

Vyhľadávací geofyzikálny, geologický a hydrogeologický prieskum v centrálnej časti provincie Kordofan v Sudáne

PAVOL OSTROLUCKÝ

La prospection géophysique, géologique et hydrogéologique dans la partie centrale de la Province de KORDOFAN en Soudan

Selon le contract signé entre la Rural Water and Development Corporation Khartoum — Sudan et Strojexport Prague on avait effectué durant les années 1969—1970 les travaux mentionnés ci-haut. L'exécutant pour le Strojexport Praha fut IGHP n. p. Žilina. Le but de ces travaux sur une étendue d'environ de 21 000 km² fut de déterminer les frontières stratigraphiques des formations géologiques et à la base de la lithologie d'établir les possibilités de l'occurrence d'eaux souterraines à la base de la lithologie d'établir les possibilités de l'occurrence d'eaux souterraines à une profondeur de 300 m.

Pour préciser les données géologiques mises à la disposition on avait effectué les travaux géophysiques préalables. Comme méthode la plus effective (du point de vue économique et du temps) pour résoudre ce problème on avait choisi la méthode de résistivité de sondage électrique verticale. Les carottages furent repartis suivant les travaux géophysiques et les reconnaissances géologiques du terrain. La longueur totale des carottages mesurait 3000 m. On avait effectué un examen macro et microscopique des roches provenant de ces carottages et établi un tableau complet de la composition structurale et géologique.

Les régions furent classifiées à la base hydrogéologique suivant le contenu déterminé chimique des eaux souterraines et la perspective de l'exploitation.

Les résultats sont contenus dans le rapport final qui serviront pour réaliser les travaux d'investigation de la seconde étape durant les années de 1971—1972.

Na základe kontraktu medzi Rural Water and Development Corporation Khartoum — Sudán a Strojexport Praha, v rokoch 1969 — 1970, sa uskutočnil vyhľadávací geofyzikálny, geologický a hydrogeologický prieskum v centrálnej časti provincie Kordofan. Dodávateľom prác pre Strojexport Praha bol IGHP, n. p., Žilina. Geofyzikálne práce zaistoval v subdodávke ÚGF Brno, závod Bratislava.

Problematika a charakter prác expedície

Zaujmové územie je približne v strednej časti Sudánu. Zaberá centrálnu časť provincie Kordofan, rozprestretú v širokom okolí hlavného mesta provincie, El Obeid. Plocha skúmaného územia mala rozlohu 21 000 km². Spojenie s hlavným mestom Sudánu (Khartoum) z El Obeidu je letecky (asi 300 km).

Geologická a geofyzikálna preskúmanosť je veľmi malá a poskytuje nedostatočné údaje, prevažne všeobecného charakteru. Pre ich upresnenie sme zvolili v oblasti rekognoskačné geofyzikálne merania a štruktúrne vrty na jadro. Staršie realizované geofyzikálne práce dotýkali sa nášho územia len okrajovo. Po zvážení ekonomického a časového hľadiska, ako aj výsledkov starších geofyzikálnych prác, pre riešenie úlohy sa vybrala odporová metóda, v modifikácii vertikálneho elektrického sondovania (VES). Cieľom geofyzikálnych meraní bolo:

- a) detektovať odporové anomálie a na základe overovacích vrtov vysvetliť príčinu anomálií;
- b) členiť geologicko-geoelektrické štruktúry na základe korelácie výsledkov VES a vrtov na jadro;
- c) vymedziť vodonádejné oblasti na základe extrapolácie zo známych zvodnených štruktúr.

Celkove sa zmeralo 860 sond v 23 profiloch so základnou vzdialenosťou sond 2,5 km. V niektorých častiach územia vykonali sa doplnujúce merania (sondy vzdialené 0,5 až 1,25 km). Rozstup sútných elektród bol v medziach 400 až 2000 m, podľa potreby. U odporových metód potencionálne rozdiely boli merané štandardným poľným autokompenzátorom ESK — 1 a tranzistorovým autokompenzátorom „ČASTA“ (konštruktér Ing. Časta). Oba prístroje pracujú na princípe elektronického milivoltmetra. Na sytenie sa použili suché anódové batérie 120 V. Maximálne použité napätie

400–500 V. Ako prúdové elektródy slúžili oceľové tyče priemer 20 mm, 1,0 m, merné elektródy boli z bronzomedi. Elektródy sa zatĺkali do hĺbky 30–80 cm. Z namera-
ných kriviek VES v území boli kvalitatívne i kvantitatívne interpretované jedno-
tlivé geologické jednotky.

