

Poznatky z inžinierskogeologického mapovania sprašových sedimentov v nitrianskom urbanizačnom regióne

JÁN ŠAJGALÍK*, FLORIÁN VÁMOŠ*, FRANTIŠEK GOMOLČÁK**

* Katedra geotechniky SF SVŠT, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

** Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, n. p., závod Bratislava, Geologická 18, 825 64 Bratislava

Doručené 6. 5. 1987

Сведения из инженерно-геологической съемки лессовых отложений урбанизационного региона г. Нитра, Западная Словакия

Фундаментные грунты урбанизационного региона г. Нитра образованы в большей мере лессовыми отложениями. Мы узнали, что отложения имеют здесь изменчивую текстуру в зависимости от гипсометрического уровня во время их образования и от морфологических формаций, на которых они осаждались. Лессовый покров еще во время теплых плейстоценных климатических фаз разрушался и передвигался вследствие перигляциального моделирования. В настоящее время рельеф представляет собой по существу продукт экзогенных геологических процессов, начавшихся сравнительно недавно и продолжающихся в умеренно модифицированном виде и сейчас во взаимодействии с процессами эндогенными. Эрозионно-аккумуляционные формы определяют характер пейзажа лессового ландшафта. Иногда достаточно последовательного геоморфологического изучения для обоснования заключения о наличии или отсутствии лессовых грунтов.

Engineering geological mapping of loess sediments in the Nitra urbanization region, Western Slovakia

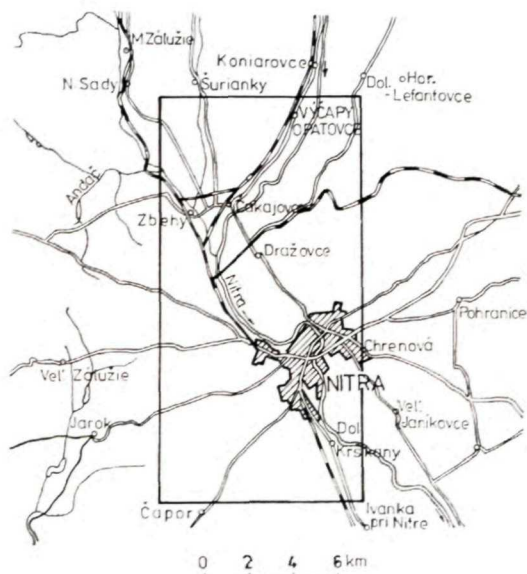
Foundation soils in the Nitra-town urbanization region are mainly loess sediments. We have found that the sediments presented here exhibit variable structural characteristics according to the hypsometric level of their origin, and on which morphological formations they were deposited upon. The loess has already been deteriorated, eroded, and transported by a periglacial modelling during warm climatic phases of the Pleistocene. The recent relief is basically a product of exogenetic processes which took place just recently, continuing in a slightly modified form until the present time, but of course also supported by endogenetic processes. Erosion-accumulation forms contribute to the character of loess region so that sometimes a meticulous geomorphological study alone can enable to consider whether loess sediments are present or not.

V rámci edície základných inžiniersko-geologických máp ČSSR bola spracovaná dolnonitrianska oblasť, ktorej centrum tvorí mesto Nitra. Skúmaná oblasť zaberá plochu cca 185 km² (obr. 1). Podľa geomorfologického členenia SSR (Mazúr — Lukniš, 1980) patrí skúmané územie k dvom jednotkám. Severovýchodnú, menšiu časť zaberá horský masív Tríbeča, severozápadnú a južnú Podunajská pahorkatina. Podrobnejšie členenie, vychádzajúce zo štruktúrno-geomorfologických znakov, je zrejmé z obr. 2.

