

Mineralia slov.
14 (1982), 4, 323—342

Inžinierskogeologická charakteristika sedimentov na území súmestia Banská Bystrica — Zvolen

JÁN VLČKO, PETER WAGNER

Katedra inžinierskej geológie PFUK, Zadunajská 15, 851 01 Bratislava

(11 obr., 6 tab. v texte)

Doručené 26. 10. 1981

Инженерно-геологическая характеристика отложений на территории городской агломерации Банска Быстрица — Зволень

Авторы в статье кратко излагают инженерно-геологическую характеристику самых распространенных комплексов горных пород на территории будущей городской агломерации Банска Быстрица — Зволень. Кроме общего петрографического описания и качественной характеристики свойств распределяют отдельные литологические комплексы по нормовым критериям, стремясь удовлетворить требования инженерной практики и предоставить непосредственные информации, используемые при самых обыкновенных типах строительной деятельности. Наборы литологических типов, из которых было отобрано достаточное количество образцов характеризуют статистически обработанными значениями основных физических и механических свойств.

Engineering geological characteristics of the sediments covering the area of the prospective twin-town Banská Bystrica—Zvolen

The authors present a brief engineering geological characteristics of the most common lithological complexes in the area of the prospective twin-town Banská Bystrica—Zvolen (Central Slovakia). Besides qualitative description and quantitative characteristics of the rock properties the paper includes an arrangement of various lithological complexes according to standards for foundation. The aim of it is to meet demands of engineering practice and to provide available information for use in common civic and industrial constructions. The physical state of groups of lithological types is expressed by statistically processed values.

Dôležitosť problematiky rozvoja osídlenia a urbanizácie vzbudila pozornosť zod-

povedných orgánov a podnietila Ministerstvo výstavby a techniky SSR spracovať

Zásady koncepcie hlavných smerov urbanizácie Slovenska, ktoré schválila vláda SSR uznesením č. 95/71. Zásady sú výsledkom dlhodobého štúdia prírodných, ekonomických, sociálnych a i. podmienok a stali sa základným dokumentom na vypracovanie Projektu urbanizácie SSR do r. 2000 (Rutšek et al., 1977). Podľa neho sa Slovensko rozdelilo do 13 urbanizačných oblastí a v každej z nich sa vytvorí jeden mestský región, ktorý podľa významu výhľadovej veľkosti centra bude zatriedený do jednej z troch kategórií: metropolitný, veľkomestský a základný.

V kategórii metropolitných regiónov má významné postavenie pohrónsky región. Terajšie hospodársko-sídlné centrum Banská Bystrica a pridružené centrum Zvolen majú vytvoriť jeho vlastné jadro. Obidve mestské aglomerácie vytvoria v rozvíjajúcom sa procese urbanizácie jednu funkčnú územnú štruktúru — súmestie, ktoré s počtom okolo 300 000 obyvateľov bude mimoriadne významným hospodársko-kultúrnym centrom v rámci celého Slovenska. Preto treba z predmetného územia zabezpečiť komplexné podklady na účely územného plánovania, projektovania a výstavby. Jedným z fundamentálnych podkladov je inžinierskogeologická mapa z ústrednej časti plánovaného súmestia, ktorú v rokoch 1976—1979 spracoval výskumný kolektív Katedry inžinierskej geológie PFUK v Bratislave.

Mnohoúčelová inžinierskogeologická mapa a súbor údajov o študovanom území predstavujú dlhodobý zdroj informácií, ktorý možno využiť pri tvorbe oblastných a územných plánov, t. j. na najvyšších stupňoch rozsiahleho a komplexného systému rozhodovania o racionálnom využívaní a ochrane územia. Údaje o charaktere a vlastnostiach horninových komplexov zhrnuté v sprievodnej správe k mape sa dajú využiť v súčasnej inžinierskej praxi, napr. pri zakladaní inžinierskych objektov

rozličnej náročnosti, návrhu sklonov stavebných jám, pri určovaní postupu stavebných prác a pod.

Úsilie vyhovieť požiadavkám odbornej praxe v poskytovaní priamych informácií využiteľných v jednotlivých druhoch stavebnej činnosti viedla autorov k opisu technicky najdôležitejších vlastností vybraných horninových komplexov, k ich štatistickému spracovaniu a zisteniu niektorých korelačných závislostí. Súčasťou celkového hodnotenia je aj zatriedenie zemín podľa normových kritérií platných v najbežnejších stavebných odboroch.

Za najdôležitejšie považujeme zhodnotiť vlastnosti tých sedimentov, ktoré sa v rozhodujúcej miere zúčastňujú na geologickej stavbe budúceho urbanistického centra pohrónského metropolitného regiónu a sú v dosahu zakladania bežných stavebných konštrukcií. Patria medzi ne predovšetkým súdržné a nesúdržné jazerné, príp. jazerno-riečne sedimenty pliocénnej subformácie a sedimenty formácie kvartérnych pokryvných útvarov. Plošné rozšírenie opisovaných sedimentov je na obr. 1.

Charakteristika vlastností sedimentov pliocénnej subformácie

Sedimenty tejto subformácie vystupujú na povrch takmer v celom rozsahu záujmového územia, iba vo Zvolenskej a Slatinskej kotline ležia v podloží fluvialných náplavov Hrona. Tvoria ich ílovité, štrkovité a ílovito-štrkovité litologické komplexy.

Ílovitý komplex

Ílovitý komplex tvorí íl, prachový a piesčitý íl, podradne prach prevažne sivohnedej, sivomodrej a zelenej farby s hojnými zátekmi Fe_2O_3 , zriedka jemne sfudnaté a slabo vápnité. Miestami sú v nich vrstvičky

až polohy štrku mocné 1—2 m.

V zrnitostnom zložení prevláda prachová frakcia (40—70 ‰). Približne v 10 ‰ odobratých vzoriek prevláda ílovitá frakcia, piesčitá frakcia dosahuje 15—45 ‰ (obr. 2).

Základné fyzikálne vlastnosti pliocénneho ílu a jeho štatistické spracovanie zhŕňa tab. 1, zhodnotenie vlastností ílovitého komplexu podľa noriem pre rozličné odvetvia stavebnej činnosti je v tab. 6. Okrem určenia základných štatistických charakteristík pre hodnoty fyzikálnych vlastností pliocénneho ílu sme sa pokúsili nájsť vhodné a použiteľné korelácie medzi vybranými fyzikálnymi, resp. fyzikálnymi a mechanickými vlastnosťami. Vlastný výber korelačných dvojíc podmieňovala praktická použiteľnosť odvodených vzťahov, t. j. hľadala sa závislosť vlastností, ktorá sa určuje náročnými laboratornými skúškami, od inej, určovanej jednoduchými skúškami.

Značná plošná aj priestorová nerovnorodosť súboru, ako aj nejednotnosť laboratorného určovania daných vlastností (do súboru sme zahrnuli všetky vlastné aj archívne výsledky laboratorných určení) spôsobili nielen značný rozptyl hodnôt základných fyzikálnych vlastností (pozri tab. 1), ale aj ich pomerne nízku vzájomnú korelovateľnosť, a to aj napriek tomu, že sa korelačné závislosti zisťovali aj v rámci detailnejšie vyčlenených podsúborov (podľa ich fyzikálneho stavu vyjadreného stupňom konzistencie). Získané hodnoty koeficienta korelácie r sa medzi skúmanými dvojicami vlastností I_p/n ; I_c/n ; w_n/I_c pohybovali od 0,24 do 0,55, čo dokazuje veľmi nízky stupeň korelačnej väzby medzi skúmanými súbormi, a preto sa získané závislosti dajú použiť iba na veľmi približný odhad.

