

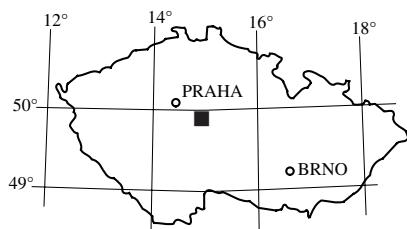
INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ HODNOCENÍ SPRAŠOVÝCH SEDIMENTŮ NA LISTU 13-322 KOLÍN

Engineering geological evaluation of loess sediments on map sheet 13-322 Kolín

ZDENĚK LOCHMANN

Česká geologická služba, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

(13-32 Kolín)



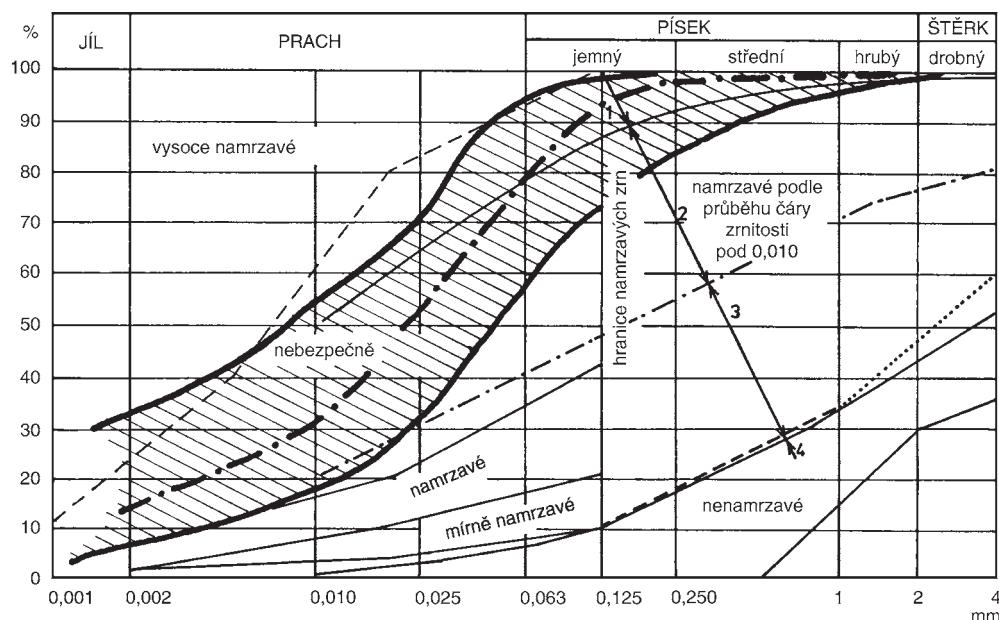
Key words: loess distribution, geotechnical parameters, foundation soil, central Bohemia

Abstract: Nearly continuous loess layer covers the surface of the Kutná Hora crystalline complex and the relicts of Cretaceous sediments and Pleistocene terraces south and southeast of Kolín. The scope of geotechnical properties of loess sediments of this area has been determined by evaluation of the present-day analyses of samples from select boreholes.

Početná vrtná dokumentace (přes 2000 vrtů) v oblasti sprašových zemin na listu Kolín umožnila podrobnější studium jejich inženýrskogeologických vlastností. Vrty jsou součástí několika set inženýrskogeologických posudků zpracovaných pro bytovou a průmyslovou výstavbu a pro stavební rekonstrukce (např. rozsáhlá sídliště na Pražském, Kouřimském a Kutnohorském předměstí aj.). Pro zajištění cihlářských surovin (spraší) byly prováděny ložiskové vrty s výpočty zásob v předpolí bývalých cihelen na Kouřimském a Kutnohorském předměstí, v Červených Pečkách a

v Sedlci. Jednotlivé inženýrskogeologické posudky mají sice nejrůznější obsah a rozdílnou odbornou kvalitu, ale většinou obsahují výsledky fyzikálně mechanických analýz konkrétních vzorků, nikoliv jen údaje podle normových charakteristik.