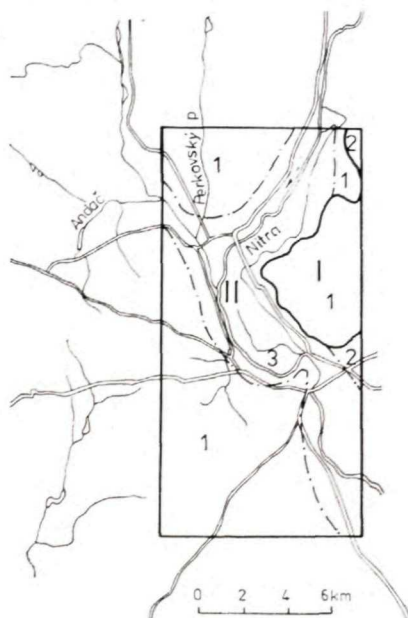
Predkvartérne podložie tvoria dve geologicko-tektonické jednotky: tatrikum a neogén Podunajskej nížiny. Tatrikum reprezentuje jadrové pohorie Tríbeč, tvorené variskými granitoidmi a obalovou sériou mezozoika. Neogén Podunajskej nížiny je zastúpený pliocénymi sedimentmi. Ide o starší limnický komplex tzv. uhoľnej série (pont) a o limnicko-fluviálny komplex pestrej série, ktorý bol zaradený do dáku. Uvedené staršie jednotky sú takmer súvisle zakryté formáciou kvartérnych útvarov. Sú to faciálno-genetické komplexy antropogénnych, deluviálnych, fluviálnych, fluviálno-organogénnych, proluviálnych a eolických sedimentov. V študovanom území najväčšiu plochu zaberajú eolické sedimenty. Zvláštnosť ich vývoja, premeny, procesy, ktoré sa na nich odohrávajú, ich vzťah k ostatným kvartérnym sedimentom a predkvartérnym útvarom je predmetom tohto príspevku.

Osobitosť sprašových sedimentov

Spraše tvoria veľmi zložitý systém charakterizovaný presne určenými podmienkami sedimentácie. Tento systém citlivo reaguje na okolité prostredie. Spraš má svoj areál, ktorý je podobný živému organizmu, prispôbujúci sa danému geologickému prostrediu. Inžinierskogeologické



Obr. 1. Vymedzenie skúmaného územia.
Fig. 1. Delimitation of the area of study.



Obr. 2. Regionálne geomorfologické členenie územia. I — Tríbeč: 1 — Zobor, 2 — Jelenec; II — Podunajská pahorkatina: 1 — Nitrianska pahorkatina, 2 — Žitavská pahorkatina, 3 — Nitrianska niva.
Fig. 2. Regionally-geomorphological division of the area.

vlastnosti spraší závisia od klímy, reliéfu, vegetácie a iných faktorov. Zistené vzťahy majú vysoký stupeň korelácie. Spraš je obrazom krajiny, kde vznikala, a je podriadená zákonom geologickej zonálnosti. Rozšírenie a vlastnosti spraší ako systému sa určujú migračnými schopnosťami atómov, pevnosťou kryštalochemických, molekulárnych, koloidných a iných väzieb v hmote, kvantitou a rozdelením vody v biosfére, dynamikou atmosféry a prítokom slnečnej energie.

Keď chceme študovať spraše, nesmieme ich vytrhnúť z kontextu sedimentogenézy kyprých usadených hornín. Kypré sedimentárne horniny sa tvoria za rôznych fyzikálno-geografických, geologických a termodynamických podmienok povrchu Zeme. Vzniknuté sedimenty vyzerajú na prvý pohľad ako náhodné, chaotické nahromadeniny, v skutočnosti však majú prísnu zákonitosť. Pod zdanlivo chaotickým zložením kyprých hornín sú skryté pravidelné systémy.

Pri terénnom výskume sme zistili, že sprašové sedimenty sú v niektorých profiloch vrstvitité. Nachádzajú sa tu vrstvy, vrstvičky, šošovky a vložky rôzneho granulometrického zloženia. Heterogénnosť zloženia sprašových profilov poukazuje na to, že na ich vzniku sa okrem eolických procesov podieľajú aj deluviálne, proluviálne a iné procesy svahovej modelácie.

Tvorba rôznych litologicko-genetických typov spraší závisí od klimatickej a geografickej zonálnosti, od hyposomatickej úrovne územia a pod. Študovali sme spraše na území, ktoré v súčasnosti zväčša predstavuje pahorkatinovú a tabuľovú akumuláčno-eróznú krajinu. Z hľadiska paleopedologického patria do panónskej provincie (Vaškovská, 1984). Vo vyššie položených oblastiach (okolo 300 m nad morom) majú sprašové sedimenty odlišný habitus a variabilnejšie zloženie. Tieto sedimenty sú charakterizované degeneráciou

určitého litologického znaku, ktorý je výsledkom zonality klímy alebo sedimentačného prostredia.

