

Vlastnosti spraší

Spraše a sprašové sedimenty jsou naváté větrem. Podle zrnitosti převládají ve spraších prachové částice velikosti 0,01 až 0,05 mm, kterých bývá 40-50%. Zbytek tvoří jílovité částice a jemný písek. Mineralogické složení spraše záleží na horninách, z jejichž zvětralin byly spraše vyváté. Skládají se ze zrněk křemene, živců, slíd i jiných horninových nerostů. Důležitou součástí spraší je uhličitán vápenatý (buď rozptýleně, v zrnkách, bělavé povlaky na puklinách, vyplňuje dutinky po kořenech, drobné výkvěty, konkrce). Žlutohnědá barva spraše pochází od hydroxidu železa. Odvápněné a částečně přemístěné spraše označujeme jako sprašové hlíny.

V původním uložení není vrstevnatá, je pórovitá, kyprá a zpravidla je prostoupena svislými trhlinami, má vertikální strukturu. Svislá odlučnost je dobře patrná na strmých stěnách hlinišť.

Spraše jsou propustné (svisle více než vodorovně 10-50x), ale srážková voda se v nich dlouho udržuje a v dobách sucha vzlíná kapilárně k povrchu. (V našich podmínkách se na nich vytvořily většinou černozemní půdní typy.)

Z technického hlediska má spraš příznivé vlastnosti při výkopu základových jam a příkopů, neboť se snadno rozpojuje a svahy se udrží dočasně téměř ve svislém sklonu na výšce několika metrů. Jako základová půda je velmi stlačitelná a při různém zatížení nestejně sedá. Při nasycení vodou je prosedává. Tvoří souvislé poryvy a závěje na svazích obrácených k východu a jihovýchodu.

KOLAPS SPRAŠE JAKO PŘÍČINA PORUŠENÍ KONSTRUKCE

Zeminy s velkou pórovitostí tvoří skupinu látek, jímž je v současných geotechnických studiích věnovaná velká pozornost. Z hlediska geotechniky sem patří :

1. spraše ($n > 40 \%$),
2. senzitivní jíly (quick clays, $I_p < 10 \%$, $n > 45 \%$),
3. některé ledovcové sedimenty,
4. umělé sypaniny - materiály odkališť (n až 78%).

Spraš je sedimentem pleistocénu a tvoří velmi problematickou základovou půdu. V současnosti existuje několik tisíc publikací, které si často protirečí.

Fyzikální podmínky chování spraší jsou velmi odlišné v jednotlivých regionech nejen ve světovém měřítku, ale i v rámci České republiky.

Inženýrskogeologické vlastnosti spraší závisí :

- na podmínkách jejich struktury,
- na klimatických podmínkách,
- na reliefu,
- na vegetaci a
- na jiných podmínkách.

Spraše stejného genetického typu se mohou lišit svými mikrostrukturami a v důsledku toho i vlastnostmi.

Sprašové sedimenty se vyskytují na všech kontinentech - plošné rozšíření až 13 milionů km^2 .

Severní hranice jejich rozšíření v Evropě je 62° s.š.

Jižní ohraničení je 28° s.š.

GENEZE SPRAŠÍ

Názory na vznik spraší :

1. monogenetický (většina autorů),
2. polygenetický.

Vědecký výzkum spraší začal v 19.století.

Charles Lyell (1834) vydal první publikaci o spraší z doliny Rýna. Zavedl do literatury název spraš (löss - tvar kypré zeminy v Porýní).

Šajgalík, Modlitba (1983) u nás sprašové sedimenty rozděluje :

1. spraše (makropórovité, vápnité, prosedavé)
2. sprašoidní nebo spraším příbuzné zeminy (obsahují více jílových minerálů, méně CaCO_3 , menší n, neprosedavé)



Zvětšeno 660 x

Brno - Žabovřesky J 505/3,0

Kosterní minerály jsou většinou zastoupeny :

- křemenem,
- limonitem (drobné kuličkové útvary),
- jílovitými součástmi (lístkovité protáhlé tvary),
- na kosterních zrnech jsou zachovány jemné částice CaCO_3 ,
- dále jsou dokumentovány póry mezi jednotlivými kosterními zrny do velikosti 0,025 mm.