Eolické sedimenty sprašového charakteru jsou nejrozšířenějším pokryvem na levém břehu Labe a Klejnárky mezi Kolínem, Ratboří a Sedlcem u Kutné Hory, kde téměř souvisle pokrývají erozně denudační reliéf Kolínské plošiny (URBÁNEK 1949). Na závětrných svazích hřbetů a kopců vytvářejí mohutné závěje (např. v oblasti Kaňku), v rovinatém terénu pak rozsáhlé pokryvy a návěje. Mocnost spraší je značně proměnlivá, protože částečně vyrovnávají nerovný povrch území. Mezi sedleckou cihelnou a j. cípem obce Kaňk kolísá jejich mocnost v rozmezí 1,3–11,0 m, při v. okraji Grunty od 2,5 do 27,70 m (obvykle mezi 6–12 m). Na Kouřimském předměstí jsou mocné od 6 do 18,60 m, v bývalé Žertově cihelně přes 14,0 m, v j. předpolí bývalé Buzkovy cihelny na Kutnohorském předměstí 2,6–14,2 m, v s. předpolí hliniště bývalé sedlecké cihelny byly četnými vrty zjištěny mocnosti od 3,7 do 16,30 m. V počvě hliniště pod 15–20 metrovou (odhad) sprašovou stěnou byla vrty zjištěna nedotčená mocnost spraše kolem 7 m, max. 9,5 m. Je to druhá největší mocnost sprašových sedimentů na mapovém listu, tedy asi 24,5–29,5 m. Ve stěně bývalého hliniště zde byly zastiženy Q. ZÁRUBOU a K. HROMADOU (1950) 4 sprašové pokryvy nad sebou, oddělené zbytky fosilních půd černozemního typu. Nejspodnější odpovídá střednímu až svrchnímu pleistocénu, ostatní 3 se vytvořily ve svrchním pleistocénu. Nápadný fosilní půdní horizont



Obr. 1. Charakteristický obor krivek zrnitosti sprašových sedimentů na listu Kolín, kritérium namrzavosti a kritérium použití sprašových sedimentů jako těsnících zemin. (Sestrojeno z výsledků 101 analýz z 10 vybraných lokalit).

tmavě šedohnědé barvy byl v minulosti zastižen i ve stěně bývalé cihelny na Kouřimském předměstí (KAČUROVÁ et al. 1960 MS).

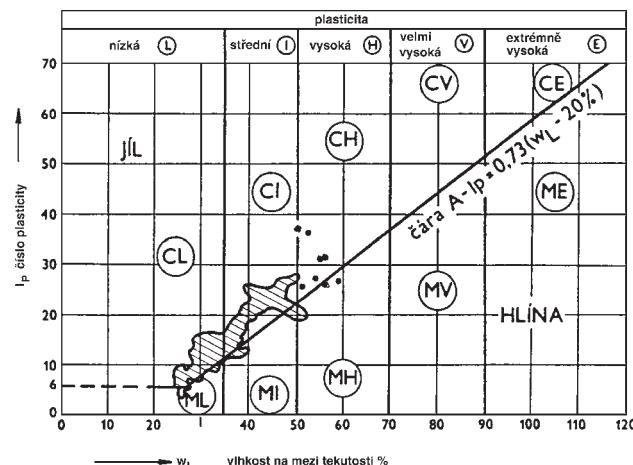
Makroskopicky, zejména ve vrtech, jsou spraše jen obtížně rozlišitelné od sprašových hlín, které vznikají vyluhováním CaCO_3 . Spraše jsou světle žlutohnědé, místy rezavě mramorované, často hrudkovitě rozpadavé, nevrstevnaté a vertikálně odlučné. Ve spodních částech bývají jílovitéjší, v oblasti terasových sedimentů písčitéjší. Na j. svazích Sukova a Kaňku mají místy na bázi příměs svahových sutí a horninového detritu. V jejich podloží vystupují horniny krystalinika, křídy (pískovce, slínovce) nebo terasové sedimenty.

Pro geotechnickou charakteristiku spraší byly zpracovány výsledky fyzikálních a mechanických analýz laboratorních vzorků z provedených inženýrskogeologických průzkumů. Pro objektivní posouzení bylo vybráno 10 lokalit, rozmístěných po celém území s výskytem spraší (tab. 1). Spraše a sprašové hlíny mají zřetelnou převahu zrn prachové frakce 0,002–0,063 mm (obr. 1).