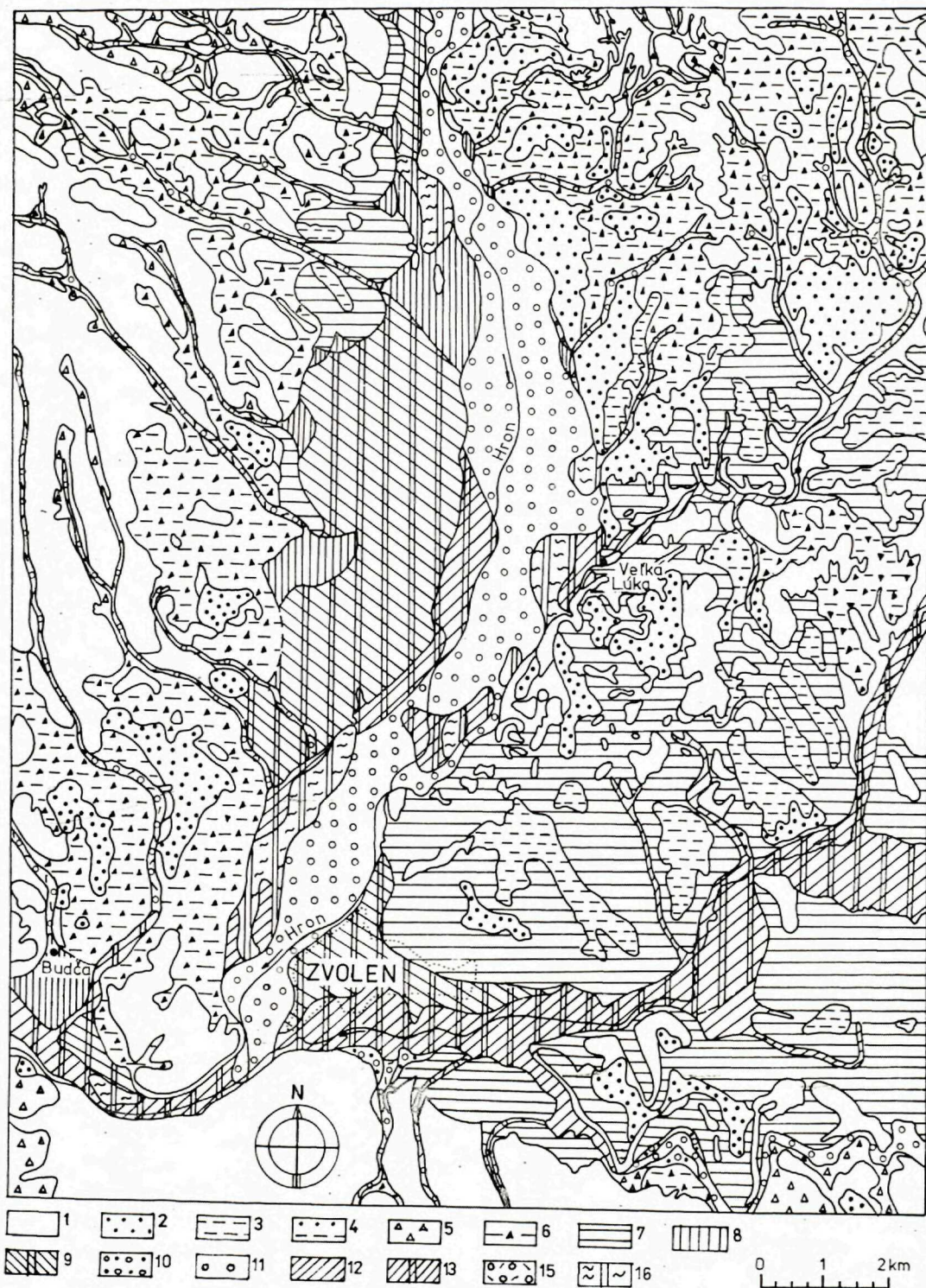
Z praktického hľadiska sú veľmi dôležité korelácie medzi základnými fyzikálnymi a mechanickými vlastnosťami. Z me-

chanických vlastností sme mali k dispozícii pomerne málo údajov o celkovej šmykovej pevnosti (priemerné hodnoty parametrov šmykovej pevnosti dosahujú $c_u = 0,05—0,08$ MPa, $\varphi_u = 4^\circ$) a dostatočné množstvo hodnôt modulu deformácie E_o , ale ten sa v rozličných laboratóriách určuje rozdielne. V úsilí zabezpečiť čo najväčšiu jednotnosť súboru sme brali do úvahy iba hodnoty E_o určené v laboratóriu IGHP, n. p., závod Bratislava, pričom pri vzorkách odobratých z hĺbky do 5 m sme udávali hodnoty E_o zistené pri napätí 0,1—0,2 MPa a pri vzorkách odobratých z hĺbky väčšej ako 5 m hodnoty E_o zistené pri napätí 0,2—0,3 MPa. Ale ani takto upravený súbor vlastností E_o nie je samostatne korelovateľný s nijakou z dôležitých fyzikálnych vlastností (napr. fyzikálne odôvodniteľná korelácia E_o/n má hodnoty $r < 0,5$). Až závislosť modulu deformácie od viacerých fyzikálnych vlastností, ktoré najpodstatnejšie ovplyvňujú jeho hodnotu, vyjadrená rovnicou viacnásobnej regresie

$$E_o = -41,14 + 104,28 I_c + 0,19 n$$

potvrdila podľa získaného koeficienta viacnásobnej regresie $r_c = 0,65$ korelovateľnosť skúmaných súborov a použiteľnosť odvodeného vzťahu.

Všetky uvedené fakty dokazujú, že pliocénny íl je veľmi nerovnorodým komplexom sedimentov so značným rozptylom fyzikálnych a mechanických vlastností. Nerovnorodosť komplexu ílovitých sedimentov je podmienená pestrosťou faciálnych podmienok pri ich formovaní, ako aj rozdielnou expozíciou a z toho vyplývajúcou rozličnou intenzitou vplyvu exogénnych činiteľov. Z hľadiska stavebnej praxe sú osobitne nepriaznivé vysoké hodnoty napúčania ílu (dosahujúce až 45 ‰), ktoré vyvolávajú zosúvanie stien dlhšie otvorených stavebných jám a výkopov.



Štrkovitý komplex

Štrkovitý komplex je zo stredného až hrubého, miestami aj balvanitého štrku s obsahom prachovito-piesčitej frakcie (20–40 %). Z petrografickej stránky má najväčšie zastúpenie kremeň, kremenec, kvarcit, andezit a horniny kryštalinika. Štrk zvyčajne buduje vyššie, morfológicky exponované časti územia bez náznaku vrstvitosti a zvrstvenia. V nižšie položených partiách je uložený zväčša horizontálne. Často sú v ňom vložky prachovitého piesku, resp. prachového ílu, ktorého mocnosť nepresahuje 1 m. Vzhľadom na to, že sme nemali k dispozícii nijaké výsledky laboratórnych skúšok z pliocénneho štrku, v tab. 6 uvádzame jeho zaradenie podľa noriem, ktoré sme urobili na základe štúdia väčšieho počtu prirodzených a umelých odkryvov.

Ílovito-štrkovitý komplex

Tento komplex tvorí nepravidelné striedanie ílovitej a štrkovitej zeminy (opísané v predchádzajúcich častiach) zastúpenej

približne v rovnakom pomere. Vytvára nepravidelné polohy až šošovky, ktoré na krátku vzdialenosť vyклиňujú. Mocnosť striedajúcich sa typov býva najčastejšie 1–2 m. Fyzikálne a mechanické vlastnosti, ako aj zaradenie podľa noriem zodpovedajú sedimentom opísaným v predchádzajúcich častiach.

Charakteristika vlastností kvartérnych pokryvných útvarov

Z formácie kvartérnych pokryvných útvarov okrem chemogénneho (travertín) a antropogénneho komplexu, ktorých plošné rozšírenie je v porovnaní s ostatnými komplexmi nepatrné a pravdepodobnosť výstavby v miestach ich výskytu veľmi malá, opisujeme všetky litologické komplexy nachádzajúce sa v skúmanom území.

Deluviálny komplex

Sedimenty tohto komplexu, v ktorom sme vyčlenili tri litologické súbory, sú veľ-

Obr. 1. Plošné rozšírenie pliocénnych a kvartérnych sedimentov na území súmestia Banská Bystrica–Zvolen. 1 — územie budované skalnými a poloskalnými horninami, 2 — štrkovitý komplex, 3 — ílovitý komplex, 4 — ílovito-štrkovitý komplex (2–4 sedimenty pliocénnej subformácie), 5 — kamenitá až balvanitá sutina, 6 — kamenitá hlina s obsahom úlomkov hornín do 30 %, 7 — hlina s obsahom úlomkov hornín do 10 %, (5–7 — deluviálny komplex), 8 — štrkovité sedimenty pokryté ílovitou hlinou mocnou 1–4 m (proluviálny komplex), 9 — hlinité terasové náplavy v celkovej mocnosti do 4 m pokrývajúce štrkovité terasové náplavy Hrona a Slatiny, 10 — štrkovité terasové náplavy, 11 — štrkovité sedimenty údolných nív, 12 — fluvialné hlinité sedimenty, 13 — fluvialné hlinité sedimenty celkovej mocnosti do 5 m ležiace na štrkovitých sedimentoch údolných nív, 14 — štrkovité náplavy horských tokov, (9–14 — fluvialný komplex), 15 — bahnité hnílokalové sedimenty v celkovej mocnosti do 3 m ležiace na štrkovitých sedimentoch údolných nív alebo proluviálnych kužeľoch — organický komplex (5–15 — kvartérne pokryvné útvary).

