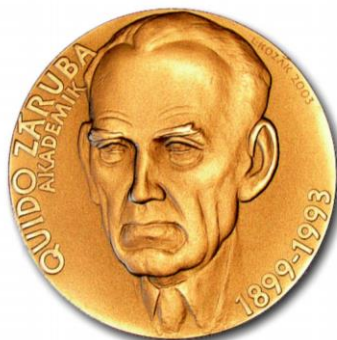
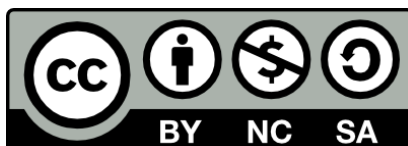


HLÍNA A JÍL V ČESKÉ INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ PRAXI

RNDr. Tereza Šmejkalová



Tato práce byla oceněna Cenou akademika Quida Záruby pro mladé inženýrské geology a geotechniky za rok 2019 v kategorii Praktické aplikace. Jde o osobní výzkum provedený ve volném čase bez vazby na grantové instituce. Práce je šiřitelná pod licencí Creative Commons BY-NC-SA. Autorku lze kontaktovat na e-mailové adrese tereza.smejkalova@geotechnika.cz.



<https://www.creativecommons.cz>

Bibliografická citace:

ŠMEJKALOVÁ, Tereza. *Hlína a jíl v české inženýrskogeologické praxi*.
Praha: SG Geotechnika a Česká asociace inženýrských geologů, 2020.

Hlína a jíl v české inženýrskogeologické praxi

RNDr. Tereza Šmejkalová

Abstrakt

Pojmy „hlína“ a „jíl“ jsou denním chlebem každého inženýrského geologa. Co přesně si pod nimi ovšem geologové představují a co jimi myslí v dokumentaci sondy, je značně individuální. Kořeny tohoto zmatení lze vysledovat až k Arthurovi Casagrandemu, který před více než 70 lety poněkud nešťastně standardizoval u jemnozrnných zemin stejná označení pro zrnitostní frakce i pro členění z hlediska plasticity. Ne každý řešitel si ovšem uvědomuje, že pouze okolo čtvrtiny našich zemin dostane při posouzení podle obou hledisek shodné pojmenování. Téměř všechny zbývající zeminy pak lze z hlediska zrnitosti (podle převažující složky jemnozrnné frakce) popsat jako hlíny, ovšem z hlediska plasticity (zatříděním dle ČSN P 73 1005) jde o jíly.

Těžištěm práce je analýza souboru 1371 vzorků zemin z České a okrajově též Slovenské republiky, z níž pocházejí i výše uvedené údaje. Vzorky byly vybrány tak, aby co nejreprezentativněji zastupovaly různé složky našeho pestrého horninového prostředí. Roztřídění vzorků podle geneze dále poskytlo představu o tom, jak se rozložení „hlín“ a „jílů“ dle obou hledisek může měnit u různých inženýrskogeologických typů – obecnému trendu se nejvíce vymykaly vzorky z terciéru severozápadních Čech a z jihočeské křídly. Zjištění z této analýzy byla následně porovnána s obecným povědomím o dané problematice a aktuální praxí v oboru prostřednictvím dotazníkového šetření. Svoje názory a zkušenosti poskytlo 31 respondentů s různou odbornou zkušeností a působících v různých oblastech České republiky. Z vyhodnocení jejich odpovědí vyplývá, že nejednoznačnost termínů geologové zpravidla dobře vnímají, volí ovšem velmi pestré prostředky k jejímu řešení a nemají vždy úplně přesnou představu o skutečných rozměrech a charakteru problému. Data poskytnutá v této práci tedy mohou přispět ke zvýšení informovanosti řešitelů a po širší odborné diskusi případně i k určité konsolidaci současné terminologie a praxe v dokumentaci sond.

Obsah

1	Úvod	2
2	Terminologie jemnozrnných zemin a její odborné pozadí	2
2.1	Původ aktuálně používaných pojmů a definic	2
2.2	„Idey“ zemin a zkoumání pomocí terénních metod	4
2.3	Normové vypořádání rozdílnosti výsledků podle různých přístupů	6
2.4	Odborný vhled geologa jako výslednice různých vlivů	8
3	Co říkají laboratorní data	9
3.1	Metodika sběru a vyhodnocení záznamů	9
3.2	Výsledky souhrnné analýzy z hlediska zrnitosti a plasticity	12
3.3	Další zjištění z laboratorních dat	16
4	Skutečná praxe mezi inženýrskými geology	17
4.1	Metodika dotazníkového šetření a jeho následného zpracování	17
4.2	Výsledky ankety z hlediska zhodnocení různých přístupů k problematice	19
4.3	Další zajímavá zjištění z ankety	22
5	Diskuse souvislostí	23
5.1	Platnost závěrů práce	23
5.2	Konflikty klasifikačních systémů a náměty k debatě	26
6	Závěr a doporučení	29
7	Poděkování autorky	30
8	Použitá literatura	31

Příloha 1 Souhrnné grafické vyhodnocení laboratorních dat

Příloha 2 Souhrnné výsledky dotazníkového šetření

1 Úvod

Zatímco zařídění (označení normovým symbolem) zeminy na základě laboratorních výsledků je možné provést podle konkrétní normy zpravidla zcela jednoznačně, u slovního popisu (zejména v primární dokumentaci v terénu bez znalosti výsledků laboratorních zkoušek) jde o individuální rozhodnutí, které závisí na odborném zázemí řešitele, jeho zkušenostech, délce praxe i ochotě přizpůsobovat svůj přístup obměnám normové základny a novinkám v oboru.

Zejména u rozhodování mezi „hlínou“ a „jílem“, resp. „hlinitou“ a „jílovitou“ příměsí, je spektrum možných přístupů k dokumentaci značně široké, jak zjistí už každý začínající geolog při studiu norem, diskusích s kolegy či snaze zorientovat se v popisech archivních vrtů. Při konfrontaci slovního popisu z terénu s laboratorním zaříděním (aktuálně zpravidla dle ČSN P 73 1005) pak může vzniknout značný nesoulad, neboť výsledný normový symbol (M, či C) nemusí odpovídat převažující zrnitostní frakci (přestože se pro členění dle zrnitosti používají tytéž symboly) ani terénnímu pojmenování zeminy podle různých tradovaných postupů. Vypořádání řady pestrých definic obou pojmů podle navzájem mnohdy si odporujících zdrojů tak představuje náročný a dlouhodobý úkol, který nemá jednoznačně správné rozřešení a jehož průběh odráží odborné zrání řešitele.

Záměrem této práce není různé přístupy k dokumentaci hodnotit ani doporučit konkrétní vhodný způsob popisu. Cílem provedeného výzkumu bylo zjistit, jakým způsobem řešitelé inženýrskogeologických zakázek oba pojmy vlastně vnímají a používají a zároveň jaká existuje korelace mezi touto praxí a skutečnými výsledky z laboratoře. K dosažení tohoto cíle byla zvolena kombinace analýzy velkého množství co nejreprezentativněji vybraných laboratorních dat (viz kapitola 3) a dotazníkového šetření mezi aktivními inženýrskými geology (viz kapitola 4). Teoretické a historické pozadí používané terminologie je stručně vyloženo v kapitole 2, vzájemné srovnání dílčích výsledků a diskuse dalších souvislostí jsou obsahem kapitoly 5.

Pro účely této práce byly pojmy „silt“ a „prach“ chápány jako ekvivalentní s pojmem „hlína“, přičemž používán je termín „hlína“. Termíny „slovní popis“ a „pojmenování“ jsou používány pro individuální slovní charakterizaci zeminy v geologické dokumentaci, zatímco pojmy „normové zařídění“, „značka“ či „symbol“ v textu odpovídají konvenci označení příslušnosti zeminy k určité skupině podle postupu definovaného danou normou. V práci je používáno zejména zařídění dle ČSN P 73 1005 (dříve dle ČSN 73 1001), které na našem území v praxi drtivě převažuje nad klasifikací dle ČSN EN ISO 14688. Ve vztahu k rozdílu mezi „hlínou“ a „jílem“ nicméně tyto systémy aktuálně volí v zásadě totožný přístup – v obou lze najít jak zrnitostní hranici 0,002 mm, tak plasticitní hranici v podobě čáry A (podrobněji viz kapitola 2) – a proto lze výsledky výzkumu použít v kontextu obou.

Za účelem ochrany osobních údajů respondentů i dat objednatelů nejsou v práci uvedeny detailní údaje, které by umožnily přesně identifikovat konkrétního řešitele, vzorek či zakázku.

2 Terminologie jemnozrnných zemin a její odborné pozadí

2.1 Původ aktuálně používaných pojmů a definic

Původ našeho nejužívanějšího dělení a klasifikace jemnozrnných zemin (nyní ukotveného v normě ČSN P 73 1005) sahá do roku 1911, kdy Albert Atterberg publikoval svůj výzkum týkající se fyzikálních vlastností zemin a plasticity jílu. Plasticita v jeho pojetí znamenala tvarovatelnost; Atterberg tento pojem spojil s jílovitými zeminami, identifikoval a definoval u nich pět konzistenčních mezí a navrhl vhodné způsoby, jak je stanovit (Bauer, 1960). Tyto postupy následně převzal, rozvinul a standardizoval Arthur Casagrande (1932). Byl to rovněž

Atterberg, kdo vypracoval první moderní systém technické klasifikace zemin (Barnhart, 2014) a zřejmě také jako první navrhl dodnes používanou hodnotu 0,002 mm jako horní hranici pro velikost jílovitých částic, což uvádí Casagrande (1947). Casagrande převzal Atterbergovu klasifikaci a během 2. světové války ji na popud amerických armádních inženýrů dále rozpracoval. Jeho klasifikace, původně určená pro potřeby výstavby vojenských letišť, se postupně vyvinula do podoby známé pod označením USCS (*Unified Soil Classification System*) a převzaté do řady norem po celém světě, včetně naší republiky.

Na rozdíl od hrubozrnnějších materiálů je u jemnozrnných zemin pro předpověď jejich chování a řešení inženýrských úkolů zpravidla podstatnější vyšetřit jejich plasticitu než přesné zrnitostní složení. Na tuto skutečnost ve své práci narazil i Casagrande. V době živelného rozvoje oboru a paralelního vytváření řady specializovaných klasifikací pro konkrétní účely ovšem zřejmě nebylo zcela možné oprostít se od zrnitostní terminologie, která byla spojena s metodicky jednoduššími a srozumitelnějšími postupy než novější plasticitní přístup. Tak došlo k tomu, že pojmy „hlína“ a „jíl“ byly souběžně používány jednak jako názvy frakcí definovaných velikostí zrn, jednak jako označení zemin s určitými vlastnostmi. Je poněkud ironické, že Casagrande, který na tuto skutečnost upozornil a sám ji kritizoval (Casagrande, 1947, s. 904), zároveň tutéž praxi definitivně standardizoval ve své vlastní klasifikaci (viz obr. 1).

Fine-grained soils are subdivided into three types:

- (1) The inorganic silty and very fine sandy soils; symbol M, which stands for the Swedish terms *mo* and *mjåla* (flour), used for fine-grained nonplastic, or slightly plastic, soils and, in the international grain-size scale, designating the fractions from 0.2 mm to 0.02 mm and from 0.02 mm to 0.002 mm, respectively.
- (2) The inorganic clays; symbol C.
- (3) The organic silts and clays; symbol O.

The Plasticity Chart.—The writer's method of using the liquid and plastic limit values for soil identification is illustrated in the plasticity chart, Fig. 4.

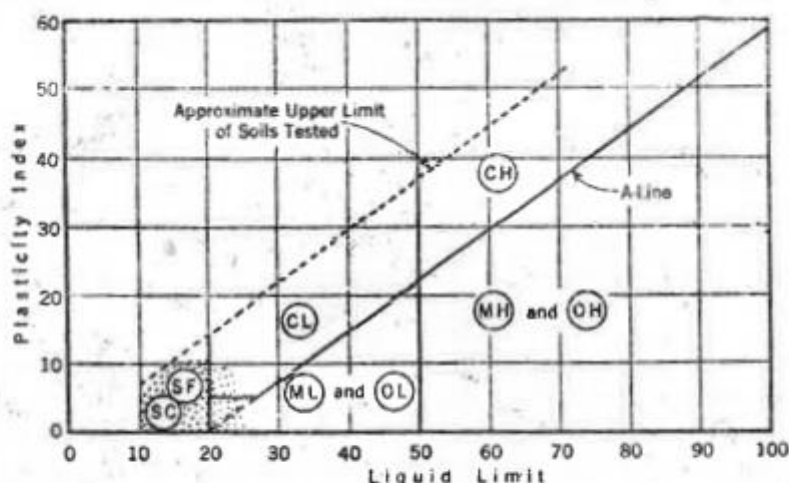


FIG. 4.—PLASTICITY CHART FOR AC SYSTEM

The inclined A-line represents an important empirical boundary. It goes through the point on the base line having a liquid limit of 20, and through the point with a liquid limit of 50 and a plasticity index of 22.0. Therefore, its equation is: Plasticity index = $0.73 \times (\text{liquid limit} - 20)$.

Obr. 1 Dva výňatky z Casagrandeho klasifikace jemnozrnných zemin (1947)

Casagrandeho hlavním vylepšením stávajících klasifikací bylo rozřídění jemnozrnných zemin na základě jejich polohy v plasticitním diagramu, jehož osu x tvoří vlhkost na mezi tekutosti a osu y index plasticity (viz obr. 1). Diagramem šikmo probíhá tzv. „čára A“, kterou Arthur Casagrande zavedl jakožto empiricky stanovené rozhraní mezi typickými skupinami zemin. Za zmínku zde možná stojí skutečnost, že název „čára A“ figuruje již v jeho původní publikaci z roku 1947 a podle některých názorů lze toto „A“ s jistotou interpretovat jako „Arthur“ (Oner, 1997). Čára A (s úpravou v počáteční části) je používána dodnes a plasticitní diagram nyní představuje zřejmě světově nejrozšířenější nástroj pro klasifikaci jemnozrnných zemin: pod čarou A leží hlíny a nad ní jíly.

Pro dnešního geologa ovšem četba Casagrandeho výkladu (1947) o vzniku čáry A znamená překvapivé zjištění: čára A původně vůbec nebyla míněna k odlišení jílu a hlín, ale primárně jako rozhraní mezi jíly a organickými zeminami! „*The A-line represents the empirical boundary between typical inorganic clays (CL–CH groups) which are generally above the A-line, and plastic soils containing organic colloids (OL–OH groups) which are below it*“ (s. 919). Její využití k možné identifikaci či klasifikaci hlín zmiňuje Casagrande spíše jako jakýsi bonus: „*Also located below the A-line are typical inorganic silts and silty clays (ML and MH groups), except for liquid limits less than 30, for which values inorganic silts may range slightly above the A-line*“ (s. 920).

Jak je patrné z předcházejícího textu, Casagrande používá symboly C a M k odlišení jílovitých a hlinitých zemin podle polohy vzhledem k čáře A; zároveň ovšem uvádí tatáž písmena i v kontextu frakcí zrnitosti – viz obr. 1. Jeho formát stejného značení s tímto dvojím významem následně přebíraly další a další odvozené klasifikační systémy; v našem prostředí lze tuto dualitu nalézt v obou aktuálně platných klasifikacích, dle ČSN P 73 1005 i dle ČSN EN ISO 14688-1 a -2. Rozhodnutí zvolit pro obě hlediska stejné značení dodnes ovlivňuje obecnou představu o problematice jemnozrnných zemin: Casagrande tímto krokem vlastně zavedl jakýsi implicitní předpoklad, že hranice 0,002 mm a čára A rozdělují jemnozrnné zeminy v zásadě obdobným způsobem. Že tomu tak přinejmenším v našich podmínkách tak úplně není, ukáže kapitola 3.

2.2 „Idey“ zemin a zkoumání pomocí terénních metod

Year	Definition of soil	Reference
1815	“Soils are extremely diversified in appearance and quality; yet they consist of different proportions of the same elements; which are in various states of chemical combination, or mechanical mixtures. The substances that constitute a soil are certain compounds of the earths, silica, lime, alumina, magnesia and of the oxides of iron and manganese[Mn]; animal and vegetable matters in a decomposing state, and saline, acid or alkaline combinations.”	Davy (1815)
1832	“The earths important to agriculture, and which form nearly the whole of the known globe, are only three – silicious, aluminous, and calcareous. The mixture of the three earths in due proportions, will correct the defects of all, and with a sufficiency of animal or vegetable matter, putrescent, and soluble in water, a soil is formed in which plants can extend their roots freely, yet be firmly supported, and derive all their needful supplies of air, water, and warmth, without being oppressed by too much of either.”	Ruffin (1832)
1840	“Arable land is originally formed by the crumbling of rocks, and its properties depend of their principal component parts. Sand, clay, and lime, are the names given to the principal constituents of the different kinds of soil. Pure sand and pure limestone, in which there are no other inorganic substances except siliceous earth, carbonate or silicate of lime, from absolutely barren soils. But argillaceous earths form always a part of fertile soils.”	von Liebig (1840)
1842	“Soil is the loose material covering rocks, and it is supposed to have been formed from their decay.”	(Dana, 1842)
1843	“The cultivated part of the earth’s surface is called soil, and is formed by the combination of two or more primitive earths, united with organic matter in a state of decay. The three principal primitive earths are silex or sand, alumina or clay, and lime. These are frequently in a state of minute division, forming impalpable matter; and they occur also in the form of sand, gravel and rubble. Some of these materials are capable of retaining moisture, and of preserving organic matter from decay; while others hasten the decay of vegetable and animal matter, but possess little power to absorb and retain moisture .”	(Morton, 1843)
1844	“soil is a changed mass of material derived from minerals and containing the decomposition products of	Sprengel (1844)
1845	“Mixture of sand, clay, remains of organic matters (humus). Sand is siliceous, calcareous or feldspatic; clay is argillaceous matter containing pure clay, extremely fine sand, particles of calcareous earth and delicate particles of humus.”	Boussingault (1845)

Obr. 2 Ukázka různých předatterbergovských definic pojmu „zemina“ (Hartemink, 2016)

Exaktním technickým definicím – ať už pomocí zrnitosti, nebo pomocí plasticitního diagramu – zřejmě dlouho předcházela jakási obecná idea (představa, koncept) „hlíny“ a zejména „jílu“ jako jedné z hlavních typů nebo složek zeminy (viz obr. 2). Tyto idey byly původně pravděpodobně založeny zejména na rozdílných vlastnostech vnímatelných smysly (odlišný pocit na omak, odlišné chování za různých klimatických podmínek ap.) a přímo ovlivňujících zvláště jejich zemědělskou hodnotu; až s rozvojem přírodních věd postupně začaly nabývat i např. chemický či mineralogický rozměr. Oba termíny tak na sebe postupně navrstvily řadu různých významů, jejichž hranice se nikdy zcela přesně nepřekrývají, přičemž definice podle různých systémů se původním ideám přibližují rozdílnou mírou. Některé z těchto významů a definic jsou založeny na skutečnostech zjistitelných smysly v terénu, jiné vycházejí z měření, jež lze provést pouze v laboratoři. Vytvoření zrnitostní křivky i stanovení Atterbergových mezí diskutované v předchozí kapitole tak představují jen jeden z konců spektra možných přístupů k rozlišení „hlíny“ a „jílu“. Na opačném konci tohoto spektra pak stojí méně exaktní klasifikační metody použitelné v terénu, které se spíše než o přesná měření opírají právě o porovnání zkoumané zeminy s určitými vzorovými ideami.

Velmi praktické spojení obou konců tohoto spektra v našem prostředí představovala zejména norma ČSN 72 1001 *Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii* (platná 1990–2004), která obsahovala jak exaktní metodiku zařizování v duchu USCS, tak vzorové tabulky idejí jednotlivých zeminových typů, jimiž bylo možné řídit se v terénu (viz obr. 3). Geolog tak mohl v terénu zkoumat smyslové dojmy z popisované zeminy a na základě porovnání s tabulkou materiál popsat a zařadit, přičemž následné exaktní zařazení vzorků z laboratoře už se od terénního určení nemělo příliš odchýlit (přinejmenším teoreticky).

V zásadě podobně je koncipována i modernější dvojice norem ČSN EN ISO 14688-1 a -2 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin*. Jejich současná verze (vydaná v anglickém jazyce a platná od dubna 2018) obsahuje jak zrnitostní hranici 0,002 mm pro odlišení hlíny a jílu, tak zcela nově i plasticitní diagram s dělením jemnozrnných zemin na obě skupiny dle čáry A (v počáteční vodorovné části mírně odchýlné od podoby dle ČSN P 73 1005). Část 2 definuje jednotlivé třídy zemin na základě výsledků laboratorních zkoušek, příloha A části 1 podává návod k posouzení zeminy v terénu, a to jednak předběžně na základě sady jednoduchých otázek, jednak pomocí orientačních zkoušek: třesení zvlhčenou zeminou, válení válečků, drcení suché zeminy, stanovení pocitu na omak a chování pod vodou a na vzduchu. Vyhodnocení těchto činností se pak provede opět podle ideové tabulky.

V tomto kontextu stojí za zmínku, že tři ze zkoušek uvedených výše doporučuje i sám Casagrande (1947): ve své práci popisuje třesení vlhkou zeminou, válení válečků střídané s mačkáním do hrudky a drcení suché zeminy jako metody terénní identifikace jemnozrnných zemin, které by měly u zkušených pracovníků vést ke stejným závěrům jako laboratorní zkoušky (s. 924).

Pokud jde o klasické učebnice, příklad jednoduchého ideového návodu na orientační vyhodnocení charakteru zeminy (z kontextu vyplývá, že jde zejména o její zrnitost) podle terénního chování podává Atkinson (2007): „*If you can wash fine grained soil off your boots it is probably silt, but if you have to scrape it off it is probably clay; similarly, if silt dries on your hands it will dust off while dry clay will leave your hands dirty and will have to be washed off.*“ Učebnice *Inženýrská geologie I.* autorů Paška, Matuly et al. (1995) obsahuje českou verzi ideových tabulek z ČSN 72 1001 (viz obr. 3) s doporučením používat je „*při řešení nenáročných úkolů inženýrskogeologického průzkumu a pro různé orientační studie*“.

	Litologický názov zeminy	Pocit pri rozotieraní	Vzhľad po rozotretí	Vzhľad a stav vlhkej zeminy	Vzhľad a stav suchej zeminy	Schopnosť tvárnenia zeminy	Iné znaky
HLINY	Vysoko plastické a extrémne plastické	Nevýrazný pocit mazľavosti a hladkosti	Hladká plocha s nevýrazným masným leskom	Na ploche lomu nevýrazne hrboľatá	Hrudkovitá textúra drobná	Tvarovanie takmer ako pri íloch	Pomalší rozpad hrudiek vo vode
	Stredne a nízko plastické	Rozotieraná zemina nedáva pocit rovnorodého zrnienia	Rovnorodá mydlovitá hmota, po uhladení nechťom alebo nožom je plocha menej hladká a matná. Silnou lupou možno pozorovať zrná kremeňa a sľudy	Kompaktná rovnorodá hmota. Hrudky sa ľahko drobia, na ploche lomu spravidla drsná, hrboľatá. Hrudkovitá štruktúra. Nevýrazne sa lepí na predmety	Kompaktná drobná rovnorodá hmota, hrudky sa ľahko drobia na drobný prášok	Tvarovanie vlhkej zeminy je možné. Valčeky možno vyvalkať do priemeru 3 mm. Pri ohýbaní sa ale lámu, ich dĺžka je podstatne menšia ako pri íloch. Pri tvarovaní sa objavujú trhliny. Dobré tvarovanie do guľôčok	Hrudky sa vo vode v krátkom čase rozpadajú samovoľne. Pocit na jazyku výrazne nerovnorodý, cítiť prítomnosť piesčitých zŕn
	Piesčité	Výrazný pocit drsnosti od piesčitých	Nevýrazná hladkosť až drsnosť povrchu. Možno sledovať množstvo piesčitých zŕn	Pozorovať možno zrná sľudy a iných piesčitých zŕn	Zreteľný obsah piesčitých zŕn	Nižšia schopnosť tvarovania	Rýchly rozpad hrudiek vo vode
	Štrkovité	Základná hlinitá hmota s valúmi štrku alebo úlomkami hornín					
	Litologický názov zeminy	Pocit pri rozotieraní	Vzhľad po rozotretí	Vzhľad a stav vlhkej zeminy	Vzhľad a stav suchej zeminy	Schopnosť tvárnenia zeminy	Iné znaky
ÍLY	Vysoko plastické a extrémne plastické	Výrazný masný pocit	Matno-lesklý až lesklý povrch	Výrazná rovnorodosť, nerozlišiteľnosť zŕn voľným okom	Kompaktnosť i tvrdosť veľmi výrazná	Zreteľná tvárnosť a rozotierateľnosť	Výrazný prejav vlastností
	Stredne a nízko plastické	Veľmi jemnej rovnorodej zmesi, ťažko sa rozmiešava	Rovnorodá mydlovitá hmota po uhladení nožom alebo nechťom je plocha hladká, matne lesklá. Nemožno pozorovať voľným okom ani lupou voľné zrná	Pri údere alebo tlaku sa pretvára ale nerozpadá; tvárnenie bez trhlín. Výrazná rovnorodosť v zrnitosti. Lepí sa na predmety. Plocha lomu rovná	Kompaktná, veľmi tvrdá hmota. Hrudka sa rozpadá len pri údere alebo silným tlakom	Dokonalé tvarovanie vlhkej zeminy na tenké a dlhé valčeky (priemeru 1 mm a dĺžky až 10 cm) a malé guľôčky, figúrky a pod. Valčeky možno bez problémov ohýbať	Hrudky vlhkej i suchej zeminy sa vo vode samovoľne rozpadajú. Pocit na jazyku dokonale jemný
	Piesčité	Nevýrazne masný pocit istej drsnosti	Nevýrazná hladkosť a lesklosť porušená ryhovaním od zŕn. Viditeľné zrná piesku	Pozorovať piesčité zrná a sľudy	Kompaktnosť i tvrdosť menej výrazná	Tvarovanie do guľiek dokonalé, ale valčeky slabšie	Rozpad na menšie hrudky vo vode. Opadávanie piesčitých zrní v suchom stave
	Štrkovité	Základná ílovitá hmota s valúmi štrku alebo úlomkami hornín					

Obr. 3 Terénne metódy určovania jemnozrnných zemín dle ČSN 72 1001 (platná 1990–2004)

2.3 Normové vypořádání rozdílnosti výsledků podle různých přístupů

Jak bylo ukázáno v kapitole 2.1, moderní klasifikace zemín pro inženýrské účely v sobě již od samého počátku nesou určitý zárodek rozporu: pojmenování zeminy podle plasticitního diagramu nemusí vést ke stejným závěrům jako její pojmenování vycházející z obsažených zrnitostních frakcí. Třetí faktor do hry pak přináší ještě výsledek různých metod terénního posouzení zeminy (viz kapitola 2.2). Je proto zajímavé sledovat, jak se s takovými potenciálními rozpory vypořádávají odborné publikace, a to jednak pokud jde o zařazení (tedy označení zeminy symbolem), jednak pokud jde o slovní popis. Vezmeme-li v úvahu relevantní normy nejčastěji používané u nás ke klasifikaci a pojmenování zemín po roce 1989, v drtivé

většině bylo a je upřednostňováno hledisko plasticity, a to zejména pro zařazení zeminy na základě konkrétních laboratorních výsledků. Pokud ovšem jde o její slovní pojmenování například v dokumentaci bez dostupných laboratorních dat, geolog zde má podstatně více prostoru a vhodný postup je formulován různě či není formulován vůbec, jak ukazuje následující stručný přehled.

Podle ČSN 73 1001 *Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy* (platná 1988–2010) označení jemnozrnné zeminy symbolem třídy vychází z její pozice v plasticitním diagramu a vhodný slovní popis z názvu dané třídy. „Při klasifikaci základových půd se musí výslovně uvést, zda se zařazení uskutečnilo podle vizuálního popisu a odhadu kvalitativních znaků, nebo na základě měření či zkoušek“ (článek 41). „Uvedená velká písmena tvoří základ symbolu i názvu zeminy. [...] Základem pro označení dané zeminy ve stavební dokumentaci je její symbol“ (poznámka k článku 44).

Také podle ČSN 72 1001 *Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii* (platná 1990–2004) se prioritně použije symbol odpovídající pozici zeminy v plasticitním diagramu, pokud je známa. Větší prostor je zde věnován popisu terénních metod (viz obr. 3) a možnosti, že nebudou k dispozici přesná laboratorní data: „V tejto norme sa pomenúvajú a opisujú horniny na základe jednoduchých metód terénneho hodnotenia, prípadne výsledkov laboratorných skúšok“ (preambule). „Klasifikovanie zemín na účely inžinierskej geológie je možné buď na základe terénneho hodnotenia alebo podľa výsledkov laboratorných stanovení tzv. klasifikačných charakteristík: zrnitosti, vlhkosti na medzi tekutosti w_L a vlhkosti na medzi tvárlivosti w_P , pričom musí byť uvedený spôsob hodnotenia“ (článek 54).

Aktuálně platná ČSN P 73 1005 *Inženýrskogeologický průzkum* (2016) obsahuje rovněž totožnou jednoznačnou klasifikaci vycházející z plasticitního diagramu; vzhledem k zaměření normy nejsou uvedeny návody pro terénní posouzení. Pokud jde o slovní popis, výslovně je zmiňováno zrnitostní hledisko i potenciální nesoulad s výsledkem zařazení dle plasticity: „[v dokumentaci se má uvádět zejména] název zeminy podle všeobecně platných zásad klasifikace zrnitosti (jíl, hlína, písek, štěrk, kameny, balvany – viz příloha A) s přihlédnutím ke genezi a stáří“ (článek 11.3.5) a „Pokud terénní pojmenování zeminy (‘hlína’ či ‘hlinitý’, nebo ‘jíl’ či ‘jílovitý’) nesouhlasí s její laboratorní klasifikací podle plasticity (‘M’, nebo ‘C’), je možné ponechat ve finální verzi dokumentace slovní terénní pojmenování zeminy v kombinaci s laboratorně zjištěnou klasifikační značkou, např. ‘spraš – hlína slabě jemně písčitá (F6 CL)’“ (příloha A, článek 1.2).

Větší důraz na zrnitost a místy až matoucí či protichůdné formulace obsahovala starší verze norem ČSN EN ISO 14688-1 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis* (platná 2003–2018) a ČSN EN ISO 14688-2 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování* (platná 2005–2018). Slovní pojmenování podle nich má odpovídat symbolům pro dané třídy, na různých místech se ovšem připouštějí různé postupy zařazení podle všech tří hledisek zmiňovaných v úvodu této kapitoly. Terénní hledisko převažuje v části 1: „Obecné pojmenování a popis zemin je založeno na pružném systému pro okamžité (terénní) použití zkušenými osobami. Jsou uvedeny podrobnosti jednotlivých vlastností pro pojmenování zemin a popisné názvy pro běžné použití včetně těch, které souvisí s výsledky terénních zkoušek“ (kapitola 1) a „Přesnější popis a zařazení, založené na zrnitosti, plasticitě nebo obsahu organických látek, může být dosaženo na základě laboratorních zkoušek“ (článek 4.1). Orientačně lze zeminu označit za hlínu (v normě „prach“) v případě, že „vykazuje nízkou plasticitu, dilatanci, je hedvábná na omak, rozpadá [se] ve vodě a rychle schne“ (část 1, obr. 1). Autoři si zjevně byli vědomi hrozby zmatení vyplývající z použití stejných značek pro zrnitostní i plasticitní hledisko, což dokládá pasáž „Zemina musí být pojmenována jíl nebo prach, v závislosti na plasticitě jemnozrnné frakce a nikoliv na zrnitosti“ (část 1, článek 4.3.2). Přesto se ovšem v části 2 připouští i možnost zařazení dle zrnitosti, jak dokládá slovo „obvykle“ v pasáži „Jemná frakce zeminy reprezentovaná jílem, silem a jílovými minerály, která se může

vyskytovat samostatně nebo ve směsi s hrubším materiálem, se obvykle klasifikuje podle plasticity. Plasticita se stanovuje laboratorními zkouškami meze tekutosti w_L a meze plasticity w_P “ (článek 44) a zejména celá příloha B, přímo nazvaná „Příklad zařídování zemin pouze na základě zrnitosti“.

