

- KAČUROVÁ, J. et al. (1960): Průzkum cihlářských surovin 1960, Kolín I. – MS Geofond. Praha.
- KOS, J. – ZAJÍC, J. (1961): Technická geologie. – SNTL. Praha.
- LOCHMANN, Z. (2002): Mapa inženýrskogeologického rajonování ČR 1 : 25 000, list 13-322 Kolín. – MS Čes. geol. úst. Praha.
- LOCHMANN, Z. – SCHWARZ, R. (1968): Inženýrsko-geologická mapa oblasti města Kolína. – MS Geofond. Praha.
- MAREK, V. (1988a): Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro výstavbu sdruženého odborného učiliště k. p. Tesla-Kolín. – MS Geofond. Praha.
- (1988b): Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro výstavbu účelové budovy v areálu střediska požární stanice v Kolíně IV – Polepšská. – MS Geofond. Praha.
- (1990): Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu v trase přeložky silnice II/125 v Kolíně. – MS Geofond. Praha.
- MIKUŠ, M. et al. (1988): Závěrečná zpráva úkolu Kutnohorský revír – podloží krídy. – MS Geofond. Praha.
- SCHWARZ, R. – LOCHMANN, Z. (1968): Průvodní zpráva k inženýrskogeologické mapě oblasti města Kolína. – MS Geofond. Praha.
- URBÁNEK, L. (1949): Aeolické sedimenty katastru kolínského. – Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., 16, 169–181. Praha.
- ZÁRUBA, Q. – HROMADA, K. (1950): Technicko-geologický rozbor území města Kutné Hory. – Geotechnica, 9, 45 s. Praha.
- sine: ČSN 72 1002 (1993): Klasifikace zemin pro dopravní stavby.
- sine: ČSN 73 1001 (1988): Základová půda pod plošnými základy.
- sine: ČSN 73 1002 (1989): Pilotové základy.
- sine: ČSN 73 3050 (1987): Zemné práce.
- sine: ČSN 73 3051 (1976): Úprava spraší a sprašových hlín v podloží a zemním tělese dálnic a silnic.
- sine: ČSN 73 6824 (1979): Malé vodní nádrže.

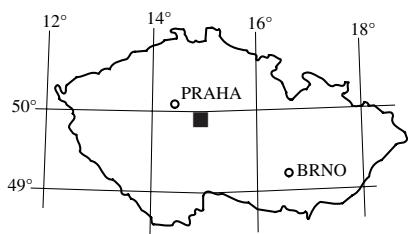
INŽENÝRSKOGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PŘEDKVARTÉRNÍCH HORNIN NA LISTU 13-322 KOLÍN

Engineering geological characteristics of pre-Quaternary rocks on map sheet 13-322 Kolín

ZDENĚK LOCHMANN

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

(13-32 Kolín)



Key words: foundation soils, geotechnical parameters of rocks, central Bohemia

Abstract: Area of the map sheet is situated on the N margin of the Kutná Hora plain which tilts into the Nymburk basin. The bedrock comprises rocks of the Kutná Hora crystalline complex (migmatites, orthogneisses, paragneisses, mica schists, amphibolites) at places overlain by relicts of Cretaceous sediments (sandstones, calcareous sandstones transitional into limestones, marls). On the left Labe river bank most of the bedrock is covered, however, by loess varying in thickness from 1 to 18 m (at Grunta max. 27.70 m). Terrace deposits are also largely covered by loess. The foundations of buildings that put higher strain on foundation soils are to be sited beneath the loess deposits preferably on the crystalline rocks ($R_{dt} = 4\text{--}5 \text{ MPa}$) or on their weathering products ($R_{dt} = 175\text{--}275 \text{ kPa}$) or possibly on terrace deposits, if present (for sand $R_{dt} = 175\text{--}500 \text{ kPa}$, for gravels $R_{dt} = 200\text{--}800 \text{ kPa}$). The 3–13 m thick, predominantly sandy and dry deposits of mid-Pleistocene terraces covering erosional outliers north of Tři Dvory, Konárovice and Velešov are good foundation soils on the right Labe river bank. The greatest obstacle to the foundation of buildings is the shallow ground-water level in the youngest terrace deposits of the wide alluvial plain of the Labe river. This article provides information on geotechnical properties of pre-Quaternary rocks.