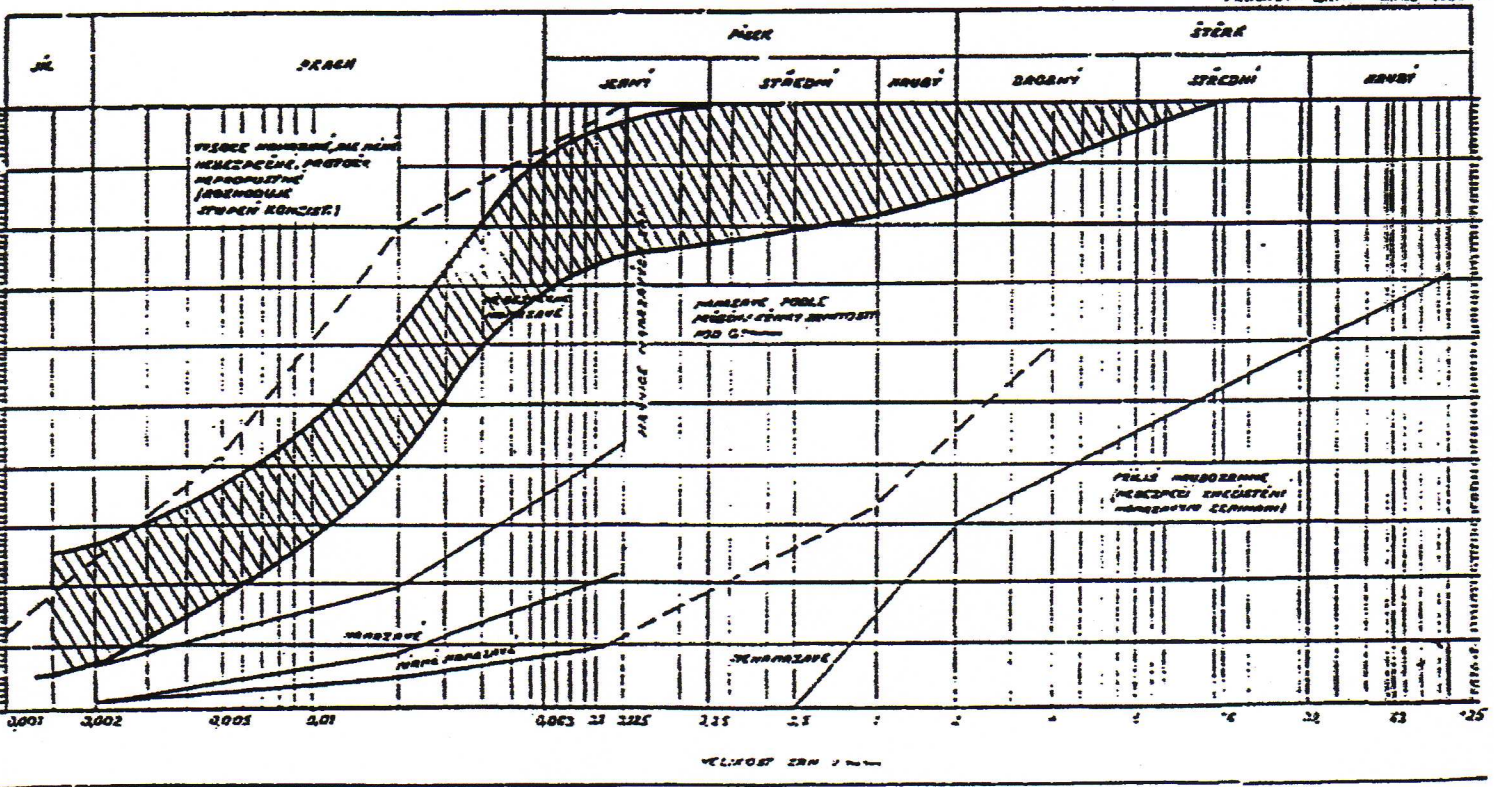
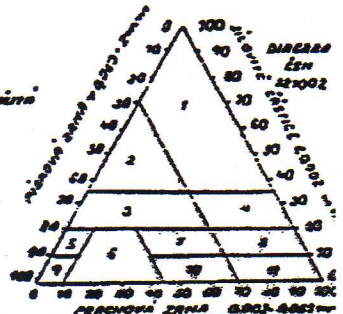
Granulometrické složení