Nová edice obou těchto norem (2018) v tomto kontextu znamená obrát o 180° a jasný příklon k plasticitě, symbolizovaný i zavedením dříve nepoužívaného plasticitního diagramu a opuštěním diagramů zrnitostních. Výrazně jednoznačnější jsou i formulace, jež definují vzájemný vztah všech tří hledisek: „For fieldwork where laboratory facilities are not available, [...] judgement and the simple tests described below should be used for the identification of the primary fraction of soils. It is intended that laboratory tests should complement the field methods and complete the identification of the soil. Persons describing the soil shall check their results against laboratory tests from time to time to ensure that their judgement in the field is sound“ (část 1, článek A.1). „The identification of fine soil shall be made on the basis of the plasticity of the soil, despite particle sizes also being defined for these soils. [...] Particle size ranges for silt and clay are given only as a reference for the particle size of ‘clay particles’ and ‘silt particles’ and not for ‘clay’ and ‘silt’ as fine fractions“ (část 1, článek 5.1.1). „In fine and composite fine soils, the soil shall be identified as either ‘CLAY’ or ‘SILT’, depending on the plasticity of the fines and not on the grading“ (část 1, článek 5.1.2.2). Určitý rozpor nicméně zůstal v části 2, která obsahuje následující dva pokyny: „The classification of fine soils or fine fractions in composite coarse soils should be made in accordance with their plasticity (liquid limit w_L and plastic limit w_P), which shall be determined by laboratory testing“ (článek 4.4), a zároveň „Classification of fine soil shall be based on either the grading and/or on the plasticity. The basis of classification shall be reported“ (článek 4.2).

2.4 Odborný vhled geologa jako výslednice různých vlivů

Ze shrnutí vývoje oboru i normové základny je zjevné, že různé generace i různé odborné okruhy geologů si mohou nést navzájem odlišné osobní idey „hlíny“ a „jílů“, s nimiž zkoumanou zeminu více či méně vědomě porovnávají v terénu (kde nemají přístup k přesným laboratorním datům). Zatímco laboratorní zařídění, tedy označení zeminy symbolem dle dané normy, je definováno zpravidla exaktně a jednoznačně, tyto osobní idey budou zřejmě určitou kombinací všech tří výše zmíněných hledisek, tedy odhadu charakteristické zrnitosti, odhadu pozice v plasticitním diagramu a typického chování zeminy v terénu. Určitý vliv pak zřejmě bude mít také bezprostřední kontext, ve kterém geolog zeminu dokumentuje – svůj prvotní dojem a popis může více či méně vědomě korigovat např. podle předpokládané geneze, popisu téže zeminy ve starším průzkumu či rad staršího kolegy.

Kromě tohoto myšlenkového dědictví, které se postupně vyvíjí a je různými formami předáváno dalším a dalším generacím, hrají významnou roli samozřejmě i reálná laboratorní data, jež jsou s ním pevně spjata. Čára A je (kromě počáteční vodorovné části) dodnes používána ve stejné podobě, jakou jí původně dal Casagrande, a totéž platí i pro zrnitostní hranici 0,002 mm. Normové definice jednotlivých tříd zemin a jejich konkrétní symboly se sice během let vyvíjely, oba tyto základní laboratorní nástroje pro odlišení „hlín“ a „jílů“ však zůstávaly neměnné, a řešitelé všech generací tak měli možnost porovnávat s nimi své popisy. Zejména u méně zkušeného geologa má možnost takové kalibrace zásadní vliv – výsledek z laboratoře pro něj představuje jednoznačnou zpětnou vazbu a umožňuje mu průběžně sledovat vývoj přesnosti vlastních odhadů.

Do jaké míry je popis v terénu skutečně ovlivněn laboratorními výsledky, případně obecnými představami řešitelů o těchto výsledcích, a nakolik se tyto představy shodují s reálnými daty, bude prozkoumáno v následujících kapitolách.

3 Co říkají laboratorní data

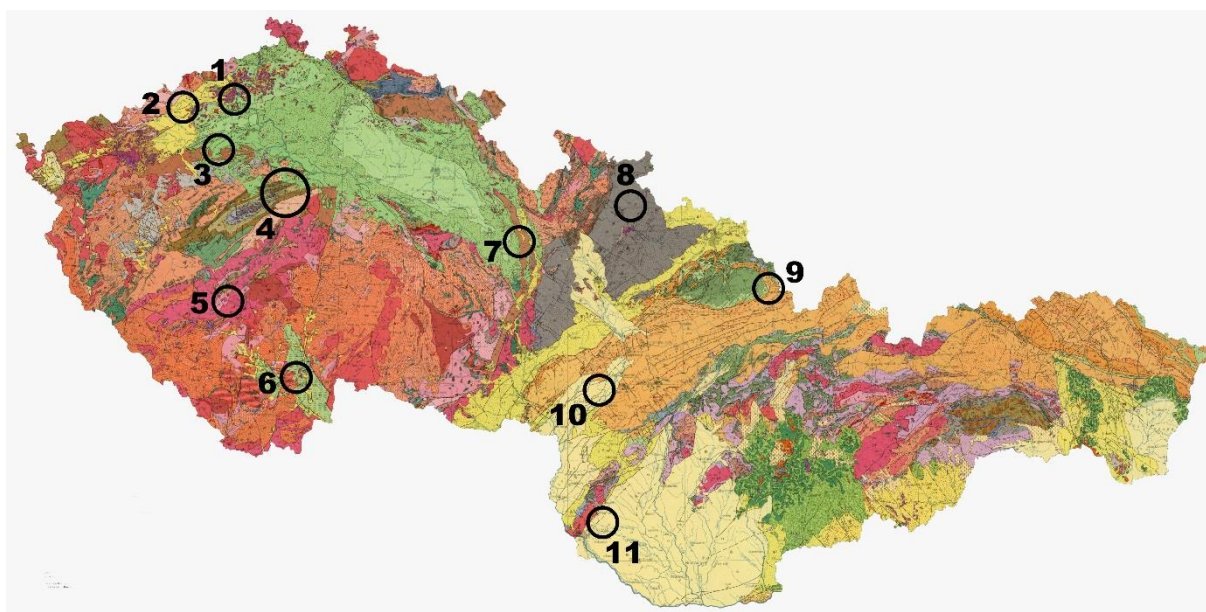
3.1 Metodika sběru a vyhodnocení záznamů

Záměrem této části práce bylo shromáždit co nejširší výběr vzorků jemnozrnných zemin a zemin s podílem jemnozrnné frakce, které by co nejreprezentativněji zastupovaly různé složky našeho horninového prostředí, a analyzovat jejich výsledky z hlediska poměru zrnitostních frakcí i polohy v plasticitním diagramu k ověření pracovní hypotézy, že významná část našich zemin bude podle jednoho kritéria pojmenována jinak než podle druhého.

Do výběru byly zahrnuty pouze vzorky ze zakázek řešených SG Geotechnikou a.s. a zkoušené od roku 2005 v akreditované laboratoři SG Geotechnika a.s. v Praze, aby nedošlo ke zkreslení dat v důsledku možných drobných rozdílů mezi výsledky jednotlivých laboratoří (zejména stanovení Atterbergových mezí může být mírně ovlivněno osobou laboranta). Univerzálnost závěrů analýzy byla následně ověřena srovnáním výsledků laboratoře SG Geotechnika s výsledky rovněž akreditované laboratoře INGEO – ENVILAB, s. r. o. v Žilině na dvou velkých zakázkách realizovaných v těsném sousedství a v totožném inženýrskogeologickém prostředí (viz kapitola 5).

Z hlediska reprezentativnosti zkoušených vzorků vzhledem k celému horninovému prostředí byly jako nejvhodnější typ zakázky zvoleny průzkumy pro liniové stavby, které doslova „řežou“ krajinu a vzorkují přibližně rovnoměrně všechny druhy zastižených zemin, zatímco průzkumy pro pozemní stavby bývají situovány spíše v místě výskytu „lepších“ materiálů (s výjimkou případů posledních volných míst ve starší zástavbě) a průzkumy sesuvů ap. se zase zabývají převážně těmi „horšími“. Průzkumy pro liniové stavby také zpravidla zahrnují analýzy velkého množství vzorků, což je výhodné jednak samo o sobě, jednak i z důvodu vyšší pravděpodobnosti, že budou ovzorkovány také podružnější inženýrskogeologické typy, na něž by se v rámci menší a úspornější zakázky už nedostalo.

Finální výběr konkrétních zakázek byl veden snahou o co největší geografickou a geologickou pestrost. Zvolených 13 zakázek situovaných celkem na 11 lokalitách pokrývá většinu inženýrskogeologických rajonů České republiky a jednu lokalitu ve Slovenské republice (viz obr. 4 a tab. 1). Z každé zakázky byly vybrány všechny vzorky, na kterých byly provedeny základní klasifikační rozbory včetně stanovení Atterbergových mezí – jde o zeminy tříd F1–F8 a S3, S4, S5, G3, G4 a G5 dle ČSN P 73 1005. Ke každému vzorku byla následně v dokumentaci provedených sond, inženýrskogeologickém řezu nebo závěrečné zprávě dohledána a přiřazena geneze v podobě zjednodušeného označení, které je dále v textu uváděno pod názvem „geotyp“ – viz tab. 2. Definice předkvartérních geotypů vycházela z regionálně geologické příslušnosti zkoumaných lokalit a zároveň z míry odlišnosti daných laboratorních dat; definice kvartérních geotypů vycházela z běžných zvyklostí při zpracovávání zakázek. (Označení „geotyp“ bylo zvoleno pro svou jednoduchost a obecnou srozumitelnost. Je nicméně zřejmé, že takto definované skupiny vzorků jsou pochopitelně značně široké a neodpovídají zcela běžnému významu tohoto termínu.) Přehled všech vzorků podle jednotlivých geotypů a zároveň podle lokalit podávají tabulky 3 a 4.



Obr. 4 Grafický přehled lokalit, z nichž pocházejí analyzované vzorky, na podkladu geologické mapy České a Slovenské republiky (Götz, 1966)

Tab. 1 Textový přehled lokalit a jejich regionálněgeologická charakterizace

Lokalita	Regionálně geologická příslušnost, charakterizace významných složek prostředí
1 (ČR)	Terciérní neovulkanity Českého středohoří, pyroklastika a lokální lakustrinní sedimenty
2 (ČR)	Terciérní sedimenty severočeské hnědouhelné pánve v původním uložení a na výsypce
3 (ČR)	Okraj české křídové pánve v nadloží karbonu kladensko-rakovnické pánve
4 (ČR)	Nemetamorfované proterozoické a ordovické horniny Barrandienu, okraj č. křídové pánve
5 (ČR)	Krystalinické horniny středočeského plutonu a mirovického metamorfovaného ostrova
6 (ČR)	Rozhraní vysoce metamorfovaných hornin moldanubika a křídý třeboňské pánve
7 (ČR)	Rozhraní české křídové pánve, poorlického permu a neogénu Moravskotřebovské kotliny
8 (ČR)	Karbon, klastické horniny moravskoslezského kulmu (vzorky jen z kvartéru, zejm. deluvia)
9 (ČR)	Flyšové sedimenty příkrovů Západních Karpat, křídového až terciérního stáří
10 (ČR)	Terciér, neogénní sedimenty okraje vídeňské pánve
11 (SR)	Terciér, neogénní sedimenty podunajské nížiny s mocným sprašovým pokryvem

Tab. 2 Přehled definovaných geotypů

Značka	Vysvětlení značky a charakterizace geotypu
Y	recent – navážky
O	kvartér – ornice
E	kvartér – zeminy eolické a eolickodeluviální geneze (spraše, sprašové hlíny)
D	kvartér – zeminy deluviální geneze (svahoviny)
DF	kvartér – zeminy deluviofluviální geneze (splachy)
F	kvartér – zeminy fluviální geneze (náplavy, terasové sedimenty)
Tv	terciér – region neovulkanitů (vč. lakustrinních sedimentů v blízkosti vulkanických těles)
Ts	terciér – region terciérních pánví
N	terciér – region neogénních tektonických pánví
Fl	křída až terciér – region karpatského flyše
K	křída – sedimenty české křídové pánve
Kj	křída – sedimenty jihočeských pánví
PC	permokarbon – sedimenty permokarbonských pánví
P	paleozoikum – eluvia krystalinických hornin
B	proterozoikum a paleozoikum – eluvia nemetamorfovaných hornin Barrandienu

Tab. 3 Přehled rozložení vzorků dle geotypů a lokalit

		Lokalita											Součet
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
G e o t y p	Y		41		8	8	1					3	61
	O							2				11	13
	E	3		3	47		11	93			1	33	191
	D	5		1	21	14	128	83	18	2			272
	DF	21		3	4	5		5				20	58
	F			8	6	9	8	3	2		12	53	101
	Tv	24											24
	Ts		19										19
	N							33			127	180	340
	FI									8			8
	K	66		9	4			11					90
	Kj						20						20
	PC			4				20					24
	P					27	111						138
	B				12								12
Součet		119	60	28	102	63	279	250	20	10	140	300	1371

Tab. 4 Přehled rozložení vzorků dle geotypů a zatřídění

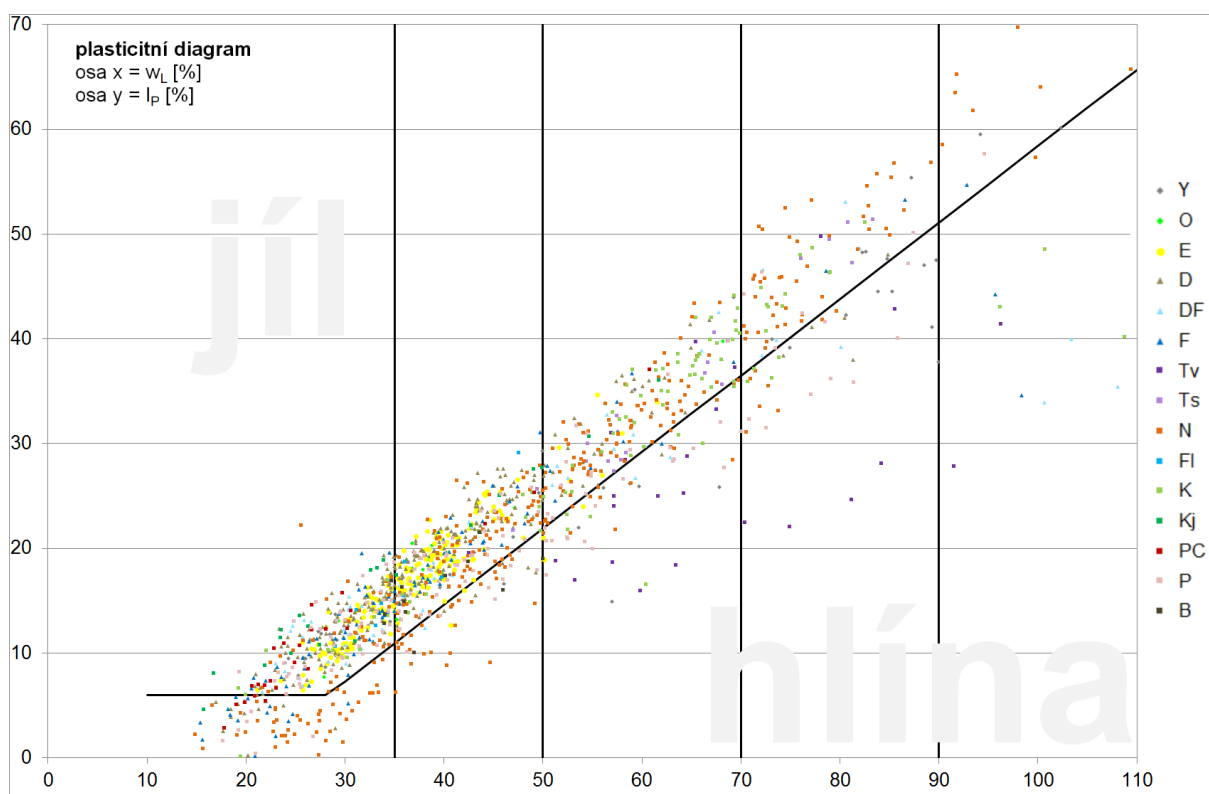
		Zatřídění dle ČSN P 73 1005														Součet
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	S3	S4	S5	G3	G4	G5	
G e o t y p	Y	2		3	15		10	9	9		1	6	1		5	61
	O				4		8		1							13
	E	1	1	1	13	1	164	2	6			2				191
	D	2	11	6	94	2	75	5	19	1	3	22	4	4	24	272
	DF	1	4	4	9		15	2	14			6	2		1	58
	F			11	35		29	3	10		3	6	1		3	101
	Tv	3		8	2		1	1	3		6					24
	Ts						2		17							19
	N		3	37	37	25	70	22	132	1	10	3				340
	FI				7		1									8
	K		3	2	7	1	2	10	51		3	1	2	1	7	90
	Kj				8		5		2		1	4				20
	PC			1	2		2		1		4	14				24
	P			19	55	1	4	12	10	3	7	26	1			138
	B		2	1	3	1	3	1							1	12
Součet		9	24	93	291	31	391	67	275	5	38	90	11	5	41	1371

Automaticky generovaný tabelární přehled výsledků poskytovaných laboratoří SG Geotechnika a.s. pro každý vzorek udává hodnoty Atterbergových mezí, ale neobsahuje procentuální zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí dle ČSN P 73 1005, proto bylo nutné získat tato data jiným způsobem. Zastoupení zrnitostní frakce C bylo vypočítáno z hodnot I_p a I_a v tabelárním přehledu. Zastoupení frakce C+M bylo stanoveno odečtením z křivky zrnitosti a zastoupení frakce C+M+S bylo získáno přímo z hodnoty propadu na příslušném síti. Z těchto tří hodnot už bylo možné dopočítat zastoupení jednotlivých frakcí M, S a G.

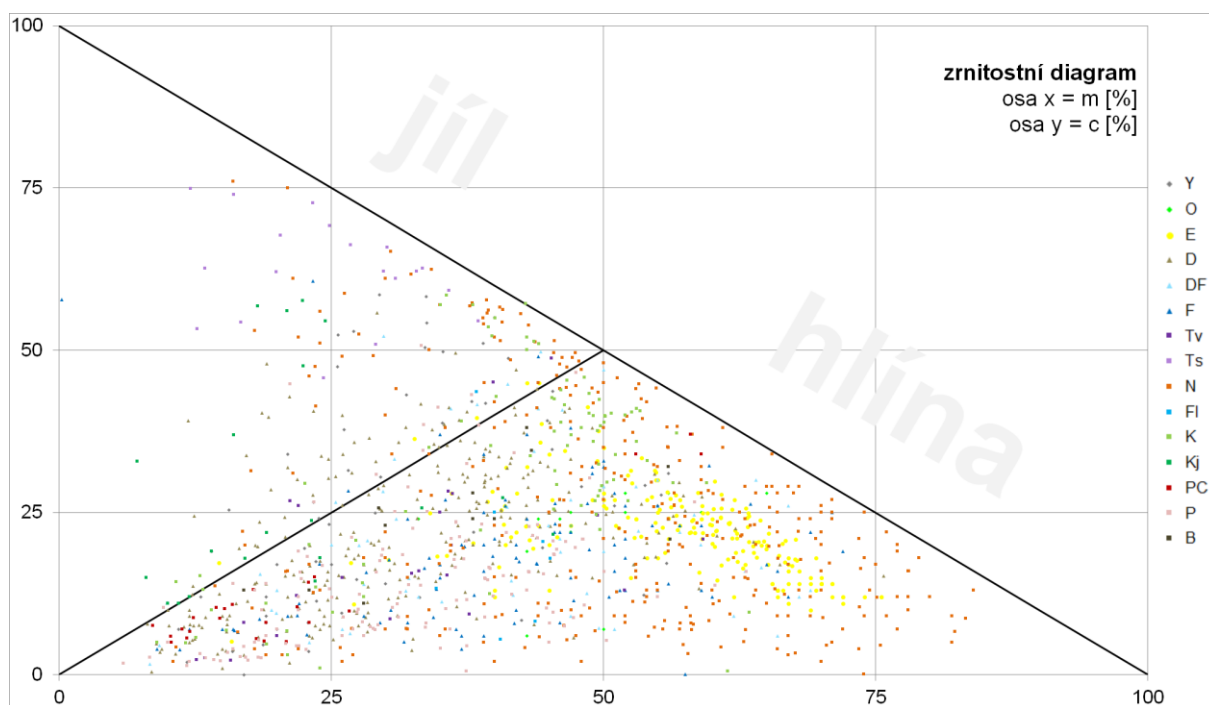
Získaná data byla následně zpracována v programu Microsoft Excel, a to prostřednictvím analytických nástrojů (kontingenční tabulka) i graficky. V rámci grafického zobrazení je každý vzorek vykreslen jako jeden bod, jehož grafická podoba je určena příslušností k danému geotypu. Tento postup umožňuje získat rychlý přehled o celkovém rozložení dat i detailněji analyzovat rozdíly mezi různými geotypy. Podrobné grafické výsledky jsou uvedeny v příloze 1, nejzajímavější souhrnné výsledky jsou uvedeny a okomentovány v následující kapitole.

3.2 Výsledky souhrnné analýzy z hlediska zrnitosti a plasticity

Na úvod analýzy byly vzorky souhrnně zhodnoceny graficky, a to jak z pohledu pozice v plasticitním diagramu, tak z pohledu podílu zrnitostních frakcí. Následující dva obrázky znázorňují celkové rozložení všech vzorků souboru v obou příslušných grafech. Grafy zpracované podrobně po jednotlivých geotypech jsou uvedeny v příloze 1.



Obr. 4 Přehled všech* analyzovaných vzorků (s rozlišením dle geotypů) v plasticitním diagramu
 * vzhledem ke zvoleným maximům os není vykreslen jeden vzorek geotypu F o souřadnicích (368,1; 100,2) a jeden vzorek P (107,6; 76,8)



Obr. 5 Přehled všech analyzovaných vzorků (s rozlišením dle geotypů) v zrnitostním diagramu

Laboratorní data potvrzují předpoklad jasné disproporce mezi zrnitostním a plasticitním hlediskem. Zatímco při zatřídění dle plasticity vychází drtivá většina vzorků jako jíla (nad čarou A), při posouzení dle zrnitosti u většiny vzorků převažuje hlinitá (prachová) frakce nad jílovitou. Pokud bychom každý takto zatříděný vzorek označili M, či C s indexem p pro plasticitní hledisko a z pro zrnitostní hledisko (toto pracovní označení je dále pro jednoduchost uváděno pod výrazem „MC typ“), lze data shrnout prostřednictvím následující tabulky.

Tab. 5 Rozložení vzorků dle geotypů a MC typů – vlevo počty vzorků, vpravo podíly v rámci geotypu

	CzCp	MzCp	CzMp	MzMp		CzCp	MzCp	CzMp	MzMp
Y	14	32	9	6	Y	0,23	0,52	0,15	0,10
O		13			O	0,00	1,00	0,00	0,00
E	4	181	1	5	E	0,02	0,95	0,01	0,03
D	46	203	3	20	D	0,17	0,75	0,01	0,07
DF	6	45	1	6	DF	0,10	0,78	0,02	0,10
F	6	77		18	F	0,06	0,76	0,00	0,18
Tv	2	4	2	16	Tv	0,08	0,17	0,08	0,67
Ts	19				Ts	1,00	0,00	0,00	0,00
N	54	190	4	92	N	0,16	0,56	0,01	0,27
Fl	1	7			Fl	0,13	0,88	0,00	0,00
K	16	56	1	17	K	0,18	0,62	0,01	0,19
Kj	14	5	1		Kj	0,70	0,25	0,05	0,00
PC		19		5	PC	0,00	0,79	0,00	0,21
P	9	90		39	P	0,07	0,65	0,00	0,28
B		9		3	B	0,00	0,75	0,00	0,25
Součet	191	931	22	227	tučně je vyznačen vždy nejčastější MC typ; pozn.: vzhledem k zaokrouhlení nemusí vždy součet podílů činit přesně 1				

Je zřejmé, že celkově jednoznačně převažují zeminy, které jsou zrnitostně hlínami a plasticitně jíly (MzCp); že zeminy opačného druhu (zrnitostně jíly a plasticitně hlíny – CzMp) jsou velmi

vzácné; a že zeminy zatříděné shodně podle obou kritérií (CzCp a MzMp) se vyskytují v navzájem přibližně srovnatelném zastoupení. Dále lze pozorovat výrazně větší variabilitu těchto dat u jednotlivých geotypů předkvartérního podloží než u geotypů kvartérního pokryvu. Dobrým indikátorem „konformity“ daného geotypu se ukazuje být podíl vzorků MzCp z celkového počtu vzorků pro daný geotyp. U většiny geotypů jde o nejčtenější MC typ se zastoupením okolo 60–90 %; výrazně se vymykají geotypy Tv, Ts a Kj, kde je zastoupení MzCp velmi nízké a nejčtenějším MC typem je CzCp nebo MzMp. Velký podíl vzorků navážek odvozených od geotypu Ts (lokalita 2) vedl také k relativně nižšímu zastoupení typu MzCp v rámci geotypu Y.

Podobně jako geotyp Y, i část dalších geotypů zahrnuje data z různých lokalit, což umožnilo prozkoumat, nakolik se zkoumané parametry (tedy pozice daného mračna bodů v grafu plasticity a v grafu zrnitosti) v rámci jednoho geotypu graficky liší pro různé lokality. Detailní rozložení dat pro jednotlivé geotypy v grafické podobě je uvedeno v příloze 1. U kvartérních zemin nebyl zjištěn žádný výrazný vliv lokality – mračna pro jednotlivé lokality se překrývala na většině prostoru grafu, přičemž prostorově nejrozsáhlejší mračna (data s větším rozptylem) vždy odpovídala lokalitám s největším počtem vzorků. Toto zjištění lze nejspíše interpretovat tak, že čím více byl daný geotyp na dané lokalitě ovzorkován, tím více rostla šance, že jej vzorky postihnou v celé jeho variabilitě. Stejný princip lze předpokládat i u předkvartérního podloží, zde ovšem bylo možné vzhledem k menšímu počtu lokalit i vzorků a možná i větší „vyhraněnosti“ prostředí u některých geotypů mračna lokalit zřetelněji odlišit – v těchto případech jsou v příslušných grafech v příloze 1 vyznačena.

Pro číselné zhodnocení vlivu lokality byl jako vhodný ukazatel opět využit podíl vzorků typu MzCp. Následující tabulka udává hodnotu tohoto ukazatele pro jednotlivé části souboru dat – skupiny vzorků daného geotypu z dané lokality.

Tab. 6 Detailní přehled zastoupení typu MzCp (jeho podíl ze všech vzorků pro daný geotyp a lokalitu)

		Lokalita											Za celý geotyp
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
G e o t y p	Y		0,32		1,00	1,00	1,00					0,67	0,52
	O							1,00				1,00	1,00
	E	0,33		1,00	0,87		0,91	0,99			1,00	1,00	0,95
	D	0,40		1,00	0,62	0,86	0,65	0,90	0,83	1,00			0,75
	DF	0,43		1,00	1,00	1,00		1,00				0,95	0,78
	F			0,63	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00		0,83	0,77	0,76
	Tv	0,17											0,17
	Ts		0,00										0,00
	N							0,64			0,36*	0,68	0,56
	Fl									0,88			0,88
	K	0,62		0,67	0,25			0,73					0,62
	Kj						0,25						0,25
	PC			0,75				0,80					0,79
	P					0,85	0,60						0,65
	B				0,75								0,75
Za celou lokalitu		0,48	0,22	0,75	0,78	0,90	0,61	0,88	0,85	0,90	0,41	0,76	

tučně jsou vyznačeny „důvěryhodnější“ hodnoty s 10 a více vzorky ve jmenovateli

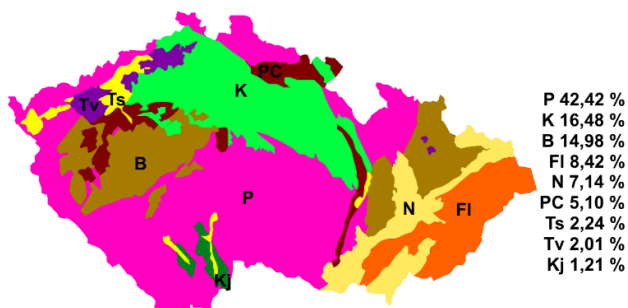
* nejčtenějším MC typem byl MzMp

Z tohoto vyhodnocení vyplývá, že při dostatečné stabilitě dat (tj. větším množství vzorků, z nichž je počítán podíl MzCp – v tabulce vyznačeno tučně) se zkoumaný ukazatel pro různé

lokality (pokud jsou zde dostupná data) v rámci jednoho geotypu většinou zásadně neliší. Z předkvartérních geotypů se od okolních lokalit nejvíce odchýlila skupina vzorků geotypu N na lokalitě 10 (okraj vídeňské pánve). Jak je vidět v grafu plasticity v příloze 1, mračno bodů tohoto geotypu se rozkládá po obou stranách čáry A, přičemž řada bodů leží pod ní zejména v oblasti, kde se čára lomí – a právě zde se vyskytuje větší podíl vzorků z lokality 10, což vede k nižší hodnotě zkoumaného ukazatele. Z kvartérních geotypů jeví největší homogenitu E, naopak rozkolísanější jsou data geotypů D a DF, což logicky vyplývá z pestré provenience vzorků těchto skupin a jejich bližší vazby k matečným horninám, jež jsou samy o sobě také poměrně pestré. Na lokalitách 1 a 2 (severozápadní Čechy) lze dobře pozorovat, jak se nízké hodnoty podílu MzCp v podložních geotypech Tv a Ts logicky odrážejí i v nižších hodnotách téhož ukazatele v zeminách pokryvu. Zejména v oblastech na rozhraních různých geologických celků a u kvartérních zemin s větší vzdáleností transportu ovšem už nemusí být vždy možné všechna data jednoznačně interpretovat – mísení materiálů různé provenience a jejich vývoj během transportu přináší řadu faktorů, jejichž vzájemné působení lze jen obtížně odhadovat.

Při pohledu na spodní řádek tabulky, kde jsou orientačně vypočítány hodnoty zkoumaného ukazatele vždy pro celou lokalitu, pak je zjevné, že odborníci dlouhodobě působící v odlišných geologických prostředích na různých místech republiky mohou mít lokálně odlišnou zkušenost – a také mohou projevit špatný odhad v situaci, kdy se dostanou k zakázce v prostředí, které je pro ně nové. Celkově lze tedy říci, že z globálního pohledu je charakter českých dat jednoznačný – výrazně převažují materiály typu MzCp –, ovšem pro práci na konkrétních projektech je nutné mít povědomí o tom, které geotypy se tomuto trendu vymykají, jakým směrem a do jaké míry.