Pro úkol „Základní a účelové geologické mapování ČR 1 : 25 000“ byla zpracována v r. 2002 k listu geologické mapy 13-322 Kolín mapa inženýrskogeologického rajonování ve stejném měřítku. Mapově tak bylo navázáno na sousední list 13-321 Svojšice, zrealizovaný v minulém roce (LOCHMANN 2001). V následujícím příspěvku jsou sledovány inženýrskogeologické a geotechnické vlastnosti hornin předkvartérního podkladu na listu Kolín.

Skalní horniny

Komplex vysokometamorfovaných hornin krystalinika je tvořen převážně migmatity (biotitický, muskovitický až dvojslídny, mylonitizovaný), které jsou nejběžnější součástí komplexu metamorfovaných hornin na listu Kolín, dále granatickými svory, pararulami, plástevnatými a stěbelnatými ortorulami a amfibolity. Jejich výchozy se objevují především v údolích levostranných přítoků Labe, při j. okraji mapy tvoří vrchy Malý a Velký Kuklík, Sukov, Kaňk, na SZ listu pak centrální (historickou) část města Kolína. Na pravém břehu Labe vytvářejí defilé při Podskalském nábřeží s bývalou Práchovnou a byly těženy v lozech u stadionu a na Velké skalce. Ve smyslu inženýrskogeologické klasifikace jsou jmenované typy hornin v mapě sdruženy do společného litologického komplexu skalních hornin se shodnými nebo podobnými geotechnickými charakteristikami. Charakter diskontinuit (orientace, četnost, rozevření, druh výplně) a stupeň zvětrávání ovlivňuje jejich pevnost. Diskontinuity zahrnují všechny plochy přirozené dělitelnosti bez ohledu na jejich původ. Mechanické vlastnosti zdravých krystalinických hornin na mapovém listu můžeme označit jako velmi dobré. Podle pevnosti horninového materiálu řadíme migmatity, ortoruly a amfi-

bolity do třídy R1 s velmi vysokou pevností ($c = 150\text{--}250 \text{ MPa}$). Modul přetvárnosti E_{def} při střední hustotě diskontinuit (600–200 mm) a při křehkém procesu přetváření se pohybuje okolo 25 000 MPa, Poissonovo číslo = 0,10 (ČSN 73 1001). Tabulkovou výpočtovou únosnost R_{dt} skalního masivu při střední hustotě sevřených diskontinuit bez jílovité výplně (na vzdálenost 600–60 mm) lze odhadnout na 4–5 MPa. Svory a pararuly řadíme do nižší třídy R2. Jde o horniny s vysokou pevností, u nichž se c pohybuje v rozmezí 50–150 MPa, E_{def} při střední hodnotě diskontinuit a křehkém procesu přetváření je 8500 MPa a = 0,10. Únosnost R_{dt} za stejných podmínek jako u předchozích horninových typů je 2–3 MPa. Zdravé horniny tř. R1 i R2 poskytují stabilní a suchou základovou půdu, nestlačitelnou, ale obtížně těžitelnou (ve tř. 7). Hladina puklinové podzemní vody všude přesahuje hloubku 5 m.

