá, nekamenitá, kyprá kambizem dystriická s náznaky nastupující podzolizace pod hromadící se organickou hmotou na mocném eluviu minerálně nepřilíš bohaté mateční horniny. Humusová forma a subforma stanoviště: morový moder.

Obr. 4. UKÁZKA PŮDNÍHO PROFILU STANOVÍŠŤ PŮVODNÍCH SMRKOJEDLOBUKOVÝCH PRALESOVITÝCH ASOCIACÍ NIŽŠÍCH HORSKÝCH POLOH ČESKÉHO MASIVU PŘI HOPJNÍ HRANICI VERTIKÁLNÍHO ROZŠÍŘENÍ BUKU V OBLASTI S JEHO VŮBEC NEJVYŠŠÍM PLOŠNÝM ZASTOUPENÍM V ČR

### 5.3. Odběr půdních vzorků

Půdní vzorek je část matrice (základní hmoty) horizontu, která byla v terénu odebrána s cílem laboratorně ji analyzovat a podle získaných výsledků charakterizovat fyzikální, fyzikálně chemické, chemické, biologické a biochemické vlastnosti celého horizontu. Z hlediska vlastního odběru proto musí půdní vzorek splňovat dvě následující kritéria:

1. Nesmí být kontaminován matricí jiných - tj. z praktického hlediska výše lokalizovaných - horizontů, stejně tak jako nesmí být kontaminován jakýmkoliv cizorodým materiálem z místa odběru.
2. Musí být homogenní a reprezentativní.

Základní zásadou tedy je, že nejprve je popsán půdní profil, jsou vylíšeny jednotlivé horizonty v jejich hranicích a z každého z nich zvlášť je odebrán půdní vzorek.

#### 5.3.1. Půdní vzorek

Půdní vzorky se odebírají z důkladně očištěného čela půdní sondy.

Půdní vzorky se z každého horizontu odebírají ve dvou formách:

- ♦ pro chemické, biochemické a biologické analýzy do papírového či plastického obalu,
- ♦ pro fyzikální analýzy do fyzikálního válečku, ev. též do vysoušečky pro stanovení hmotnostní vlhkosti a sušiny.

V odůvodněných případech, daných speciálním cílem pedologického šetření, je možné odebírat vzorky i do sterilních těsnících nádob pro mikrobiologické analýzy.

Vzorek daného horizontu pro nefyzikální analýzy musí mít charakter směsného vzorku.

Nutnost odběru nikoliv dílčích, ale směsných vzorků je podmíněna postupy matematické statistiky. Jejich podstata je následující:

1. Rozvržením sítě sond provádíme výběrové šetření s cílem analyzovat základní soubor půdních vlastností dané studijní plochy.
2. Odběrem dílčích vzorků z čela půdní sondy provádíme náhodný výběr půdních vzorků ze základního souboru na celé studijní ploše přítomných půdních horizontů.

Volba počtu jak dílčích vzorků, tak i následného počtu opakování jednotlivých laboratorních analýz vychází z předem stanovené střední chyby průměru (*standard error of mean*). Vycházíme zde z toho, že jestliže je pravděpodobnost vzniku chyby statisticky malá, považujeme za prakticky nemožné, aby při malém počtu opakování tato chyba nastala. Jestliže je však pravděpodobnost vzniku chyby velká, považujeme za prakticky jisté, že nastane i při malém počtu opakování.

Na to navazuje (předem stanovené) vymezení konfidenčního a tolerančního intervalu pro výsledné hodnoty, které mají charakterizovat skutečnou situaci na studijní ploše. Interval spolehlivosti přitom na základě předem stanovené pravděpodobnosti určuje místo výskytu střední hodnoty analyzované půdní vlastnosti. Toleranční interval vymezuje to část souboru všech dosažitelných výsledků nekonečného množství opakování dané laboratorní analýzy, kterou bychom udrželi buď nekonečným opakováním (za dodržení stabilních podmínek) analýz jednoho vzorku a nebo analyzováním nekonečného množství půdních vzorků.

Konkrétně jsou tedy možné dva přístupy:

odeberu jeden směsný vzorek daného horizontu a provedu velký počet opakování laboratorních analýz, přičemž horizont budu charakterizovat směrodatnou odchylkou a střední chybou mezi jednotlivými opakováními

vs.

odeberu více směsných vzorků daného horizontu a na každém z nich provedu malý počet opakování laboratorních analýz, přičemž horizont budu charakterizovat směrodatnou odchylkou a střední chybou mezi směsnými vzorky.