Je zřejmé, že jakýkoliv pokus konkrétněji vyčíslit nějaké takové „globální“ české hodnoty zastoupení jednotlivých MC typů bude ovlivněn proveniencí a množstvím vzorků vstupujících do výpočtu. Autorce této práce ani jejím konzultantům ovšem není známa žádná odborná publikace, která by se touto problematikou zabývala, a proto se vzhledem k poměrně velkému množství shromážděných dat zdá být vhodné takový výpočet provést přinejmenším pro zajímavost a za účelem poskytnutí nějaké prvotní reference k tématu. Aby bylo možné dosáhnout alespoň částečné normalizace dat s ohledem na různost objemů horninového prostředí, které jednotlivé různě velké podskupiny vzorků zastupují, byl zkoumaný soubor v prvním kroku rozdělen na zeminy kvartérního pokryvu (s vyloučením navážek a ornice) a na materiály předkvartérního podloží, přičemž pro každý podsoubor byly hodnoty ukazatelů počítány zvlášť. Výpočet ukazatelů pro podloží byl proveden jako vážený průměr ukazatelů pro dílčí geotypy, kdy každému geotypu byla přidělena váha odpovídající jeho půdorysnému podílu na ploše České republiky dle zjednodušené regionálněgeologické mapy – viz obr. 6. U kvartérních zemin by byl takový výpočet vzhledem k neexistenci vhodných mapových podkladů celorepublikového měřítko výrazně obtížněji proveditelný a zároveň i méně smysluplný. Běžným inženýrsko-geologickým průzkumem totiž bývá (na rozdíl od podloží) téměř vždy zastíženo více geotypů pokryvu pod sebou a bylo by tedy vhodné použít pro průměr váhy nikoliv dle jejich plochy na povrchu, ale dle jejich objemu. Z tohoto důvodu a také vzhledem k menšímu rozptylu hodnot ukazatelů pro kvartérní geotypy v porovnání s geotypy podloží byl výpočet ukazatelů pro kvartér realizován jako prostý průměr ze všech relevantních vzorků. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr. 6 Zjednodušená regionálněgeologická mapa České republiky s uvedením relativní plochy jednotlivých geotypů podloží, vytvořená pro účely orientačního výpočtu (podle Rybáře, upraveno)

Tab. 7 Podíly MC typů v českém prostředí dle analyzovaných dat – orientační „globální“ hodnoty

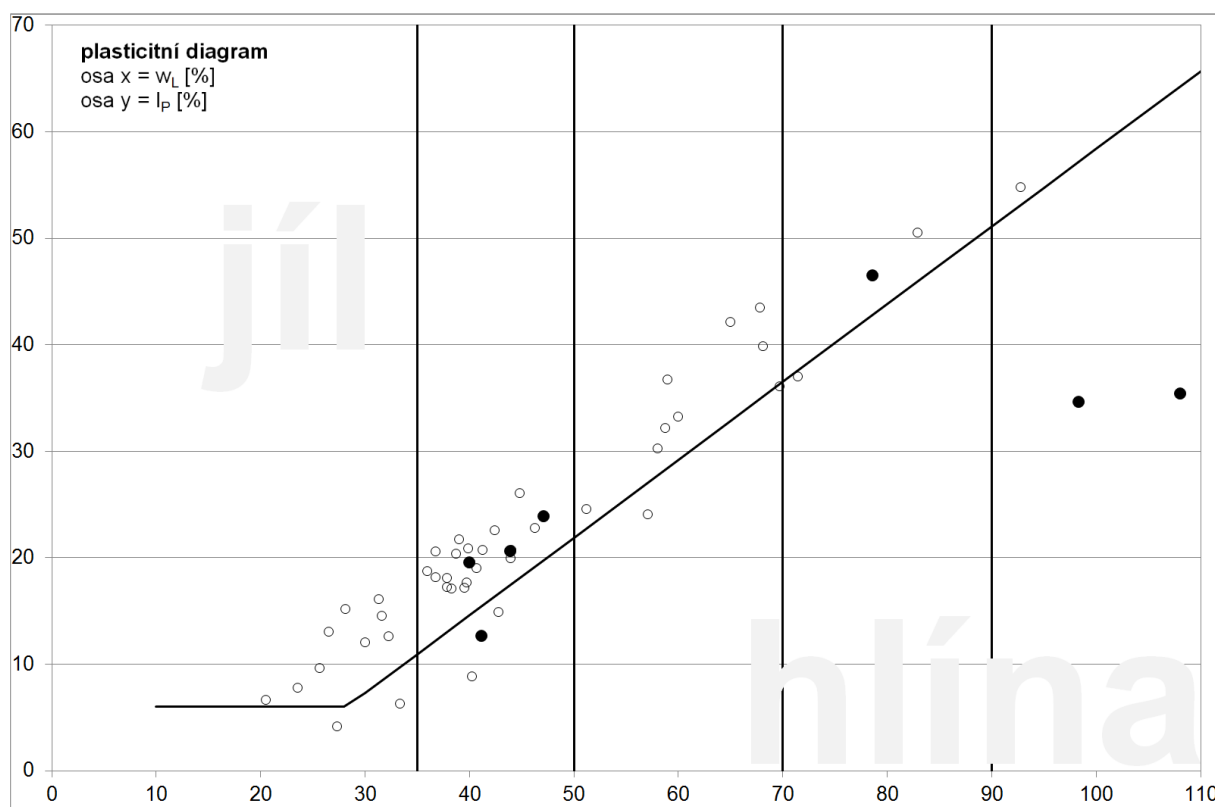
	Zahrnuté geotypy	Metoda stanovení podílů MC typů	CzCp	MzCp	CzMp	MzMp
Kvartér	E, D, DF, F	celkový podíl ze všech vzorků kvartéru	0,10	0,81	0,01	0,08
Podloží	Tv, Ts, N, Fl, K, Kj, PC, P, B	vážený průměr podílů pro předkvartérní geotypy (váha dle plochy regionů, obr. 6)	0,11	0,65	0,00	0,23
Průměr	kvartér+podloží	průměr z hodnot pro kvartér a pro podloží	0,11	0,73	0,01	0,16

do výpočtů byly zahrnuty i údaje z lokality 11 ve Slovenské republice – viz níže
pozn.: vzhledem k zaokrouhlení nemusí vždy součet podílů činit přesně 1

Poznámka: Vzhledem k tomu, že se vzorky z lokality 11 (na území Slovenské republiky) geneticky ani charakterem laboratorních dat nijak zásadně neliší od obdobných vzorků z území České republiky, nebyly z finálního výpočtu vyloučeny. Důvodem byla snaha zahrnout do výpočtu co největší množství relevantních vzorků. V případě vyloučení vzorků z lokality 11 se výsledné „globální“ hodnoty podílů MC typů liší pro kvartér i podloží o maximálně 0,02 od hodnot uvedených v tabulce, jde tedy o naprosto zanedbatelný rozdíl.

3.3 Další zjištění z laboratorních dat

Součástí souboru shromážděných laboratorních dat byly i údaje o obsahu organických látek (I_{om}) ve vzorcích. Všechny vzorky, na nichž byla tato analýza provedena a výsledkem byla nenulová hodnota, jsou vykresleny na následujícím obrázku.



Obr. 7 Přehled všech vzorků se zjištěnou organickou příměsí v plasticitním diagramu; vzorky s I_{om} nad 5 % jsou znázorněny plnými černými značkami

Je zjevné, že tato data jsou v rozporu s původní Casagrandeho definicí čáry A (viz kapitola 2.1), podle níž by organické zeminy měly ležet v oblasti pod čarou A. Z celkem 51 vzorků s organickou příměsí jich 41 leží naopak nad čarou A. Podíly jednotlivých MC typů v tomto podsouboru 51 vzorků činily CzCp 0,10, MzCp 0,71, CzMp 0,02 a MzMp 0,18, byly tedy zcela

v souladu s „globálními“ hodnotami uvedenými v předcházející kapitole (vzorky náležely ke geotypům F – 22x, N – 15x, O – 8x, DF – 4x, Tv – 1x a Y – 1x). To ovšem může souviset s tím, že ve vzorcích obecně převažovala nízká organická příměs. V žádném vzorku nepřesáhla hodnota I_{om} 10 % a hodnotu I_{om} nad 5 % vykazalo pouze 7 vzorků (F – 4x, O, DF a N – 1x), z nich 4 náležely k typu MzCp a 3 k typu MzMp. Poměr vzorků nad a pod čarou A je tedy v tomto podsouboru již výrazně vyrovnanější, stále ovšem nenaplnuje Casagrandeho (1947) definici. Casagrande nicméně neuvádí konkrétní postup, jakým organické zeminy definoval, není tedy zřejmé, zda jde o srovnatelné množiny.

4 Skutečná praxe mezi inženýrskými geology

4.1 Metodika dotazníkového šetření a jeho následného zpracování

Prvním výzkumným záměrem práce bylo zjistit, jaké jsou skutečné charakteristiky našich zemin, pokud jde o zrnitost, plasticitu a jejich vzájemný vztah (viz kapitola 3). Druhým záměrem pak bylo ověřit, nakolik tuto realitu reflektuje skutečná praxe a kterým směrem se přiklání terénní popisy řešitelů. Jednou ze zvažovaných možností postupu bylo zařadit do databáze u každého vzorku nejen jeho laboratorní výsledky, ale i slovní pojmenování jemnozrnné frakce z dokumentace, a následně vyhodnotit, zda mezi popisy a výsledky existuje nějaká korelace. Toto řešení by ovšem bylo metodicky chybné jednak z důvodu velmi malé velikosti vzorku dokumentujících geologů na vybraných zakázkách (a též jejich přinejmenším zčásti společné „školy“, dané příslušností ke stejné firmě), jednak kvůli nemožnosti zpětně odfiltrovat dodatečné úpravy zanesené do dokumentace právě na základě porovnání terénního popisu s výsledky z laboratoře. (Jak je patrné ze závěrů uvedených v následující kapitole, takové opravy se vyskytují velmi často.) Proto bylo jako vhodnější přístup zvoleno dotazníkové šetření.

Dotazník byl vytvořen online na serveru esurv.org a následně rozeslán v listopadu 2019 všem členům České asociace inženýrských geologů (celkem 143 členů) s prosbou o vyplnění a přeposlání dalším kolegům-nečlenům. Alespoň jednu otázku dotazníku vyplnilo celkem 31 geologů; základní charakteristika souboru respondentů je uvedena v následující tabulce. Většina respondentů (22 z 30 odpovědí) je držitelem oprávnění odpovědného řešitele geologických prací; 6 z nich je zároveň (spolu s 2 dalšími) držiteli geotechnické autorizace. Nenašel se žádný respondent s méně než 3 roky praxe; všichni respondenti s více než 20 lety praxe mají alespoň jedno oprávnění (odpovědný řešitel nebo autorizace). Celkem 21 respondentů má zkušenosti z 1 až 3 regionů (viz otázka 12 v dotazníku), celkem 7 respondentů ze 4 až 6 regionů, jeden respondent pak z 8 a jeden z 11 regionů.

Tab. 8 Charakteristika souboru respondentů dle otázek 11–13

	Dle otázky 11 (Alma mater) * přírodovědná / stavební / báňská	Dle otázky 12 (Region působnosti) ** PSČ/JČ/P / KVÚ/LKHP/V / JMO/MSZ/SK / E/J
Praxe 3–5 let	2 / 0 / 0	1 / 1 / 0 / 1 / 1 / 1 / 1 / 0 / 0 / 0 / 0
Praxe 5–10 let	5 / 0 / 0	2 / 3 / 1 / 0 / 0 / 1 / 1 / 1 / 0 / 0 / 0
Praxe 10–20 let	11 / 0 / 0	9 / 6 / 5 / 4 / 4 / 4 / 2 / 1 / 2 / 1 / 1
Praxe 20–30 let	2,5 / 1 / 3,5	2 / 5 / 5 / 3 / 4 / 3 / 2 / 2 / 0 / 0 / 1
Praxe > 30 let	2 / 2 / 1	4 / 2 / 1 / 0 / 0 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1

* jeden respondent uvedl dvě rovnocenné alma mater, jeho hlas byl v rámci zpracovávání rozdělen na dvě poloviny

** PSČ = Hlavní město Praha a Středočeský kraj, JČ = Jihočeský kraj, P = Plzeňský kraj, KVÚ = Karlovarský a Ústecký kraj, LKHP = Liberecký, Královéhradecký a Pardubický kraj, V = Kraj Vysočina, JMO = Jihomoravský a Olomoucký kraj, MSZ = Moravskoslezský a Zlínský kraj, SK = Slovenská republika, E = Evropa mimo ČR a SR, J = jiné kontinenty mimo Evropu; součet po řádcích neodpovídá celkovému počtu respondentů (bylo možné vybrat více regionů a v rámci zpracovávání této otázky nebyly hlasy děleny na podíly)

Je zřejmé, že výsledky šetření na takto malém a z hlediska vzdělání poměrně homogenním souboru respondentů není možné použít jako podklad pro komplexnější statistické či sociologické analýzy. Jak ale bude ukázáno dále, pestrost získaných odpovědí i doplňujících komentářů i tak poskytuje dobrou představu o širší názorového spektra řešitelů a bohatosti jimi používaných postupů a pro naplnění cílů práce lze tedy tento soubor dat označit za vyhovující.

Dotazník byl koncipován jako poměrně otevřený, s možností přeskočit nevyhovující otázku, odpovědět vlastními slovy v dodatečném komentáři či vybrat možnost „nevím“, aby bylo co nejvíce respondentů motivováno jeho vyplňování dokončit a své odpovědi odeslat. Otázky byly seřazeny tak, aby respondenty postupně uváděly hlouběji do problematiky na půdorysu povědomých činností – od prvotních volných asociací přes simulaci dokumentace v terénu až po vyhodnocování laboratorních výsledků a následné zpracovávání zprávy. Kompletní znění otázek a celkové statistiky jednotlivých odpovědí včetně odpovědí a komentářů vlastními slovy do volného textového pole jsou uvedeny v příloze 2. Nejsou uvedeny odpovědi na poslední otázku (volný prostor pro komentář k tématu), kde respondenti často uváděli své osobní údaje. Nejzajímavější souhrnné výsledky včetně křížového porovnání odpovědí konkrétních respondentů na různé otázky jsou uvedeny a okomentovány v následující kapitole.

V následující tabulce je uveden přehled všech otázek dotazníku s jejich stručnými názvy, které jsou pro jednoduchost používány v dalším textu, a počtem odpovědí a dodatečných nepovinných komentářů. Typ otázky není z přílohy 2 (automaticky vygenerované serverem) zjevný a má vliv na charakter odpovědí, proto je v tabulce rovněž uveden. U volných otázek mohli respondenti odpovědět vlastními slovy do textového pole, u výběrových otázek museli vybrat vždy pouze jednu z nabízených odpovědí, u otázek typu part mohli vybrat libovolný počet nabízených odpovědí.

Tab. 9 Přehled otázek v dotazníku

Číslo	Stručný název otázky	Typ otázky	Počet odpovědí	Počet komentářů
1	První význam	volná	29	
2	Jak zkoumají	part	31	6
3	Hlavní hledisko	výběrová	30	8
4	Co zohledňují	part	30	4
5	Jak vypořádávají	výběrová	29	13
6	Četnost rozporů	výběrová	28	2
7	Převažující MC typy	výběrová	29	9
8	MC homogenní typy	výběrová	29	4
9	Zatřídované jako M	volná	26	
10	Rozdílná doporučení	volná	28	
11	Alma mater	part	30	1
12	Region působnosti	part	30	0
13	Délka praxe	výběrová	30	0
14	Razítka	výběrová	30	0
15	Na závěr	volná	19	

Získaná data byla stažena ze serveru esurv.org ve formátech PDF a XLS a následně zpracována v programu Microsoft Excel, zejména s využitím funkce kontingenční tabulky. V rámci zpracování získaných dat byla provedena základní kontrola jejich konzistentnosti a byly provedeny dvě úpravy takto zjištěných rozporů (jeden respondent uvedl k otázce 11 jednu VŠ a jednu SŠ, ponechána byla pouze VŠ; jiný respondent v komentáři k otázce 5 explicitně uvedl, že „popis zůstane stejný“, proto byla jeho odpověď překódována do kategorie „neústupných“ – viz následující kapitola). Někteří respondenti u výběrových otázek nevybrali žádnou z nabízených odpovědí, ale připsali komentář, z něhož bylo možné odhadnout jejich nejpravděpodobnější volbu. V těchto případech bylo respektováno jejich právo neodpovědět a odpovědi nebyly dodatečně dokódovány, tedy nejsou součástí statistik uvedených v následující kapitole. Při křížovém porovnávání odpovědí na dvě různé otázky byly vždy zpracovávány pouze záznamy obsahující odpovědi na obě otázky. Celkový počet

zpracovaných odpovědí v tabulkách uvedených v následující kapitole tak může být nižší než počty uvedené výše v tab. 9.

4.2 Výsledky ankety z hlediska zhodnocení různých přístupů k problematice

Tato kapitola obsahuje komentář k nejdůležitějším otázkám dotazníku a křížové porovnání odpovědí konkrétních respondentů na různé otázky. Pro zvýšení přehlednosti a zamezení repetitivnosti práce zde není uvedeno kompletní znění jednotlivých otázek ani základní statistiky odpovědí – tyto údaje jsou přehledně souhrnně zpracovány v příloze 2. Vhodným postupem čtení je seznámit se nyní s obsahem této přílohy a následně ji mít k ruce pro případnou pozdější potřebu.

Záměrem otázek 1 a 3 dotazníku bylo ověřit, nakolik uvažování geologů kopíruje možné tři přístupy k problematice identifikované v kapitole 2, tedy rozlišování pojmů „jíl“ a „hlína“ podle zrnitosti, plasticity, nebo idey (souhrnu očekávaných vlastností či chování). Dá se říci, že výsledky předčily očekávání – v obou otázkách byly nezanedbatelně zastoupeny odpovědi ze všech tří kategorií, přičemž zaznamenané spektrum odpovědí z kategorie idea bylo velmi pestré: geneze, poloha ve vrstevním profilu, obsah organické příměsi, viditelný obsah různých frakcí, chování při vysychání, specifický pocit (např. drnutí) v prstech, mazavost, bobtnavost, nasákavost, lesk a skřípání mezi zuby. Zároveň lze již zde pozorovat určitý nepoměr. Zdaleka nejčastěji zmiňovaným hlediskem v úvodní otázce 1 byla zrnitost, což může souviset s tím, že právě takto bývají tyto pojmy poprvé definovány ve výuce mechaniky zemin. Poté respondenti odpovídali na otázku 2, která v nich měla navodit dojem práce v terénu a přimět je zvážit všechny související okolnosti. Když byli následně v otázce 3 znovu dotázáni na obdobné téma jako v otázce 1, poměr hlasů pro jednotlivá hlediska se již v zásadě vyrovnal – viz tab. 10.

Pokud jde o to, kdo jak odpovídal, ve věci hlavního hlediska lze pozorovat zajímavou souvislost s délkou praxe – zdá se, že respondenti s narůstající praxí postupně opouštějí hledisko zrnitosti a přesouvají se do tábora preferujícího plasticitu, přičemž ještě později někteří začínají preferovat ideové hledisko. (Tato formulace neznámá, že každý řešitel během praxe nutně vystřídá různé pohledy na věc – stejně se mohou projevovat i generační rozdíly vázané např. na obměny normové základny.) Nelze dobře stanovit, jakou roli při preferenci hlavního hlediska hraje alma mater řešitelů, jelikož v podsouboru respondentů s praxí kratší než 20 let jsou bohužel zastoupeni pouze absolventi VŠ přírodovědného směru, a statistiky tedy ve skutečnosti mohou odrážet spíše délku praxe než vliv vzdělávací instituce (viz tab. 11). Mimo to lze očekávat, že ve věkově homogennějším podsouboru obsahujícím absolventy i jiných VŠ (v tab. 11 uveden v hranatých závorkách) již bude vliv školy vzhledem k délce praxe značně potlačen. Tento ukazatel je tedy uveden pouze orientačně.

Tab. 10 Obecné představy respondentů o „jílu“ a „hlíně“ – otázky 1 a 3

	Možnost zvolit více odpovědí	Celkem	Zrnitost	Plasticita	Idea
1 (První význam)	ano – volná otázka*	28	20	9	9
3 (Hlavní hledisko)	ne – výběrová otázka	30	10	12	8

* ve sloupcích „zrnitost“, „plasticita“ a „idea“ je započítána každá zmínka interpretovatelná jako přístup spadající do dané kategorie

Tab. 11 Kdo preferuje které hledisko – otázka 3

	Dle otázky 11 (Alma mater) * přírodovědná / stavební / báňská	Dle otázky 13 (Délka praxe) 3–5 / 5–10 / 10–20 / 20–30 / >30
Zrnitost	8 / 2 / 0 [0 / 2 / 0]	2 / 3 / 3 / 1 / 1
Plasticita	7 / 1 / 4 [0 / 1 / 4]	0 / 2 / 5 / 3 / 2
Idea	7,5 / 0 / 0,5 [4,5 / 0 / 0,5]	0 / 0 / 3 / 3 / 2

* jeden respondent uvedl dvě rovnocenné alma mater, proto byl jeho hlas rozdělen na dvě poloviny; v hranatých závorkách jsou uvedeny výsledky za podsoubor respondentů s délkou praxe nad 20 let

Otázky 4–6 zkoumaly, nakolik je původní terénní dojem ze zeminy korigován dalšími vlivy. Z těchto i předešlých odpovědí je zjevné, že dokumentace a vytváření popisu je velmi komplexní a individuální proces, na základě otázky 4 lze nicméně dobře vyčlenit dva výrazné faktory, a sice zohlednění geneze a zohlednění normového zařazení z laboratoře. Obě příslušné nabídky v odpovědích výrazně dominují a vybírala je většina respondentů (23 a 24 z 30), přičemž většina z nich (17) vybrala obě nabídky a každý respondent (30 z 30) vybral vždy alespoň jednu z nich. Jak je ale zjevné už i z příkladů uvedených v obou nabídkách, tyto dva faktory mohou působit proti sobě (geotyp E vycházel z 97 % plasticitně jako jíl, viz předchozí kapitola). Způsob vypořádání takto vzniklých rozporů (otázka 5) je opět individuální a záleží na konkrétní zakázce a míře odlišnosti.

Nejvíce (15 z 29) byla zastoupena skupina „opravovačů“, kteří ve zprávě preferovali konzistentnost a přizpůsobili by všechny popisy geotypu výsledku z laboratoře – pokud mají dostatek zkušeností, mohou laboratorní výsledek zpravidla úspěšně předvídat, a tedy na takové situace narážejí pouze čas od času (viz otázka 6, tab. 13 vpravo). Zcela opačný přístup vyznávají „neústupní“ řešitelé (10 z 29), kteří mají pevnou důvěru ve vlastní popis, resp. správnost vlastního přístupu (např. dávají přednost genezi a terénní zkušenosti před čistým zařazením, jak dokládá komentář „v laboratoři zpravidla není geolog a zeminy zná jen ze vzorků“). Ti by ponechali svoje formulace v původním znění a připojili k nim normové zařazení bez dalších změn (norma ČSN P 73 1001 toto umožňuje, viz poznámka v příloze A). Na otázku 6 (tab. 13 vpravo) neústupní odpovídali jak „čas od času“, tak i „celkem často“.

Nejméně zastoupeni (4 z 29) byli „uhlazovači“, kteří volili určitý kompromis mezi oběma přístupy a snažili se vzájemně nesouhlasící výsledky sladit za použití co možná nejmenších úprav. Otázka 5 byla záměrně formulována tak, aby respondenty postavila před nutnost jednoznačného rozhodnutí, pro něž bez dalších informací neexistuje jednoznačně správné řešení. V reálných situacích, kdy záleží i na dalších okolnostech, bude zastoupení „uhlazovačů“ spolehlivě větší, resp. lze říci, že určitý druh „uhlazování“ je zcela standardním a i žádoucím myšlenkovým procesem v rámci zpracovávání zprávy. To dokládají i četné „uhlazovačské“ komentáře k otázce z pera respondentů z předešlých dvou skupin („někdy opravím, podle toho, jaká je geneze a jak daleko je výsledek od čáry A“, „většinou rozšířím popis“, „doplním popis, případně uvedu oba materiály“ či „přidám k popisu nové zařazení (například třeba hlína písčitá až jíl písčitý)“).

Vzhledem k malé velikosti a nerovnoměrnosti vzorku respondentů nelze charakterizovat, jaký typ řešitele se stane spíše „opravovačem“, či naopak „neústupným“. Podobně jako u otázky 3 (Hlavní hledisko) lze v tomto souboru respondentů odhadovat určitou tendenci k opravovačství na začátku kariéry a ke zvýšení neústupnosti s narůstající délkou praxe – viz tab. 12 vpravo – což také znamená, že opravovači preferovali hledisko zrnitosti a plasticity, zatímco neústupní byli převážně zastánci plasticity nebo idey – viz tab. 13 vlevo.

Tab. 12 Kdo jak vypořádává rozpory mezi popisem a laboratoří – otázka 5

	Dle otázky 11 (Alma mater) * přírodovědná / stavební / báňská	Dle otázky 13 (Délka praxe) 3–5 / 5–10 / 10–20 / 20–30 / >30
Uhlazovači	3 / 1 / 0 [1 / 1 / 0]	0 / 1 / 1 / 1 / 1
Opravovači	12 / 1 / 2 [0 / 1 / 2]	2 / 3 / 7 / 1 / 2
Neústupní	6,5 / 1 / 2,5 [2,5 / 1 / 2,5]	0 / 1 / 3 / 5 / 1

* jeden respondent uvedl dvě rovnocenné alma mater, proto byl jeho hlas rozdělen na dvě poloviny; v hranatých závorkách jsou uvedeny výsledky za podsoubor respondentů s délkou praxe nad 20 let

Tab. 13 Kdo jak vypořádává rozpory a jak často k tomu dochází – otázka 5

	Dle otázky 3 (Hlavní hledisko) zrnitost / plasticita / idea	Dle otázky 6 (Četnost rozporů) celkem často / čas od času / nikdy
Uhlazovači	2 / 1 / 1	1 / 3 / 0
Opravovači	7 / 7 / 1	0 / 14 / 0
Neústupní	1 / 4 / 5	4 / 4 / 1

Tab. 14 Komu a jak často neseď popis s laboratorními výsledky – otázka 6

	Dle otázky 3 (Hlavní hledisko) zrnitost / plasticita / idea	Dle otázky 13 (Délka praxe) 3–5 / 5–10 / 10–20 / 20–30 / >30
Celkem často	1 / 3 / 1	0 / 2 / 1 / 1 / 1
Čas od času	9 / 7 / 6	2 / 3 / 10 / 4 / 3
Výjimečně/nikdy	0 / 1 / 0	0 / 0 / 0 / 1 / 0

Otázky 7 a 8 (viz tab. 15) zkoumaly, nakolik zkušenost a odhad řešitelů odpovídají zjištěným laboratorním datům. Celkové „globální“ ukazatele i ukazatele pro dílčí geotypy vycházejí tak, že vždy jedna z nabídek (uvedená v prvním řádku tabulky 15) byla vzhledem k těmto datům „správnější“, přičemž výjimku z tohoto pravidla tvořily geotypy Tv, Ts a Kj, dále geotyp N na lokalitě 10 a v otázce 8 hraničně též geotyp K, případně P (přibližně v mezích přesnosti stanovení ukazatele a formulace nabídek odpovědí) – viz tab. 6. Bylo by tedy možné předpokládat, že řešitelé působící zejména v severozápadních a jižních Čechách a na jižní Moravě budou častěji volit i jiné nabídky, odpovědi příslušných respondentů ovšem nevycházejí „nesprávněji“, než by odpovídalo celkovým trendům. Nelze pozorovat ani komplementární jev, tedy že by řešitelé těmito regiony zcela nepolíbení volili „správnější“ nabídky výrazně častěji – celkem jde o 8 respondentů, přičemž poměr odpovědí „správná“ / jiná / nevím činil v tomto podsouboru 1 / 3 / 4 pro otázku 7 (celkový poměr všech odpovědí činil 10 / 9 / 10) a 0 / 5 / 2 pro otázku 8 (celkový poměr všech odpovědí činil 6 / 15 / 8). Vzhledem k tomu, že výrazná většina respondentů (23 z 30) má zkušenosti z více regionů, respondentů je relativně malé množství a z dat nelze vyčíst jasný vliv dílčích oblastí působnosti na jejich odborné postoje, nejsou údaje o regionech k těmto otázkám tabulkově zpracovány.

„Správně“ na obě otázky zároveň odpovědělo pouze pět respondentů, z toho čtyři s 20 nebo více lety praxe a zkušenostmi z 3 nebo více regionů a jeden s 5–10 lety praxe a zkušenostmi z pouze jednoho, navíc MC-nestandardního regionu. Zajímavé může být, že všichni patří k „neústupným“ (otázka 5) a tři z nich uvedli, že na rozpory mezi popisem a laboratorními výsledky (otázka 6) narážejí celkem často (z celého souboru respondentů takto odpovědělo jen pět řešitelů). Jako hlavní hledisko (otázka 3) uvedli dva z nich plasticitu, dva ideu a jeden zrnitost; čtyři z nich při popisování přihlížejí ke genezi (otázka 4). Zdá se tedy, že předpokladem „správného“ odhadu ve věci četnosti MC typů je primárně určitá hloubavost a neochota automaticky akceptovat výsledky z laboratoře, spolu s dostatkem praktických zkušeností – ty ale může do určité míry nahradit např. delší spolupráce se zkušeným kolegou.

Tab. 15 Kdo má dobrý odhad ve věci převažujících MC typů (otázka 7) a ve věci četnosti MC homogenních typů, tj. CzCp+MzMp (otázka 8)

	Odpovědi na otázku 7 dle otázky 13 (Délka praxe) 3–5 / 5–10 / 10–20 / 20–30 / >30	Odpovědi na otázku 8 dle otázky 13 (Délka praxe) 3–5 / 5–10 / 10–20 / 20–30 / >30
„Správná“ odpověď *	0 / 2 / 2 / 5 / 1	0 / 1 / 0 / 3 / 2
Jiná odpověď	0 / 1 / 4 / 1 / 3	0 / 2 / 8 / 3 / 2
Odpověď „nevím“	2 / 2 / 5 / 0 / 1	2 / 2 / 3 / 0 / 1

* „správná“ odpověď na otázku 7 byla „zrnitostně převažují hlíny, dle normového zatřídění převažují jíly“; „správná“ odpověď na otázku 8 byla „zhruba jedna třetina nebo méně“

Praktický rozměr celé problematiky zkoumala otázka 10 (Rozdílná doporučení). Odpovědělo 28 respondentů, z nich 12 uvedlo, že závěry jejich zprávy se pro dvě jinak totožné zeminy nad a pod čarou A lišit nijak nebudou. Mezi 16 ostatními respondenty by jim 6 respondentů přiřadilo rozdílné parametry, 7 respondentů by uvedlo rozdílná doporučení, hodnocení vlastností nebo komentář, 3 respondenti zmínili potřebu podložit své vyjádření dostatečnými zkouškami a 4 respondenti uvedli, že by záleželo na dalších faktorech.

Odpovědi na volnou otázku 15 (Na závěr) nejsou v příloze 2 přetisknuty vzhledem k tomu, že zde řada respondentů uvedla své osobní údaje. Několik řešitelů zmínilo, že na jejich vnímání jemnozrnných zemin měli zásadní vliv starší kolegové, jednou s explicitním dovětkem „*terénní praktici – ne kancelářští teoretici!*“. Jeden respondent uvedl inspiraci starou normou ČSN 72 1001. Výrazný vliv délky praxe, patrný i z vyhodnocení předchozích otázek, dokládá odpověď „*Uvědomil jsem si, že má asi každý během své odborné praxe vývoj – že jsem dělal jinak věci v minulosti a jinak na to koukám nyní*“.

K otázce rozdílu mezi hlínou a prachem se v otázce 15 vyjádřili tři respondenti: „*Když se zemina opravdu práší, mám tendenci používat termín prach, ale pak to komplikuje život při zpracování ZZ*“, „*hlínu používám pro kvartérní zeminy, prach pak pro starší sedimenty nebo zvětraliny, případně pro antropogenní zeminy/navážky/kaly (které mohou mít zrnitost odpovídající hlíně, ale hlína to rozhodně není)*“, „*V nějaké staré normě jsem kdysi četl, že hlínou označujeme zeminu, která obsahuje jílovitá, prachovitá i písčítá zrna; v dalších normách hlína zahrnuje jemnozrnné zeminy (tj. frakce jílu i prachu), které leží pod čarou A (...)* To názvosloví je v ČR podle mne dost zmatečné (...) Podle mne by se nemělo míchat názvosloví zemin dle zrnitosti a plasticity (tj. pozice v diagramu).“ Určitou větší provázanost pojmu „prach“ se zrnitostí, danou i definicí v ČSN P 73 1005, naznačují ještě dva komentáře k jiným otázkám: „*hlína (zrnitostní frakce "prach")(...)*“ a „*Vzhledem k tomu, že v úvodu píšeš, že "pojem "hlína" je v rámci práce chápán jako ekvivalentní s pojmem "prach" tak rozdíl je v zrnitosti :-)*“.