Okrem primárnych spraší, ktoré sú uložené na pahorkatine a tabuliach, sme sa v študovanom teréne stretli aj so sekundárnymi sprašovými uloženinami, z primárnych stanovišť predovšetkým proluviálnymi procesmi premiestnenými na mladšie, hlavne terasové uloženiny.

Posledné dva druhy sprašových sedimentov majú odlišnú vnútornú stavbu, väčšie percentuálne zastúpenie ílovej hmoty a väčšie množstvo hydroxidov, ktoré sa vyzrážali počas kolísania hladiny podzemnej vody, resp. väčšou zrážkovou činnosťou. Variabilnosť sprašových sedimentov a ich rôzne litologicko-genetické typy spôsobili pri ich zatriedovaní váhavosť, ba v niektorých prípadoch i bezradnosť mnohých geológov, ktorí sa špeciálne kvartérnymi sedimentmi nezaoberajú. Jedni ich zatriedujú k sprašiam, iní k povodňovým, resp. deluviálnym hlinám (podľa prevládajúcich znakov tej-ktorej genetickej skupiny). Dosť často sa stáva, že sú opísané bez udania genézy, nemôžeme sa preto diviť, že pri štúdiu archívnych materiálov sme sa v Geofonde stretli s rôznymi názvami spomínaných usadenín.

Úložné pomery spraší

Najjednoduchšie úložné pomery majú spraše sedimentované na mierne zvlnenom, skoro rovnom reliéfe pahorkatín, na tzv. tabuľových štruktúrach. Tu sú spraše a fosilne pôdne komplexy rozšírené na väčších plochách, uložené subhorizontálne. Jednotlivé litologicko-genetické typy zachovávajú viac-menej rovnakú mocnosť na väčšie vzdialenosti. Zriedkavejšie je nasadzovanie, resp. vykľíňovanie vrstiev. Vzhľadom na rovinatý terén v teplejších klimatických fázach bola tu činnosť svahovej modelácie (ron, soliflukcia a pod.)

veľmi obmedzená, dochádzalo len ku kľudnému zvetrávaniu a vzniku pôd in situ. Pôdne komplexy na týchto morfológických tvaroch sú málo členité, malej hrúbky, lebo neobsahujú alochtónny materiál.

Hádam najkomplikovanejšie úložné pomery majú sprašové komplexy v riečnych dolinách na terasových stupňoch a na naklonených svahoch. Na týchto morfológických tvaroch terénu spraš v každej prашovej fáze predovšetkým eróziou vyrovnávala nerovnosti terénu vytvorené predchádzajúcim odnosom. Usadzovala sa tak dlho, pokiaľ povrch akumulácie nevytvoril plynulú svahovú krivku. Spraše postupne pokrývali a vyrovnávali jednotlivé terasové stupne. Pri viacnásobnom opakovaní sprašových fáz počas pleistocénu sa vytvorila akási šupinovitá alebo teleskopická (ako ju nazval Kukla, 1961) stavba sprašových pokryvov. Na tejto stavbe sa významnou mierou podieľajú aj svahové procesy, predovšetkým plošný zmyv, ktorý spôsobuje, že horizonty fosílnych pôd v nižšie položených častiach dolín, t. j. bližšie k údolnej nive, majú veľkú mocnosť a sú bohato členené. Tvorí akási polycyklické pôdne komplexy. Vo vyššie položených častiach svahov sú v priestore odnosu slabo zachované alebo úplne odoberované, prípadne sa z nich zachovali len horizonty vápenatých konkrécií. V teleskopicknej stavbe sprašových pokryvov sa často stretávame s nerovnomerne vyvinutou hrúbkou litologicko-genetických typov. Jednotlivé vrstvy sa od miesta k miestu menia, vyклиňujú, resp. nasadzujú. Preto sú tu veľmi časté stratigrafické hiáty a diskordancie, vyvolané predovšetkým svahovou modeláciou (Šajgalík — Modlitba, 1983).