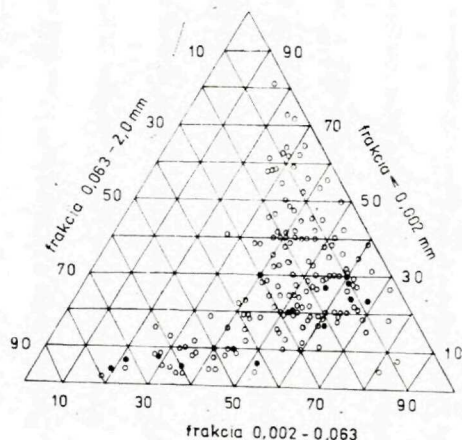
Fig. 1. Distribution of Pliocene and Quaternary sediments in the Banská Bystrica–Zvolen twin-town area. 1 — solid and semi-solid rocks, 2 — gravel complex, 3 — clay complex, 4 — clay-gravel complex (2–4 sediments of Pliocene subformation), 5 — stony and bouldery debris, 6 — loams with 30 % rock-fragments, 7 — loams, with 10 % rock-fragments (5–7 deluvial complex), 8 — gravels covered by clayey loams 1–4 m thick (proluvial complex), 9 — Hron and Slatina river terrace loams 4 m thick underlain by gravels, 10 — gravels (terrace sediments), 11 — gravels (flood plain sediments), 12 — loams (flood plain sediments), 13 — flood plain loams 5 m thick underlain by gravels, 14 — gravels—sediments of mountain streams (9–14 fluvial complex), 15 — marshy sludge loams 3 m thick underlain by fluvial and proluvial gravels (organic complex) (5–15 Quaternary deposits).

mi rozšírené v celom záujmovom území. Dosahujú mocnosť 2—9 m.

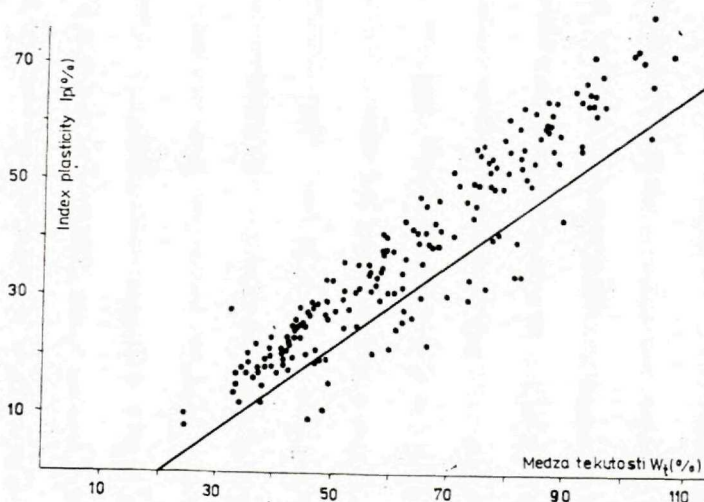
Kamenitá až balvanitá sutina je v uzáveroch horských dolín a na najexponovanejších častiach svahov Kremnických vrchov a Javoria. Tvoria ju nepracované úlomky a balvany hornín podkladu (andezit, kremenec), s obsahom 20—40 % hlinitej, resp. hlinito-piesčitej výplne. Zo sutiny sme na zistenie jej fyzikálnych a mechanických vlastností nemali k dispozícii nijaké rozborý, vykonali sa iba orientačné

laboratórne skúšky na zistenie vlastností výplne. Z výsledkov skúšok vyplýva, že priemerná hodnota modulu deformácie výplne je 3,0 MPa (pri zaťažení do 0,2 MPa) a celkovú šmykovú pevnosť, pri ktorej sa môžu prejaviť aj účinky pevných zŕn, možno charakterizovať parametrom $c_u = 0,04—0,06$ MPa a $\varphi_u = 12—23^\circ$. Zatriedenie podľa noriem je v tab. 6.

Deluviálna kamenitá hlina s obsahom úlomkov do 30 % pokrýva svahy z pliocénnych štrkovitých a miocénnych vulka-



Obr. 2. Zrnitostné zloženie a plasticita pliocénnych súdržných sedimentov. Vysvetlivky k obr. 2, 3, 8, 9, 11: 1 — zemina s $I_p > 20$, 2 — zemina s $I_p < 20$
Fig. 2. Grain size distribution and plasticity chart of Pliocene cohesive sediments. Explanations to figs. 2, 3, 8, 9, 11: 1 — soil with $I_p > 20$, 2 — soil with $I_p < 20$



Fyzikálne vlastnosti pliocénnych ílovitých sedimentov
Physical properties of Pliocene clayey sediments

Tab. 1

Štatistická veličina	Počet skúšaných vzoriek N			Minimálna zistená hodnota $X_{\min.}$			Maximálna zistená hodnota $X_{\max.}$			Aritmetický priemer $\bar{X}$			Smerodajná odchýlka S			Koeficient variácie V(%)		
Vlastnosť	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P
Prirodzená vlhkosť $W_n (\%)$	32	110	22	25,6	16,3	12,2	53,6	65,0	48,2	40,7	29,3	25,9	10,9	9,2	10,2	26,7	31,2	39,5
Objemová hmotnosť vlhká $\rho_m (gcm^{-3})$	—	28	—	—	1,64	—	—	2,08	—	—	1,94	—	—	0,13	—	—	6,76	—
Objemová hmotnosť suchá $\rho_d (gcm^{-3})$	—	28	—	—	1,10	—	—	1,76	—	—	1,56	—	—	0,19	—	—	12,39	—
Merná hmotnosť $\rho_s (gcm^{-3})$	—	24	—	—	2,42	—	—	2,74	—	—	2,66	—	—	0,08	—	—	3,06	—
Pórovitosť $n (\%)$	—	29	—	—	35,8	—	—	56,3	—	—	41,49	—	—	5,87	—	—	14,16	—
Stupeň nasýtenia $S_r (\%)$	—	29	—	—	61,0	—	—	99,7	—	—	91,22	—	—	5,33	—	—	5,84	—
Hranica tekutosti $W_L (\%)$	31	115	21	32,4	33,0	24,0	114,7	126,3	125,1	61,4	67,0	64,3	21,1	21,3	21,1	34,4	31,8	32,9
Hranica plasticity $W_P (\%)$	31	115	21	14,9	14,8	13,9	48,0	44,0	55,9	28,4	25,7	26,1	8,8	18,2	8,9	31,2	70,8	34,2
Číslo plasticity $I_P (\%)$	31	115	21	9,4	16,0	10,1	73,9	85,7	69,2	33,3	42,9	38,1	15,5	17,8	14,3	46,5	41,4	37,5
Číslo konzistencie I_c	31	115	21	0,27	0,75	1,0	0,74	0,99	1,17	0,58	0,88	1,04	0,12	0,06	0,03	21,33	6,92	3,67

Vysvetlivky k tab. 1—5

T — sedimenty tuhej konzistencie ($0,99 \geq I_c \geq 0,75$)

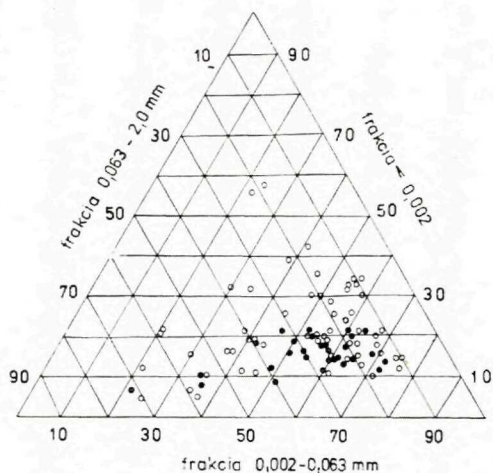
M — sedimenty mäkkej konzistencie ($I_c < 0,75$)

P — sedimenty pevnej a tvrdej konzistencie ($I_c \geq 1,0$)

nogénnych hornín. Hlina je hnedá až hrdzavohnedá s častými zátekmi Fe_2O_3 a mangánu. Úlomky pestrého petrografického zloženia (prevládajú horniny podkladu) sú chaoticky usporiadané a miestami vytvárajú aj súvislé štrkové polohy do mocnosti 0,5 m. Celková mocnosť deluviálnej kamenitej hliny dosahuje najčastejšie 2–5, ojedinele až 9 m.

V zrnitostnom zložení hliny (obr. 3) prevláda prachovitá frakcia (20–80 %) nad piesčitou (10–70 %) a ilovitou (5–40 %).