Otázku vhodnosti současné terminologie zmiňuje i několik dalších respondentů, např.: „*Jedná se o otázky, nad kterými jsem se mnohokrát zamýšlel. A také otázka: Existují vůbec nějaké hlíny (v GT smyslu)? Mají v jiných krajích třeba zase jen samé hlíny tak, jak já (Pardubicko) mám jen jíly? Ale zde je samozřejmě systematická chyba vyplývající z toho, že zeminy, které by pravděpodobně byly hlínami, mi netvoří základovou půdu, a proto je nedávám do laborky.*“ Jeden respondent vystudoval obor v zahraničí a přiznává, že si na české termíny stále nezvykl a nedávají mu úplně smysl, další uvádějí, že vlastně ani nejsou zcela podstatné: „*za zásadní považuji přirozenou konzistenci obou a její možné změny, vazbu na podzemní vodu atd.*“, „*Učil jsem se to dělit sám, podle dostupných publikací, a dospěl jsem k názoru, že rozdělovat zeminy na jíl a hlínu považuji za zbytečné. Např. ve stavební praxi to nemá praktický význam, v některých drobných detailech to ovlivňuje pouze GT návrh, ale v průběhu zjednodušování modelu se rozdíl stírá. Stačilo by jíl, prach atd.*“

4.3 Další zajímavá zjištění z ankety

Hlavním účelem otázky 2 bylo myšlenkově přenést respondenty do terénu, aby se naplno vžili do situace dokumentujícího geologa a odpověděli co nejpřesněji na otázku následující. To ovšem neznamená, že by zjištění z této otázky byla bez zajímavosti i sama o sobě. S výjimkou jednoho respondenta, který si pouze prohlíží řez (metoda z ČSN EN ISO 14688-1 z roku 2003, uváděná i jedním dalším respondentem), využívá každý minimálně tři z uvedených způsobů zkoumání zeminy, přičemž největší oblibě se celkem pochopitelně těší všechny metody, které vyžadují pouze holé ruce a minimum času. Za zmínku stojí, že celá řada klíčových metod uváděných v aktuálně platné ČSN EN ISO 14688-1 (zkouška dilatance, zkoumání chování ve vodě a na vzduchu, drcení vyschlé zeminy) se v praxi neuplatňuje vůbec či zcela minimálně, přestože jsou doporučovány právě pro použití v terénu. Ochutnávání zeminy je tradičně vnímáno jako metoda posouzení zrnitosti, ze sedmi respondentů, kteří je používají, ovšem

zrnitost jako hlavní hledisko (otázka 3) zvolili pouze dva. Jeden respondent uvedl vlastní originální metodu „vzorek házím na hladkou plochu – např. sklo bagru“.

V otázce 9 (Zatříděvané jako M) respondenti uváděli zeminy, které dle jejich zkušeností vycházejí plasticitně výrazně častěji jako hlíny než jako jíly. Dva respondenti uvedli, že s výsledkem M se téměř nesetkávají. Přehled ostatních odpovědí podle odpovídajících geotypů definovaných v rámci této práce a porovnání se závěry analýzy laboratorních dat (kapitola 3) uvádí následující tabulka. Ze zkoumaných geotypů takto vycházel pouze geotyp Tv a pouze jeden návrh respondentů („eluvia vyvřelin“) odpovídá zjištěním z laboratorních dat, je ovšem dobře možné, že na konkrétních lokalitách (např. „terciérní písky (Plzeň)“) a zejména při malém množství vzorků lze získat i výsledky uváděné respondenty. Není zřejmé, nakolik byli respondenti navzdory upozornění ovlivněni příklady uvedenými v zadání otázky – jak sprašové zeminy, tak eluvia granitoidů byly zmiňovány výrazně často, přičemž pět respondentů dokonce cítilo potřebu se ke sprašovým zeminám vyjádřit i přesto, že se s jejich uvedením zcela nebo vůbec neztotožňují.

Tab. 16 Materiály uváděné respondenty jako Mp – otázka 9

Geotyp	Označení uváděné respondenty	Zmíněno	Srovnání s laboratorními daty
O	ornice; humózní horizont	2x	100 % všech vzorků vyšlo jako Cp
E	spraše v původním uložení; spraše; sprašové hlíny; eolické sedimenty; sprašoidní zeminy	6x M, 3x C, 2x nejednoznačné	97 % všech vzorků vyšlo jako Cp (minimum: 33 % na lokalitě 1, ale zde jen 3 vzorky celkem; možná též chybná dokumentace geneze? ostatní lokality drtivá převaha Cp)
D	deluviální zeminy na podloží granitoidů, rul, migmatitů; deluvia rul; svahoviny; písčité hlíny – svahoviny; obecně deluvia	5x	92 % všech vzorků vyšlo jako Cp, ale s velkým dílčím rozptylem v závislosti na typu podloží (minimum: 60 % na lokalitě 1)
F	náplavové hlíny; povodňové hlíny; fluviální náplavy; aluviální sedimenty	5x	82 % všech vzorků vyšlo jako Cp (minimum: 63 % na lokalitě 3)
Ts	terciérní písky (Plzeň)	1x	100 % všech vzorků vyšlo jako Cp (ovšem nejsou písčité ani z Plzně)
PC	eluvia karbonských prachovců a drob	1x	79 % všech vzorků vyšlo jako Cp (minimum: 75 % na lokalitě 3)
P	eluvia migmatitu; eluvia rul, granitoidů; eluvia rul, žul, ap.; eluvia granitoidů; eluvia granitoidů a metamorfik	5x M, 1x C	72 % všech vzorků vyšlo jako Cp (85 % na lokalitě 5, 68 % na lokalitě 6)
podloží neurčené	eluvia hornin; svrchní eluvia jílovců; eluvia aleuritických sedimentárních hornin; eluvia vyvřelin; eluvia kvarcitů	5x	eluvia vyvřelin plus přidružené sedimenty v rámci geotypu Tv: 75 % vyšlo jako Mp; ostatní eluvia vyšla vždy bezpečně jako Cp

5 Diskuse souvislostí

5.1 Platnost závěrů práce

Při přezkoumávání závěrů této práce se v první řadě nabízí otázka, nakolik jsou zjištěné četnosti MC typů skutečně univerzální. Proč by Casagrande definoval čáru A tak daleko od těžiště průměrného mračna bodů? Proč ji během její historie nikdo neposunul výše? Pokud čára dělí zeminy v technicky správném místě, je tedy „plasticitních hlín“ opravdu o tolik méně než „plasticitních jílovců“? Vedly by ke stejným závěrům i výsledky z jiných laboratoří? Nebo zkoušky na jiných zeminách?

Ohledně toho, z jakých dat Casagrande při definici své čáry vycházel, nebyly zjištěny bližší informace s výjimkou obr. 8. Z něj se zdá, že záměrem možná bylo ozkoušet pestré a vyhraněné typy zemin spíše než zkoumat typické rozložení a četnosti u běžných materiálů. Prostor pokrytý zeminami zkoumanými v rámci jeho velkého grafu (mimo výřez vlevo nahoře) v zásadě odpovídá prostoru, v němž se vyskytovaly body zpracované v rámci tohoto výzkumu, ovšem hustota mračna bodů byla u zemin zkoumaných v rámci této práce výrazně vyšší nad čarou A než pod ní (viz obr. 4). Nelze vyloučit, že i Casagrande zjistil totéž a snažil se to naznačit rozdílným zobrazením zemin nad čarou (vyšrafované oblasti) a pod ní (úsečky). Z obr. 1 je zároveň zjevné, že definice čáry A v její počáteční části mu činila určité potíže a vodorovné zalomení bylo přidáno až dodatečně. Právě v této oblasti také mračna bodů u zemin zkoumaných v rámci této práce čáru A „podlézala“ nejčastěji – jediným geotypem, jehož mračno bodů leželo výrazně pod čarou A i mimo tuto oblast, byl geotyp Tv (viz příloha 1).

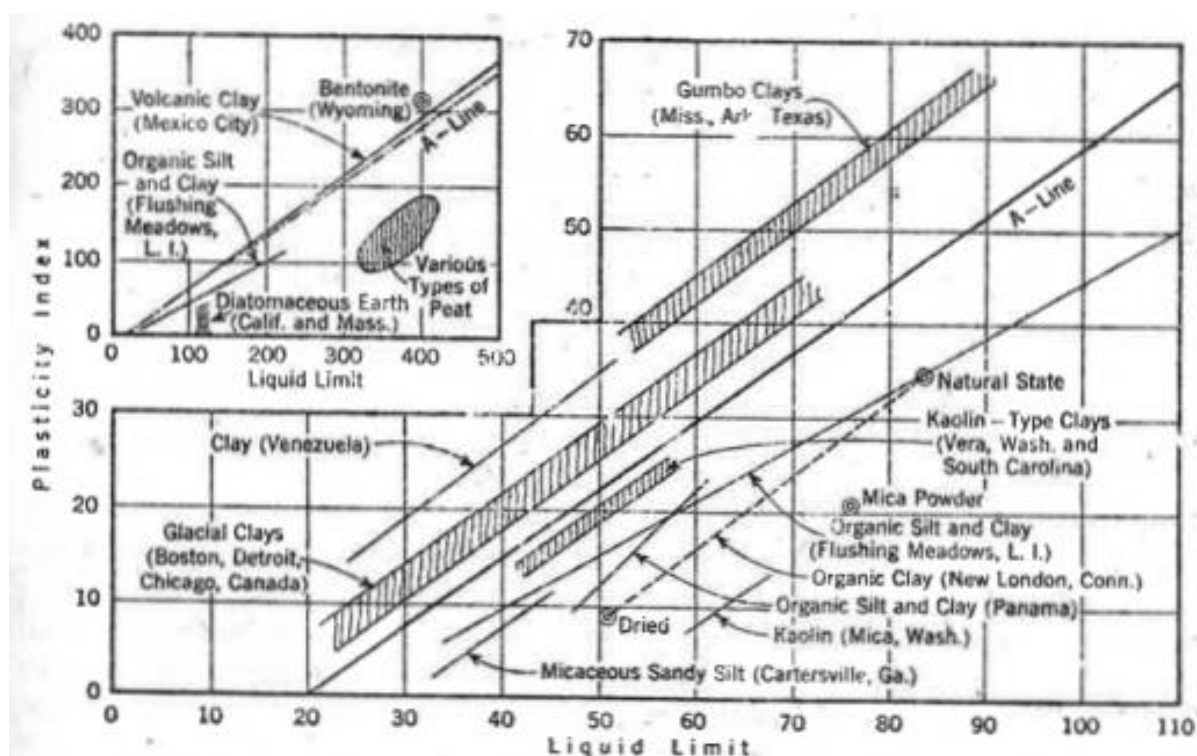


FIG. 5.—RELATION BETWEEN LIQUID LIMIT AND PLASTICITY INDEX FOR TYPICAL SOILS

Obr. 8 Poloha různých typů zemin v plasticitním diagramu dle Casagrandeho (1947)

Za zmínku zde stojí skutečnost, že kaolinické zeminy již v Casagrandeho zdrojových datech (obr. 8) vystupují pod čarou A, a nikoliv nad ní, přestože patří k jílům. Mineralogické složení jemnozrnné frakce je pro pozici v plasticitním diagramu zásadní – čistý montmorillonit se vyskytuje vysoko nad čarou A, illit těsně nad ní a kaolinit těsně pod ní (Holtz a Kovacs, 1981). V závislosti na vzájemném poměru a celkovém zastoupení těchto složek lze získat i zcela neintuitivní výsledky: i vzorek s vysokým podílem jílové frakce se může nacházet pod čarou A, pokud tuto frakci tvoří kaolinit, a naopak i vzorek s nízkým podílem jílové frakce může ležet nad čarou A, pokud tuto frakci tvoří montmorillonit. Při změně podílu (zastoupení) jílové složky se totiž vzorky nepohybují ve směru svislé osy, ale spíše rovnoběžně s čarou A, podobně, jako jsou roztažena pole výskytu jednotlivých materiálů na obr. 8 (Polidori, 2003).

Vhodným směrem dalšího zkoumání by nyní samozřejmě bylo ověřit, nakolik se rozložení dat v plasticitním diagramu může lišit pro různá místa na světě. V rámci rešerše byla zjištěna jedna publikace na podobné téma (Hind, 2017), která dospěla k velmi podobným závěrům jako tato práce a je podrobněji diskutována v následující kapitole. Excerptce a analýza zahraničních dat z případných dalších textů zabývajících se poněkud vzdálenějšími tématy by již přesahovaly možnosti této práce. Lze odhadovat, že minimálně v některých ohledech si budou data na

různých místech světa podobná, např. pokud jde o pozici mineralogicky či geneticky velmi specifických materiálů, jako jsou rozsivkové zeminy či rašelina, v jiných ohledech ale mohou zřejmě vycházet rozdílně. Jedním z určujících vlivů mohou být například klimatické podmínky – lateritické zeminy v tropických oblastech například podle grafu ze studie Morina a Todora (1975, in Mitchell, 2005) vycházely výrazně pod čarou A. Lze odhadovat, že určitou roli může hrát i stáří materiálu či míra jeho „zrecyklovanosti“ – z předkvartérních geotypů zkoumaných v rámci této práce se od obecného trendu nejvíce odchylovaly nejmladší, křídové a terciární materiály, a z kvartérních geotypů pak deluviální a deluviofluviální zeminy, tedy geneze s největší vazbou na matečnou horninu.

Vzhledem ke způsobu stanovování Atterbergových mezí je na místě i ověření, nakolik jsou zjištění této práce závislá na osobě laboranta, resp. laboratoři, která měření prováděla. Za tímto účelem bylo provedeno srovnání výsledků laboratoře SG Geotechnika s výsledky rovněž akreditované laboratoře INGEO – ENVILAB, s. r. o. v Žilině na dvou navazujících velkých zakázkách realizovaných v bezprostředním vzájemném sousedství v prostředí lokality 11 – viz následující tabulka. Je zjevné, že hodnoty ukazatele MzCp z obou laboratoří jsou pro část geotypů prakticky totožné; více se liší údaje pro geotypy F a N, ovšem i u nich platí, že MzCp je vždy jednoznačně nejvíce zastoupeným MC typem. K rozšíření platnosti obecných závěrů této práce na všechny laboratoře působící v České republice lze použít i výsledky dotazníkového šetření. Z 19 respondentů, kteří odpověděli konkrétně (tj. nikoliv „nevím“) na otázku 7 (Převažující MC typy), jich 18 uvedlo, že podle nich u nás dle normového zařazení převažují jíly.

Tab. 17 Porovnání výsledků z dvou různých laboratoří – zastoupení typu MzCp

Lokalita 11		SG Geotechnika	INGEO – ENVILAB
G e o t y p	Y	0,67 (2 vzorky ze 3)	1,00 (1 vzorek z 1)
	O	1,00 (11 vzorků z 11)	1,00 (1 vzorek z 1)
	E	1,00 (33 vzorků z 33)	0,98 (150 vzorků ze 153)
	DF	0,95 (19 vzorků z 20)	1,00 (9 vzorků z 9)
	F	0,77 (41 vzorků z 53)	0,94 (78 vzorků z 83)
	N	0,68 (123 vzorků ze 180)	0,86 (38 vzorků z 44)
Za celou akci		0,76 (229 vzorků z 300)	0,95 (277 vzorků z 291)

tučně jsou vyznačeny „důvěryhodnější“ hodnoty s 10 a více vzorky ve jmenovateli

Pokud jde o dotazníkové šetření, vzhledem k malému počtu a nerovnoměrnosti vzorku respondentů není možné jednoznačně vyvozovat z odpovědí žádné závěry demografického charakteru (nebyly by tedy platné žádné výroky typu „absolventi přírodovědných fakult zohledňují genezi výrazně více než držitelé geotechnické autorizace“), a to ani tam, kde by to data naznačovala (např. že se zvyšující se délkou praxe zřejmě klesá ochota řešitelů přizpůsobovat popisy laboratornímu zařazení). Přestože z analýzy laboratorních dat jasně vyplývá velká proměnlivost poměrů MC typů v závislosti na geotypu a lokalitě, v odhadech respondentů nelze vysledovat vliv jejich regionů působnosti a zdá se, že větší roli mohou hrát jiné faktory.

Závěry šetření nicméně velmi dobře dokládají pestrost přístupů k problematice, spektrum názorů na vhodný způsob jejího uchopení i různou míru všímavosti a informovanosti, pokud jde o četnosti MC typů. Je zřejmé, že slova „hlína“ a „jíl“ mají pro různé řešitele velmi různý význam, který se navíc mění podle toho, jak hluboce o tématu přemýšlejí (rozdíl v odpovědích mezi otázkami 1 a 3), jak dlouho konfrontují svoje popisy s názory kolegů a výsledky z laboratoře, jaké je formovaly normy a jak si všechny tyto informace sami vykládají. Z dotazníkového šetření jasně vyplývá, že mezi řešiteli jsou v zásadě rovnoměrně zastoupeni zastánci všech tří definovaných hledisek (zrnitost, plasticita, idea); že část z nich klade velký

důraz na zapracování výsledků z laboratoře, zatímco pro další jde jen o dílčí informaci, které svůj popis nechtějí podřizovat; že jsou si většinou vědomi určité zmatečnosti terminologie jemnozrnných zemin, ale často nemají přesnou představu o charakteru a míře těchto rozporů.

Respondenti pochopitelně představují jen zlomek odborné obce (aktuálně má ČAIG 143 členů, MŽP eviduje 376 držitelů inženýrskogeologického oprávnění a ČKAIT 405 držitelů geotechnické autorizace), lze ale očekávat, že zastupují spíše její aktivnější a zaujatější část. Nezdá se pravděpodobné, že by ostatní oslovení řešitelé, kteří neměli zájem dotazník vyplnit, o tématu jemnozrnných zemin přemýšleli výrazně více a při práci na zakázkách postupovali výrazně informovaněji než účastníci dotazníkového šetření. Lze tedy usuzovat, že minimálně část jevů zmíněných v předchozím odstavci zřejmě bude postihovat celou odbornou obec, tedy i včetně řešitelů, kteří nebyli respondenty dotazníku.

5.2 Konflikty klasifikačních systémů a náměty k debatě

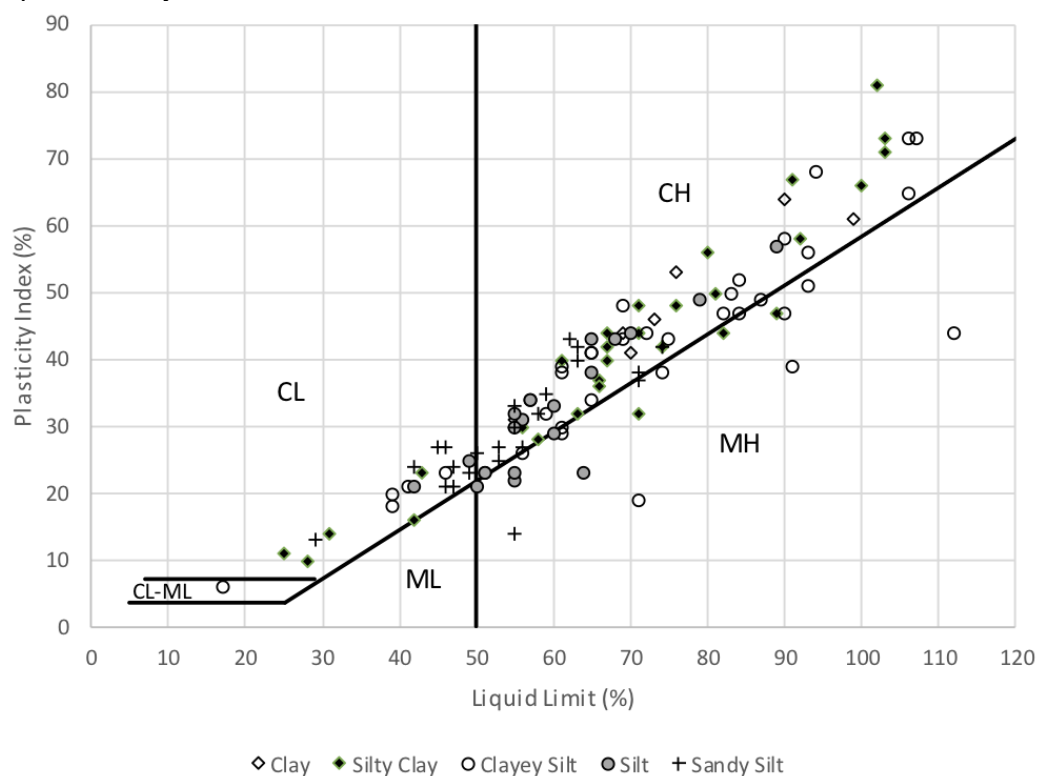
Paralelní existence rozdílných systémů či zvyklostí pracujících s totožnými pojmy a značkami zcela zákonitě generuje nesrovnalosti, jež vedou k pochybnostem, zmatení či nedůvěře uživatelů. Tento ryze praktický rozměr jinak spíše teoretické problematiky je v odborné literatuře značně opomíjen. V rámci rešerše byla zjištěna pouze jedna publikace zaměřená podobně jako tato práce – jde o článek Hinda (2017) z prostředí Nového Zélandu.

Hind zde popisuje rozpory mezi terénní dokumentací a pojmenováním zemin podle plasticitního diagramu. Terénní popisy se řídí doporučeními Novozélandské geotechnické společnosti (NZGS), které mají podle informací v článku převážně ideový charakter: *„NZGS (2005) classifies fine-grained soils as either CLAY or SILT based on the presence of plasticity or dilatancy when manipulated in the hand. Intermediate or hybrid soil names are assigned to those soils that exhibit distinct physical characteristics associated with a subordinate fraction.“* Následně mají být doplněny o výsledky laboratorních zkoušek vnesených do plasticitního diagramu dle USCS, přičemž všeobecná představa předpokládá, že oba postupy se navzájem vhodně doplňují. Realita je ovšem často zcela opačná. Hind analyzoval popisy a laboratorní výsledky 124 vzorků jemnozrnných anorganických zemin z okolí Aucklandu (zvětralé miocenní flyšové sedimenty a pliocenní až recentní fluvialní sedimenty) a dospěl k obdobným závěrům jako tato práce: z plasticitního hlediska výrazně převažovaly jíly a ze zrnitostního hlediska i v terénních popisech převažovaly hlíny (viz obr. 9 a 10).

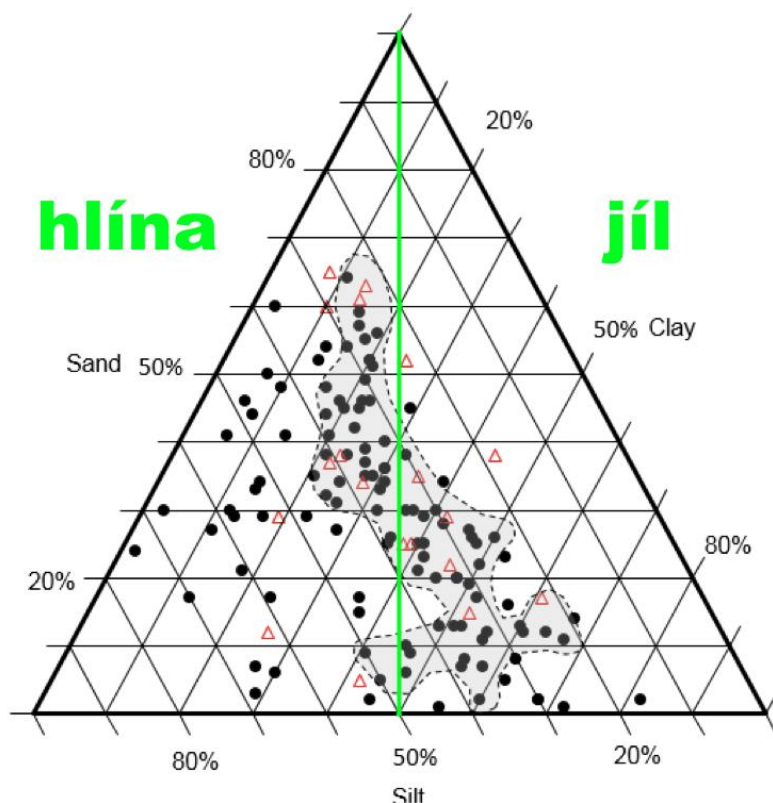
Autor tento rozpor interpretuje tak, že zkoumané zeminy obsahují jednak jílovitou složku s plasticitou dostatečnou pro vnesení vzorků nad čáru A, jednak příměs hlinité (prachové) a/nebo písčité frakce dostatečnou pro změnu terénního chování v porovnání s běžnými jíly. Většina aucklandských zemin na základě terénního chování spadá podle doporučení NZGS do směsných skupin (*silty clay, clayey silt*), k jejichž upřesnění je doporučeno využít plasticitní diagram, ovšem ten neposkytuje příliš přesvědčivé výsledky: *„the plasticity chart often does not correlate at all well with the field determinations“*.

I na Novém Zélandu tak vzniká situace, kdy řešitelé implicitně předpokládají větší shodu mezi různými přístupy, než by odpovídalo skutečným datům, a vzniklé rozpory mohou chybně interpretovat jako vlastní selhání: *„An expectation of convergence can encourage some practitioners to modify field logs to better reflect the laboratory data in the belief that the field classifications are somehow erroneous. Yet a close examination of NZGS (2005) and the Unified Soil Classification System (USCS) indicates that it is taxonomical differences, and not user error, that are the primary reason for the different outcomes. Rather than forcing a convergence, it is better to recognise that field and laboratory classifications are separate non-equivalent processes.“* Zdá se, že plasticitní diagram podle Casagrandeho (USCS) není v novozélandské praxi ukotven tak silně jako v české, neboť Hind jej ve světle těchto rozporů hodnotí poměrně tvrdě (*„In a number of respects therefore, the plasticity chart is not assisting*

and is potentially hindering the classification process“) a doporučuje, aby byl pro místní potřeby upraven či vysvětlen.



Obr. 9 Plasticitní diagram vzorků analyzovaných Hindem (2017); podoba značek je určena terénním pojmenováním zemin podle postupů publikovaných v roce 2005 New Zealand Geotechnical Society



Obr. 10 Upravený zrnitostní diagram vzorků analyzovaných Hindem (2017); kulaté značky odpovídají vzorkům nad čarou A, trojúhelníkové vzorkům pod čarou A, šedě vyznačena oblast s více než 4 vzorky na jeden trojúhelník mřížky, zeleně doplněno rozhraní mezi převahou jílovité a hlinité (prachové) frakce

Vzhledem k pevnému ukotvení plasticitního diagramu v české odborné praxi i k jeho navázání na předpisy definující využitelnost zemin pro konkrétní účely (např. vhodnost do aktivní zóny) není zřejmě účelné vést obdobné diskuse o smyslu čáry A i v našem prostředí. Získaná data ovšem mohou sloužit jako připomenutí faktu, že každá klasifikace má své limity a v určitých situacích se může jevit jako nedostačující, matoucí či dokonce zavádějící. V případě klasifikace dle ČSN P 73 1005 jde kromě základního problému diskutovaného v této práci (asymetrie mezi zrnitostí a plasticitou za použití stejných pojmů a značek) třeba i o situace, kdy se na vzorku obvyklé velikosti nepodaří stanovit konzistenční meze, přestože zrnitostně již zemina spadá do kategorie, která toto vyžaduje (S4/S5 či G4/G5). A naopak, i na některých zeminách třídy S3 či G3 konzistenční meze stanovit lze, jak dokládají i použité vzorky (viz tab. 4). V některých případech může poměrně příznivé stanovení třídy maskovat rizika, která by z použití daného materiálu vyplynula – to se týká například zemin s velmi vysokou plasticitou, které mohou být kvůli vyššímu podílu dalších frakcí zaříděny třeba jako F3, nebo mineralogicky nestandardních materiálů, jako jsou třeba rozsivkové zeminy. Z hlediska vlastností a chování zcela odůvodněné, ale určitým způsobem rovněž matoucí (přínejmenším pro laiky) je ostatně i samo rámcové nastavení hranic tříd dle zrnitosti, kdy je např. jílem nazývána i zemina, která je z více než 50 % tvořena zrný písčité či štěrkové frakce.

Z odpovědí respondentů se zdá, že určitý problém může působit kromě samotných pojmů „hlína“ a „jíl“ a jejich uchopení normami i samotný koncept plasticity. Zastánci plasticity jako hlavního hlediska překvapivě nehlásili vyšší úspěšnost ve shodě popisů s laboratorním zaříděním oproti zastáncům zrnitosti (viz tab. 14 vlevo), přičemž nemůže jít o důsledek nižší délky praxe (viz tab. 11 vpravo). Je možné, že v rámci tvrzení „snažím se vycítit míru plasticity“ různí řešitelé ve skutečnosti vykonávají různé myšlenkové pochody, k čemuž nepochybně přispěla i odborná literatura a terminologie. V plasticitním diagramu například termín „plasticita“ vystupuje na obou osách (osu y představuje index plasticity a vzhledem k pozici na ose x se zeminy označují jako nízko, středně či vysoce plasticité), což je poněkud matoucí. Ve staré verzi normy ČSN EN ISO 14688 pak je plasticita (definovaná jako „*vlastnost soudržné zeminy měnit chování se změnou vlhkosti*“) spojována se zastoupením dílčích zrnitostních frakcí, jak implicitně vyplývá z formulace „*nízká plasticita je charakteristická pro zeminy s vysokým obsahem prachu, zatímco vysoká plasticita souvisí s vysokým obsahem jílu*“ (část 1, článek 5.8), jelikož jiné než zrnitostní definice „prachu“ a „jílu“ (např. s ohledem na mineralogické složení) se zde nevyskytují. (Vliv tohoto konceptu dokládá i komentář jednoho z respondentů „*plasticita jsou zkouška, která hodnotí chování zemin a to chování je závislé na zrnitosti. Tedy nevidím důvod, proč by měly být v těchto klasifikacích nějaké výraznější rozdíly. Možná bych zkontroloval laboratoř, jestli nešulí provádění mezí*“.) Konfrontace této představy s plasticitním diagramem a klasifikacemi vycházejícími z USCS, podle nichž se mohou vysokou plasticitou vyznačovat i hlíny, ovšem nutně vede ke značnému myšlenkovému chaosu. Upnutí se na normové zařídění z laboratoře pak je zejména u řešitelů na počátku kariéry zcela logickou obrannou reakcí.

Přes rozpory demonstrované výše lze konstatovat, že klasifikace dle ČSN P 73 1005 (dříve dle ČSN 73 1001 a ČSN 73 6133) je v českém prostředí neodmyslitelnou součástí inženýrskogeologické praxe jak na straně řešitelů, tak na straně projektantů a je všeobecně dobře přijímána. Velkou výhodou je i její dlouhodobé používání, které zajišťuje kontinuitu a dobrou zpětnou využitelnost starších posudků. Zřejmě není dokumentován případ, kdy by z jejího užití vyplynul principiální problém pro bezpečnost stavby (nepočítáme-li samotnou klasifikaci nijak nezaviněné používání směrných normových charakteristik z neplatné ČSN 73 1001 pro normou nezamýšlené účely, jako jsou stabilitní výpočty). S rostoucím důrazem normové základny na ověřování geotechnických parametrů zemin zkouškami také klesá riziko maskování anomální nepříznivé zeminy příznivou třídou. Největší nebezpečí tak zřejmě představuje nedostatečná informovanost uživatelů, pokud jde o to, co různé třídy vlastně znamenají i co neznamenaají a jak spolu navzájem souvisejí plasticita, zrnitostní složení a případně i geotechnické parametry zeminy. Pokud budou řešitelé i projektanti používat údaje o plasticitě a zrnitosti sjednocené do klasifikační formy nikoliv jako všespásné orákulum, ale

jako společný jazyk a nástroj, jehož schopností i limitů jsou si vědomi, pak mohou Casagrandeho myšlenky – s potřebnými aktualizacemi – dobře sloužit třeba i dalších 70 let.