Ešte väčší priestor pre svoju činnosť majú svahové procesy pri tzv. úvalinovom type prашovej sedimentácie. Je to taký typ usadzovania, kde sa sprašový

komplex tvorí v podmienkach úvalín, ktoré sú vytvorené v samotných sprašových pokryvoch, niekedy aj v predkvartérnych, najčastejšie neogénnych sedimentoch. Na dnách úvalín nachádzame obyčajne mohutne vyvinuté, predovšetkým interglaciálne, resp. interštadiálne litologicko-genetické typy premiestnené plošným zmyvom. Smerom k okrajom úvalín dochádza k postupnému vykľiňovaniu týchto horizontov, ako sme to mohli pozorovať napr. na hlinisku tehelne Nitra-Čermáň (obr. 3).



Obr. 3. Bývalá tehelňa Nitra-Čermáň s bohato členenými fosílnymi pôdnymi horizontmi (v strede obrázku).

Fig. 3. Former brickworks Nitra-Čermáň with richly stratified fossil soil horizons (in the centre of photograph).

Uviedli sme len niekoľko charakteristických typov stavieb sprašových komplexov, ktoré sa najviac vyskytujú v nížinách, resp. v pahorkatinách nielen v Nitrianskej pahorkatine, ale v celej Podunajskej nížine. Už aj z toho vidno, že stavba sprašových komplexov je rôzna, a preto budú rôzne aj ich inžinierskogeologické vlastnosti. Heterogénnosť týchto sedimentov vo vyššie položených oblastiach, ako je 300 m. n. m., sa zvyšuje nielen striedaním sprašových horizontov s fosílnymi pôdami, ale aj prechodom, nadväznosťou, resp. striedaním so svahovými sedimentmi rôz-

neho charakteru a granulometrického zloženia.

Vzťah spraší k ostatným sedimentom

Tam, kde sú spraše uložené na skalných horninách, ležia bezprostredne na nich so zjavnou diskordanciou a ostrým ohraničením. Vzhľadom na morfológický charakter týchto skalných hornín, ktoré majú obyčajne bralový charakter so strmými sklonmi svahov, je sprašová pokrývka na nich malá. Sú to len akési denudačné zvyšky (obr. 4).

V terénoch, kde podložie sprašových zemín tvoria poloskalné horniny, predovšetkým neogén, sa na báze spraší vytvorila zvetraninová pokrývka, či už „in situ“, alebo v alochtónnej pozícii. V niektorých prípadoch je dosť ťažko identifikovať, či sa jedná o reziduá najstarších fosilných pôd, alebo či sú to zvetraniny, pretože hranica medzi sprašami a týmito hlinami nie je ostrá. Spraše uložené na riečnych terasách tvoria viditeľnú hranicu, ktorá ich oddeľuje od fluviálnych sedimentov. V niektorých prípadoch sa zistil badateľný pre-

chod fluviálnych sedimentov do sprašových sedimentov, čo vyplýva z ich genetických aspektov.

Smerom do pohorí a vo vyšších hypso-metrických úrovniach sú spraše prikruté rôzne mocnými svahovými sedimentmi rozličnej petrografickej stavby a granulometrického zloženia.

Morfológia sprašových terénov

Predkvartérny reliéf, vytvorený štruktúrne-tektonickými pomermi, bol pôvodne prikrutý morfológicky monotónnym sprašovým pokryvom, ktorý maskoval disekciu štruktúrne-tektonického reliéfu, ako i starších geodynamických procesov. Tento morfológicky monotónny sprašový pokryv nemal dlhú trvácnosť, pretože za teplých klimatických fáz ho rozrušovala a premiestňovala periglaciálna modelácia.

Akumulačné, ako i erózne formy tejto periglaciálnej modelácie sú zachované niekde viac, niekde menej, pretože mnohé boli v mladších obdobiach premodelované. Erózia na sprašiach prebieha s veľkou intenzitou i v súčasnosti. Môžeme to sledovať už i počas krátkeho časového úseku.