Prehľad štatisticky spracovaných základných fyzikálnych vlastností tohto súboru je v tab. 2. Podsúbory sú vyčlenené podobne ako v tab. 1 na základe rozličného fyzikálneho stavu zeminy (vyjadreného hodnotou I_c). Ďalšie podrozdelenie, vychádzajúce z rozličnej plasticity skúmaných vzoriek (vyjadrenej číslom plasticity I_p), sme nevykonali vzhľadom na malú početnosť štatistických súborov. Z porovnania maximálnych, minimálnych a priemerných hodnôt vlastností, ako aj z hodnôt roz-

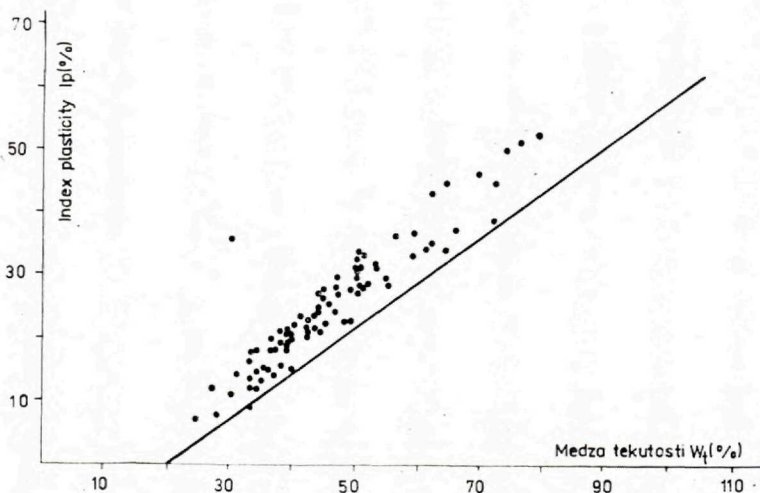


1 - ○

2 - ●

Obr. 3. Zrnitostné zloženie a plasticita deluviálnej hliny s obsahom úlomkov hornín do 30 %.

Fig. 3. Grain size distribution and plasticity chart of deluvial loams with 30 % rock-fragments



Fyzikálne vlastnosti deluviálnej hliny s obsahom úlomkov do 30 %
Physical properties of delluvial clay with rock fragment content up to 30 p. c.

Tab. 2

Statistická veličina	Počet vzoriek N			Minimálna zistená hodnota X _{min.}			Maximálna zistená hodnota X _{max.}			Aritmetický priemer X'			Smerodajná odchýlka S			Koeficient variácie V(%)		
Vlastnosť	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P
W _n (%)	14	55	24	23,9	16,3	11,9	34,7	41,8	30,2	28,6	23,8	19,7	3,0	4,8	4,0	10,5	20,2	20,6
ρ _n (gcm ⁻³)	12	28	15	1,49	1,72	1,97	2,07	2,14	2,16	1,88	1,95	2,03	0,13	0,08	0,04	7,02	4,34	2,24
ρ _d (gcm ⁻³)	12	27	15	1,18	1,26	1,62	1,66	1,83	1,85	1,45	1,58	1,71	0,11	0,12	0,07	7,82	7,85	4,13
ρ _s (gcm ⁻³)	11	23	12	2,59	2,52	2,61	2,72	2,71	2,70	2,66	2,63	2,65	0,03	0,04	0,02	1,20	1,84	0,93
n(%)	11	21	8	37,6	36,3	29,5	56,1	53,1	39,5	45,4	41,6	35,9	4,7	3,6	3,2	10,4	8,8	9,1
S _r (%)	9	18	8	55,4	79,1	79,5	99,0	99,5	92,5	91,4	90,2	87,2	12,9	5,4	4,2	14,1	5,9	4,8
W _L (%)	14	56	24	30,0	27,0	24,4	50,0	74,0	101,0	39,4	46,8	50,1	5,3	11,2	17,2	13,6	23,9	34,4
W _p (%)	14	56	24	15,0	15,0	15,4	23,0	33,1	30,1	20,0	20,9	20,8	2,3	3,8	3,5	11,9	18,3	16,9
I _p (%)	14	56	24	11,1	7,7	6,9	27,0	46,2	70,8	18,6	25,5	29,2	4,9	8,1	14,4	26,8	31,9	49,3
I _c	14	56	24	0,17	0,75	1,0	0,71	0,99	1,42	0,55	0,88	1,06	0,15	0,07	0,09	27,8	7,87	8,41

Fyzikálne vlastnosti deluviálnej hliny s obsahom úlomkov do 10 %
Physical properties of delluvial loam with 10 % rock fragments

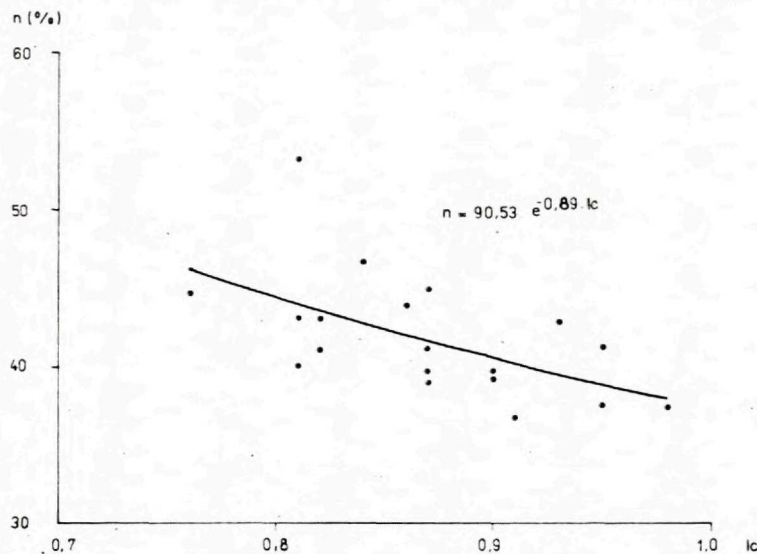
Tab. 3

Statistická veličina	Počet vzoriek N			Minimálna zistená hodnota X _{min.}			Maximálna zistená hodnota X _{max.}			Aritmetický priemer X'			Smerodajná odchýlka S			Koeficient variácie V(%)		
Vlastnosť	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P
W _n (%)	23	43	19	22,5	17,4	15,8	51,3	43,4	36,4	33,8	26,4	26,0	6,5	6,2	6,4	19,3	23,7	24,8
ρ _n (gcm ⁻³)	10	22	13	1,68	1,81	1,76	2,01	2,05	2,05	1,88	1,94	1,95	0,10	0,05	0,08	5,57	3,02	4,17
ρ _d (gcm ⁻³)	10	22	13	1,11	1,41	1,40	1,61	1,65	1,85	1,43	1,53	1,60	0,16	0,07	0,12	11,15	4,63	7,69
ρ _s (gcm ⁻³)	7	16	14	2,61	2,57	2,52	2,71	2,75	2,71	2,66	2,66	2,63	0,03	0,04	0,07	1,16	1,64	2,67
n(%)	10	19	13	40,1	37,7	35,0	57,2	67,9	45,6	48,4	43,2	39,7	5,0	6,5	3,2	10,3	15,1	7,9
S _r (%)	24	46	19	43,0	80,3	74,5	100,0	99,5	95,8	90,6	93,4	89,5	16,3	4,8	6,2	18,0	5,2	6,9
W _L (%)	24	46	19	25,0	23,8	29,1	80,0	84,8	76,0	47,9	49,6	48,7	11,5	12,0	13,6	24,0	24,2	27,9
W _p (%)	24	46	19	16,1	12,0	19,0	32,0	34,0	33,7	23,2	21,9	25,2	4,2	4,9	4,5	18,3	22,5	18,2
I _p (%)	24	46	19	7,0	8,4	7,5	48,0	59,9	47,7	24,7	27,5	23,5	9,7	10,7	10,8	39,2	39,0	46,3
I _c	24	46	19	0,26	0,76	1,0	0,74	0,99	1,25	0,58	0,87	1,08	0,12	0,07	0,07	20,7	8,5	6,71

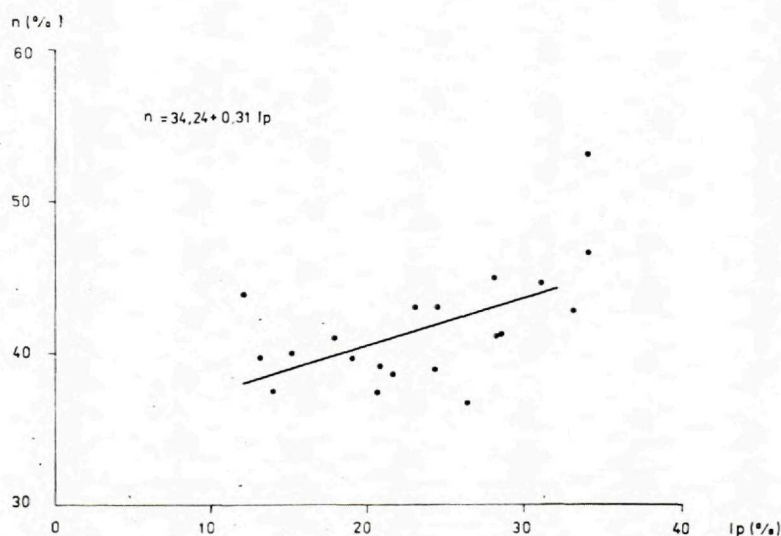
ptylu (s, V) však možno určiť rozmedzenie ich najčastejšieho výskytu. Tento fakt sme zobrali do úvahy pri zatriedovaní hliny podľa noriem (tab. 6). Hlina tuhej, pevnej a tvrdej konzistencie patrí prevažne medzi vysoko plastické hliny (trieda 21), kým hlina mäkkej konzistencie je stredne plastická (trieda 20). Mechanické vlast-

nosti sme zisťovali z obmedzeného počtu vzoriek. Orientačná veľkosť modulu deformácie pri zaťažení do 0,20 MPa je asi 4 MPa.