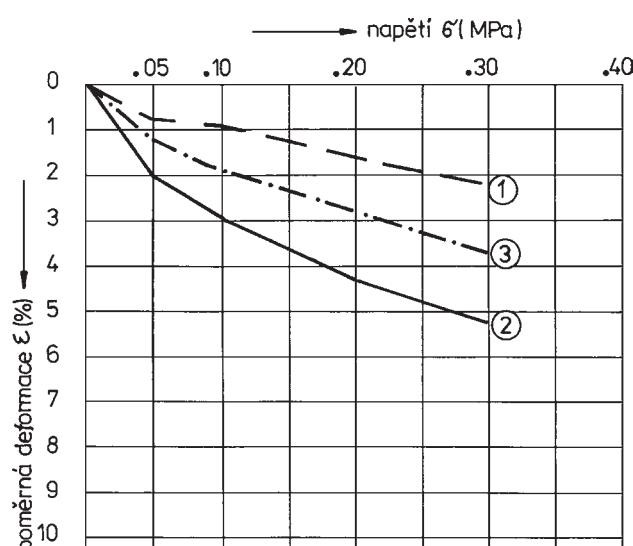
Podle klasifikačního systému zemin pro zakládání staveb odpovídají jemnozrnným zeminám třídy F 6 se symboly CL a CI, tj. jílu s nízkou a střední plasticitou (obr. 2).

Jen asi 10 % analyzovaných vzorků z celkového počtu 107 se posunuje do tř. F 8, označující jíl s vysokou plasticitou (symbol CH) a naopak asi 15 % vzorků leží pod čarou „A“ ve třídě F 5 odpovídající hlíně s nízkou (ML) a střední (MI) plasticitou. Charakteristická pro spraše je přítomnost uhličitanu vápenatého, který se v nich vyskytuje kromě amorfní formy zejména v konkrecionálních útvarech (cicváry, krusty, pseudomycelia) často bizarních tvarů. Velikost cicvářů se pohybuje kolem 2–4 cm (KAČUROVÁ et al. 1960 MS). M. MIKUŠ et al. (1988 MS) uvádí z okolí Kaňku až 15 cm. Obsah uhličitanu vápenatého se u 82 vzorků odebraných na 10 lokalitách pohyboval od 0,0 do 25,6 %. Z bývalé sedlecké cihelny uvádějí KAČUROVÁ a TRAXLEROVÁ (1959 MS) 5,4–14,9 %, při inž. geologickém průzkumu pro požární stanici v Kolíně IV dosáhl 14–24 % (MAREK 1988b MS), ze staveniště Kablo Kolín uvádí CALÁBEK (1967 MS) 10–14 % a MAREK (1988a MS) z prostoru výstavby učiliště na jz. okraji Kolína (místní název „U Panny Marie“) udává 3–18 %.

Spraše a sprašové hlíny počítáme k méně vhodným základovým půdám vzhledem k jejich některým specifickým geotechnickým vlastnostem. Jsou velmi půrovité (na listu Kolín půrovitost $n = 30,3\text{--}49,3 \%$), zejména v původním uložení jako eolický sediment. Jsou proto velmi stlačitelné (obr. 3) a při větší mocnosti citlivé na rozdílná zatížení. I při stejném napětí základové půdy dochází k většímu sedání základů více zatížených pilířů, protože pod základy větších rozměrů se zatížení přenáší do větších hloubek než pod základy menšími. Pro zakládání nenáročných pozemních objektů ve smyslu ČSN 73 1001 se pohybuje hodnota tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} u sprašové zeminy ve tř. F 6 při tuhé konzistenci 100 kPa (při hloubce založení 0,8 až 1,5 m pro šířku základu 3 m), při konzistenci pevné 200 kPa. I při tomto poměrně malém zatížení je třeba dbát, aby základové konstrukce byly pokud možno stejných rozměrů nebo volit pod většími základy, tj. pod více zatížený-



Obr. 2. Diagram plasticity sprašových sedimentů na území listu Kolín (sestrojen z výsledků 107 analýz z 10 vybraných lokalit).



Obr. 3. Čáry stlačitelnosti sprašových zemin. Lokality: Tesla Kolín 1 – spraš v hloubce 2,0 m, Tesla Kolín 2 – spraš v hloubce 3,8 m, Malín – převozka silnice 3 – spraš v hloubce 2,0 m.

mi zdmi nebo pilíři, poměrně menší únosnost (ZÁRUBA – HROMADA 1950).