6 Závěr a doporučení

Zatřídění zeminy dle některé z používaných klasifikací poskytuje jednoznačnou informaci o její využitelnosti, např. z hlediska použitelnosti do násypu, a má velmi úzkou vazbu na výsledky laboratorních zkoušek. Slovní popis v inženýrskogeologické dokumentaci je oproti tomu vázán méně pravidly a jeho vytváření je velmi komplexní a individuální proces. Jak klasifikace, tak slovní dokumentace jsou výslednicí více rozdílných přístupů, z nichž každý má určité výhody i nevýhody. Zrnitostní pohled je intuitivně výborně srozumitelný, ovšem nemá tak úzkou vazbu na chování zeminy jako pohled plasticitní. Za oběma hledisky původně zřejmě stála určitá abstraktní idea zeminy, již se různé definice více či méně přibližují. Podobný proces sjednocování rozdílných hledisek uplatňují i dnešní řešitelé, když se na základě osobních preferencí a zkušeností rozhodují, zda dají přednost popisu podle zatřídění z laboratoře, nebo vlastnímu dojmu ze zeminy, kdy přihlížejí např. k jejímu chování či genezi.

V odpovědích respondentů nelze zjistit žádný výrazně dominantní přístup k vytváření slovního popisu, který by bylo možné označit za aktuální český úzus. I toto zjištění samo o sobě už představuje podstatnou informaci, která je pro tuto problematiku velmi charakteristická. Je zjevné, že jakákoliv snaha vnést do aktuální praxe větší řád by se snadno mohla stát kontraproduktivní a že jak exaktní laboratorní data, tak osobní zkušenost a odborný nadhled řešitele mají v praxi své místo. Největší prostor pro vývoj situace tak lze nalézt v oblasti obecné informovanosti řešitelů, kteří dosud neměli k dispozici ani souhrnné údaje z laboratorních analýz, ani obecný přehled o přístupech používaných jinými geology, kteří nejsou jejich bezprostředními učiteli či kolegy. Pokud jim tato práce poskytne větší nadhled a oporu pro interpretaci laboratorních výsledků či konkrétnější představu o tom, jak velmi rozdílně si lze vykládat tentýž termín například v různých archivních zprávách, pak splnila svůj účel.

Hlavní zjištění práce vyplývající ze zkoumaných dat a odpovědí respondentů lze shrnout takto:

- Rozdělení jemnozrnných zemin (a jemnozrnných příměsí v hrubozrnnějších zeminách) podle převažující složky jemnozrnné frakce a podle plasticity vede k velmi odlišným výsledkům, přestože se pro obě hlediska tradičně používají stejné termíny a značky. Z hlediska zrnatosti u nás výrazně převažují hlíny, z hlediska plasticity výrazně převažují jíly; zeminy, které jsou zrnatostně hlínami a zároveň plasticitně jíly, se u nás vyskytují výrazně nejčastěji a lze je obecně očekávat v podílu odpovídajícím zhruba tří čtvrtinám vzorků. Zeminy pojmenované podle obou hledisek shodně (jíl–jíl a hlína–hlína) jsou zastoupené navzájem přibližně obdobně a dohromady obvykle zaujímají zhruba čtvrtinový podíl; zeminy, které jsou zrnatostně jíly a plasticitně hlínami, se vyskytují ve zcela zanedbatelném množství.
- Zastoupení jednotlivých podtypů zemin podle kritérií zrnatosti a plasticity (v práci bylo zavedeno označení „MC typy“) se liší pro materiály různé geneze a na různých lokalitách. Jako dobrý ukazatel při zkoumání této proměnlivosti se jeví podíl typu MzCp (zrnatostně hlína, plasticitně jíl), který ve většině zkoumaných geotypů výrazně převažoval. Nižší než poloviční zastoupení a převahu jiného MC typu jevíly v rámci zkoumaných geotypů pouze materiály z regionu terciérních neovulkanitů (převažujícím MC typem zde byly u vulkanických i lakustrinních materiálů zrnatostně i plasticitně hlíny), dále terciérní sedimenty severočeské hnědouhelné pánve a křídové sedimenty třeboňské pánve (převažujícím MC typem byly v obou případech zrnatostně i plasticitně jíly). Řada vzorků zejména v ostatních geotypech, která vyšla plasticitně jako hlíny, ležela velmi těsně pod čarou A a od zbylých vzorků z daného mračna bodů se ve skutečnosti odlišovala pouze minimálně.

- Pojmy „jíl“ a „hlína“ si v popisech každý řešitel používá po svém. U někoho při dokumentaci v terénu převažuje hledisko zrnitosti, u někoho hledisko plasticity, pro někoho tyto pojmy odpovídají určitému konkrétnímu chování, vzorové ideji zeminy (např. jak se roztírá či leskne). Tento prvotní dojem a popis dále může a nemusí být upraven podle předpokládané geneze, zatřídění zeminy z laboratoře, ale i archivních údajů a dalších faktorů. Pokud v textu zprávy není explicitně uvedeno, z čeho slovní popis vychází, její čtenář by neměl předpokládat, že autor zprávy chápe tyto pojmy přesně stejně jako on sám – každý z přístupů zmíněných výše byl dotazníkovým šetřením doložen minimálně u čtvrtiny respondentů.

Jak bylo uvedeno v úvodu, záměrem této práce není doporučit konkrétní vhodný způsob používání pojmů „jíl“ a „hlína“ v dokumentaci, ale pouze přinést konkrétní data a informace pro lepší představu o problematice. Na základě zjištění uvedených výše lze nicméně možná přece jen formulovat jedno obecné doporučení: Nesnažit se vždy za každou cenu sjednotit nesjednotitelné, ale raději více komentovat a vysvětlovat.

Je zjevné, že obecný charakter laboratorních dat je výrazně asymetrický – popis, který by se řídil převažující složkou jemnozrnné frakce, by ve většině případů byl odlišný od popisu, který by se řídil plasticitou zeminy. Normové zatřídění zeminy také nemusí vždy korespondovat s jejím pojmenováním v terénní dokumentaci, které může být vytvořeno např. na základě tradičních názvů pro danou genezi, jako je spraš (tj. prach) či povodňová hlína, nebo na základě pozorovaného chování. Pokud by finální popis v dokumentaci byl důsledně vždy jen otročským „překladem“ normového zatřídění, znamenalo by to ztrátu části geologické informace i omezení osobního odborného vkladu řešitele. Norma ČSN P 73 1005 přitom umožňuje používat i „nesjednocené“ popisy typu „spraš – hlína slabě jemně písčité (F6 CL)“. Nejvhodnějším postupem by tak mělo být, aby každý řešitel popsal jemnozrnnou zeminu co nejlépe podle svých vlastních zvyklostí, za využití svého rozhledu v dané problematice a s přihlédnutím k laboratorním datům – ale aby proces tvorby tohoto výsledného popisu, ať už bude jakýkoliv, po celou dobu vědomě kontroloval a následně ve zprávě alespoň stručně vysvětlil a okomentoval. Jen tak bude jeho dokumentace maximálně srozumitelná, využitelná a interpretovatelná všemi čtenáři zprávy, od objednatele až po jiné řešitele, a to případně i o řadu let později.

7 Poděkování autorky

RNDr. Luděk Follprecht mi kdysi poradil: „*Když nevíš, napiš u F sudé číslo zatřídění, máš větší šanci, že se trefíš*“, čímž podnítil můj dlouhodobý zájem o tuto problematiku.

Ing. Jan Boháč, CSc., Ing. Vítězslav Herle, doc. RNDr. František Kresta, Ph.D., RNDr. Jan Najser, Ph.D., Ing. Jan Novotný, CSc., RNDr. Petr Pícha, Ph.D., Mgr. Jiří Rout a RNDr. Radek Suchomel, Ph.D. viděli různé části této práce v různých stádiích rozpracovanosti, ochotně se mnou probírali její různé aspekty, navrhovali mi vhodné směry dalšího studia a poskytli mi řadu cenných námětů a reakcí.

Současní i bývalí kolegové z SG Geotechniky mi poskytli data ze svých zakázek a firemního archivu a při mnoha příležitostech se mnou o tématu zapáleně a zasvěceně diskutovali. Ing. Jan Ďurove mi pomohl získat několik obtížně dostupných odborných publikací.

Rada České asociace inženýrských geologů laskavě rozeslala dotazník všem svým aktivním členům. Dotazník vyplnilo celkem 31 respondentů.

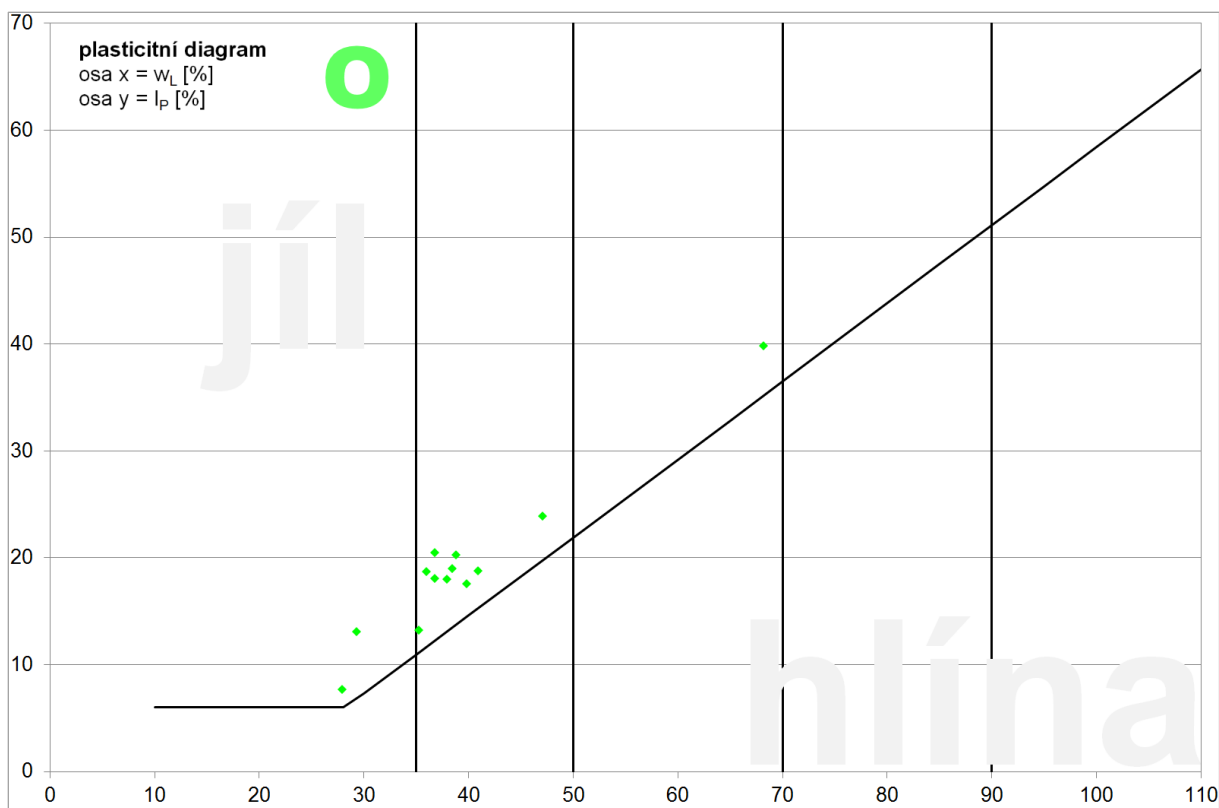
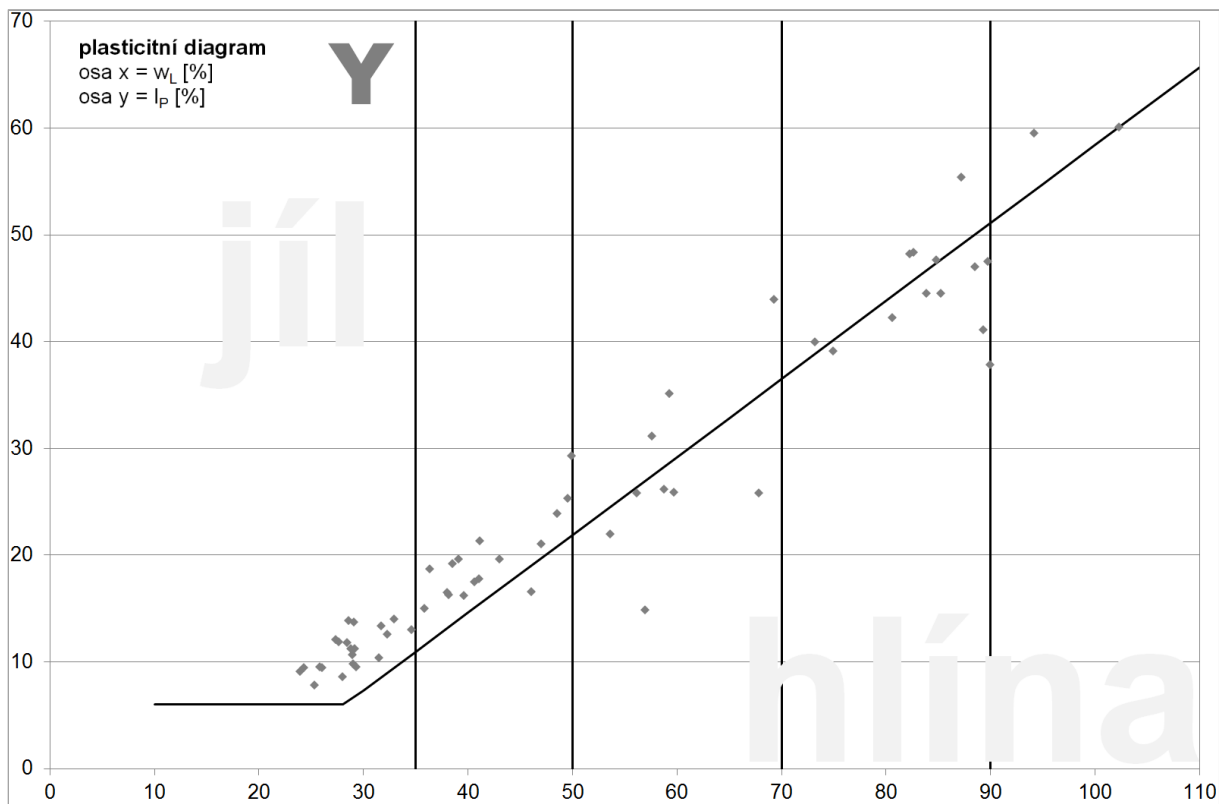
Děkuji také své rodině za čas na bádání a všestrannou odbornou i praktickou podporu.

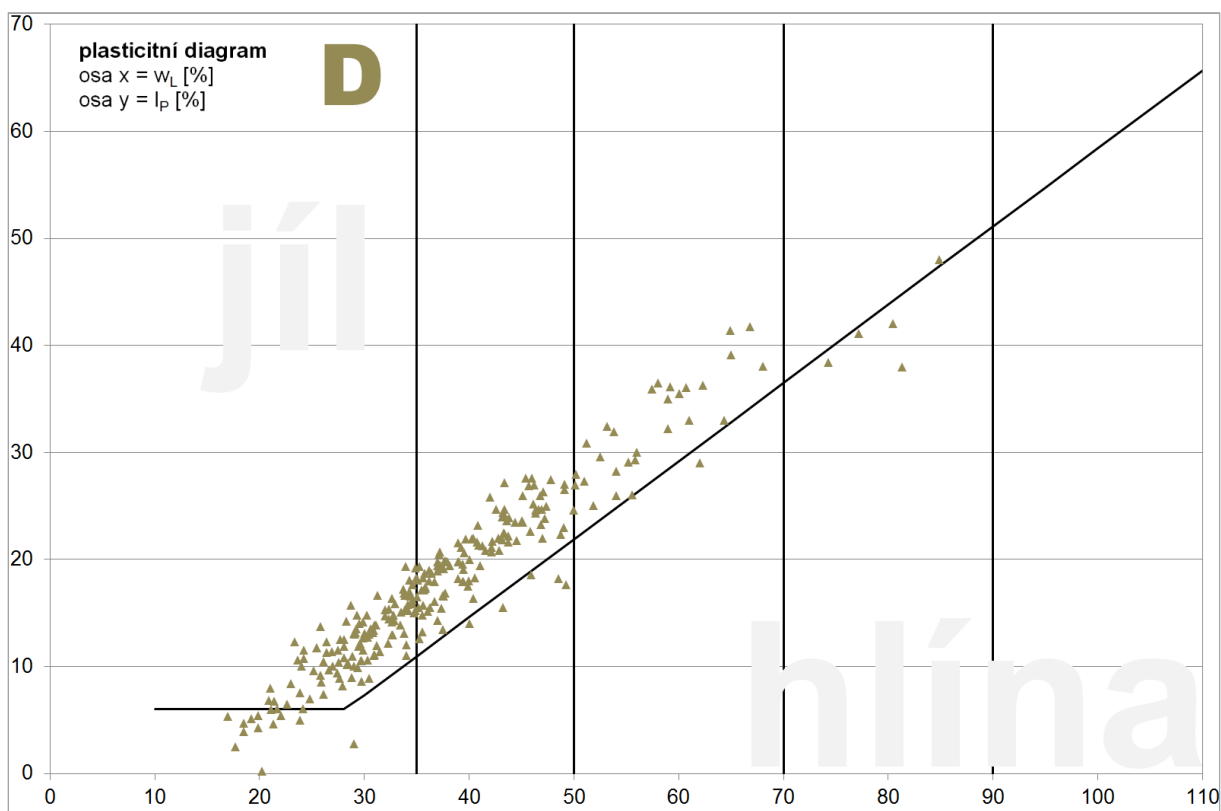
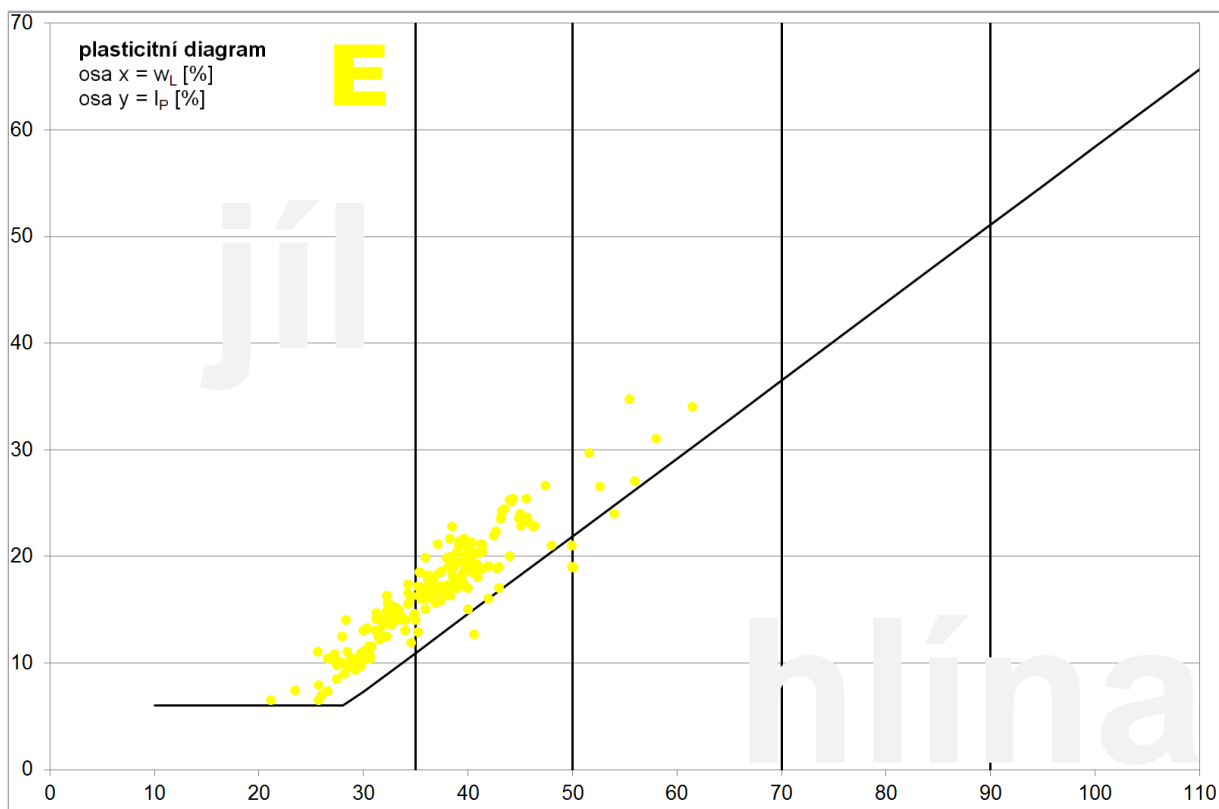
8 Použitá literatura

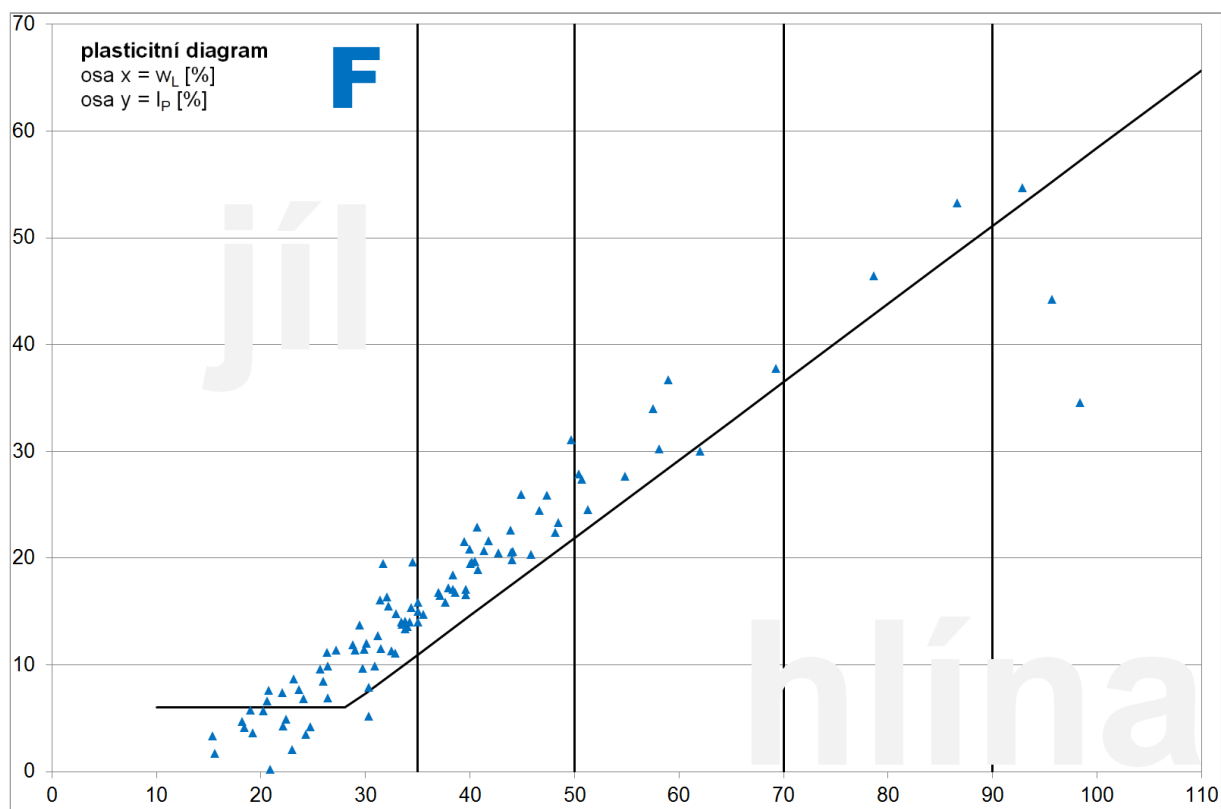
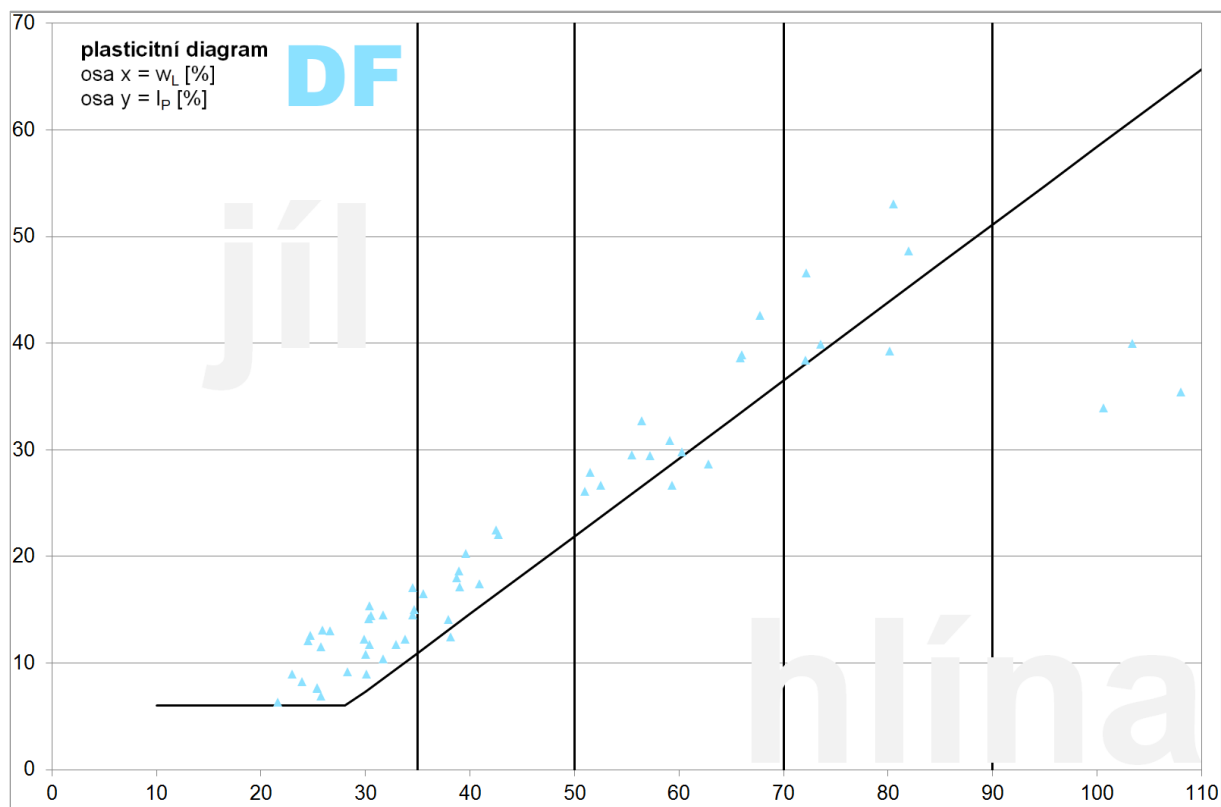
- ATKINSON J. (2007): *The Mechanics of Soils and Foundations*. Taylor & Francis, Abingdon, UK.
- BARNHART T. (2014): *Three Musketeers in Soils Testing: Atterberg, Casagrande, and Terzaghi*. <http://aashtoresource.org/university/newsletters/newsletters/2016/08/04/three-musketeers-in-soils-testing>
- BAUER E. (1960): *History and development of the Atterberg limits tests*. Papers on Soils 1959 Meetings. West Conshohocken, PA: ASTM International. 160–167. <https://books.google.cz/books?id=bMZV9z5jexcC>
- CASAGRANDE A. (1932): *Research on the Atterberg Limits of Soil*. Public Roads, 13, 121–136
- CASAGRANDE A. (1947, jiné vydání též 1948): *Classification and Identification of Soils*. Transactions of the American Society of Civil Engineers, 113, 901–930
- ČSN 72 1001 *Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii* (platná 1990–2004)
- ČSN 73 1001 *Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy* (platná 1988–2010)
- ČSN EN ISO 14688-1 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 1: Pojmenování a popis* (platná 2003–2018)
- ČSN EN ISO 14688-1 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 1: Pojmenování a popis* (2018)
- ČSN EN ISO 14688-2 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 2: Zásady pro zařídování* (platná 2005–2018)
- ČSN EN ISO 14688-2 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 2: Zásady pro zařídování* (2018)
- ČSN P 73 1005 *Inženýrskogeologický průzkum* (2016)
- GÖTZ A. (1966): *Atlas Československé socialistické republiky. Geologická mapa 1 : 1 000 000*. Československá akademie věd. <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~235041~5510252:Geology-#>
- HARTEMINK E. (2016): *The definition of soil since the early 1800s*. Advances in Agronomy, 137, 73–126
- HIND K. (2017): *The Casagrande plasticity chart – does it help or hinder the NZGS soil classification process?* 20th NZGS Symposium. https://www.nzgs.org/library/nzgs20_hind/
- HOLTZ R. D., KOVACS W. D. (1981): *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice Hall, New Jersey, USA
- MITCHELL J. K., SOGA K. (2005): *Fundamentals of Soil Behavior*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA
- ONER M. (1997): *Arthur Casagrande*. <http://www.ejge.com/People/Casagrande/Casagrande.htm>
- PAŠEK J., MATULA M. (1995): *Inženýrská geologie I*. Česká matice technická, Praha
- POLIDORI E. (2003): *Proposal for a new plasticity chart*. Geotechnique, vol 53, No. 4, 397–406
- RYBÁŘ J. (MS, b. d.): *Inženýrskogeologické regiony na území České republiky* (mapa z přednášky)
- SKEMPTON A. W. (1984): *The Colloidal “Activity” of Clays*. Proc. 3rd ICSMFE, Zurich. I, 57–61. https://www.issmge.org/uploads/publications/1/42/1953_01_0014.pdf
- U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station Corps of Engineers (1967): *The unified soil classification system*. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a026473.pdf>