KŘIVKY ZRNITOSTI - ANTERNA
 NOMENKLATURNÍ PŮBĚH SCHUBINGHO
 ČSN 78 1002

ČÍS. VZORKU	SONDA	HLUBKA	POJEDNOTIVÁ ZEMINA
	J 501 až 0 - 12		filovitá hlína, hlína
	J 505		
	Ša 506 až 0 - 3		
	Ša 509		

LEGENDA:

- 1 - JÍLA
- 2 - JILOVITÁ HLÍNA
- 3 - JILOVITÁ HLÍNA PĚŠKA
- 4 - JILOVITÁ HLÍNA
- 5 - JILOVITÝ PĚŠEK
- 6 - JILOVITÁ HLÍNA
- 7 - PĚŠEK
- 8 - PĚŠKOVITÝ PĚŠEK
- 9 - PĚŠKOVITÁ HLÍNA



MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Prosedavost

K označení redukce objemu zeminy vlivem jejího provlhčení a působení napětí se v inženýrské geologii a geotechnice používá více pojmenování :

- kolaps,
- prosedavost,
- ztekucení a
- sufóze, která je zde vzpomenuta jen pro úplnost.

Kolaps je definovaný jako náhlé porušení struktury, vyvolané zvýšením stupně nasycení zeminy, změnami tlaku vody v pórech zeminy anebo zvýšením smykového napětí, popřípadě kombinací uvedených faktorů (Zurr, Wisseman, 1973).

Prosedavost je vázaná v zásadě pouze na spraše a sprašovitě zeminy. Definuje se jako schopnost zemin náhle redukovat svůj objem v důsledku provlhčení a svislého přetížení.

Ztekucení je proces, při kterém se nesoudržné zeminy (jemné písky) vlivem hydrodynamického tlaku tečením dostávají do pohybu a redukují svůj objem.

Sufóze, tj. vyplavování jemnějších částic do zeminy, je také provázána náhlou redukcí objemu.

Určení prosedavosti

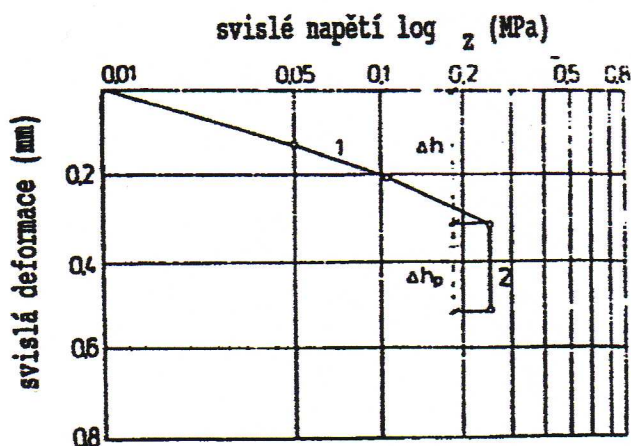
ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy), čl.57 považuje za prosedavé jemnozrné zeminy, vyskytuje-li se některá z těchto podmínek :

- "a) zemina je eolického původu,
- b) obsah prachové složky $> 60 \%$ hmotnosti suché zeminy,
- c) obsah jílové vložky $< 15 \%$ hmotnosti suché zeminy,
- d) stupeň nasycení $S_r < 07$; mez tekutosti $w_L < 32 \%$.

Jemnozrné zeminy jsou náchylné k prosedání, když jejich pórovitost $n > 40 \%$ a současně i jejich vlhkost $w < 13 \%$. U náchylných zemin se prosedavost zjišťuje zkouškou neporušeného vzorku v oedometru. Prosedavé jsou zeminy, u kterých je prosednutí po nasycení větší než 1% výšky vzorku před nasycením při konzolidačním tlaku, odpovídajícím součtu tíhy nadloží a průměrného přitížení od stavby".