Správný je přístup druhý (LEPŠ, 1996): základem pro laboratorní analýzy půdních vlastností je více směsných vzorků daného horizontu, přičemž z každého z nich není nutno dělat velký počet analýz.

Odběr vzorků pro laboratorní analýzy je prováděn tak, že z očištěného čela sondy jsou pro každý jednotlivý horizont odebrány tři směsné vzorky a ty jsou poté analyzovány pro jedno stanovení ve třech opakováních. Z těchto tří opakování se do výpočtu aritmetického průměru zahrnou všechny hodnoty - tj. i ta hodnota, která je od zbývajících značně vzdálená

Při vzniku směsných vzorků je vhodné provést homogenizaci zeminy (matrice) daného horizontu na archu igelitové folie. Tento postup závazný není; je možné odebírat vzorky rovnou do obalů bez homogenizace. Postup bez použití igelitové folie je výhodný zvláště v případě odběrů zbahnělých vzorků: po jejich míšení na fólii by tuto nebylo možno bezezbytku očistit.

### 5.3.2. Vzorkování

Vlastní vzorkování má v současném stavu poznání stále rostoucí význam: analytické laboratorní metody dnes jsou tak přesné, že základním zdrojem chyb je právě nesprávné vzorkování. Při vzorkování je nutné vycházet jednak z očekávané přesnosti dosažených výsledků a jednak z cíle pedologického šetření.

Cílem vzorkování je získání reprezentativních, stejnorodých a nekontaminovaných vzorků všech jednotlivých horizontů. Vzorkování lze provést dvojím způsobem:

1. Do zvoleného obalu (igelitového sáčku, silnostěnného papírového sáčku, plastické nádoby se zašroubovatelným víčkem) odebereme z daného horizontu několik vzorků, obal popíšeme a připravíme na transport do laboratoře.
2. Časově náročnější je důkladná homogenizace zeminy daného horizontu:
  - ◆ používáme arch igelitové fólie,
  - ◆ na ni nasypeme několik dílčích vzorků daného (jednoho) horizontu,
  - ◆ vzorky na archu promísíme, rozprostřeme do tvaru čtverce a dvěma úhlopříčnými liniemi rozdělíme,
  - ◆ matrice daného horizontu je nyní rozdělena na čtvrtiny,
  - ◆ dvě čtvrtiny v protilehlých rozích odstraníme,
  - ◆ ze zbylých dvou čtvrtin připravíme tři směsné vzorky, které vložíme do zvolených transportních obalů,
  - ◆ arch igelitové fólie před započítím přípravy směsného vzorku prvního výše lokalizovaného horizontu (vzorkování pro nefyzikální analýzy provádíme v profilu od spodu směrem nahoru) pečlivě očistíme.

Jak bylo výše uvedeno, z hlediska vzorků pro nefyzikální analýzy je možné zvolit jako obal buď umělohmotnou (plastickou) láhev se šroubovacím uzávěrem, igelitový sáček nebo papírový pedologický sáček. Pedologické sáčky jsou vyrobeny ze speciálního tvrzeného papíru, který zaručuje neprotržení i mokrých vzorků.

Do každého obalu odebíráme takové množství, jehož analyzování zaručuje splnění cíle pedologického šetření. V případě komplexních analýz se odebírá přibližně 1 kg matrice jednotlivých horizontů.

V terénu se z půdních vzorků neodstraňují cizorodé přímíseniny ani skelet, neboť ty se mohou stát předmětem laboratorního studia. V případě, že ze vzorků cokoliv odstraníme, je nutné tuto skutečnost zaznamenat.

Všechny vzorky řádně označíme lokalitou, datem odběru, signaturou příslušného horizontu a hloubkou,

např. 
$$\frac{\text{Lednice 7S}_7\text{-VIII.98}}{\text{Alh } 3\text{-}22}$$

Možný je též zjednodušený zápis, kdy jsou konkrétní údaje o daném půdním horizontu zaznamenány do terénního formuláře či terénního zápisníku,

např. 
$$\frac{\text{L7-VIII.98}}{1}$$

Vysoušečky a fyzikální válečky disponují čísly, vyraženými na bocích a víčkách. Tato čísla je nutné okamžitě pečlivě zapisovat.

V případě, že se půdní vzorky pouze číslovají, důležitost terénního zápisníku s podrobným dekodováním jednotlivých pořadových čísel je zcela zásadní.