Nepříznivou vlastností sprašových zemin pro zakládání jsou ztráta hmotnosti při rozbrádenutí a prosedavost. Spraše jsou totiž značně propustné a mají velkou sorpční kapacitu, makroskopické dutiny umožňují hluboké vnikání vody. Srážková voda se v nich dlouho udržuje a za sucha vzniká k povrchu. Stav rozbrádenosti způsobuje i malý obsah částic do 0,002 mm (do 10 %). Prosedavost je proces zhroucení makropórovité struktury spraší a náhlé redukce jejich objemu v důsledku provlhčení a svislého přitížení. Až do nasycení vodou se spraše chovají jako vcelku vhodné základové půdy, které však po provlhčení a následné deformaci (např. v důsledku náhlé změny režimu podzemní vody, úniku vody z porušených vodovodních řadů, trativoď, netěsnících rozvodů apod.) podlehnu zpravidla haváriím nejrůznějšího stupně, ale i úplné destrukci. Prosedavost spraší je vyjádřena vztahem jejich půrovitosti k vlhkosti, tzn. když půrovitost $n > 40 \%$ a současná vlh-

Tabulka 1. Vlastnosti sprašových sedimentů z oblasti Kolína, Polopek, Pašinky, Štítar, Sedlce a Malína

druh zkoušky	rozsah hodnot	četnost
objemová hmotnost zeminy:		
– suché $\text{d kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1390–1882	73
– přirozeně vlhké $\text{n kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1580–2210	73
měrná hmotnost $\text{s kg} \cdot \text{m}^{-3}$	2645–2750	25
objemová tříha zeminy:		
– suché $\text{d kN} \cdot \text{m}^{-3}$	16,60–18,00	4
– přirozeně vlhké $\text{n kN} \cdot \text{m}^{-3}$	8,80–20,80	23
– pod vodou $\text{sat kN} \cdot \text{m}^{-3}$	9,12–11,25	19
měrná tříha $\text{s kN} \cdot \text{m}^{-3}$	26,40–27,23	17
přirozená vlhkost $w_n \%$	8,3–32,3	103
pórovitost n %	30,3–49,3	72
číslo pórovitosti e 1	0,43–0,67	18
stupeň nasycení S_r	0,27–1,16	72
plasticita:		
– mez tekutosti $w_L \%$	24,0–69,7	107
– mez vláčnosti $w_P \%$	15,0–28,7	107
– číslo plasticity $I_p \%$	6,0–45,0	107
stupeň konzistence $I_C 1$	0,54–1,99	106
úhel vnitřního tření ϕ_e^o	7°20'–36°50'	22
oedometrický modul přetvárnosti E_{oed} MPa pro stupně zatížení:		
50–100 kPa	1,4–4,4	29
100–200 kPa	4,3–14,2	29
200–300 kPa	6,0–22,6	29
300–400 kPa	8,5–17,9	14
lineární smrštitelnost s %	0,33–3,3	8
součinitel poměrné prosedavosti $I_{mp} 1$	0,51	1
obsah uhličitanu %	0,0–25,6	82
obsah organických látek %	0,3–4,9	22

kost $w_n < 13 \%$. Podle výsledků indexových rozborů spraší z území listu Kolín se pórovitost pohybuje v rozmezí $n = 30,3\text{--}49,3 \%$ a vlhkost $w_n = 8,3\text{--}32,3 \%$, tzn. že je předpoklad, že většina zdejších spraší nebude náchylná k prosedání, i když při inženýrskogeologickém průzkumu na Kouřimském předměstí (MAREK 1990 MS) byla ve 2 vrtech v hloubce do 3 m zjištěná spraš náchylná k prosedání s kritickými parametry n a w_n . Při zakládání na spraších je však nutno počítat s uvedenými nepříznivými vlastnostmi a náročnější objekty zakládat pomocí hlubinných prvků až do jejich podloží (terasové sedimenty, překvartérní podklad). Spraše jsou vhodným prostředím pro vrtání otvorů pro širokoprofilové piloty, kdy se jejich stěny udrží po delší dobu bez pažení. Pro spraše (sprašové zeminy) ve třídě F 6 se pohybuje svislá tabulková únosnost $U_{v, \text{tab}}$ vrtaných pilot o průměru $d = 50 \text{ cm}$ při indexu konzistence $I_C = 1$ při

délce vrtaných piloty l_f v hloubce 5 m 350 kN, v hloubce 10 m 550 kN, vodorovná tabulková únosnost $U_{h, \text{tab}}$ vrtaných pilot o stejném průměru při délce vrtaných piloty l_f v 5 m je 100 kN, v 10 m 190 kN (ČSN 73 1002).