Na výchozech a zejména pod rozsáhlým sprášovým pokryvem nebo v podloží reliktu křídových hornin nacházíme horniny krystalinika v různém stupni rozpukání a na-

ně, v údolí Polepký, u Nebovid a Červených Peček. Obvykle směrem do nadloží přecházejí do pevnějších vápnitých pískovců, které nemají kvádrovitou, ale spíše deskovitou odlučnost. Byly vymapovány v údolí Pekelského potoka a v okolí Pašinky. Laterálně i vertikálně přecházejí až do poměrně čistých vápenců rovněž deskovitě odlučných j. od Pašinky, v Čertovce a okolí. Kromě tohoto typu vápencových hornin vystupují i vápence organodetrické s úlomky fosilií a hojnými valouny. Jsou lokálně na celém území listu v malých výskytech přímo na krystaliniku a patří jak korycanským vrstvám, tak bělohorskému souvrství. V místech výraznějších elevací podložního krystalinika mohou být uloženy bělohorské souvrství zachovány také v mělkovodní facii vápnitých pískovců až vápenců, popř. „příbojových“ konglomerátů se slinitou nebo karbonátovou základní hmotou (Kaňk – naleziště „Na vrších“, bohatá paleontologická lokalita chráněná jako NPP z roku 1933). Tabulka 1 ukazuje geotechnické parametry jednotlivých horninových typů.

Tabulka 1. Geochemické parametry horninových typů

typ horniny	zařazení do třídy podle ČSN 73 1001		c (MPa)	E_{def} (MPa) *		R_{dt} (kPa) **
	73 3050					
– slabě zpevněné: konglomeráty, pískovce, vápnité pískovce, písčité vápence	R3–R4	4–5	5–50	100–200	0,20–0,25	400–800
– masivní: písč. vápence, slepence, sed. brekcie	R2	5–6	50–150	400	0,15	2000

c = pevnost horniny v prostém tlaku (MPa)

E_{def} = modul přetvárnosti základové půdy (MPa)

= Poissonovo číslo (1)

R_{dt} = tabulková výpočtová únosnost (kPa)

* při hustotě diskontinuit na vzdálenost 60–20 mm

** při střední hustotě diskontinuit (na vzdálenost 600–60 mm)

větrání, což samozřejmě snižuje jejich pevnost, a tím i únosnost. Tloušťka zvětralinového pláště: Kouřimské předměstí 7 m, sz. svah Polepského vrchu 4 m, z. od hřbitova v Červených Pečkách přes 5,20 m, v obci 3–4 m, v Gruntě 3–4 m. Produktem zvětrávání migmatitů, ortorul a amfibolitů je hlinito-jílovitý písek většinou středně až hrubě zrnitý, slídnatý třídy S3–S5 (S–F, SM, SC), často se zachovalou strukturou původní, zcela zvětralé (rozložené) horniny (R6) a s navětralými úlomky matečné horniny. Eluvia svorů a pararul mají spíše charakter hlinito-jílovitého písku (S4, S5–SM, SC) až písčité hlín (F3–MS).

Eluvia spolu se silně zvětralými matečními horninami představují suché, dostatečně únosné základové půdy, těžitelné ve 3. třídě. Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} se pohybuje mezi 175–275 kPa při šířce základu 1 m (u tříd S4, S5, F3 platí hodnoty pro konzistence tuhou až pevnou).

Při povrchu bývají pískovce často mírně až silně zvětralé nebo rozložené v písčitou až štěrkopísčitou zeminu (eluviu) třídy S1, S3 (SW, S–F), případně i místy G2, G5 (GP, GC). Těžitelnost je ve 2.–3. třídě. Ve vrtech byla zjištěna eluvia pod spráší, např. mezi Polepským vrchem a Pašinkou v tloušťce 3–6 m, na Kutnohorském předměstí „Nad tržištěm“ (3,60 m) aj. Objemová těža písčitých zvětralin = 17,5–20 kN · m⁻³, E_{def} při $I_D = 0,67$ až 1,0 je rovno 17–100 MPa, $\phi = 30\text{--}42^\circ$. Při zakládání jsou dobrou a únosnou základovou půdou. Rozmezí jejich tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} při šířce základu 1 m a hloubce založení 1 m lze stanovit odhadem asi na 275–500 kPa.