Půdní vzorky pro nefyzikální analýzy odebíráme od spodní části profilu směrem nahoru a to s cílem zamezit kontaminaci padající matrice z výše lokalizovaných horizontů.

Vzorky odebíráme lopatkou a širokým pedologickým nožem.

Z každého horizontu odebíráme dílčí vzorky, z nichž poté připravíme směsný vzorek. Před započítáním odběru nové skupiny dílčích vzorků z dalšího horizontu používaný nástroj důkladně očistíme s cílem zamezit přenosu matrice z jednoho horizontu do druhého.

Při odebírání fyzikálních válečků postupujeme opačným směrem, tj. od povrchových horizontů směrem k horizontům substrátovým. Dnes užíváme fyzikální válečky s břitem, nahrazující jednoduché fyzikální válečky, vkládané do speciálního rozpojitelného pouzdra.

Fyzikální válečky jsou tenkostěnné ocelové válečky s povrchovou úpravou, zamezující korozi a s ostřím na jejich spodní hraně. Válečky jsou vysoké 5 cm a jsou standardně vyráběny z pocínované oceli. Jejich nejdůležitější charakteristika je jejich vnitřní objem - ten činí 100 cm<sup>3</sup>. Do půdního horizontu jsou vtlačovány pozvolným tlakem přes dřevěný hranol: cílem je zeminu horizontu nesmačkávat. Po vtlačení jsou válečky se svým obsahem vyrýpnuty z daného horizontu nožem. Vzhledem k tomu, že zemina ve válečku přesahuje jeho objem, je nutné její odříznutí. Seříznutím na koncových plochách podél hran válečku dostáváme půdní vzorek pro fyzikální analýzy. Váleček s půdním vzorkem z obou stran zavíčujeme a fixujeme gumičkami.

Při detailních studiích půdních fyzikálních vlastností jsou fyzikální válečky s malým průměrem nahrazovány velkými plastickými válci, postupně vpravovanými do pedonu.

#### 5.4. Příklad terénního šetření a odběru vzorků

1. na základě zadání komplexního pedologického průzkumu a po provedených přípravných pracích, po rekognoskaci terénu a po rozvržení sítě sond si v zadaném zájmovém území na základě zadaných kritérií vyberu patřičný počet odpovídajících porostních skupin;
2. není-li v zadání specifikováno jinak, v rámci konkrétní sociální výstavby daných porostů pro výběr studijních ploch preferuji tu část porostních skupin, kde převažují úrovňoví jedinci s přímým kmenem;
3. v těchto zvolených částech porostních skupin si vymezím odkrokováním studijní plochu 400 m<sup>2</sup>, tj. 20 x 20 m;
4. zde náhodně vyberu místa pro výkop deseti jednoduchých mapovacích sond (zákopků). Pro zajištění homogenity všech jednotlivých odběrových míst jako jediné kritérium - nebude-li v zadání specifikováno jinak - volím podmínku, že žádné z odběrových míst nebude blíže k patě stromu než je 1 m;
5. při výkopu zákopků si v prvním případě ověřuji přítomnost půdního typu dané studijní plochy;
6. provedu odběr vzorků pro stanovení celkové zásoby nadložního humusu;
7. pod ploškou zbavenou organogenních horizontů otevřu mapovací sondu (zákopek) do hloubky přibližně 35-50 cm;
8. jak bylo již uvedeno v bodě 4., těchto zákopků udělám na každé studijní ploše deset. Z každého jednotlivého zákopku odeberu po jednom vzorku povrchového horizontu. Získám tak deset vzorků povrchových humusových A-horizontů; při odběru si také průběžně zaznamenávám stratigrafii svrchní části půdního profilu;
9. ze shromážděných deseti jednotlivých, na základě náhodného výběru odebraných vzorků A-horizontů připravím pro každou studijní plochu tři směsné vzorky - příprava směsných vzorků přitom spočívá v důsledné homogenizaci jednotlivých odběrů na archu igelitu přímo v terénu. Směsné vzorky budu posléze převážet ve zvoleném obalu;
10. na základě praktické znalosti stratigrafie svrchní části půdních profilů jednotlivých studijních ploch získaných výkopem a následným popisem jednotlivých zákopků si nyní volím dva transekty do kříže a to od paty jednoho stromu k druhému;
11. v obou transektech odkřívám celou strukturu povrchového humusu s důrazem na změnu stratigrafie a mocnosti organogenních terrestrických horizontů daných humusových forem a subforem;