Z párových korelácií fyzikálnych vlastností hliny vychodí, že prakticky možno využiť iba korelačnú závislosť I_c/n a I_p/n pri hline tuhej konzistencie (obr. 4, 5) a



Obr. 4. Závislosť pórovitosti (n) od čísla konzistencie (I_c) deluviálnej hliny tuhej konzistencie s obsahom úlomkov hornín do 30 % (koeficient korelácie $r = 0,606$)
Fig. 4. Relationship between porosity (n) and consistency index (I_c) of deluvial loams with 30 % rock-fragments, firm consistency (correlation coefficient $r = 0,606$)



Obr. 5. Závislosť pórovitosti (n) od čísla plasticity (I_p) deluviálnej hliny tuhej konzistencie s obsahom úlomkov hornín do 30 % (koeficient korelácie $r = 0,565$)
Fig. 5. Relationship between porosity (n) and plasticity index (I_p) of deluvial loams with 30 % rock-fragments, firm consistency (correlation coefficient $r = 0,565$)

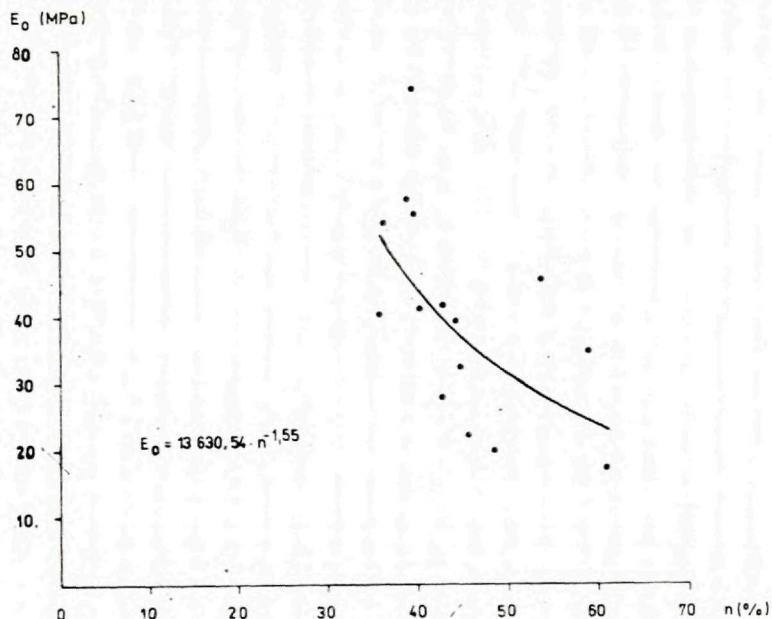
w_n/I_c pri hline pevnej a tvrdej konzistencie (obr. 6). Závislosť medzi pórovitosťou n a modulom deformácie E_o na obr. 7 je použiteľná na približný odhad správania sa hliny určenej pórovitosťou pri zaťažení.

Deluviálna hlina s obsahom úlomkov do

10 % je v blízkosti, príp. bezprostredne na pliocénnych ílovitých a miocénnych pyroklastických horninách. Je hnedá až hrdzavohnedá, v spodnejších polohách sú časté vrstvičky ílovitejšej hliny sivého sfarbenia. Obsahuje prímies úlomkov veľ-

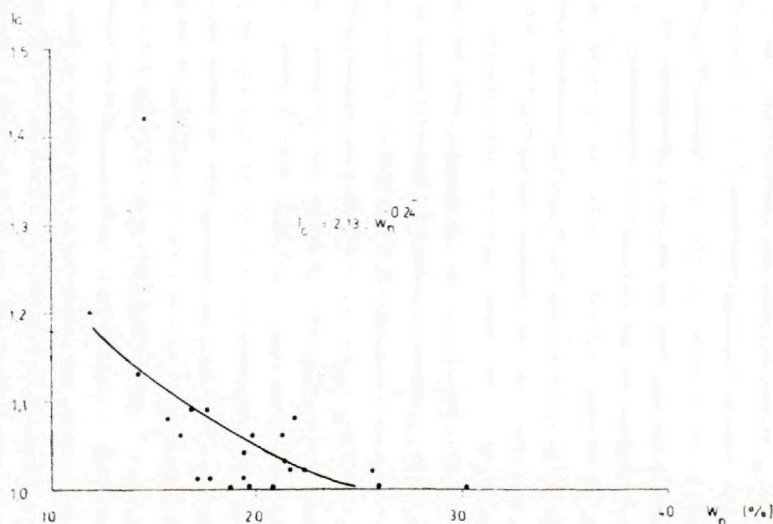
Obr. 6. Závislosť čísla konzistencie (I_c) od prirodzenej vlhkosti (W_n) deluviálnej hliny pevnej a tvrdej konzistencie s obsahom úlomkov hornín do 30 % (koeficient korelácie $r = 0,643$)

Fig. 6. Relationship between consistency index (I_c) and natural moisture content (W_n) of deluvial loams with 30 % rock-fragments, stiff and hard consistency (correlation coefficient $r = 0,643$)



Obr. 7. Závislosť modulu deformácie (E_o) od pórovitosti (n) deluviálnej hliny s obsahom úlomkov hornín do 30 % (koeficient korelácie $r = 0,614$)

Fig. 7. Relationship between deformation modulus (E_o) and porosity (n) of deluvial loams with 30 % rock-fragments (correlation coefficient $r = 0,614$)



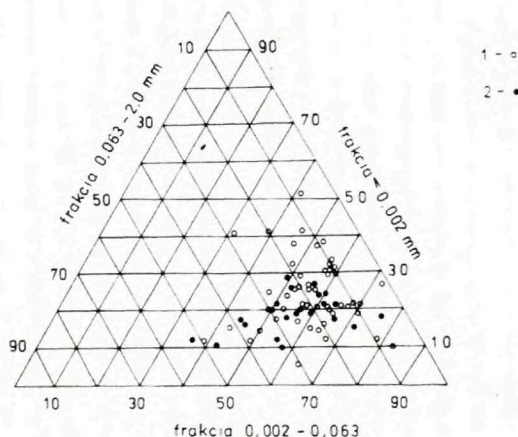
kosti nad 2 mm (do 10 ‰), petrograficky zväčša z kremeňa, kremenca a andezitu.

V zrnitostnom zložení (obr. 8) prevláda prachovitá frakcia (35–80 ‰), kým ílovitá a piesčitá frakcia sú zastúpené približne rovnako (10–50 ‰).

Základné fyzikálne vlastnosti hliny zhrnuté v tab. 3 poukazujú na značnú podobnosť s predchádzajúcim súborom. Orientačné skúšky napučania poukázali na dôležitý fakt, že lineárne napučanie dosahuje v ojedinelých prípadoch až 80 ‰. Možno to vysvetliť zvýšeným obsahom ílo-

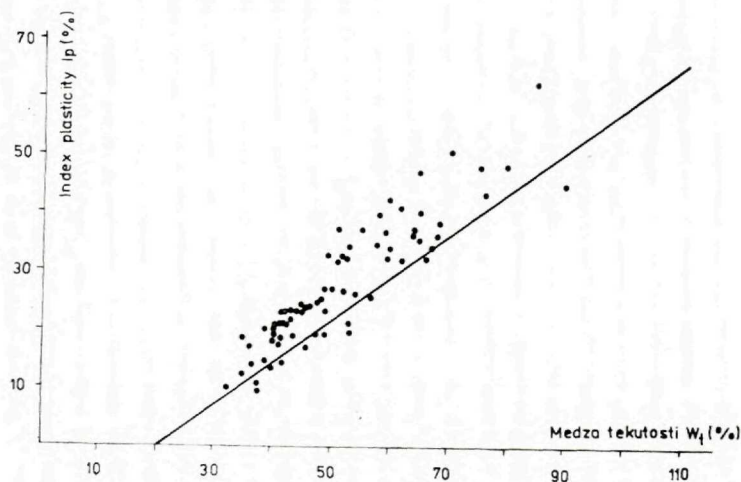
vých minerálov typu montmorillonitu a illitu v opisovaných sedimentoch (Húsenica, 1974, Dobiš, 1978). Uvedený jav sa často pozoroval pri hĺbení základových jám v oblasti Borovej hory a treba s ním rátať pri zakladaní v dlhšie otvorených stavebných jamách a výkopoch.

Pokusy zistiť korelačné väzby medzi fyzikálnymi, resp. fyzikálnymi a mechanickými vlastnosťami nepriniesli očakávaný výsledok. Zaradenie deluviálnej hliny podľa noriem je v tab. 6.