Příloha 1 Souhrnné grafické vyhodnocení laboratorních dat

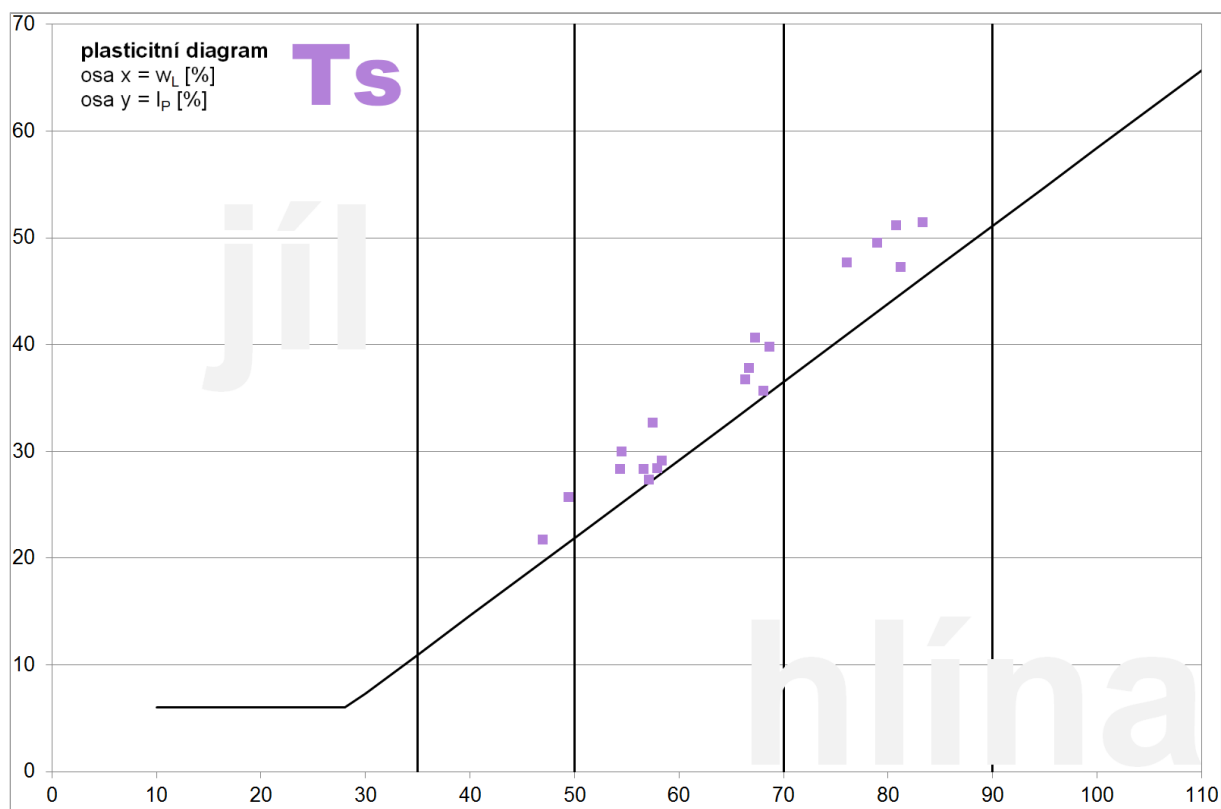
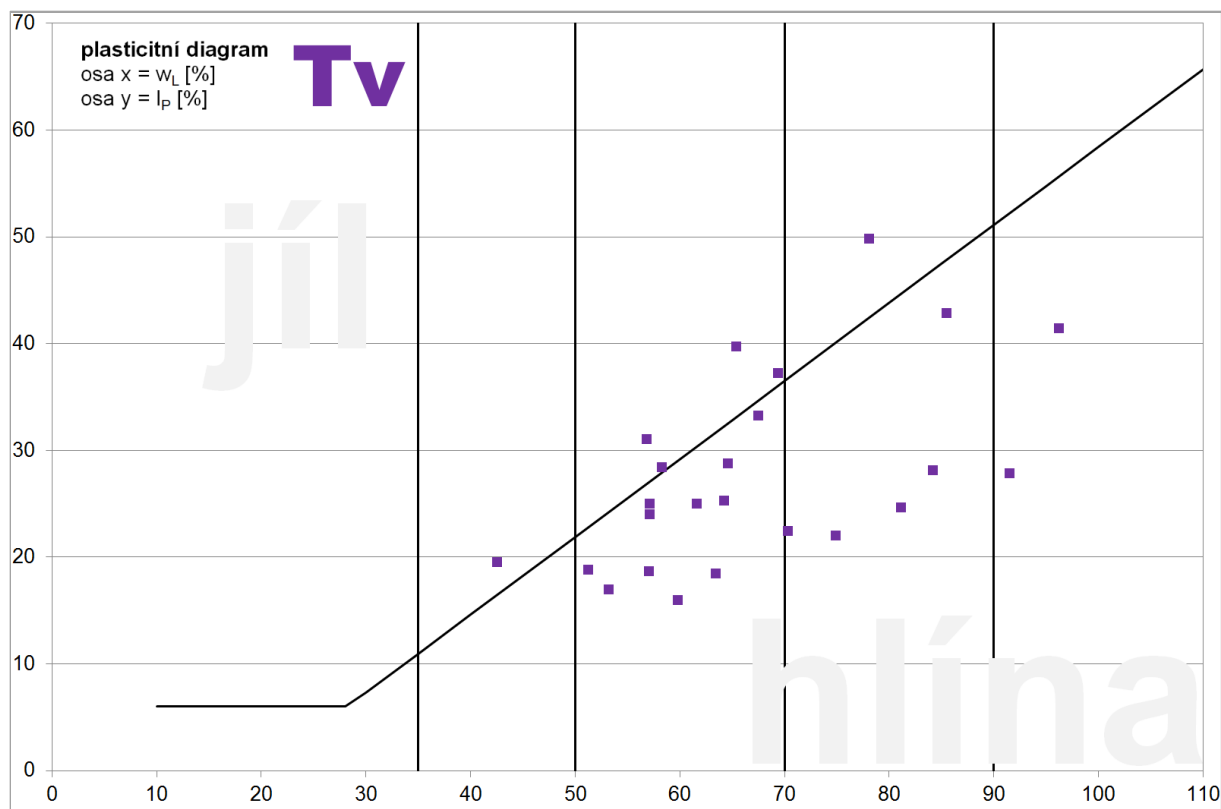
Každý geotyp je uveden v samostatném grafu. Nejdříve jsou uvedeny všechny plasticitní diagramy, poté všechny zrnitostní diagramy. Pořadí i značky jednotlivých geotypů odpovídají pořadí a značkám v textu práce. Kde to bylo možné a účelné, byla vyznačena mračna bodů pocházejících ze stejné lokality.

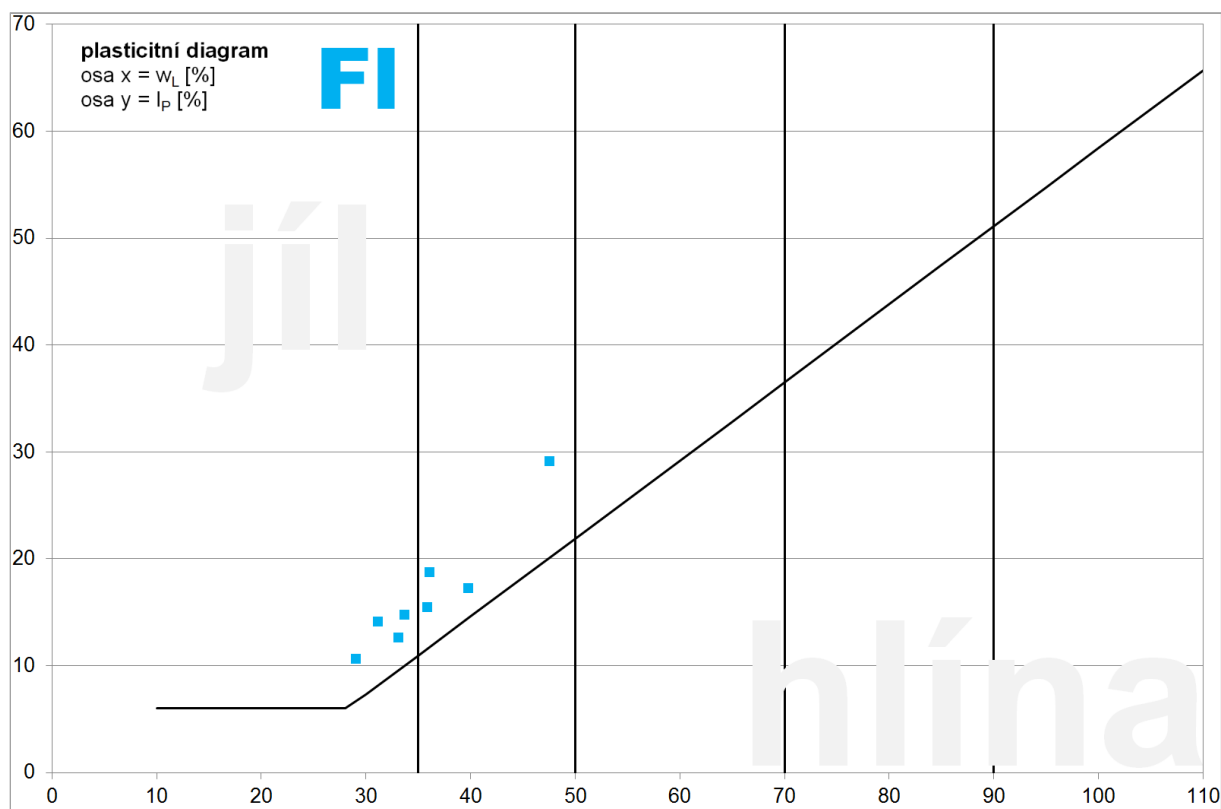
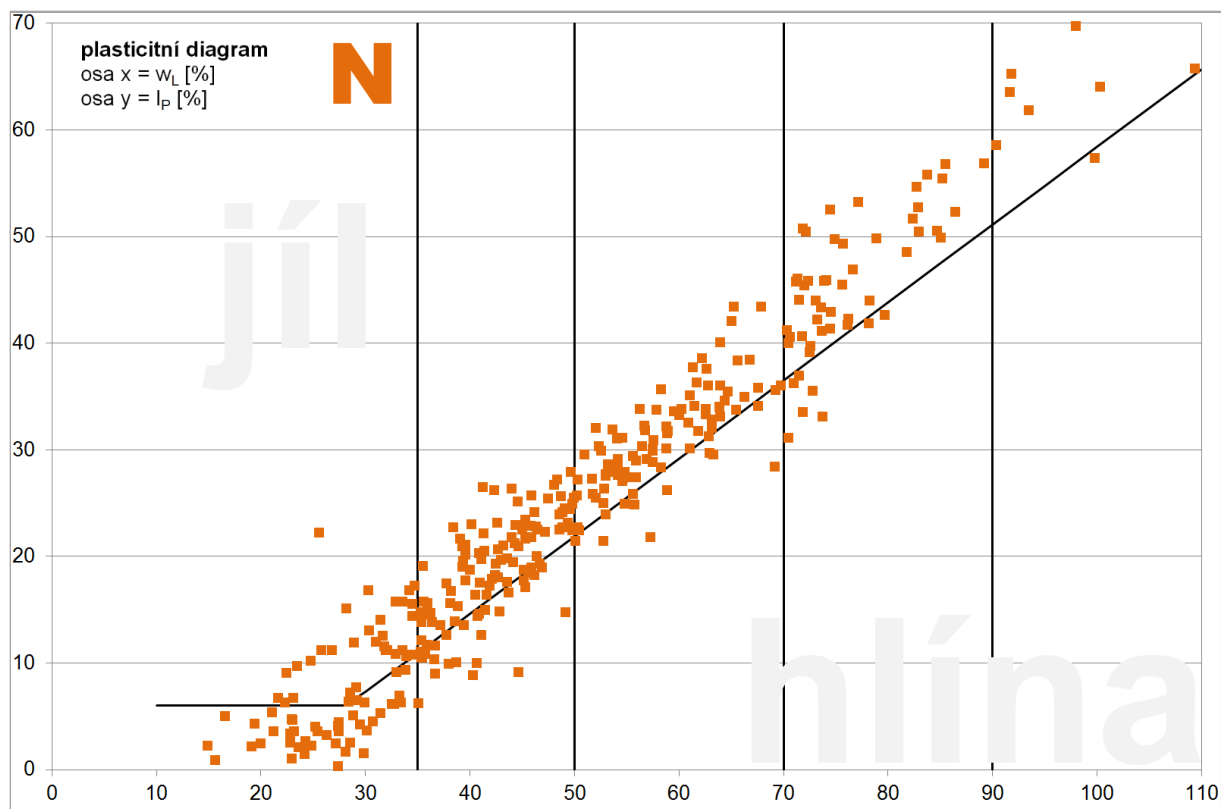


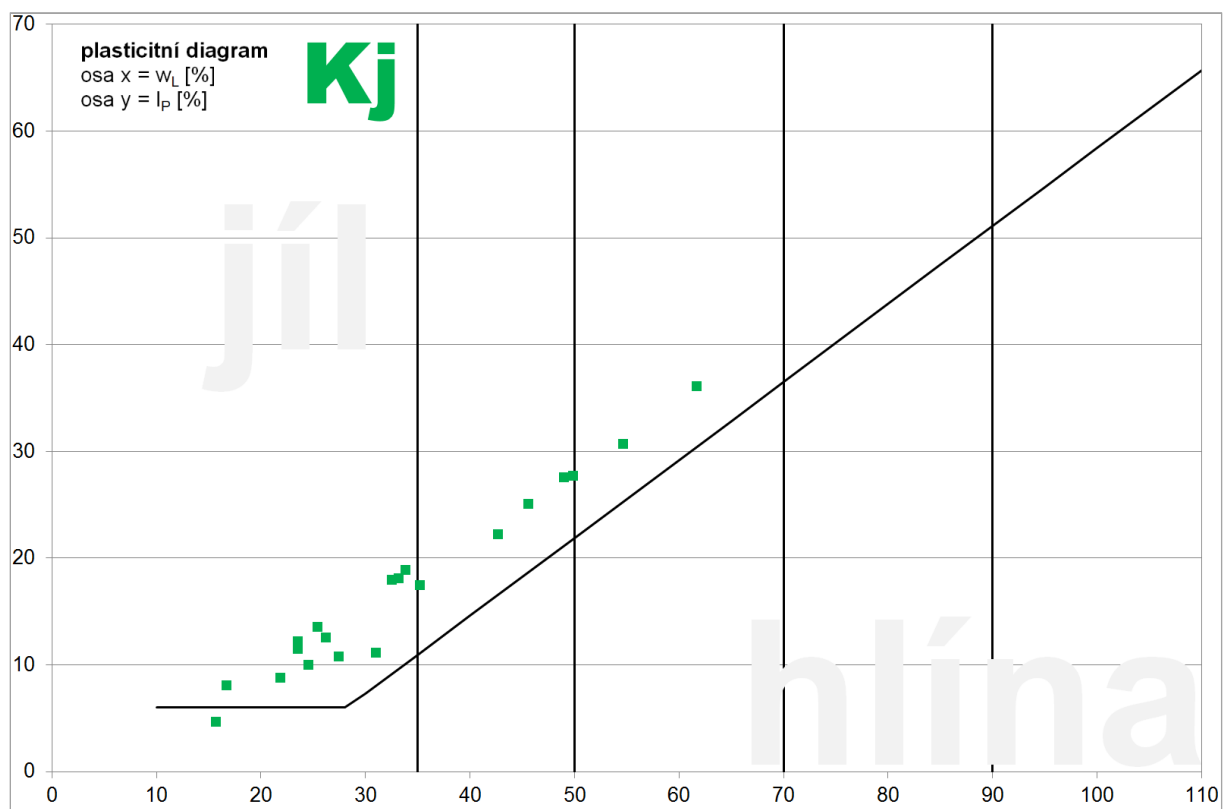
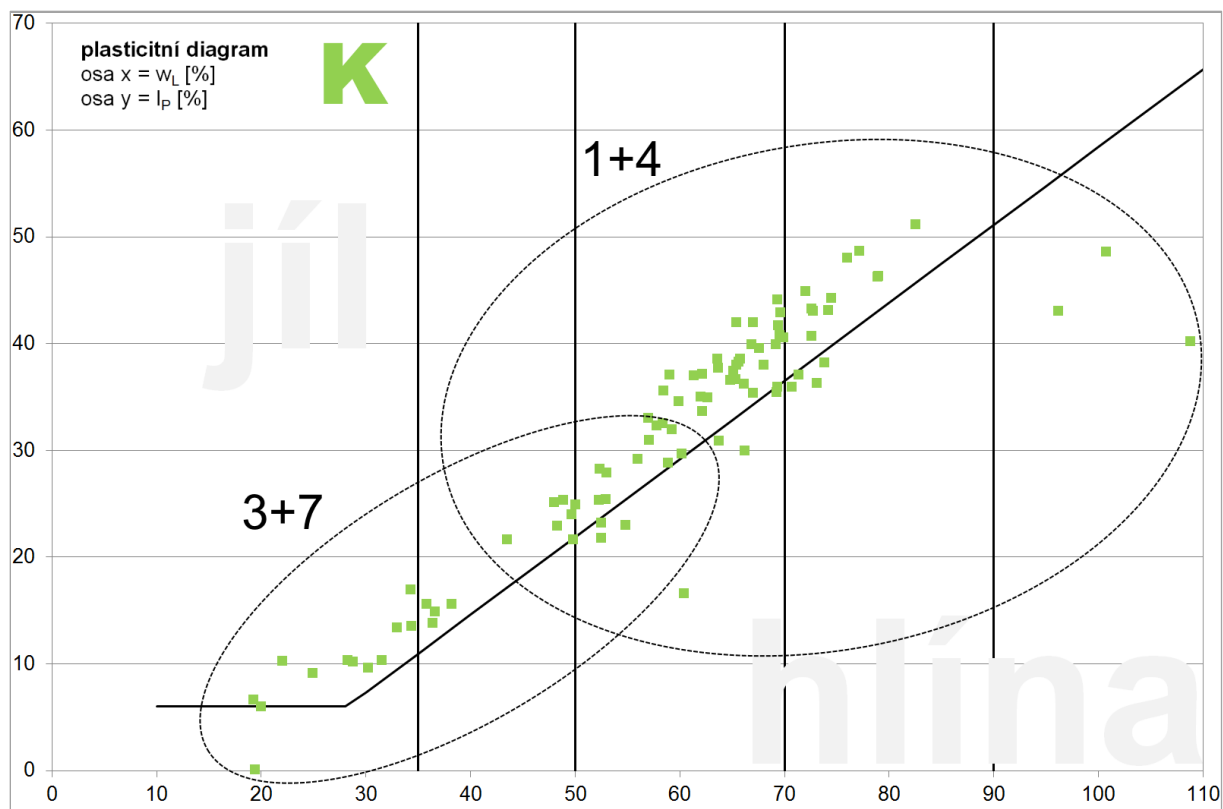


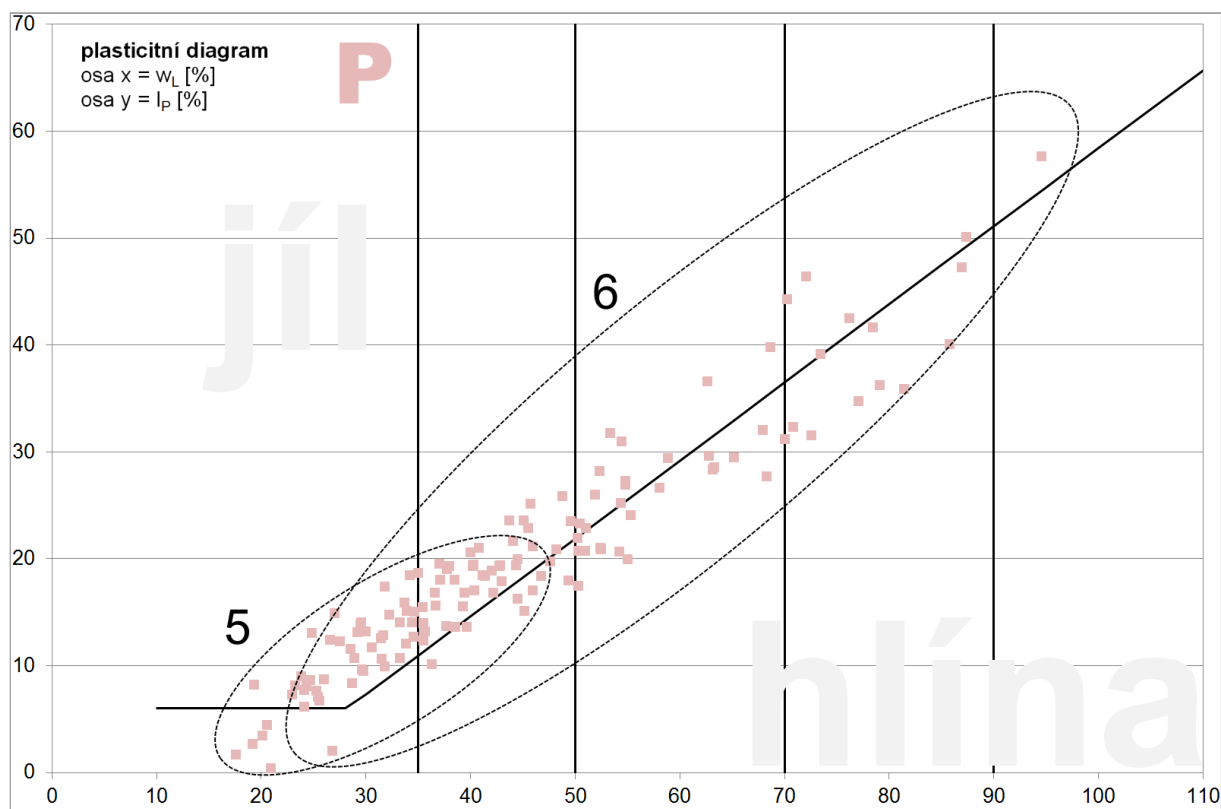
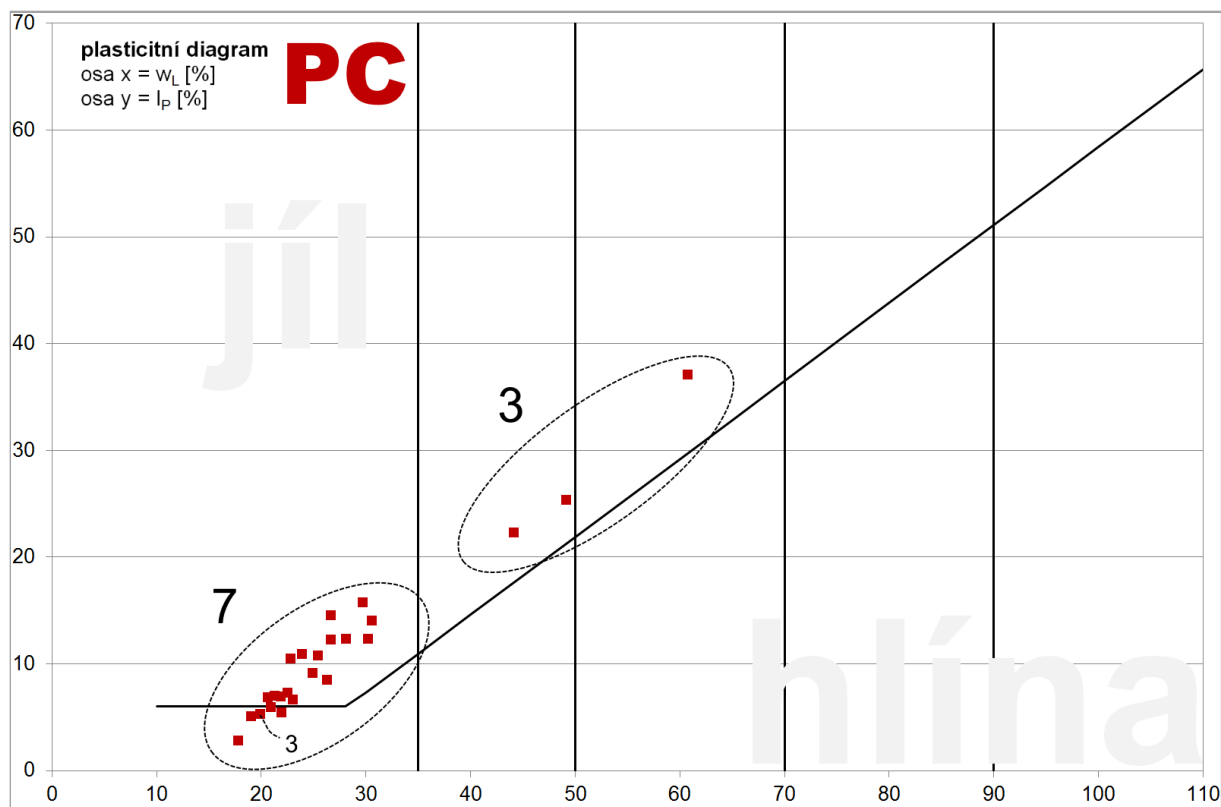


Vzhledem ke zvoleným maximům os není vykreslen jeden vzorek geotypu F o souřadnicích (368,1; 100,2).

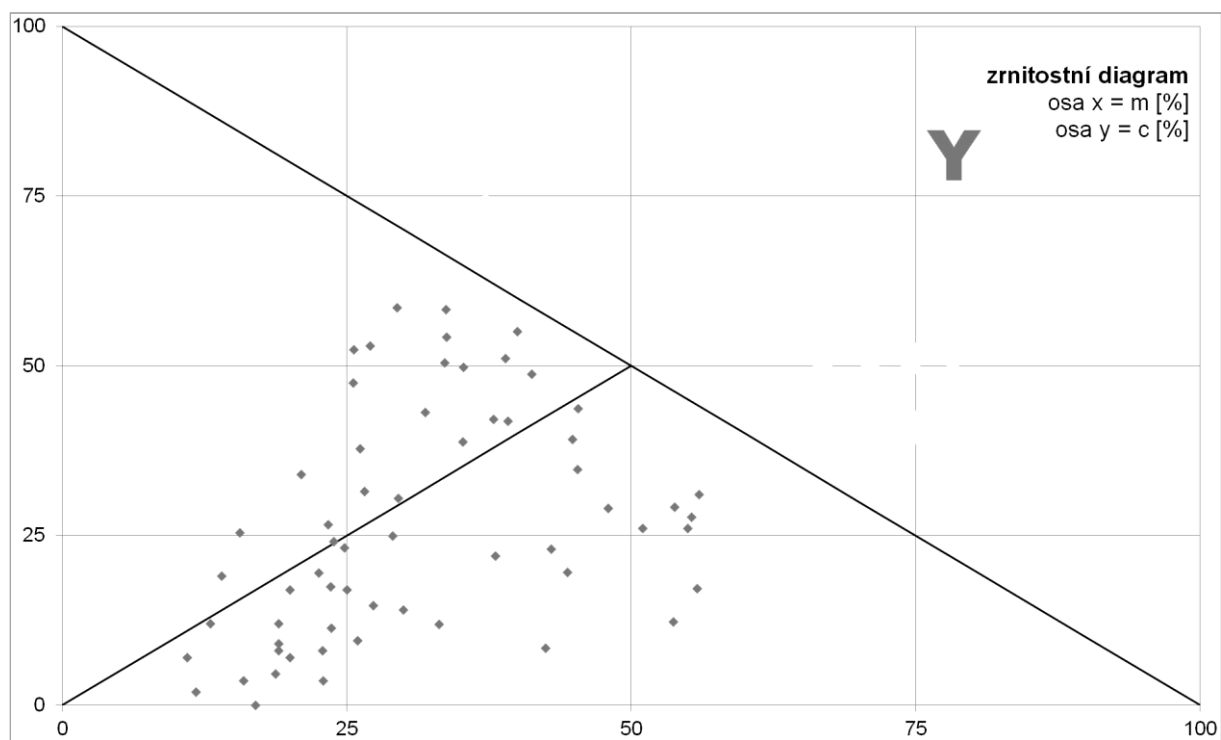
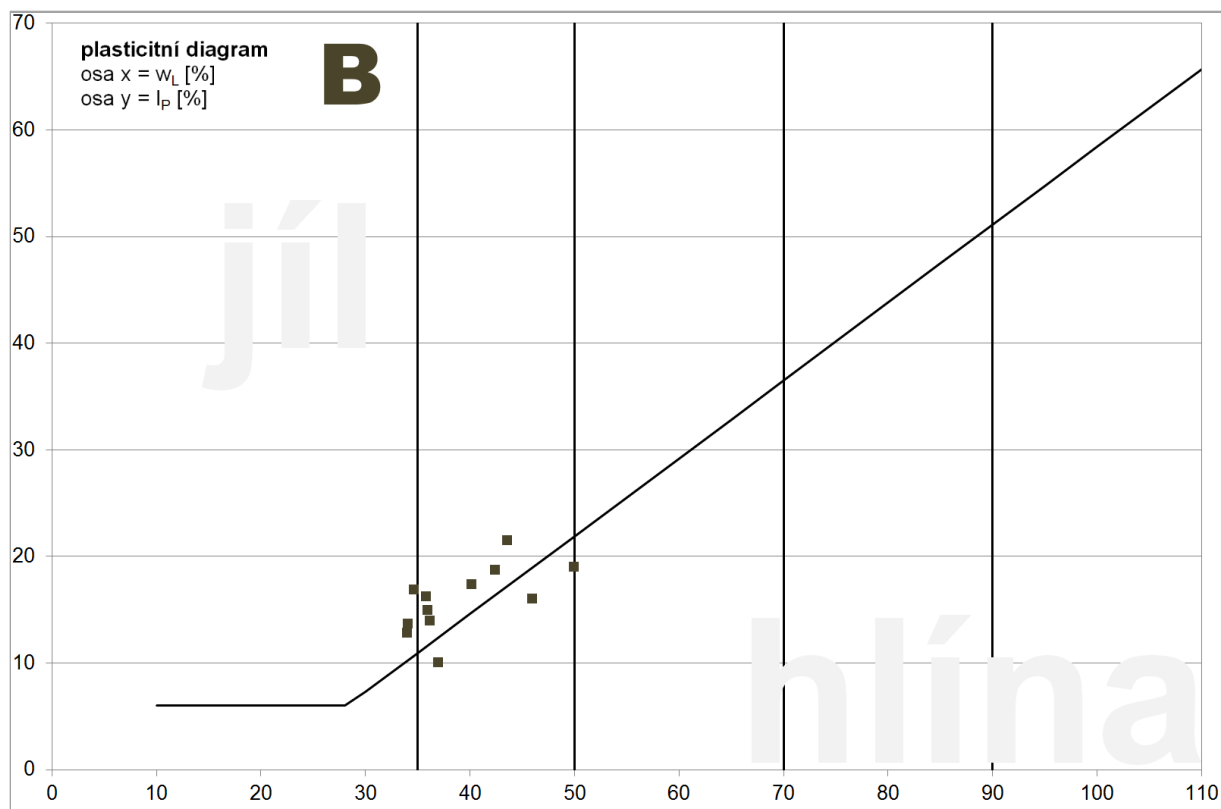