Prosedavost určujeme v oedometrech zkouškou stlačitelnosti metodami :

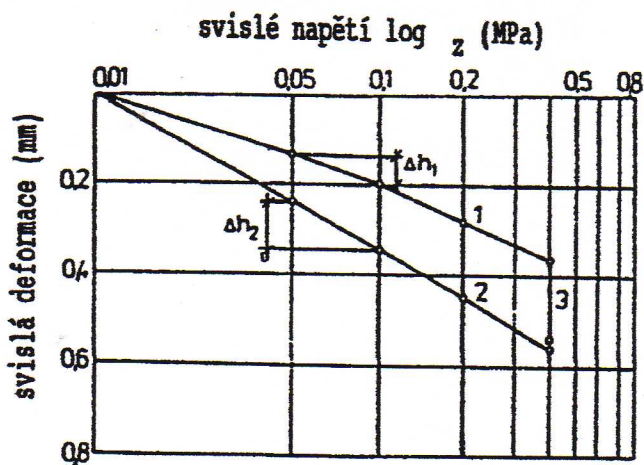
- jedné křivky (obr.a),
- dvou křivek (obr.b),
- zjednodušenou metodou logaritmické křivky (obr.c).



Obr.a)

Zatěžovací graf zkoušky prosedání metodou jedné křivky v oedometru :

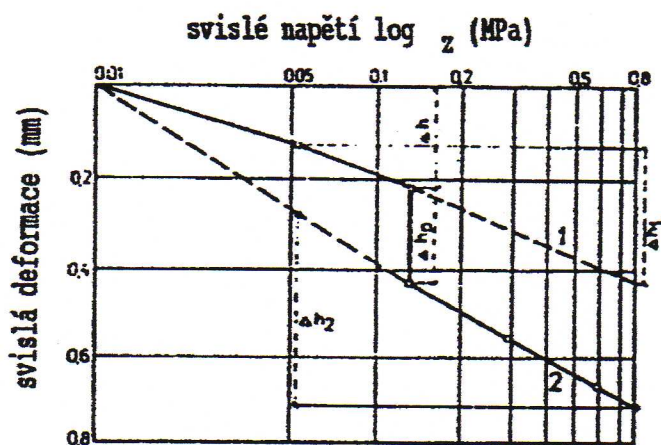
- 1 - deformace přirozeně vlhkého vzorku,
- 2 - deformace po nasycení



Obr. b)

Zatěžovací graf zkoušky prose-
dání metodou dvou křivek :

- 1 - deformace přirozeně vlhké
zeminy,
- 2 - deformace přirozeně vlhkého
vzorku po nasycení



Obr. c)

Zatěžovací graf zkoušky prose-
dání spráše v oedometru metodou
logaritmické křivky :

- 1 - deformace přirozeně vlhkého
vzorku,
- 2 - deformace nasyceného vzorku,
- graf sestavený z měření
při zkoušce,
- prodloužení grafů.

PODMÍNKY A FAKTORY PROSEDAVOSTI SPRAŠÍ

Podle Lysenka (1972) jsou :

- vnitřní, související s faciálně-genetickými podmínkami vývoje a s celkovou vnitřní stavbou spraše (geneze, geomorfologická pozice, struktura, vlhkost apod.)
- vnější, jejichž existence přímo nesouvisí se sprašemi (velikost napětí od přetížení, chemismus infiltrované vody, směr proudění a dynamika podzemní vody...)

KRITÉRIA PROSEDAVOSTI

Na posouzení schopnosti spraší prosedat vlivem provlhčení a zatížení existuje několik přímých a nepřímých kritérií.

Přímá kritéria vycházejí z laboratorních zkoušek deformačních charakteristik spraší.

Nepřímá kritéria (orientační) vycházejí z :

- hodnocení ulehlosti v přirozeném uložení,
- geologické pozice,
- geologických popisných vlastností sedimentu (barvy, přítomnost konkrecí, mocnost vrstvy, hladiny podzemní vody atd.)

Nepřímá kritéria

Všeobecně se uvádí, že světle žluté až žluté spraše, poměrně suché, pevné konzistence, bez zhluků uhličitanových kongrecí, s převahou prachovité frakce, s minimálním obsahem jílovité a písčité frakce, makropórovité, nacházející se mimo dosah kapilární vzlínivosti, můžeme s jistou pravděpodobností označit za prosedavé.