Jílovovo-prachovcové horniny jsou zastoupeny komplexem pelitických, aleuritických a písčitých poloskalních hornin mezozoika, většinou málo diageneticky zpevněných, příslušejících k souvrství bělohorskému, jizerskému a teplickému. Na levém břehu Labe zůstaly slínovce bělohorského souvrství zachovány před úplnou denudací v depresích krystalinického povrchu. Nasedají zde na korycanské vrstvy nebo přímo na metamorphy. Podle pevnosti se tyto horniny pohybují na formální hranici mezi poloskalními a skalními horninami, která je dána pevností $c = 50 \text{ MPa}$. Zařazujeme je do tříd R3 a R4, které zahrnují horniny se střední až nízkou pevností ($c = 5\text{--}50 \text{ MPa}$). Podle těžitelnosti odpovídají tř. 4 a 5. Na povrchu bývají místy překryty štěrký a písky vyšších pleistocenních teras, na le-

Skalní a poloskalní horniny

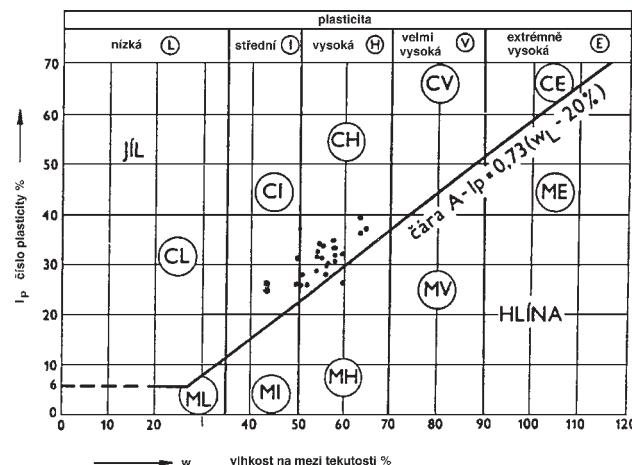
V komplexu křídových hornin tvoří pískovcově-slepencové horniny převážně korycanské kvádrové jílovité křemenné pískovce. Jsou to běžné pískovce s kvádrovitou odlučností díky pravidelné síti subhorizontálních a subvertikálních puklin. Vyskytují se v okolí Štítar, v Kolí-

Tabulka 2. Vlastnosti eluvií slínovců z oblasti Malína, Sedlce a Polep

druh zkoušky	rozsah hodnot	četnost
objemová hmotnost zeminy:		
– suché ρ_d kg $\cdot m^{-3}$	1500–1782	19
– přirozeně vlhké ρ_n kg $\cdot m^{-3}$	1750–2120	19
měrná hmotnost ρ_s kg $\cdot m^{-3}$	2667–2760	19
objemová tříha zeminy:		
– přirozeně vlhké w_n kN $\cdot m^{-3}$	18,62–19,58	3
– pod vodou w_{sat} kN $\cdot m^{-3}$	9,81–10,93	3
přirozená vlhkost w_n %	4,0–28,0	26
pórovitost n %	33,2–45,5	19
stupeň nasycení S_r	0,50–0,98	19
plasticita:		
– mez tekutosti w_L %	44,0–65,0	26
– mez vláčnosti w_p %	17,8–30,5	26
– číslo plasticity I_p %	25,0–37,0	26
stupeň konzistence I_C	1,0–1,70	26
soudržnost c_{ef} kPa	15–54	10
úhel vnitřního tření ϕ_{ef} °	17°–27°7'	10
oedometrický modul přetvárnosti E_{oed} MPa pro stupně zatížení:		
50–100 kPa	2,4–8,6	13
100–200 kPa	2,7–9,0	16
200–300 kPa	3,0–11,2	16
lineární smrštitelnost s %	1,7–6,8	7
obsah uhličitanů %	28,2–62,4	27
obsah organických látek %	1,4–5,1	21

vém břehu Labe především pak sprašovým pokryvem. Jsou odkryty jv. od Starého Kolína a v Malíně. V severní části mapového listu tvoří svahy svědeckých výšin, budované kromě bělohorského souvrství i vyššími souvrstvími – jizerským a teplickým. Slínovce bělohorského souvrství tvoří (až na malé výjimky) předkvarterní podklad fluviálním uloženinám v širokém údolí Labe a Klejnárky.