12. při terénním šetření na křížících se transektech se snažím vyloučit místní nezobecnitelné mikrolokální anomálie:
- vliv akumulace odumřelé organické hmoty v blízkosti jednotlivých kmenů,
  - vliv překryvu korun jedinců stromového patra, resp. míst bez korunového zápoje,
  - vliv proměnného keřového, bylinného a mechového patra,
  - vliv nevýrazných sníženin terénu, zarovnaných letošním či víceletým opadem,
  - vliv místního vzdušného proudění;
13. na každé studijní ploše nyní stanovím humusovou formu a subformu;
14. do terénního zápisníku zaznamenám detailní popis lesního stanoviště vytyčené studijní plochy;
15. zvolím si jednu z mapovacích sond jako místo pro výkop vzorkovací půdní sondy. V tomto (jediném z deseti vykopaných) zvoleném reprezentativním zákopku otevřu půdní profil do minimálně 90 cm, optimálně však do 120 cm;
16. v rámci terénního šetření přímo v sondě určuji subtyp a formu půdní jednotky dané studijní plochy a odhaduji půdní varietu, resp. ověřuji správnost výchozí determinace půdního typu;
17. každý půdní profil popíši a to odděleně pro jednotlivé horizonty. Po určení stratigrafie profilu definováním sekvence půdních horizontů vymeším hranice jednotlivých horizontů a poté do terénního zápisníku pečlivě zaznamenám (při vymezení vlhkostních podmínek hodnocení daného pedonu):
- genetickou a fyziologickou hloubku půdy a intenzitu prokořenění,
  - popis barvy jednotlivých horizontů,
  - odhad půdního druhu jednotlivých horizontů (charakteristika zrnitosti),
  - odhad skeletnatosti jednotlivých horizontů a přítomnosti uhličitanů vápníku,
  - odhad pórovitosti, humóznosti a biologické aktivity jednotlivých horizontů,
  - popis struktury jednotlivých horizontů,
  - popis konzistence jednotlivých horizontů,
  - popis přítomnosti mramorování, novotvarů či cizorodých příměsí,
  - odhad vlhkosti jednotlivých horizontů.
18. je-li to možné, stanovím trvalou či periodicky zvyšovanou výšku hladiny podzemní vody;
19. vysokou pozornost věnuji na jedné straně zcela konkrétnímu a na straně druhé zároveň lesní půdu tohoto stanoviště obecně charakterizujícímu závěrečnému (shrnujícímu) terénnímu posudku;

20. na každém z odběrových míst jednotlivých mapovacích sond odeberu vzorek horizontů povrchového humusu (OI, Of a je-li, tak i Oh) jak do sáčku, tak do fyzikálního válečku;
21. očistím celou výšku čela sondy a odebírám tři dílčí vzorky z každého jednotlivého horizontu. Tyto vzorky rozprostřu na arch igelitu, promíchám (homogenizuji), rozdělím na čtyři části a ze dvou udělám tři směsné vzorky. Na směsné vzorky používám buď dvojité papírové pedologické sáčky nebo plastické vzorkovnice. Vzorky pečlivě popíši. Vzorky odebírám z čela půdní sondy standardním způsobem, tj. od substrátového horizontu směrem nahoru;
22. pro stanovení hodnot fyzikálních vlastností odebírám vzorky do samořezných fyzikálních válečků s břitem a to směrem od povrchového horizontů ke dnu sondy. Do terénního zápisníku si k jednotlivým horizontům pečlivě zaznamenávám čísla fyzikálních válečků (stanovení obsahu vody a sušiny provedu společně se stanovením maximální kapilární vodní kapacity, hmotnostní a objemové vlhkosti, objemové hmotnosti a objemové hmotnosti redukované, takže vzorky do hliníkových vysoušeček neodebírám);
23. v případě stanovení celkové zásoby nadložního humusu se odběrový termín volí do okamžiku kulminace množství (zásoby) organogenní hmoty v souboru horizontů nadložního humusu, tj. do období přelomu října a listopadu. Vzorky se odebírají ze tří ploch o rozměrech 1x1 m, jejich celý objem je převezen do laboratoře a zde zvážen s původní vlhkostí. Pro jednotlivé vzorky nadložního humusu je stanovena sušina, na níž je pak celková zásoba přepočítána.