Najbežnejším geodynamickým procesom súčasnosti je plošná erózia (zmyv). Robí veľké starosti predovšetkým poľnohospodárom. Intenzita týchto procesov priamo závisí od sklonitosti územia, dĺžky, formy svahov, ich expozície a pod. Na študovanom území sa plošný zmyv najintenzívnejšie prejavuje v členitejších častiach Záľužianskej a Žitavskej pahorkatiny. V rôzne exponovaných svahoch pahorkatín sa jej vplyv prejavuje diferencovane. Košťálik (1974) poukazuje, že plošná erózia sa prejavuje už pri 3–4° sklonu svahu. Jej činnosť sa odráža v zmene stavby pôdneho profilu, v odnášaní častí pôdneho profilu, resp. celého profilu až do podložia. Intenzívnejšie sa táto plošná erózia



Obr. 4. Denudačné zvyšky spraší, ktoré ležia diskordantne na vápencoch.

Fig. 4. Denudation remnants of loesses, which lie discordantly on limestones.



Obr. 5. Drobné náplavové kužele zložené zo sprašového materiálu ako výsledok plošného zmyvu.

Fig. 5. Minute aggradation cones composed of loess material, resulting from an areal rain splash.

prejavuje pri odlesňovaní pahorkov, hlbokkej orbe, búrkových dažďoch, pri jar-nom topení snehu a pod. Najviac postihuje konvexné časti svahov, ktoré sú exponované na juhozápad. Na týchto svahoch je pôdny profil skoro úplne zmytý a na povrch vystupujú sedimenty pôdneho substrátu, t. j. spraši. Na podnoží svahov sa tvoria drobné náplavové kuželičky (obr. 5) a na dnách dolín sa akumulujú pôdne sedimenty. Častým javom na svahoch sú pomerne husté plytké ryhy, tiež dôsledok plošného zmyvu. Vývoj plošného zmyvu počas kvartéru možno dobre dokumentovať na tehelni Nitra-Čermán, kde sa dajú pozorovať niekoľko metrov hrubé vrstvy pôdnych sedimentov, ktorých tvorba prebiehala počas poslednej medziľadovej doby, resp. v posledných interštádiách.

Vertikálna výmoľová činnosť má v porovnaní s plošným zmyvom menšie plošné rozšírenie, ale zato vytvára práve pre spraše charakteristické erózne formy.

Charakteristickou eróznou formou v sprašiach sú hlboké erózne ryhy, výmole, ktoré majú tvar veľkého písmena U. Vyskytujú sa obyčajne na mohutných

sprašových pokryvoch. Tam, kde je malá mocnosť spraši a horniny podložia sú viac odolné voči eróznym procesom, resp. tam, kde sa vyskytujú spraše so značným % ílovej frakcie, má výmoľ tvar písmena V. Nachádzajú sa aj kombinované výmole: v hornom úseku tvaru V, v dolnom úseku tvaru U.

Počiatkové štádium výmoľov a úvozov sa vytvára obyčajne vznikom poľnej cesty. Koľaje poľných ciest slúžia ako trati vody prívalových vôd, ktoré cestu veľmi rýchlo vymývajú, až ju úplne znehodnotia a z bývalej poľnej cesty vzniká hlboký výmoľ. Tento proces sa deje veľmi rýchlo, zvlášť pri búrkových lejakoch.

Morfologicky významnou formou sú sufózne zjavy. Majú charakter lievikovitých depresii, v ktorých sa hlavne v zime zhromažďuje sneh. Na jar sa pomaly topí a voda presakuje až na nepriepustnú bázu spraši, čím dochádza k pomalému porušovaniu štruktúrnej väzby spraši a k prepadávaní územia. Ak sa dno tohto lievika zakolmatuje, čo sa stáva veľmi zriedkavo, vytvorí sa výrazná bezodtoková depresia podobná závrtnu. Oveľa častejšie si ale tieto vody vytvoria „privilegované“ cesty a v smere gravitácie odtekajú podzemným kanálom, resp. kanálmi do údolnej nivy. Strop týchto kanálov sa postupne prepadáva a konečná morfologická forma je tiež výmoľ.