Slínovce rychle zvětrávají, takže na výchozech i pod fluviálními uloženinami je zastihneme na povrchu zcela zvětralé (rozložené) charakteru slínu. Hloubka zvětrávání se pohybuje asi od 1,5 do 4 m. Podle pevnosti odpovídají eluvia slínovců tř. R6, přesněji jemnozrnným zeminám třídy F8 (CH) – jílu s vysokou (H) plasticitou a v menší míře tř. F6 (CI) – jílu se střední (I) plasticitou (obr. 1). Při inženýrskogeologickém průzkumu pro kolínskou teplárnu byly prováděny zkoušky pevnosti rozložených slínovců. U dvanácti vzorků se hodnoty c pohybovaly mezi 0,288–1,95 MPa, v průměru 0,88 MPa (ONDRA 1977 MS). Modul přetvárnosti E_{def} lze odhadnout na 15 MPa, Poissoovo číslo $\gamma = 0,40$ (při velmi velké hustotě diskontinuit –



Obr. 1. Diagram plasticity eluvii slínovců (sestrojen z výsledků 26 analýz z oblasti Malína, Sedlce a Polep).

vzdálenost 60–20 mm, při plastickém procesu přetváření).

Pro zakládání mají eluvia řadu nepříznivých vlastností. Jsou méně únosné (při hloubce založení 0,8 až 1,5 m pro šířku základu 3 m při tuhé konzistenci $R_{dt} = 80–100$ kPa), objemově nestálá (při zvlnění bobtnají a při vysychání se smršťují). Základovou spáru je třeba volit mimo dosah klimatických vlivů nejméně v hloubce 1,6 m pod upraveným povrchem území, neboť opakující se objemové změny působí destruktivně na mělce založené objekty, které sedají a objevují se v nich trhlinky. Na svazích jsou eluvia po provlhčení náhylná k sesouvání. Pro podzemní vodu fungují jako izolátory. Při zemních pracích jsou těžitelná ve 3. až 4. třídě a jsou lepivá (jestliže číslo plasticity $I_p > 10$ a přirozená vlhkost $w_n >$ mez vláčnosti w_p – viz tabulku 2, nebo je-li nevyhnutelně nutné při zemních pracích odstraňovat jílovitá eluvia z nářadí a dopravních prostředků). Sklon svahu dočasných výkopů do hloubky 3 m lze provádět v poměru 1 : 0,25 až 1 : 0,50. V průběhu výstavby je třeba chránit základovou půdu při výkopových pracích proti mechanickému porušení, proti nepříznivým klimatickým účinkům a proti zaplavení základové spáry. Výkopek není vhodný ke zpětnému použití do násypů. Dočasné nakypření činí u eluví asi 135 % objemu původního stavu, tzn. před jejich rozpojením.

Literatura

- ČECHOVÁ, E. – KURKA, J. (1970): Závěrečná zpráva Malín – přeložka. – MS Geofond. Praha.
 LOCHMANN, Z. (2001): Mapa inženýrskogeologického rajonování ČR 1 : 25 000, list 13-321 Svojšice. – MS Čes. geol. úst. Praha.
 MAREK, V. (1988): Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu navrženého území výstavby k. p. Tesla u obce Polepy, okres Kolín. – MS Geofond. Praha.
 MIKUŠ, M. et al. (1988): Závěrečná zpráva úkolu Kutnohorský revír – podloží křídy. – MS Geofond. Praha.
 ONDRA, K. (1977): Kolín – teplárna. Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum staveniště teplárny. – MS Geofond. Praha.
 sines ČSN 73 1001 (1988): Základová půda pod plošnými základy. – sines ČSN 73 3050 (1987): Zemné práce.