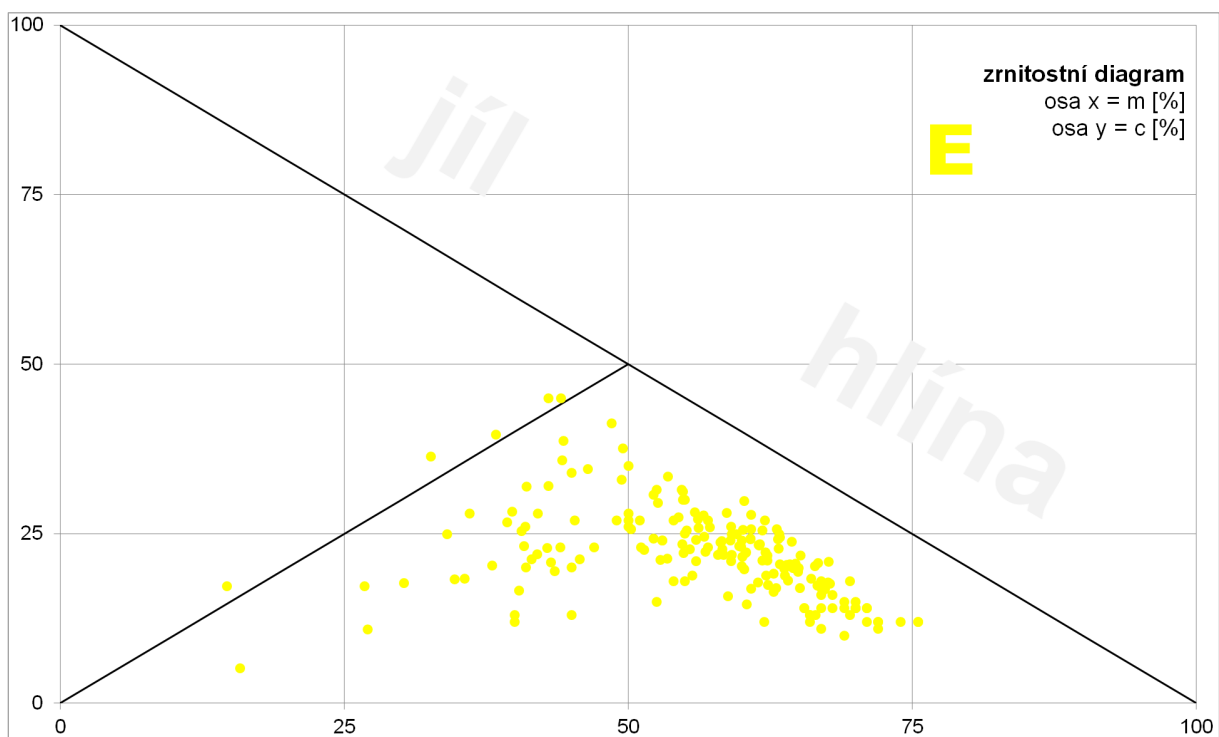
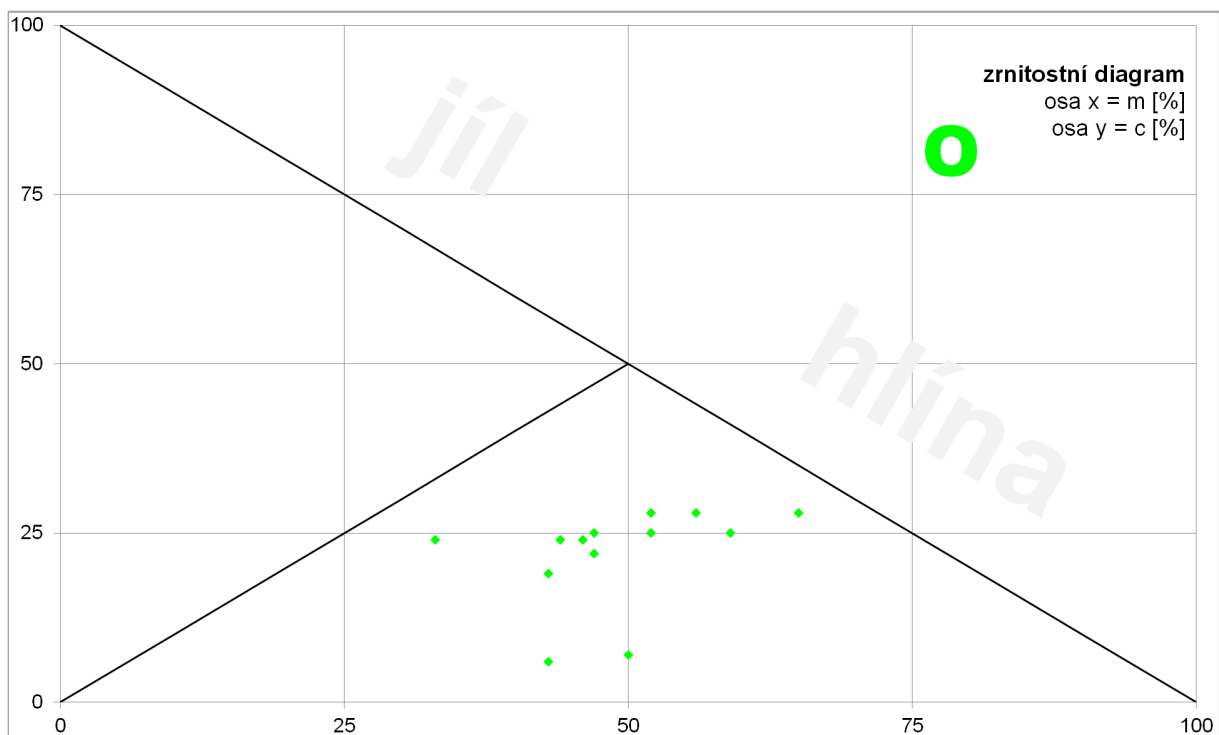


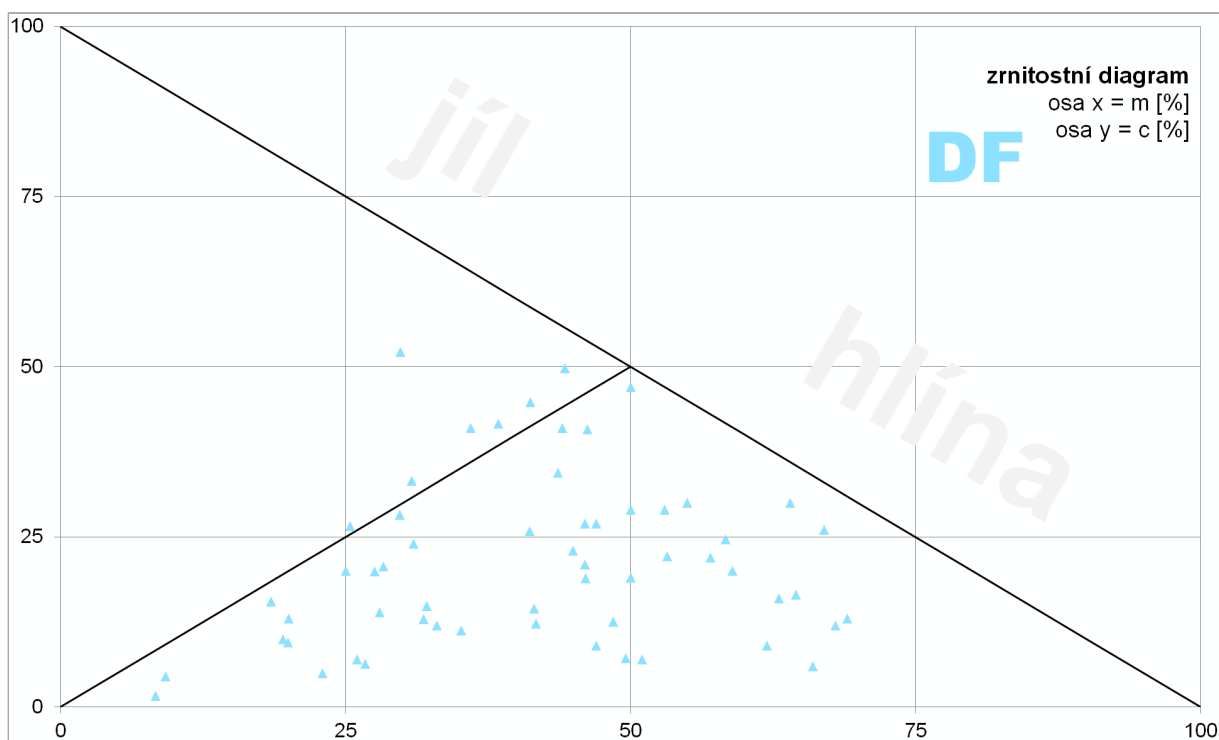
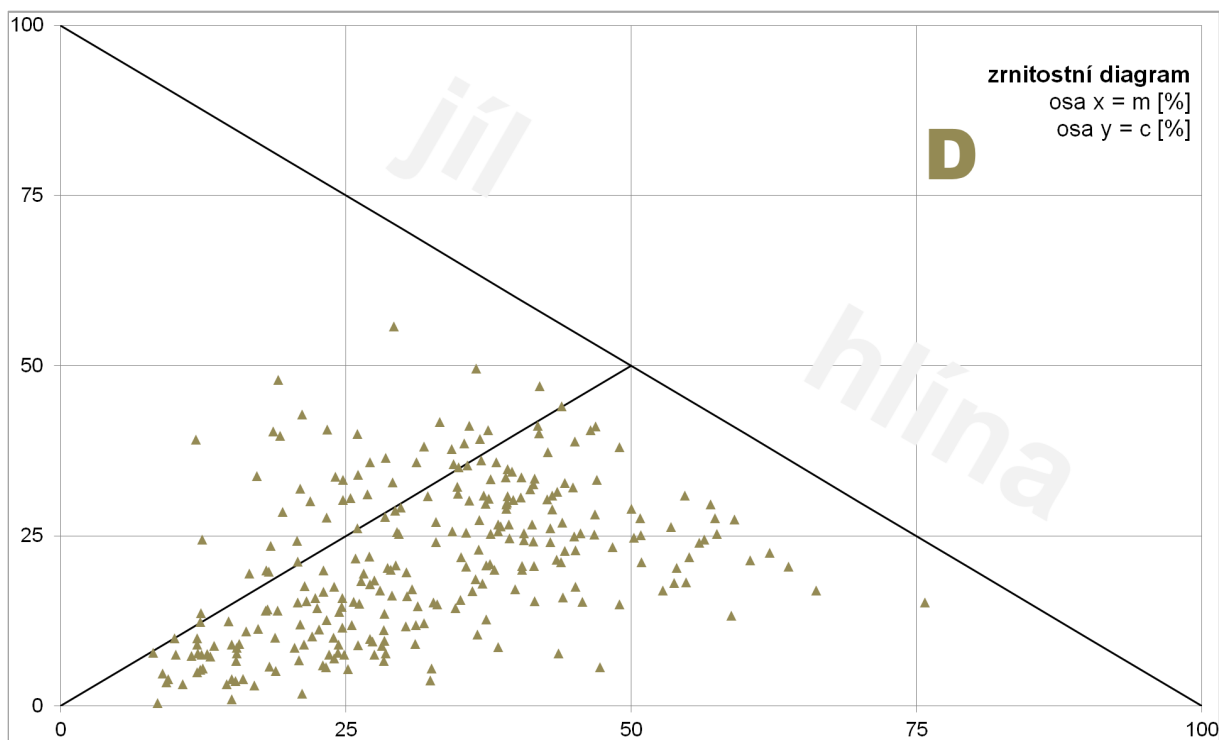


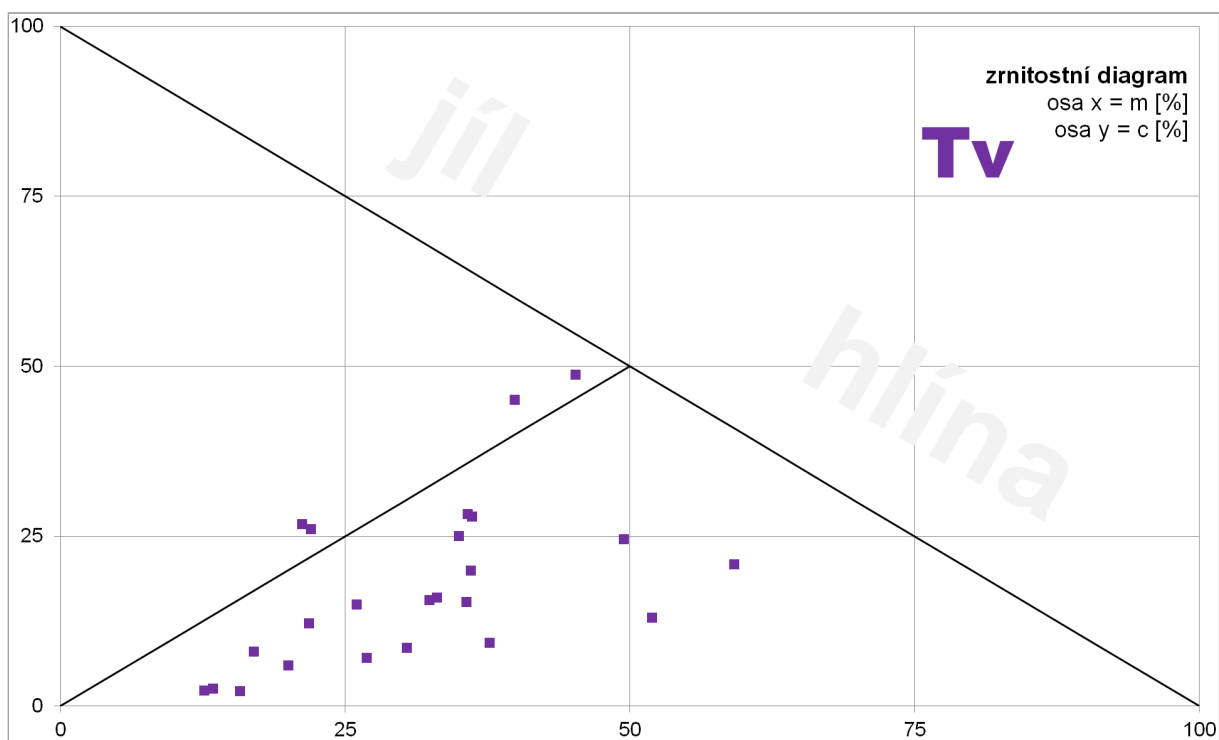
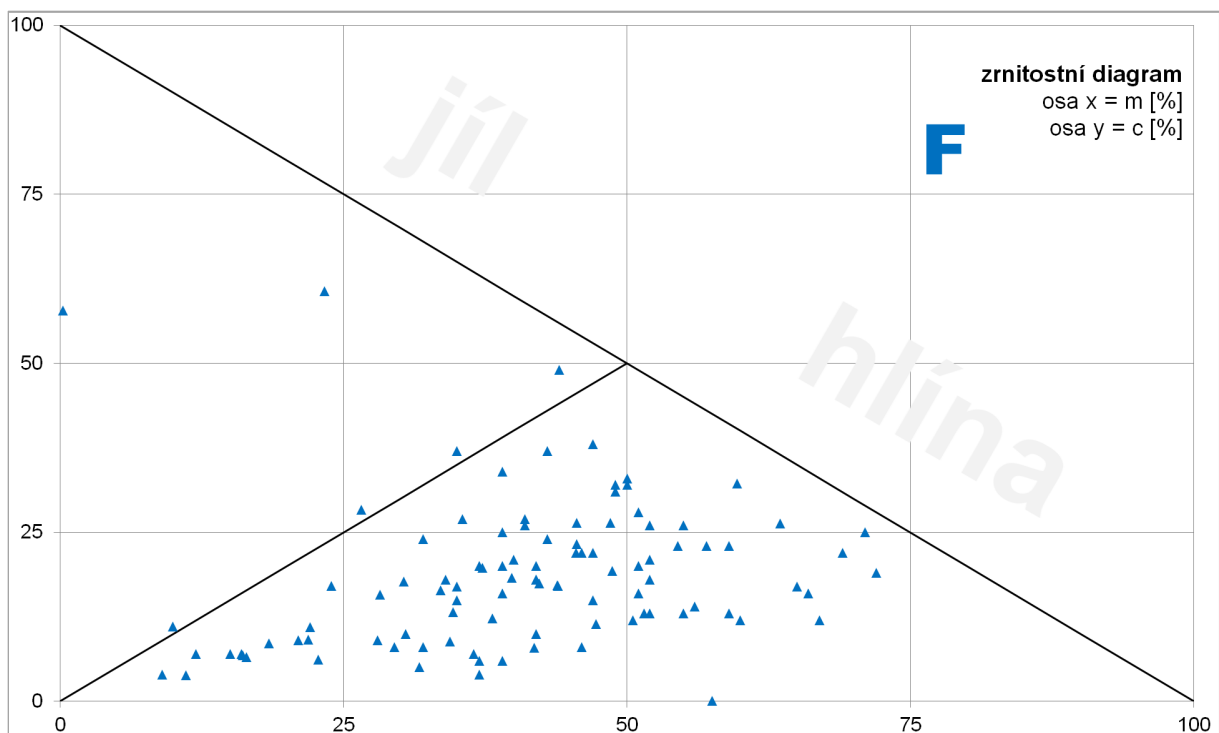


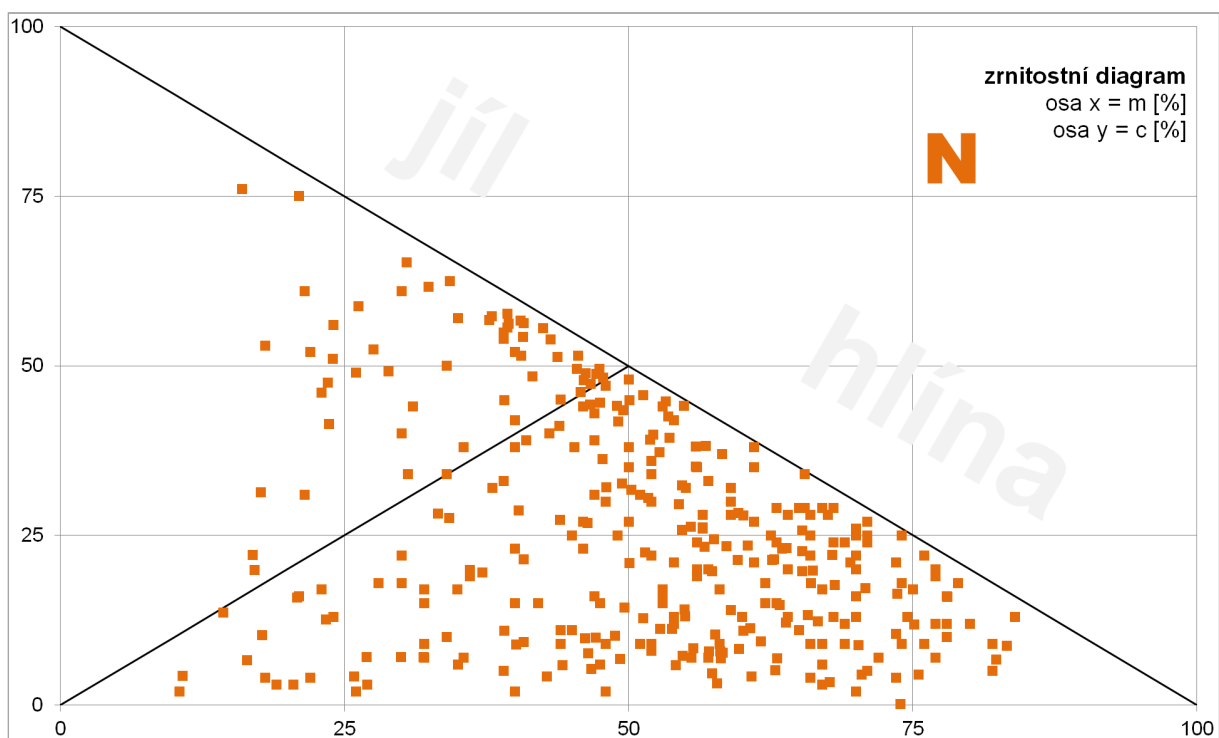
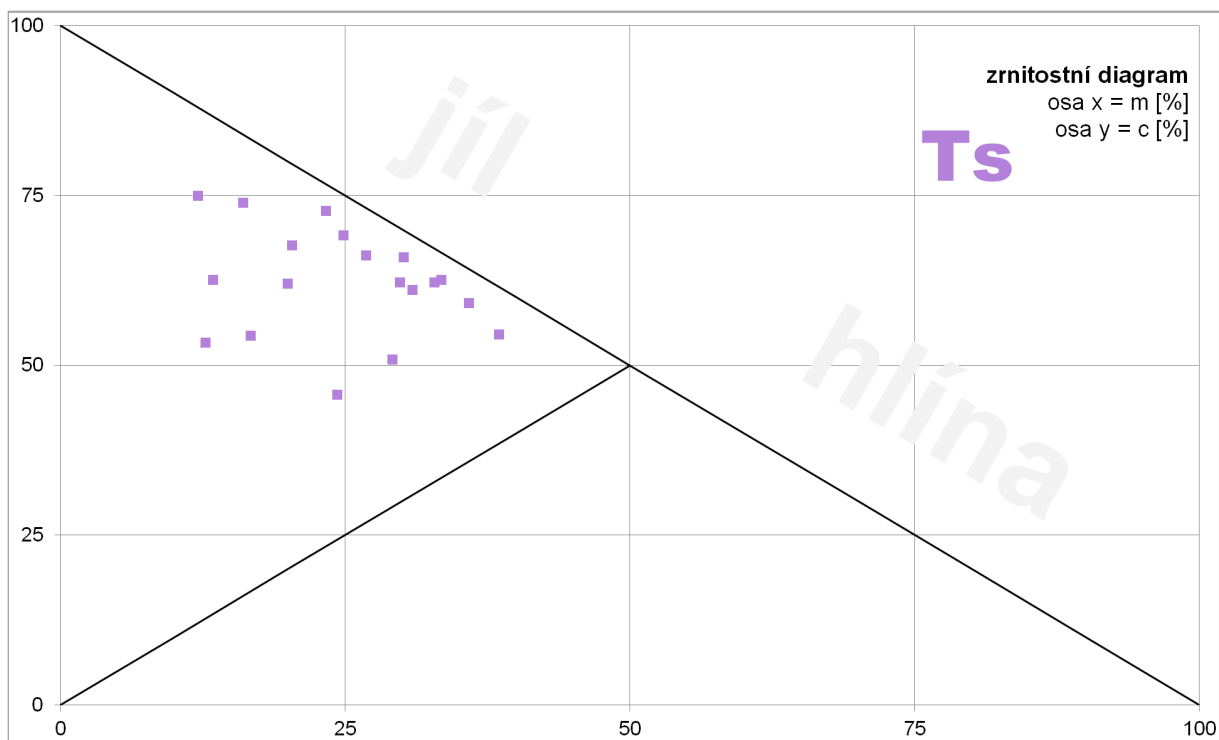
Vzhledem ke zvoleným maximům os není vykreslen jeden vzorek geotypu P o souřadnicích (107,6; 76,8).

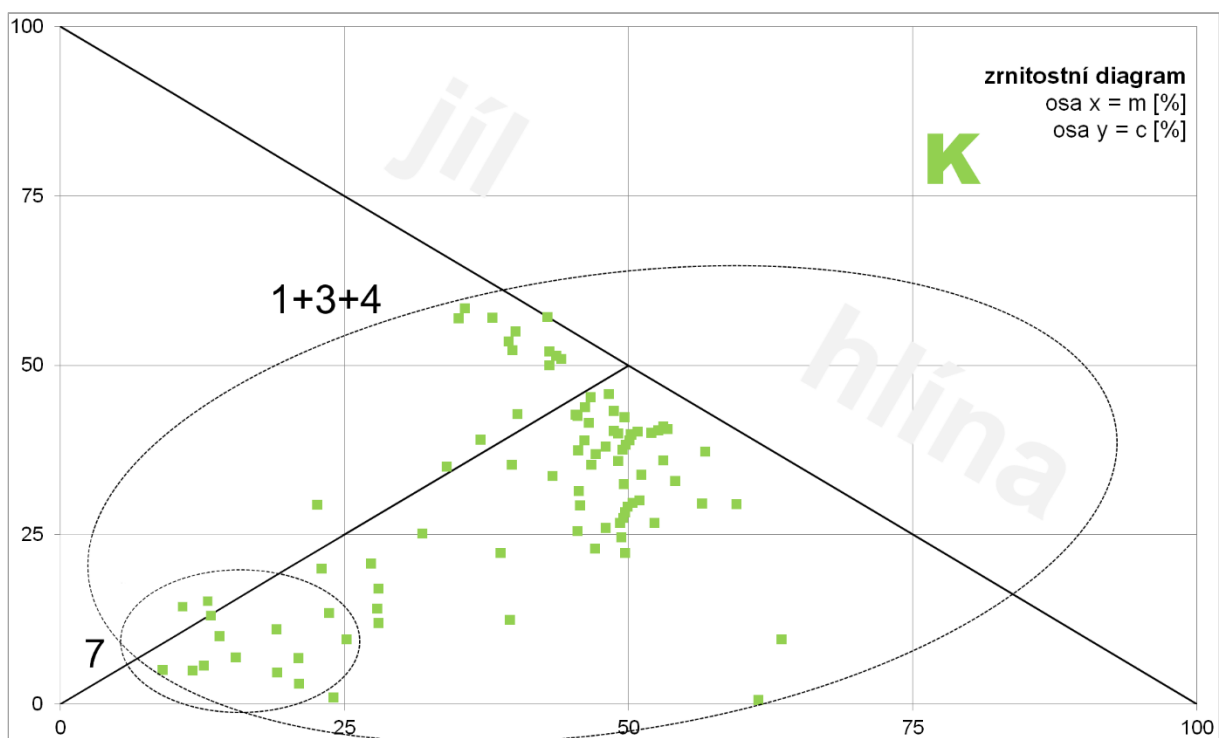
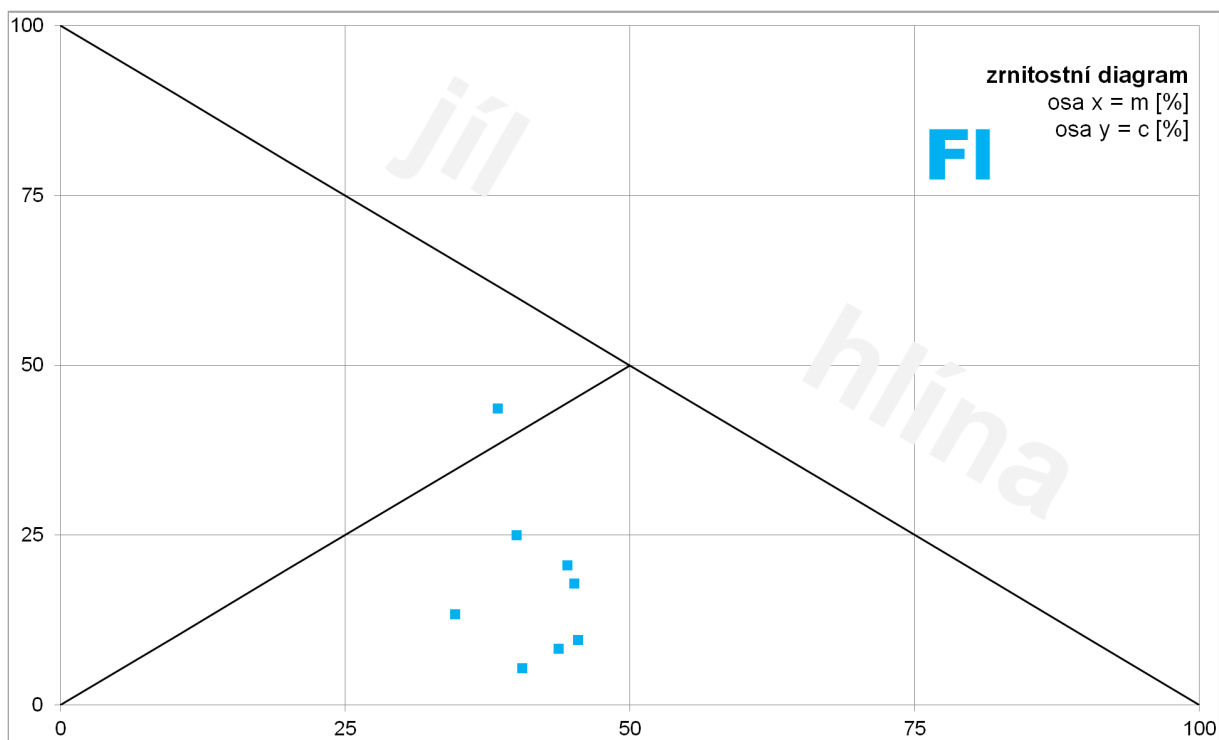


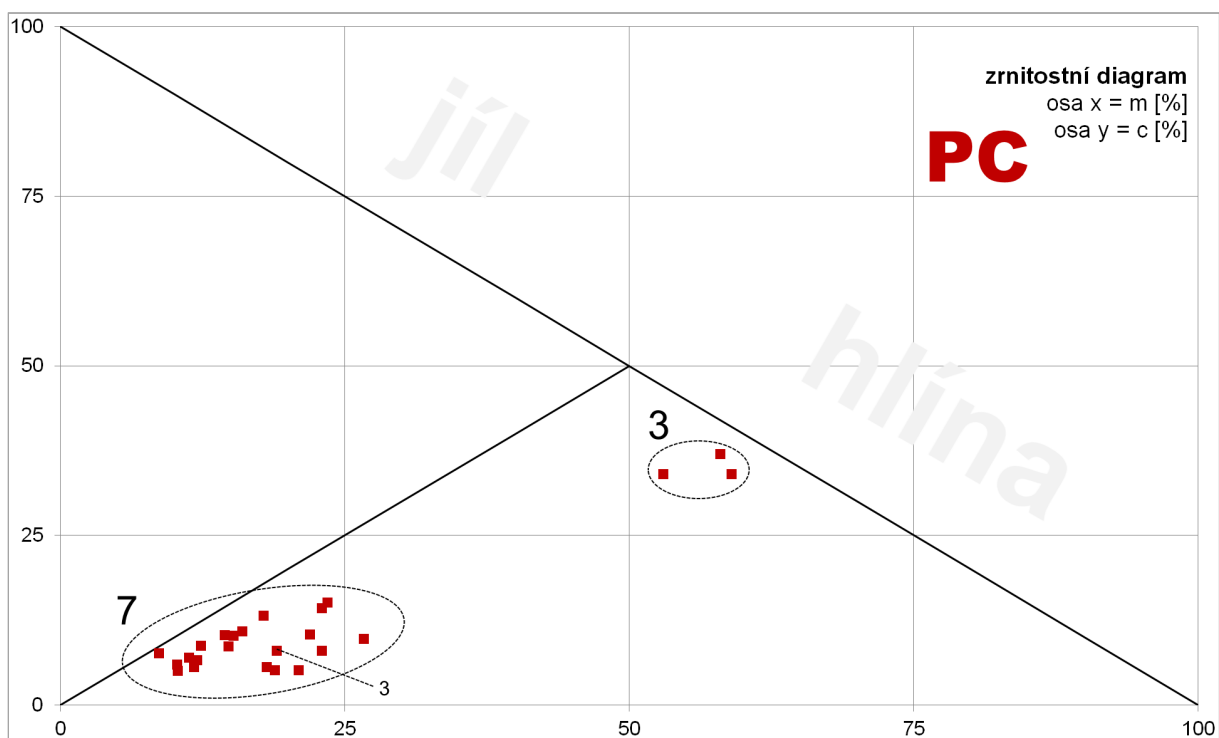
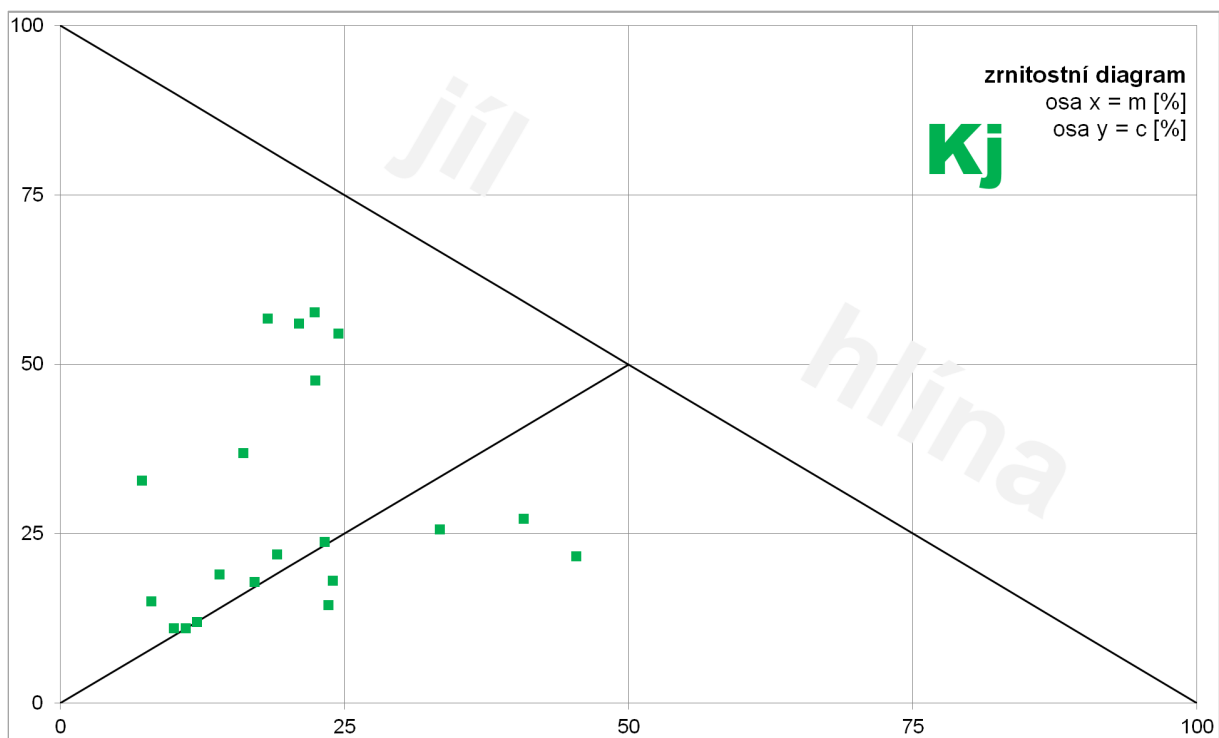