Za prosedavé můžeme považovat spraše když :

- obsah jílové frakce je menší než 15 %,
- objemová hmotnost suché zeminy je menší než $1,6 \text{ g.cm}^{-3}$,
- přirozená vlhkost je nižší než 12 %,
- stupeň nasycení je menší než 60 %,
- pórovitost je větší než 45 %.

ČSN 73 1001 v čl.57 uvádí podobná kritéria, tj. k prosedání může docházet u jemnozrnných zemin, vyskytne-li se některá z níže uvedených podmínek :

- zemina je eolického původu,
- obsah prachové složky > 60 % hmotnosti suché zeminy,
- obsah jílové složky < 15 % hmotnosti suché zeminy,
- stupeň nasycení $S_r < 0,7$; mez tekutosti $w_L < 32$ %,
- pórovitost $n > 40$ % a současně vlhkost $w < 13$ %.

Většina výzkumů prosedavosti spraší (přímá kritéria) je založena na zkouškách provedených oedometrickým přístrojem. Pro studium tohoto jevu je důležité použití tříosého přístroje (T.Audrie, L.Bourquier, 1976).

Případ náhlého zřícení struktury spraší byl studován pomocí trojosých zkoušek na lokalitě Brno - Žabovřesky, kde základovou půdu pětipodlažních budov tvoří sprašové sedimenty těchto vlastností :

$n = 45$ %	$w = 13,1 - 21,3$ % (byla zvýšena promočením o 5-7%)
$S_r = 0,63 - 0,71$	
$w_L = 35 - 53$ %	
$\text{CaCO}_3 \quad 2,2 - 24$ %	$\rho_1 = 100$ %

Za prosedavé můžeme považovat spraše když :

- obsah jílové frakce je menší než 15 %,
- objemová hmotnost suché zeminy je menší než $1,6 \text{ g.cm}^{-3}$,
- přirozená vlhkost je nižší než 12 %,
- stupeň nasycení je menší než 60 %,
- pórovitost je větší než 45 %.

ČSN 73 1001 v čl.57 uvádí podobná kritéria, tj. k prosedání může docházet u jemnozrnných zemin, vyskytne-li se některá z níže uvedených podmínek :

- zemina je eolického původu,
- obsah prachové složky $> 60 \%$ hmotnosti suché zeminy,
- obsah jílové složky $< 15 \%$ hmotnosti suché zeminy,
- stupeň nasycení $S_r < 0,7$; mez tekutosti $w_L < 32 \%$,
- pórovitost $n > 40 \%$ a současně vlhkost $w < 13 \%$.

ZÁVĚR

Pro navrhování staveb ve sprašových oblastech nelze vystačit s jednoduchými pravidly o prosedavosti spraší.

Doporučená úprava čl.57 - Prosedavé zeminy, ČSN 73 1001:

K prosedání může docházet u jemnozrnných zemin, vyskytuje-li se některá z těchto podmínek :

- a) zemina je eolického původu;
- b) obsah prachové složky $> 60 \%$ hmotnosti suché zeminy;
- c) stupeň nasycení $S_r < 0,7$; mez tekutosti $w_L < 50 \%$;
- d) pórovitost $n > 40\%$ a současně i jejich vlhkost $w < 20 \%$;
- e) při projektech násypů nebo lehčích staveb na skloněných územích nevycházet z předpokladů, že nenasycená zemina na svahu nemůže být namáhána většími smykovými napětími, než jsou dána úhlem sklonu svahu α . A že tedy stupeň bezpečnosti F je dán poměrem $\text{tg } \varphi / \text{tg } \alpha$, kde je φ klasický úhel pevnosti zeminy. Zmenšující se objem zeminy při zkosu a kluzu, zvláště po navlhčení, dodává další energii k vývoji kluzových jevů;
- f) provádět podrobný průzkum smykové pevnosti. Pokud by tento požadavek nebylo možné včas splnit, nepřipustit větší úhel smykového namáhání než 10° ;
- g) větší odkryté plochy sprašových zemin by měly být zřizovány se spádem min. 2% a chráněny málo propustným pokryvem po dobu výstavby. Zabezpečit je tak, aby nevznikala zamokřená místa. Vyvarovat se zřizování vodorovných ploch;
- h) inženýrské sítě, vedoucí vodu, uložit do výkopů s řádným drenážním systémem;