Z hlediska využití spraší pro podloží komunikací odpovídají skupině VIII, kde převážná část zeminy se skládá z prachové složky (0,002–0,063 mm). Zeminy jsou v této skupině namrzavé až nebezpečně namrzavé (obr. 1), při napojení vodou nestabilní a velmi rozbrázdavé. Poskytují proto málo vhodné až nevhodné podloží. Zlepšení podloží lze dosáhnout příměsí hydraulických pojiv (vápník, cement aj.). Jako konstrukční materiál do násypů jsou málo vhodné až nevhodné. Při průzkumu pro přeložku silnice Kolín – Čáslav v okolí Malína (ČECHOVÁ – KURKA 1970 MS) byly provedeny zkoušky zhutnitelnosti Proctor standard. Při max. objemové hmotnosti d_{\max} 1790 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a optimální vlhkosti $w_{opt} = 15 \%$ bylo dosaženo 14,20–15,20 % CBR, po nasycení vodou 8,30–11,30 % CBR. Podobně v trase přeložky silnice II/125 v Kolíně (MAREK 1990 MS) při max. objemové hmotnosti 1760 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ za $w_{opt} = 15,5 \%$ dosáhl poměr únosnosti CBR po zhutnění 16 %. V přirozeném uložení byl 10–15 %.

Lineární smrštitelnost spraší a sprašových hlín byla u 8 technologických vzorků 0,33–3,3 %. Spraše a sprašové hlíny jsou dobře těžitelné ve 2. a 3. třídě. Přechodné nakypření objemu výkopu suché sprašové zeminy s konkrecemi je 20–25 %, trvalé 2–4 %. U vlhké zeminy bez konkrecí je přechodné nakypření 10–15 %, trvalé 1–2 % (KOS – ZAJÍC 1961). Přípustný sklon dočasných (přechodných) svahů stavebních jam, hloubených ve spraší o průměrné hloubce 3 m, je třeba volit v poměru 1 : 0,25, při trvalém sklonu zářezu nebo pro dlouhodobě otevřenou stavební jámu (přezimující) lze volit sklon svahů 1 : 1,25. Podobně i pro násyp asi 3 m vysoký. Protože svahy zářezů a stavebních jam jsou náchylné k vodní erozi, je třeba jejich ochrana zatravněním, drnováním, osázením apod. Základovou spáru ve stavební jámě je třeba chránit před zaplavením (rozbřednutím) a promrznutím. U definitivních staveb založených na sprašových zeminách je nutno základovou spáru volit pod zámrznou hloubkou, tj. nejméně 0,80 m pod upraveným povrchem terénu. Spraše jsou dobré použitelné pro konstrukci těsnících jader a clon zemních hrází (CL – podle ČSN 73 6850) nebo minerálních těsnících prvků skládkových úložišť (viz obr. 1). Jako násypový a zásypový materiál jsou méně vhodné až nevhodné. Podzemní voda se vyskytuje převážně pod jejich bází, zpravidla jsou suché. V minulosti byly exploataovány cihelnami na Kouřimském a Kutnohorském předměstí a v Sedlci u Kutné Hory. Sprašové terény by však neměly být zastavovány, protože poskytují zemědělské půdy s vysokým produkčním potenciálem.

Literatura

- CALÁBEK, V. (1967): Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu v prostoru závodu Kablo v Kolíně. – MS Geofond. Praha.
 ČECHOVÁ, E. – KURKA, J. (1970): Závěrečná zpráva Malín – přeložka. – MS Geofond. Praha.
 KAČUROVÁ, J. – TRAXLEROVÁ, N. (1959): Průzkum cihlářských surovin – 1959 Kutná Hora. – MS Geofond. Praha.