Erózne formy udávajú geomorfologický charakter sprašovej krajiny. Niekedy stačí len dôkladné geomorfologické štúdium, aby sme mohli usudzovať o prítomnosti sprašových zemín v tom-ktorom území. Dnešný reliéf je v podstate produktom exogénnych geologických procesov prebiehajúcich v nedávnej minulosti a pokračujúcich v mierne modifikovanej forme aj dnes, samozrejme za spolupôsobenia endogénnych procesov. Reliéf preto indikuje už pri zbežnom pohľade základný charakter vývoja daného územia. Reliéf predovšet-

kým tabuľového a pahorkatinného typu je charakterizovaný sústavou chrbtov a medzi nimi prebiehajúcich dolín. Povrch je pomerne vyrovnaný, bez výrazných výškových anomálií. Najrozšírenejšou skupinou dolín sú suché, resp. polosuché periglaciálne úvalinovitité doliny so svojráznymi znakmi: V pozdĺžnom profile má horná časť doliny krátky úsek so silne ukloneným dolinným záverom prechádzajúcim do plytkej úvaliny, alebo sa rozvetvuje na viacero krátkych strmo uklonených dolín prechádzajúcich znovu do úvalín. Stredná časť sa vyznačuje veľmi miernym sklonom, ktorý sa zvyšuje iba v dolnej časti pri vyústení. Dná týchto dolín sú v detailoch rozdielne, v závislosti od toho, či sú trvale suché, alebo cez ne občas preteká voda, prípadne sú stálymi malými tokmi. Trvalo suché doliny majú dňa viac vyrovnané, korytovite prehnuté, najmä po prudkých lejakoch zaplnené splachmi z priľahlých strání. Polosuché doliny sa vyznačujú výrazným úvalinovitým — korytovitým dnom. Za trvalejších dažďov v nich vznikajú krátkodobé toky. V dolinách s trvalým tokom sa vytvoril obyčajný, plytký (1—3 m hlboký) zárez.

Priečne profily periglaciálnych dolín majú tiež svojrázne znaky podmienené hlavne orientáciou dolín voči svetovým stranám. Podľa toho sú symetrické alebo asymetrické. Symetrickými priečnymi profilmi sú charakterizované doliny smeru SZ—JV, aj keď miestami pozorovať mieru asymetriu so strmšou dolinou, orientovanou na JZ. Tieto doliny sa vyznačujú konvexno-konklávnymi stráňami, ktoré pozvoľne prechádzajú do dnových častí, resp. chrbtov. Na oboch stranách dolín sú hojne rozšírené úvaliny, buď jednoduché alebo rozvetvené. V sprašových územiach (pahorkatinách) sú veľmi rozšírené asymetrické doliny najčastejšie smeru S—J, Z—V, ale aj iné. Asymetria týchto dolín nie je podmienená štruktúrou zemi-

ny, ale je výsledkom klímy, ktorá podmieňuje nerovnaké nahrievanie strání rôzne exponovaných voči slnečnému žiareniu, a tým i rozdielnej intenzity pohybu zeminy a jej odnosu v periglaciálnych podmienkach. Zatiaľ čo pozdĺžny profil asymetrických dolín je zhodný so symetrickými dolinami, v priečnom profile sú nápadné rozdiely. Mierne stráne sú plošne rozľahlejšie, s miernejším sklonom a s plynulým prechodom do dnových a chrbtových častí. Povrch týchto strání je hladký, na mnohých miestach s dlhými, plytkými úvalinami, vo vrchnej časti obyčajne rozvetvenými. Strmé stráne sú naproti tomu krátke, s pomerne ostrým prechodom do dnovej a vrcholovej časti. Tieto stráne majú malý pokryv spraší.

Záver

Z uvedeného vyplýva, že sprašový pokryv nie je homogénny, ani jeho členenie nie je všade rovnaké. Niekde sa sprašové pokryvy vyskytujú ako bohato členené komplexy, či už stratigraficky alebo litologicky. Na iných miestach vystupujú zase monotónnejšie, resp. málo členené sprašové sedimenty. Nezáviselo to len od disekcie predkvartérneho reliéfu, ale aj od vplyvu klimatických pomerov, smeru vetra, stanovištných pomerov svahov, rôznej intenzity slnečného žiarenia, od intenzity striedavého zamrzania a rozmrazovania materiálu atď.