Obr. 8. Zrnitostné zloženie a plasticita deluviálnej hliny s obsahom úlomkov hornín do 10 ‰

Fig. 8. Grain size distribution and plasticity chart of deluvial loams with 10 ‰ rock fragments



Proluviálny komplex

Sedimenty tohto komplexu zaberajú malú časť plochy študovaného územia. V rámci komplexu sme vyčlenili dva samostatné súbory litologických typov.

Štrkovité prolúviá tvorí hrubý až balvanitý štrk, často sa striedajúci s ílovitou a piesčitou hlinou. Vytvárajú kužele menšieho rozsahu po ľavej strane údolia Hrona a spodné polohy väčších kužeľov na pravej strane údolia Hrona. Ich mocnosť nepresahuje 7 m.

Proluviálny materiál nie je vytriedený, úlomky sú slabo opracované a petrograficky ich tvorí andezit, tuf, kremeň a kremenec. Časté sú vložky a šošovky súdržnej zeminy. Vzhľadom na malý počet laboratórnych určení fyzikálnych a mechanických vlastností proluviálnych sedimentov uvádzame v tab. 6 iba ich zhodnotenie podľa noriem.

Hlinito-ílovité prolúviá tvorí zemina typu ílovitkej hliny tmavosivej farby. Vytvárajú najvrchnejšie časti plošne najrozsiahlejších kužeľov územia (Badín, Veľká Lúka, Budča). Pri Badíne prekrývajú fluviálne náplavy Hrona. Ich celková mocnosť nepresahuje 4 m. Nedostatok priamych údajov o fyzikálnych a mechanických vlastnostiach dovoľuje aj tieto sedimenty zatriediť iba podľa noriem (tab. 6).

Fluviálny komplex

Sedimenty fluviálneho komplexu tvoria rozsiahle terasové stupne Hrona a Slatiny, ako aj výplň údolných nív Hrona, Slatiny, Očovky a Zolnej, príp. úzkych dolín horských tokov. V rámci komplexu sme vyčlenili päť litologických súborov.

Štrkovité terasové náplavy tvorí stredný až hrubý, miestami balvanitý štrk prevažne veľký 3—5 cm. Obsahujú vrstvičky hliny, prachovitého i piesčitého ílu a jem-

nozrného piesku. Ich mocnosť je premenlivá, najčastejšie 1—10 cm, najviac 50 cm. Z petrografickej stránky prevláda kremeň a kremenec, slabšie je zastúpený andezit a kryštalická bridlica. Úlomky sú navetrané, v spodnejších, starších častiach náplavov zvetrané až rozložené. V dôsledku vysokého stupňa zvetrania je zastúpenie hlinito-piesčitej prímеси pomerne vysoké a miestami až rovnocenné so štrkom. Štrk je suchý až navlhnutý, v spodnej časti lokálne nasýtený, stredne hutný až hutný. Na báze prevláda balvanitý štrk, smerom do nadložia prechádza do hrubého až stredného štrku. Celková mocnosť v študovanom úseku je maximálne 9 m. Zhodnotenie vlastností terasového štrku podľa noriem je v tab. 6.

Hlinité terasové náplavy pokrývajú terasy Hrona a Slatiny. Tvorí ich ílovitá a piesčitá hnedá, sivá a hnedočierna hlina s polohami jemnozrného ílovitého, príp. prachovitého piesku mocného 0,5—1 m. Celková mocnosť hlinitých náplavov nepresahuje 4 m.

V zrnitostnom zložení hliny výrazne prevláda prachovitá frakcia (35—75 %) nad ílovitou (5—50 %) a piesčitou (5—30 %; obr. 9). Štatisticky spracované základné fyzikálne vlastnosti hlinitých náplavov sú zhrnuté v tab. 4, ich zhodnotenie podľa noriem je v tab. 6.

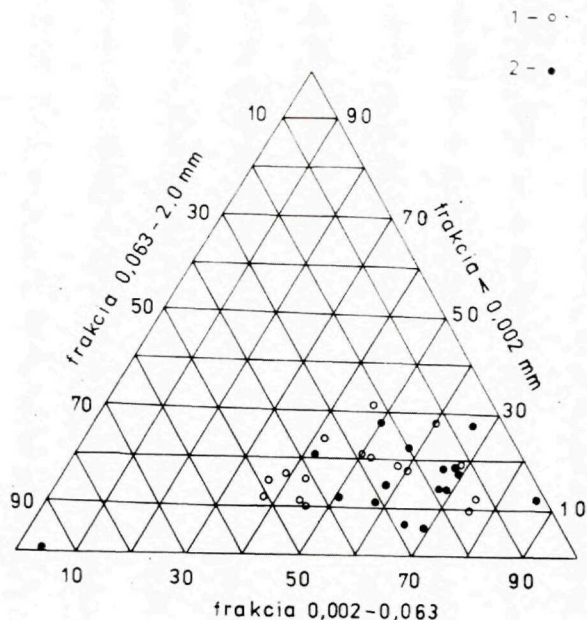
Štrkovité sedimenty údolných nív zaberajú značnú časť plochy záujmového územia. Tvorí ich piesčitý stredný, hrubý až bavlinitý štrk, redšie štrkovitý piesok. Obalové krivky štrku údolnej nivy Hrona sú na obr. 10. Celková mocnosť štrku dosahuje maximálne 9 m. Petrograficky je prevažne zastúpený kremeň a kremenec, menej vulkanické a kryštalické horniny. Zatriedenie štrku podľa noriem vychádzajúcich zo štúdií v odkryvoch je v tab. 6.

Štrkovité náplavy horských tokov vyplňajú úzke doliny vo vrchovinej, resp. hornatinnej časti územia. Štrk je prevaž-

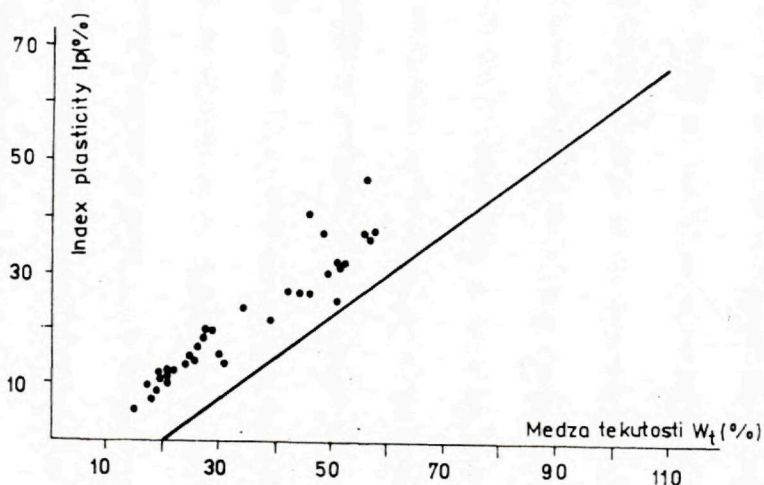
ne hrubý až balvanitý nevytriedený a s nižším stupňom opracovania. Petrografické zloženie závisí od charakteru okolitých hornín, ale najčastejšie je to andezit, kremeň a kremenec. Mocnosť štrku nepresahuje 5 m. Zhodnotenie podľa no-

riem zodpovedá opísaným štrkovitým náplavom.

Fluviálne hlinité sedimenty tvoria najčastejšie tmavohnedá až hnedočierne ílovitá hlina s ojedinelými vrstvičkami až polohami jemnozrnného ílovitého, resp.



Obr. 9. Zrnitostné zloženie a plasticita fluviálnej terasovej hliny
Fig. 9. Grain size distribution and plasticity chart of fluvial loams (terrace sediments)



prachovitého piesku. Vo väčšine prípadov ležia na štrkovitých sedimentoch údolných nív, pričom ich mocnosť nepresahuje 5 m.

V zrnitostnom zložení prevláda prachovitá a piesčitá (10–75 %) frakcia, ílovitá frakcia dosahuje 1–40 % (obr. 11). Prehľad štatisticky spracovaných základných fyzikálnych vlastností hliny je v tab. 5. Priemerné hodnoty objemovej hmotnosti a pórovitosti z tejto tabuľky svedčia o nízkom stupni konsolidácie hliny. Vzájomné korelácie niektorých základných fyzikálnych vlastností hliny nie sú vzhľadom na zistenú hodnotu koeficienta korelácie nižšiu

ako 0,5 prakticky použiteľné. Z toho súčasne vyplýva značná nerovnorodosť súboru. Zhodnotenie fluviálnej hliny podľa noriem je v tab. 6.