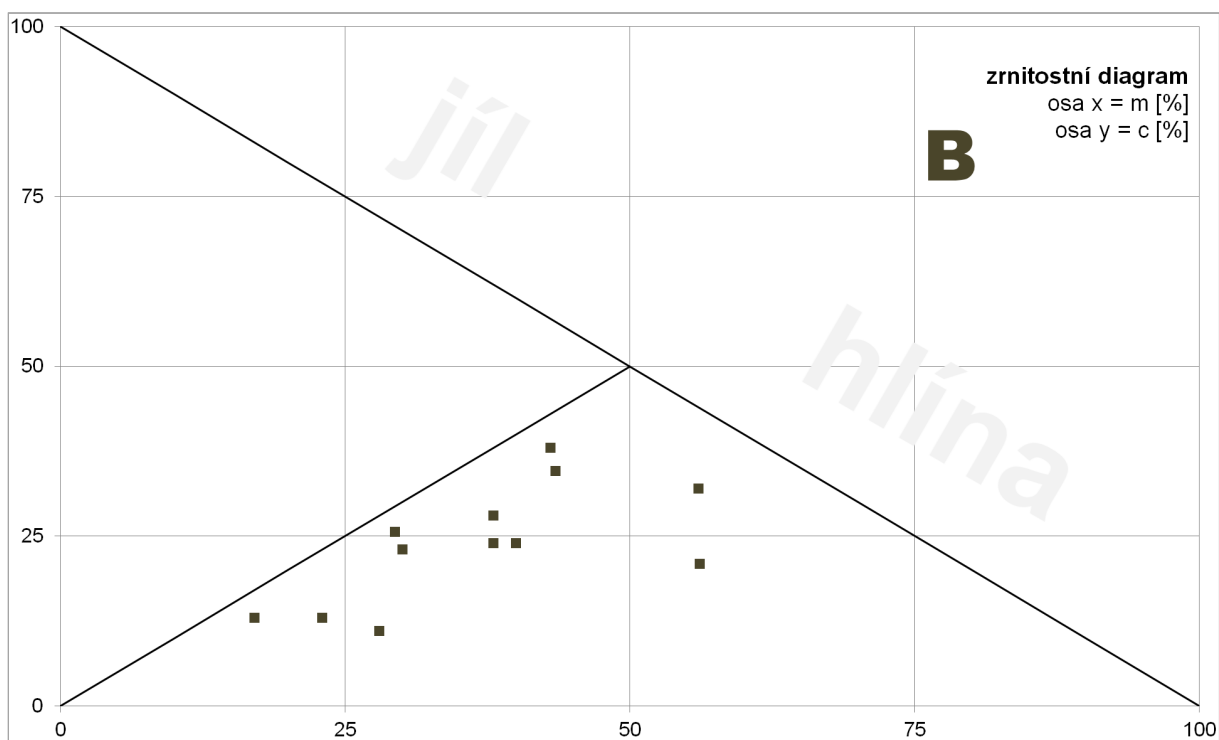
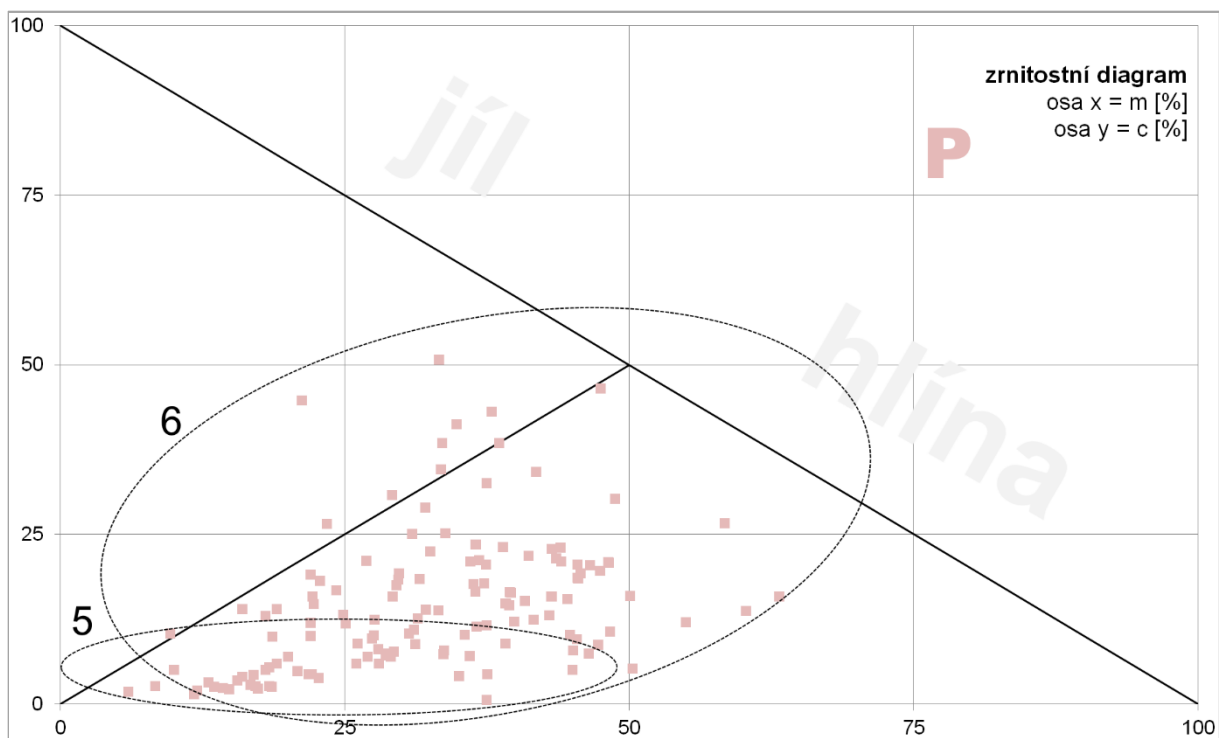












Příloha 2 Souhrnné výsledky dotazníkového šetření

Hlína a jíl v české inženýrskogeologické praxi

Děkuji Vám, že jste se rozhodli vyplnit můj dotazník.

Dotazník je součástí mé osobní výzkumné práce s názvem "Hlína a jíl v české inženýrskogeologické praxi", jejímž výstupem bude v příštím roce odborný článek. Záměrem práce je zjistit, jakým způsobem řešitelé inženýrskogeologických zakázek vnímají a používají tyto dva pojmy (pojem "hlína" je v rámci práce chápán jako ekvivalentní s pojmem "prach") a zároveň jaká existuje korelace mezi touto praxí a laboratorními daty. Dotazník nemá žádné "správné" a "špatné" odpovědi, jeho cílem je pouze zjistit a prozkoumat aktuálně používané postupy a pohledy na věc. (Pokud jste v minulosti používali jiné postupy než nyní, můžete to zmínit v komentáři.) Odpovídejte prostě tak, jak to právě teď cítíte!

Dotazník má celkem 15 otázek -- 10 odborných otázek, 4 otázky k charakterizaci vzorku respondentů a 1 volnou bonusovou otázku. Jeho vyplnění by Vám mělo zabrat asi 20 minut.

Odpovídejte prosím na otázky v tom pořadí, v jakém jsou zadány. Vždy si nejdřív svou odpověď rozmyslete a vyplňte a až poté začnete číst další otázku. K odpovědím se ovšem samozřejmě můžete kdykoliv vracet. Žádná otázka není povinná -- pokud Vám některá nesejde nebo nevíte, co vybrat, nemusíte na ni odpovídat.

Po vyplnění celého dotazníku nezapomeňte úplně dole kliknout na tlačítko "Submit Survey", jinak se Vaše odpovědi neuloží!

Pokud budete mít jakýkoliv námět nebo dotaz, určitě mi napište na tereza.smejkalova@geotechnika.cz.

Děkuji a budu se těšit na Vaše odpovědi

RNDr. Tereza Šmejkalová
SG Geotechnika a.s.

1. Jaký je rozdíl mezi hlinou a jílem? Napište prosím stručně úplně první odpověď, která Vás napadla, i kdybyste si třeba vzápětí uvědomili, že to není odborně úplně přesná nebo vyčerpávající formulace.

Responses (29)
zrnitost, plasticita
hlínu tvoří převážně prachovitá frakce, jíl jílovitá
velikost částic
V zrnitosti
hlína je nesoudržná, neplastická, jíl je soudržný, plastický
rozměr částic
ve smyslu klasifikace zemín zeminy USCS převzaté do našich norem F1, F3, F5, F7 hlíny, F2, F4, F6, F8 jíl a odpovídající třídy S4,S5 a G4, G5
Hlína - většinou ve svrchní části vrstevního profilu, určitý podíl prachovité frakce nebo organiky, jíl - většinou fluvialní, deluviální původ a kombinace.
Hlína skřípe mezi zuby, jíl by neměl
v zrnitosti
nemaže se - maže se, resp. mazal by se, kdybych ho navlhčil?
pozice v grafu plasticity
hlína = prach
jíl je jemnější a hlína je více prachovitá...to mi napadlo jako prvé:)
Vzhledem k tomu, že v úvodu píšeš, že "pojem "hlína" je v rámci práce chápán jako ekvivalentní s pojmem "prach" tak rozdíl je v zrnitosti :-)
zrnitost
Rozdíl je v zrnitosti, jíl je jemnější. V terénu považuji za hlínu zeminu, kde se dá rozeznat víc frakcí (písek, prach, jíl)
prítomnost jílových mineralů
velikost částic, čára plasticity (nad a pod)
Hlínu si představuji jako méně plastickou než jíl.
Jak podrobnou odpověď chcete.
zrnitostní složení
Rozdíl vnímám v rozdílné plasticitě hmoty.
Ve frakci
zrnitost, riziko bobtnavosti, nasákavost
Hlína = směs jemnozrnných frakcí převážně s částicemi pod 0,06 mm, obvykle s obsahem humusu, určující je plasticita Jíl = jemnozrnná zemina s převahou frakce pod 0,002 mm, určující je plasticita
rozdíl v zrnitosti a současně v plasticitě
jíl je jemnozrnnější než hlína
hlína je lámavá a mívá v sobě často rozpoznatelnou písčitou příměs, jíl je kompaktnější, lesklejší.

2. Právě v terénu dokumentujete jemnozrnnou zeminu (nebo zeminu s jemnozrnnou příměsí). Jakým způsobem ji zkoumáte, abyste přišli na to, zda ji slovně popíšete jako hlínu, nebo jako jíl (případně jako zeminu s hlinitou, nebo jílovitou příměsí)? Zaškrtněte prosím všechny činnosti, které obvykle provádíte.

			Responses
prohlížím si ji lupou			0
zjišťuji, jakým dojmem působí na omak			24
mačkám ji v ruce, zkoumám drobivost			22
zkouším ji hníst, zkoumám tvármost			22
zkouším ji rozetřít, zkoumám lepivost			17
zkouším uválet váleček			19
zkouším ji uhladit nožem			3
zatlačuji do ní prst nebo kapesní penetrometr			11
zvlhčím ji a třesu s ní			1
vkládám ji do vody			1
sleduji, jak se chová, když vysychá			4
ochutnávám ji			7
něco jiného (upřesním níže):			2
Answered Question			31
Skipped Question			0

Other
zkoumám genezi
samozřejmě ne vždy všechno, také do ní říznu nožem a dívám se, zda se leskne
zvlhčím jí a rozetřu mezi prsty, zda je to hladký a lesklý nebo ne
"říznu" ji zednickou lžící, rýčem nebo nožem a prohlížím si řez - je lesklý (jíl), je matný (hlína), je hrubý a je v něm rozeznatelný kromě jemnozrnné frakce i přítomnost písčitých zrn (hlína)
genezi sedimentu nebo zvetraliny
vzorek házím na hladkou plochu - např. sklo bagru

3. Právě v terénu zkoumáte jemnozrnnou zeminu (nebo zeminu s jemnozrnnou příměsí) způsobem, který jste popsali v předchozí otázce, a snažíte se nějak proniknout k její podstatě. Kam všechny tyto Vaše činnosti míří? Podle čeho se rozhodnete, zda ji slovně popíšete jako hlínu, nebo jako jíl (případně jako zeminu s hlinitou, nebo jílovitou příměsí)? Vyberte prosím odpověď, která nejvíce odpovídá Vašemu způsobu uvažování. Pokud si myslíte, že používáte všechna hlediska zároveň, představte si zeminu, u níž různá hlediska ukazují na různé popisy -- ke kterému se nakonec přikloníte? Pokud jste vybrali třetí nabídku nebo máte pocit, že nabídky nevystihují dostatečně Vaše uvažování, rozvedte je prosím vlastními slovy v textovém poli níže.

	Response (%)	Responses
snažím se vycítit velikost zrn (větší = hlína, menší = jíl)	33.33	10
snažím se vycítit míru plasticity (větší = jíl, menší = hlína)	40.00	12
snažím se identifikovat nějakou typickou vlastnost, kterou mám s daným označením spojenou (rozvedu níže pro hlínu i pro jíl):	26.67	8
Answered Question		30
Skipped Question		1

chci svou odpověď ještě okomentovat:
a chování při vysychání - ztvdne nebo se rozpadá
Hlína (zrnitostní frakce "prach") při tření mezi prsty občas ještě mírně drhne, ale to je spíš takové mé pocitové kritérium
Vizte č. 1.
první dva body + např. "lesk" plochy
geneze a zkušenost
Podle chování v prstech.
vycítit míru plasticity je v terénu obtížné
hlína je po rozetření "krátká", jíl "dlouhý", což je kombinace vlivu zrnitosti a plasticity

4. Stále ještě v terénu přemýšlíte, jestli daný materiál slovně popíšete jako hlínu, nebo jako jíl (případně jako zeminu s hlinitou, nebo jílovitou příměsí). Přihlížíte při svém rozhodování k některé z následujících skutečností? Zaškrtněte prosím všechny faktory, které běžně zohledňujete.

		Responses
geneze zeminy (např. spraš = prach = bude to hlína)		23
zkušenost, jak to asi zatřídí v laboratoři (např. F6 CL = bude to jíl)		24
slovní popis těžce zeminy v dostupném archivním průzkumu nebo mapě		10
normové zatřídění těžce zeminy v dostupném archivním průzkumu nebo mapě		12
názor (či vzpomínka na rady) zkušenějšího kolegy (či vyučujícího)		9
vnitřní konzistentnost budoucí zprávy (aby popisy a geotypy "hezky seděly")		6
potřeby a vnímání objednatele (uvažované technologie, specializované klasifikace ap.)		2
nějaké konkrétní pravidlo z odborné publikace nebo normy (upřesním níže):		1
něco jiného (upřesním níže):		3
Answered Question		30
Skipped Question		1

Other
spraš při lab. rozbohu téměř vždy vycházela jako jíl třídy F6
podobnost s jiným materiálem, který jsem zkoumal v minulosti, znám jeho zatřídění podle laboratoře a který mi tehdy připadal jako ukázkový příklad dané zeminy
Rozlišuji a uvádím obojí: geotechnicky je to jíl F6 (na základě zkušenosti, že to tak vyjde), ale geneticky např, že to je povodňová hlína
zkušenost, jak to asi zatřídí v laboratoři (např. F6 CL = bude to jíl) - není to dobře, ale v minulosti jsem to tak v začátcích své kariéry dost často dělal, i spraš totiž byla dost často F6

5. Sedíte v kanceláři a prohlížíte si výsledky z laboratoře. Materiál, který jste ve slovním popisu vrstvy označili za hlínu nebo hlinitou zeminu, je svým laboratorním zatříděním dle ČSN P 73 1005 jíl nebo jílovitá zemina (C -- F2, F4, F6, F8, S5, G5). Anebo naopak -- Váš jíl je podle laboratoře hlína. Tento geotyp máte ve více sondách, ale vzorek z něj je jen tento jediný. Co uděláte se svou dokumentací? Vyberte prosím odpověď, která nejlépe vystihuje to, jak běžně reagujete. V případě potřeby svou odpověď rozvedte v rámečku níže.

		Response (%)	Responses
opravím jen popis vrstvy se vzorkem podle normového zatřídění z laboratoře		13.79	4
opravím popisy všech vrstev geotypu podle normového zatřídění z laboratoře		51.72	15
nechám vše tak, jak to bylo, a uvedu k tomu normové zatřídění z laboratoře		34.48	10
Answered Question			30
Skipped Question			1

chci svou odpověď ještě okomentovat:

většinou rozšířím popis

V případě nejistoty beru více vzorků, právě abych nemusel na základě jednoho rozboru měnit všechny popisy.

doplním popis, případně uvedu oba materiály

Nepamatuji se, že bych měl někdy z laborky výsledek "hlína". Tam, kde potřebuji laborku, to jsou vždy jíly.

za rozhodující považuji genezi, tomu přizpůsobím popis geotechnických typů, aby to dávalo smysl, laboratoř je jen pomocník

v případě poznámky, že vzorek je stejný i v jiném vrtu jako ten z LAB, upravím i ten

Půjde taky o to, kde se daný vzorek bude nacházet v plasticitním diagramu

přidám k popisu nové zatřídění (například třeba hlína písčitá až jíl písčitý)

v laboratoru zpravidla není geolog a zeminy zna jen ze vzorků

Takřka vždy nemám jen jediný vzorek z geotypu

Připravím popis, ale zatřídění. Popis zůstane stejný.

"Anebo naopak -- Váš jíl je podle laboratoře hlína." - myslím, že spíše častěji vyjde laboratorně jíl, to co je zrnitostně nebo i geneticky hlína, v současné době udělám variantu 3, dříve i variantu 2

někdy opravím, podle toho, jaká je geneze a jak daleko je výsledek od čáry "A"

6. Předchozí otázka popisovala situaci, kdy slovní popis z terénu nesouhlasí s normovým zatříděním z laboratoře, přičemž jediný rozdíl je v nesouladu slovního popisu "hlína/hlinitý x jíł/jílovitý" s výsledkem "M x C" z laboratoře. Stává se Vám něco podobného často? Mění se četnost těchto příhod v čase? Vyberte prosím odpověď, která nejvíc vystihuje Vaši zkušenost. Pokud se s Vašimi přibývajícími zkušenostmi četnost těchto příhod měnila, uveďte to prosím v komentáři.

		Response (%)	Responses
stává se mi to celkem často		17.86	5
stává se mi to čas od času		78.57	22
stává se mi to jen výjimečně nebo nikdy		3.57	1
Answered Question			29
Skipped Question			2

dříve se mi to stávalo s jinou četností než teď -- upřesním:
Vysvětleno v komentáři k otázce 4.
dříve to bylo častější, dnes spíše u zemin s hlinitou / jílovitou příměsí (S4, S5)

7. Pokud jde o převažující velikost zrn jemnozrnné složky, je podle Vás většina našich zemin hlinitá (tj. prachovitá -- nad 0,002 mm), nebo jílovitá (pod 0,002 mm)? A co pokud jde o zatřídění dle ČSN P 73 1005, převažují podle Vás hlinité (M -- pod čarou A v plasticitním diagramu), nebo jílovité (C -- nad čarou A)? Vyberte prosím odpověď, která nejlépe vyjadřuje Váš odhad. V případě potřeby svou odpověď rozvedte v rámečku níže.

		Response (%)	Responses
zrnitostně i dle normového zatřídění převažují hlíny		3.45	1
zrnitostně i dle normového zatřídění převažují jíly		27.59	8
zrnitostně převažují hlíny, dle normového zatřídění převažují jíly		34.48	10
zrnitostně převažují jíly, dle normového zatřídění převažují hlíny		0.00	0
naprosto nemám představu a neodvážuji se ani hádat		34.48	10
Answered Question			30
Skipped Question			1

chci svou odpověď ještě okomentovat:
těžko generalizovat pro celou ČR, např. ve spraších to takto funguje
Toto mi přijde jako zvláštní a hodně subjektivní otázka. U kvartérního pokryvu, který je při zakládání zkoumán asi častěji než nějaké terciární jíly, bych dal, že normově i zrnitostně převažují hlíny.
mám zkušenosti převážně ze svého regionu (flyš)
Setkávám se s 2. i 3. možností, dle geneze.
Samozřejmě jde o zkušenost regionálního charakteru. V jiných regionech může být názor jiný.
zase vše záleží od geneze
Nedá se říct, které převažují. Jsou zeminy jak hlinité, tak jílovité.
nelze přesně určit, v rámci ČR jsou lokality, kde výrazně dominují hlinité zeminy, a naopak lokality s dominancí jílu.
otázka 7 se ptá zároveň na dvě věci, na první část otázky neumím úplně odpovědět, na druhou část otázky týkající se laboratorního zatřídění podle plasticity - v ČR převažují jíly

8. Řekněme, že bychom všechny naše jemnozrnné zeminy (včetně jemnozrnných příměsí v hrubozrnnějších zeminách) charakterizovali jednak podle převažující zrnitostní frakce (hlína = převažují zrna nad 0,002 mm, jíl = převažují zrna pod 0,002 mm), jednak zatříděním dle ČSN P 73 1005 (hlína = pod čarou A v plasticitním diagramu, jíl = nad čarou A). Jaká část z nich bude podle Vašeho odhadu oběma způsoby označená stejně (tj. zrnitostně i normovým zatříděním jako hlína nebo zrnitostně i normovým zatříděním jako jíl)? Vyberte prosím odpověď, která nejlépe vyjadřuje Váš odhad. V případě potřeby svou odpověď rozvedte v rámečku níže.

		Response (%)	Responses
zhruba dvě třetiny nebo více		24.14	7
zhruba jedna až dvě třetiny		27.59	8
zhruba jedna třetina nebo méně		20.69	6
naprosto nemám představu a neodvážuji se ani hádat		27.59	8
Answered Question			29
Skipped Question			2

chci svou odpověď ještě okomentovat:
dtto
Odhaduji.
Máte plasticita jsou zkouška, která hodnotí chování zemin a to chování je závislé na zrnitosti. Tedy nevidím důvod, proč by měly být v těchto klasifikacích nějaké výraznější rozdíly. Možná bych zkontroloval laboratoř, jestli nešulí provádění mezí.
nemám jistotu v této odpovědi

9. Které typy našich zemin vycházejí podle Vaší zkušenosti z laboratorního zatřídění dle ČSN P 73 1005 výrazně častěji jako hlína (M -- F1, F3, F5, F7, S4, G4) než jako jíl (C -- F2, F4, F6, F8, S5, G5)? Napište prosím slovně, jaké takové typy ze své praxe znáte, např. "sprašové hlíny", "eluvia granitoidů" či "klikovské souvrství" (toto jsou jen příklady a nemusí splňovat podmínky zadání), a případně to i okomentujte.

Responses (26)
spraše v původním uložení, eluvia kvarcitů, migmatitu
deluviální zeminy na podloží granitoidů, rul, migmatitů, eluvia rul, granitoidů,
svahoviny
náplavové hlíny
Povodňové hlíny-makroskopicky i na ohmat jemnozrnný charakteru jilu (F8), laboratorně vyjdou hlíny f7
ornice, náplavové hlíny, písčité hlíny - svahoviny, eluvia vyvěřelin
spraše a sprašové hlíny
fluviální náplavy, eolické sedimenty , eluvia hornin
většinou se jedná o jíly - C
Nemám zkušenost, že by některé vycházely častěji. Spraše i svahové hlíny mi občas vyjdou jako F6, jindy jako F5 nebo F3.
spraše a sprašové hlíny
Vizte č. 5.
aluviální sedimenty, svrchní eluvia jílovců
dtto
sprašové hlíny, eluvia rul, žul, aleuritických sedimentárních hornin ap.
M-ornice, humózní horizont - F3, F5;
obecně eluvia
Jako hlíny vycházejí např. deluvia rul, jako jíly vycházejí např. sprašové hlíny nebo povodňové hlíny. Zároveň podotýkám, že laboratorních prací moc nevyužívám. Často se pohybují na rozhraní SC-CS.
eluvia granitoidů, sprašové hlíny
terciární písky (Plzeň)
Nejsem si jistý tímto srovnáním.
Nejsem dostatečně kompetentní na tohle odpovědět.
eluvia granitoidů a metamorfik, eluvia karbonských prachovců a drob, u sprašoidních zemin závisí zastoupení hlinité (prachovité) složky na "matečném" substrátu spraší - je nutné znát širší geo. poměry,
pokud si dobře vzpomínám, je to spíš naopak, tj. že spraš (tj. prach, silt, tj. hlína) vychází podle plasticitního zatřídění jako jíl, podobně podle zrnitosti hlinité písky vycházejí podle plasticity někdy jako jílovité písky
často se mi stalo, že mi vyšly sprašové hlíny jako jíly F6
F1

10. Řekněme, že máte dvě geneticky zcela totožné zeminy, které se navzájem liší jen "písmenem v zatřídění" dle ČSN P 73 1005, tedy pozicí vzhledem k čáře A v plasticitním diagramu (např. F7 ME versus F8 CE nebo třeba S4 SM versus S5 SC). Pokud byste v průzkumu A narazili na jednu z nich a v průzkumu B na druhou z nich, budou se Vaše závěry a doporučení ohledně tohoto geotypu nějak lišit? Napište prosím, zda a případně jak byste tento rozdíl zohlednili ve zprávě (např. jiné parametry, jiná vhodnost pro zakládání, jiná doporučení pro stavbu ap.).

Responses (28)
Uvedené rozdíly mohou mít reálný i významný dopad na dobu konsolidace, receptury pro pojiva, smykové parametry v reziduálním stavu atd. Takto definovaný makroskopický (nebo na základě lab klasifikace) rozdíl mezi dvěma typy zemin je velmi malý a veškerá rozdílná technická opatření/doporučení musí být podložena příslušnými laboratorními zkouškami. Dle mého názoru rozdíly v doporučení nelze odvodit pouze z klasifikačních rozborů.
Záleží na konkrétní stavbě, obecná doporučení by se asi zásadně nelišila. Parametry, možnosti úpravy zeminy je třeba volit na základě dalších zkoušek zemin na konkrétní lokalitě
ne, jedná se o příliš malý rozdíl, bez většího souboru vzorků, který by se statisticky mohl vyhodnotit, je to pro stavbu zanedbatelné
Jiné doporučení pro stavbu
jiné parametry plasticity, jiné parametry namrzavosti a vhodnosti do násypu, jiné parametry sorpce vody - hlína sorbuje vodu, jíl ne
zeminy M jsou propustnější, rychleji konsolidují - jiná doporučení pro stavbu
nebudou se lišit
patrně ne
Závisí na spoustě faktorů (okolní geologie, typ stavby). Obecná opatření by byla zhruba stejná (svahování, vliv klimatu, způsob zakládání), pouze by se velmi mírně lišily navržené parametry.
ne nijak zásadně
Pokud by to bylo jen to písmenko z laborky, psal bych hodnocení stejné.
Nebude, mnohdy se pohybují v okolí hranice a to je bezvýznamný rozdíl.
ne
závěry se lišit nebudou, odlišnost zatřídění zohledním formou parametrů a doporučení
parametre jsou celkem podobné, liší se tedy minimálně v prospěch hlíny, tak by jsem to dle zadání zohlednil
No tak bude záležet, kolik budu mít vzorků z laborky - pokud budu mít v průzkumu A i B jen jeden vzorek, tak budu těžko dělat nějaké závěry (opět bude záležet n apozici v plasticitním diagramu - tj. jak moc ty vzorky budou vzhledem té čáře daleko od sebe
preferoval bych pravděpodobně hlinu protozema lepší vlastnosti a nechtel bych zdrazit stavbu
Ano - jinými parametry.
nebudou se lišit
Geotyp je např. fluvialní písek, který se zrnitostně pohybuje mezi S4 a S5. Upřímně mě dost uráží průzkumy, kde musí být pro každou zrnitost jiný geotyp, nebo kde jsou geotyp rozlišovány jen podle zrnitosti, to je cesta do pekel.
F7 a F8 bych hodnotil velmi podobně, u S4 bych předpokládal mírně lepší parametry než u S5
Pokud by se lišily pouze oním písmenem v zatřídění, pak bych asi neměnil parametry, spíše bych to slovně okomentoval.
Vždy záleží na konkrétním případě. Např. Kdo ten průzkum dělal? Je to ze stejného místa? Jaká laboratoř?...
ne
u jílu bude tendence okomentovat jejich negativní vlastnosti, k čemuž klasifikace hlíny příliš nenutí
nebudou
Závěry se lišit nebudou
jiná vhodnost pro zakládání

11. Na jaké škole jste získali své nejvyšší dosažené vzdělání v oboru? Vyberte prosím nejvýstižnější odpověď. Pokud máte dva tituly stejné úrovně (např. Ing. a Mgr.), zaškrtněte obě školy.

		Responses
přírodovědná VŠ		23
stavební VŠ		3
báňská VŠ		5
průmyslová SŠ		0
jiná škola (upřesním níže):		0
Answered Question		30
Skipped Question		1
Other		
UK Praha		

12. V jakých oblastech jste odborně působili nebo působíte? Zaškrtněte prosím všechny oblasti, kde jste významněji pracovali na inženýrskogeologických zakázkách.

		Responses
Hlavní město Praha a Středočeský kraj	☒	18
Jihočeský kraj	☒	17
Plzeňský kraj	☒	12
Karlovarský a Ústecký kraj	☒	8
Liberecký, Královéhradecký a Pardubický kraj	☒	9
Kraj Vysočina	☒	10
Jihomoravský a Olomoucký kraj	☒	7
Moravskoslezský a Zlínský kraj	☒	5
Slovenská republika	☒	3
Evropa mimo ČR a SR	☒	2
jiné kontinenty mimo Evropu	☒	3
Answered Question		30
Skipped Question		1

13. Kolik máte let zkušeností v oboru? Roky studia na škole nezapočítávejte. Pokud jste ale zároveň se studiem na škole pracovali v oboru (např. formou brigády nebo dálkového studia), tuto dobu si započítejte. Vyberte prosím nejvýstižnější odpověď.

		Response (%)	Responses
0 až 2,99 let		0.00	0
3 až 4,99 let		6.67	2
5 až 9,99 let		16.67	5
10 až 19,99 let		36.67	11
20 až 29,99 let		23.33	7
30 a více let		16.67	5
Answered Question			30
Skipped Question			1

14. Máte nějaké "razítko"? Vyberte prosím nejvýstižnější odpověď.

		Response (%)	Responses
odpovědný řešitel geologických prací (inženýrská geologie)		53.33	16
autorizovaný inženýr pro geotechniku		6.67	2
obě výše uvedená		20.00	6
ani jedno		20.00	6
Answered Question			30
Skipped Question			1

15. Napadá Vás k problematice hlín a jílu ještě něco zajímavého, o co byste se chtěli podělit? Od koho jste se naučili, jakým způsobem hlíny a jílů rozlišovat v terénu, kdo pro Vás je nebo byl v tomto směru největší autoritou (vyučující, starší kolega, norma, odborná publikace...)? Nepoužíváte zatřídění dle ČSN P 73 1005, ale dle ČSN EN ISO 14688? Máte nějaký názor na případný rozdíl mezi pojmy "hlína" a "prach"? Chcete svůj dotazník podepsat? Zajímá Vás, jak odpovídali jiní geologové a k čemu se to všechno použije? Zde můžete napsat cokoliv, co Vás k tématu napadne, a případně uvést své jméno a/nebo instituci, ve které působíte (Vaše osobní údaje nebudou nijak dále zpracovávány ani publikovány). Pokud uvedete svůj e-mail, zašlu Vám později výsledky své práce, již je tento dotazník součástí.

Odpovědi na tuto otázku zde nejsou uvedeny
za účelem ochrany soukromí respondentů.