Tieto zákonitosti sedimentácie si treba ozrejmiť nielen zo stratigrafického, ale aj z inžinierskogeologického hľadiska, aby stavebný inžinier vedel, s akými litologicko-genetickými typmi spraší sa môže na tých-ktorých morfológických tvaroch stretnúť. Analýzou úložných pomerov sa ukázalo, že rozdielnosť vnútornej stavby sprašových komplexov závisí aj od vzťahu morfológickej pozície podložia a vzdialenosti deflačného priestoru.

Literatúra

- Košťálik, J. 1974: Charakteristika a stratigrafia fosilných pôd a spraší Nitrianskej pahorkatiny. *Bratislava, Veda.*
- Kukla, J. 1961: Quaternary sedimentation cycle. Survey of Czechoslovak Quaternary. In: *Czwartorzęd Europy Środkowej i Wschodniej. Czesł I. Práce Inst. Geol. (Warszawa), 34, 145—154.*
- Mazúr, E. — Lukniš, M. 1980: Regionálne geomorfologické členenie. In: *Regionálna geografická syntéza SSR. [Mapa.] Bratislava, Geogr. ústav SAV.*
- Šajgalík, J. — Modlitba, I. 1983: Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. *Bratislava, Veda, 41—49.*
- Vaškorská, E. 1984: O stratigrafii a typológii fosilných pôd mladého pleistocénu v sprašových sériách na Podunajskej nížine. *Geol. Práce, Spr., 82.*

Engineering geological mapping of loess sediments in the Nitra urbanization region, Western Slovakia

In the Nitra-town urbanization region (Figs. 1 and 2) which belongs to two morphological units, i. e. the Tribeč massif and the Podunajská pahorkatina hills, the formation soils are predominantly formed by loess sediments. We have found that the presented sediments exhibit variable structural characters depending on the hypsometric level of their origin, and on morphological formations upon which they were deposited. In the course of the field engineering-geological mapping we found that loess sediments are strikingly stratified in some profiles. Here, layers stratula, and lenses of variable granulometric composition are present. The heterogenesis of their composition documents that their origin is not only due to eolian processes but also due to deluvial, proluvial, and other processes of slope modelling. Besides primary loesses which are deposited on hilly and table lands also secondary loess sediments occur. These were transported from their primary locations mainly onto younger terraces by proluvial processes.

A mode of deposition of loesses is different depending on the depositional environment, i. e. whether they were deposited on a gently undulating table land or in the river valleys and on their slopes. On the table land loesses are deposited subhorizontally with a small thickness of fossil soils. On the slopes of river valleys where processes of erosion and accumulation repeated several times a flaky texture of loess sheet was developed containing richly stratified horizons of fossil soils in lower parts of the valleys, i. e. close to the alluvium.

The pre-Quaternary relief which was

formed by structurally tectonic processes was formerly covered by a morphologically monotonous loess sheet which masked a dissection of the structurally tectonic relief as well as of older geodynamic processes. The present relief is basically a product of exogenetic geological processes which have continued in a slightly modified form until present time, of course accompanied by endogenetic processes. Erosion-accumulation forms, such as deep U-shaped erosion gullies, suffusion phenomena, flat proluvial cones (Fig. 5), and a characteristic terrain relief indicate the basic evolution character of loess region already at first look. Prevailingly table land and hilly type relief is characterized by a system of ridges separated by dales. The surface of relief is relatively gentle and smooth without any elevation anomalies. The most frequent group of dales includes dry or semidry periglacial wide shallow valleys. The bottom of dry valleys is more or less even and channel-bend, filled with a rainsplash sediments. The semidry valleys contain a channellike bottom. A shallow 1 to 3 m deep cut has usually developed in the persistently drained valleys.

It is also important to explain all the laws of sedimentation and of the following changes of the loess sheet from the engineering geological point of view. An analysis of modes of deposition has shown that the loess sheet is not homogeneous, and that the variations of internal texture of loess complexes also depends on the relationship of morphological position of the basement with the distance of deflation area.