Organický komplex

Sedimenty tohto komplexu sa v záujmovom území vymedzili v údolných náplavoch Hrona, kde majú charakter bahnitých hnilokalových sedimentov. Ak sa viažu na hlinité sedimenty nivnej fácie, majú charakter ílovitej hliny s vysokým

Fyzikálne vlastnosti fluviálnej terasovej hliny
Physical properties of fluvial terrace loam

Tab. 4

Štatistická veličina	Počet skúšaných vzoriek N		Minimálna zistená hodnota $X_{\min.}$		Maximálna zistená hodnota $X_{\max.}$		Aritmetický priemer X'		Smerodajná odchýlka S		Koeficient variácie v %	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
$W_n(\%)$	14	20	19,7	20,3	48,6	27,6	26,2	23,5	6,9	2,2	26,4	9,3
$W_L(\%)$	14	20	25,0	30,0	65,4	58,0	39,7	42,0	12,0	8,7	32,1	20,8
$W_p(\%)$	14	20	15,0	17,4	22,4	27,6	18,8	20,37	1,9	2,2	10,3	10,8
$I_p(\%)$	14	20	5,6	10,4	46,8	37,0	20,9	21,6	13,0	8,3	62,1	38,5
I_c	14	20	0,36	0,75	0,74	0,97	0,62	0,84	0,11	0,06	17,7	7,21

Fyzikálne vlastnosti fluviálnej hliny údolných nív
Physical properties of fluvial loam of flood plains

Tab. 5

Štatistická veličina	Počet skúšaných vzoriek N		Minimálna zistená hodnota $X_{\min.}$		Maximálna zistená hodnota $X_{\max.}$		Aritmetický priemer X'		Smerodajná odchýlka S		Koeficient variácie v %	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
$W_n(\%)$	31	17	15,0	15,2	53,8	38,9	31,8	27,3	9,8	6,8	30,9	25,2
$\rho_n(\text{gcm}^{-3})$	—	8	—	1,81	—	2,44	—	1,94	—	0,2	—	10,1
$\rho_d(\text{gcm}^{-3})$	—	8	—	1,31	—	1,75	—	1,49	—	0,13	—	8,9
$W_L(\%)$	31	17	22,2	26,5	95,5	87,0	45,1	58,6	13,9	18,6	30,8	31,7
$W_p(\%)$	31	17	8,1	13,3	30,9	34,0	20,3	21,8	4,9	4,9	24,4	22,5
$I_p(\%)$	31	17	10,2	10,4	67,7	59,5	24,9	36,9	11,4	15,5	45,6	42,0
I_c	31	17	0,18	0,52	0,74	0,98	0,53	0,85	0,16	0,09	30,5	11,6

Hodnotenie zemin podľa noriem
Evaluation of soils according to Czechoslovak Standards

Tab. 6

ČSN		73 1001		72 1002					73 6824		733 050	
Formácia	Komplex	zemina	trieda	názov	vzlína- vosť (H _s · m ⁻¹)	namrza- vosť	vhodnosť		symbol	vhodnosť	trieda	
							podložie	násyp				
Pliocénna subformácia	Ílovitý	íl; prachový íl	21 (20)	íl, ílovitá a piesčitá hlina; ílovitá pies- čitá hlina	< 3,0	NN—VN	VII-X	nevhodná až málo vhodná	CL; CH- MH	T+	2—3	
		Prach	20	hlina	1,0—2,0	NN	VII	málo vhodná	CL; ML	T+	2—3	
	Štrko- vitý	Stredný až hrubý štrk	8—11	hlinitý štrk (štrk)	—	NE	III-IV (I-II)	vhodná	GM; GC	S	4	
Kvartérnych pokryvných útvarov	Deluviálny	Stredný až hrubý štrk	9 (8)	hlinitý štrk (štrk)	—	NE	III-IV (I-II)	vhodná	GM; GC TO HO	S	4	
		Hlina s úlomkami do 30 %	21 (20)	hlina; ílovitá hlina; ílovitá piesčitá hli- na; piesčitá hlina	1,5—2,5	NA—VN	VII- VIII (IX)	málo vhodná (nevhodná)		T+	3 (4)	
		Hlina s úlomkami do 10 %	21 (20)	ílovitá hlina; hli- na; piesčitá hlina; íl	2,0—3,5	NN—VN	VII-IX (X)	málo vhodná	CL; CH (MH); ML	T+	3	
	Proluviálny	Hrubý štrk	9; 11	hlinitý štrk; štrk; piesčitý štrk	—	NE	II-III	vhodná až veľmi vhodná	GM; GC; GP	T+	2	
		Ílovitá a piesčitá hlina	20 (21)	ílovitá hlina; pies- čitá hlina; hlina; ílovitá piesčitá hli- na	1,5—2,5	NA—NN	VII/VIII	málo vhodná (nevhodná)	CH; CL; ML	(S)	3—4	

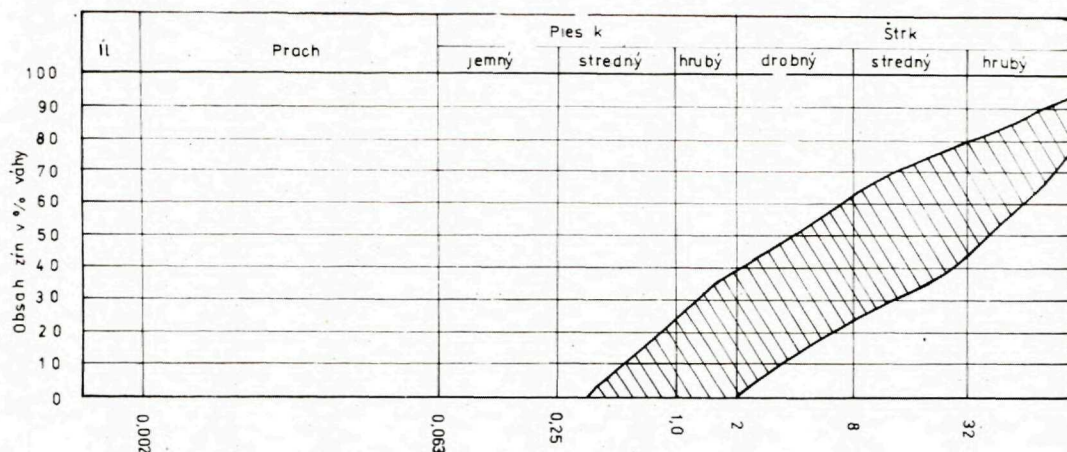
Tab. 6 — pokrač.

Kvartérnych pokryvných útvarov	Fluviálny (terasové náplavy)	Stredný až hrubý (balvanitý) štrk	10; 11	hlinitý štrk; štrk	—	NE	II-III	vhodná až veľmi vhodná	GM; GC; GP	S	4
		ílovitá a piesčitá hlina (ílovitý, resp. prachovitý piesok)	20, 21 (18)	hlina; prachová hli- na; piesčitá hlina (hlinitý piesok; pie- sok)	2,0—3,5 (> 0,8)	NN—VN MN—NA	VII-IX (X; V-VI)	málo vhodná až nevhodná (vhodná)	CL; CH; CL-ML (SM; SC)	T+ S	2, 1
	Fluviálny údolná niva	Piesčitý stredný až hrubý štrk	10, 11	piesčitý štrk	—	NE	II	veľmi vhodná	GP; GW	S	4/5
		ílovitá hlina (ílovitý resp. prachovitý piesok)	20, 21 (17—19)	piesčitá hlina; ílo- vitá hlina; hlina (íl; prachovitý piesok; hlinitý piesok)	2,5—3,5 (< 3,0; > 0,8)	NN—VN MN—NA	VII-IX (X; V)	nevhodná až málo vhodná (veľmi vhodná až vhodná)	CL; CH CL-ML (SC)	T+	2/1

Pri určovaní namrzavosti podľa ČSN 721002 boli použité nasledujúce skratky: VN — vysoko namrzavé, NN — nebezpečne namrzavé, NA — namrzavé, MN — mierne namrzavé, NE — nenamrzavé.

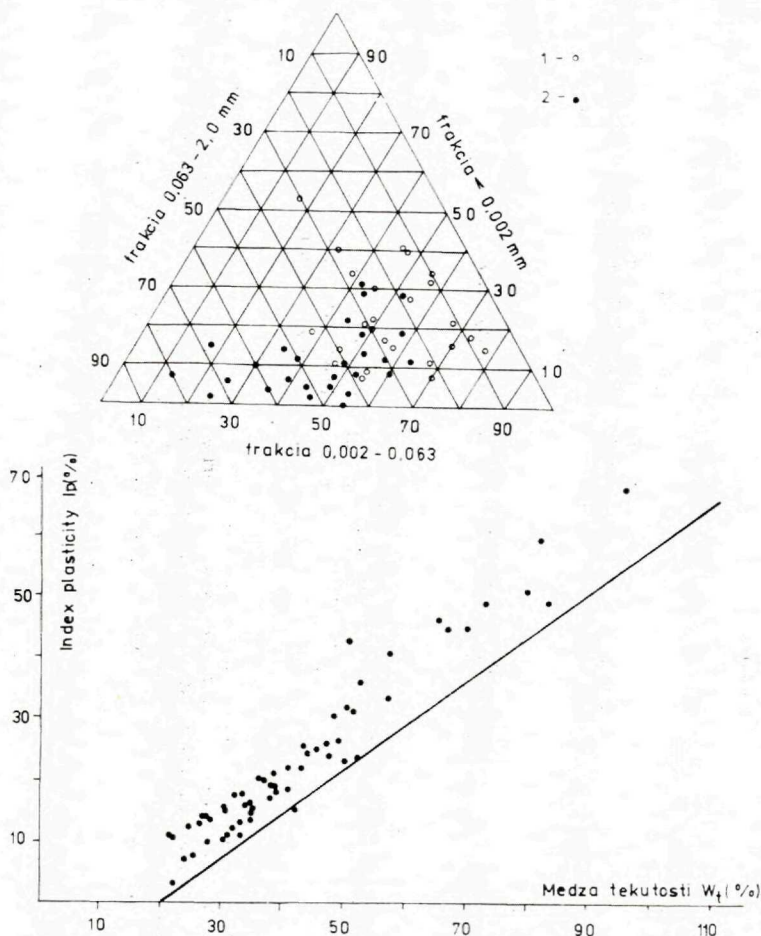
Pri hodnotení vhodnosti použitia zemín na stavbu priehrad (ČSN 736824) uvádzame v tabuľke tieto symboly: T+ — vhodnosť zeminy pre tesniacu časť, resp. homog. hrádzu treba preukázať skúškami, S — zemina na stabilizačnú časť hrádzu.

Ak je pri hodnotení niektorý údaj v zátvorke, znamená, že je menej častý.



Obr. 10. Obalové krivky štrku údolnej nivy Hrona

Fig. 10. Grain size distribution of gravels (Hron flood plain sediments)



Obr. 11. Zrnitostné zloženie a plasticita fluvialnej hliny údolných nív

Fig. 11. Grain size distribution and plasticity chart of fluvial loams (flood plain sediments)

obsahom organických látok. Podobné sú aj organické sedimenty vymedzené na proluviálnych kužloch. Ich mocnosť nepresahuje 3 m.

Pre tieto sedimenty je príznačný vysoký obsah vody, charakteristický organický zápach a tmavosivé až čierne sfarbenie. Mäkká až kašovitá konzistencia, vysoký obsah vody, vysoká stlačiteľnosť a malá únosnosť organických zemín spôsobujú, že ich pokladáme za nevhodnú základovú pôdu. Pri zakladaní stavieb ich vo väčšine prípadov treba odstrániť a nahradiť iným druhom materiálu.

Záver

Korelačnou analýzou vykonanou v rámci jednotlivých súborov a podsúborov sme chceli poukázať na vzťahy medzi technicky najpoužívanejšími vlastnosťami, ktoré by pri použití metódy analógie dovolili skúmané litologické súbory a komplexy hornín charakterizovať úplnejšie a ekonomickejšie. Z analyzovaných vzťahov uvádzame iba tie, ktoré sa dajú v praxi priamo použiť. Väčšina študovaných vlastností má nedostatočnú korelačnú väzbu. Tento fakt je výsledkom značného rozptýlu skúmaných vlastností podmieneného pestrťou faciálnych podmienok pri ich formovaní, ďalej nerovnomerného plošné-

ho aj hĺbkového rozšírenia horninových komplexov a v nich vyčlenených litologických súborov a rozličného počtu odobratých vzoriek. Na základe týchto objektívnych faktorov nemožno vylúčiť existenciu anomálií vo vlastnostiach charakterizovaných sedimentov.

Recenzoval M. Matula

LITERATÚRA

- ČSN 72 100,2 1971: Klasifikace zemin pro cestné komunikace. Praha, Vydavatelství ÚNM.
- ČSN 73 1001, 1966: Základová půda pod plošnými základy. Praha, Vydavatelství ÚNM.
- ČSN 73 3050, 1963: Zemní práce. Praha, Vydavatelství ÚNM.
- ČSN 73 6824, 1964: Nízke sypané priehrady. Praha, Vydavatelství ÚNM.
- Dobiš, M. 1978: Vzťah medzi genézou a fyzikálnymi vlastnosťami svahových sedimentov Zvolenskej kotliny. [Diplomová práca.] Manuskript — Katedra inž. geol. PFUK Bratislava.
- Húsenica, J. 1974: Zosuvné územia na strednom Slovensku, negatívny prvok v krajine. Československá ochrana prírody 14, Bratislava, Príroda, s. 349—368.
- Rutšek, M. et al. 1977: Projekt urbanizácie SSR. Koncepcia urbanizácie pohronskeho mestského regiónu a jeho bilančného územia. Manuskript — Urbion Bratislava.
- Komarov, I. S. 1972: Nakoplenije i obrabotka informacii pri inženerno-geologičeskich issledovanijach. Moskva, Nedra, 291 s.
- Matula, M. — Vlčko, J. — Wagner, P. 1979: Základná inžinierskogeologická mapa Zvolen — Banská Bystrica. Manuskript — Katedra inž. geol. PFUK Bratislava.

Engineering geological characteristics of the sediments covering the area of the prospective twin-town Banská Bystrica — Zvolen

JÁN VLČKO — PETER WAGNER

The area of the prospective twin-town Banská Bystrica—Zvolen will be subject to intensive construction activities. The optimum location of the various engineering structures and the construction procedure should be in keeping with endeavour to secure a harmonic development of the given area. A multi-

purpose engineering geological map with the geological report provide an information on all necessary data concerning optimum land-use.

The authors pointed out and evaluated information which can be used in civil engineering. They present the characteristics of

the lithological complexes covering the area of interest, and are in contact with foundations of common civic and industrial constructions.

Characteristics of Pliocene subformation sediments properties. The Pliocene subformation includes the clayey, gravelly and clayey-gravelly complexes. The clayey complex comprises clays, silty and sandy clays. Their grain size distribution and the plasticity chart are shown in Fig. 2, a statistical evaluation of the basic physical properties is given in Tab. 1. Properties of the clayey complex evaluated according to standards used in civil engineering are indicated in Tab. 6. Considerable horizontal and vertical heterogeneity of the complex caused beside a wide range of values of the physical properties a relatively limited possibility correlation. The obtained values of the correlation coefficient r between the studied pairs of properties I_p/n , I_c/n , W_n/I_c varied between 0,24—0,55. The relationship E_0/n was used to prove significant correlations between basic physical and mechanical properties, but the results were not very satisfactory ($r=0,5$). Only the dependence of the deformation modulus E_0 on various physical properties and the obtained value of the multiple regression coefficient $r=0,65$ proved that the studied complexes can be correlated and that the relationship $E_0 = 41,14 + 104,28 I_c + 0,19 n$ is applicable.

The gravelly complex comprises medium-grained to coarse-grained gravels, locally boulders with a 20—40 % content of silty-sandy particles. Due to lack of data concerning their properties we can only present a classification according to standards (Tab. 6) based on an informative study of numerous natural and artificial outcrops.

The clayey-gravelly complex consists of irregularly alternating clayey and gravelly soils.

Characteristics of Quarternary sediments properties. The slopewash (deluvial) complex is formed by stony and bouldery debris containing coarse fragments of the bedrock with 20—40 % of loamy or loamy-sand filling. Their classification according to standards is given in Tab. 6.

Deluvial stony loams with a 30 % content of fragments are 2—5 m thick, locally up to 9 m thick. Their grain size distribution is shown

in Fig. 3, their basic physical properties are presented in Tab. 2. The correlations of physical properties of loams show that the correlation relationship I_c/n and I_p/n is valid for loams of firm consistency (Fig. 4, 5) and W_n/I_c for loams of firm and stiff consistency. The relationship between porosity and the deformation modulus shown in Fig. 7. can be used for assessments of the behaviour of loams with determined porosity under the load.

The characteristics of slopewash loams with 10 % of fragments. Their grain size distribution is given in Fig. 8 and their basic physical properties are presented in Tab. 3. They do not differ from the above-mentioned complex. Tab. 6 shows their classification according to valid standards.

The proluvial complex comprises gravelly and loamy-clay sediments. Their limited occurrence and the lack of data about their physical and mechanical properties required a classification according to standards, which is given in Tab. 6.

The fluvial complex consists of five lithological groups of sediments. Gravelly terrace sediments up to 3 m thick are formed by medium-grained to coarse-grained gravels with local occurrence of boulders. Due to a high degree of weathering the loamy-sand admixture is present in great amounts.

Loamy terrace sediments. Their grain size distribution is shown in Fig. 9, the basic physical properties in Tab. 4 and their classification according to standards in Tab. 6.

Gravelly floodplain sediments are formed by sandy gravels medium and coarse-grained boulders and partly by gravelly sands. The coating curves of the Hron river floodplain gravel are presented in Fig. 10, the classification according to standards in Tab. 6.

The gravelly sediments of mountain streams correspond with gravelly floodplain sediments.

Fluvial loamy sediments floodplain are up to 5 m thick. The grain size distribution is shown in Fig. 11, statistically processed physical properties in Tab. 5 and their classification according to standards is presented in Tab. 6.

Preložila V. Vlčková