V predstihu vykonané geofyzikálne merania a interpretácia meraní pomohla situ-
ovať štruktúrne vrty.

Geologická a hydrogeologická charakteristika územia

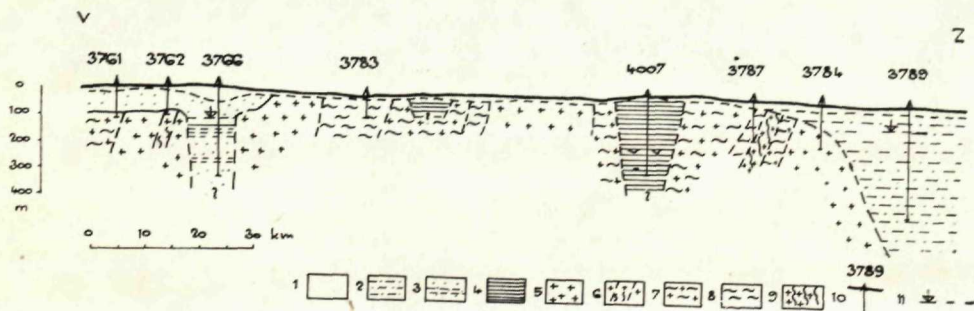
Územie provincie Kordogan je súčasťou širokého plateau, ktoré tvorí celé územie
Sudánu. Rovinatý terén dosahuje priemerne výšku 500–550 m n. m. Plateau má ge-
nerálny sklon na východ a severovýchod do depresie údolia Bieleho Nílu. Typickým
morfologickým znakom je prítomnosť úzkych dolín občasných tokov (khorov), ktoré
predstavujú zložitý systém povrchového odtoku. Dažďová voda však ani v hlavných
systémoch, po dvojmesačnom období dažďov (ročný priemer zrážok 450–500 mm), sa
stráca (vsak a výpar) a nedosahuje Biely Níl.

Základným prvkom geologickej stavby skúmaného územia sú horniny Afrického
štítu, označené ako podložný komplex (Basement Complex). Všeobecne ich možno
klasifikovať ako intrúzia kyslé aj bazické a kryštalické horniny rôzne metamorfo-
vané, nekeblidského veku. Predpokladá sa, že horniny komplexu sú intenzívne zvrás-
nené a majú komplikovanú stavbu. V území pokrytom skoro súvislým pokryvom,
hlavne z kvartérnych sedimentov, len ojedinele vystupujú z peneplénu vo forme kop-
cov (jebel) izolovane alebo v skupinách. Sú to mladšie formy intruzív (žuly, grano-
diority, syenity a pod.). K horninám podložia radia sa aj kremité žily. Morfologicky
tmavohnedej a tmavofialovej farby, zachované lokálne v depresiách a prepadlinách
sa prejavujú expozíciami v podobe úzkych a dlhých chrbtov.

Horniny Nawa série sú paleozoické arkózové pieskovce, arkózy a najmä bridlice
tmavohnedej a tmavofialovej farby, zachované lokálne v depresiách a prepadlinách
podložia. Vyskytuje sa v nich občas sadrovec a drobné oolity hematitu.

Najznámejšou sedimentárnou formáciou sú horniny Nubia série mezozoického veku.
Na našom území sú v JZ časti, keď veľká časť provincie bola morskou transgresiou
zaplavená. Z pôvodnej rozsiahlejšej plochy sedimenty série sa zachovali len v hlbších
tektonických a erózných depresiách. Psefiticko-pelitický komplex hornín dosahuje
mocnosť cez 350 m. V podstate sú to oligomiktne pieskovce s vrstvami ílovcov a sil-
tovcov svetlých farieb. Ílovce sa vyznačujú širokou škálou veľmi výrazných farieb
(žltá, fialová, modrá, červená). V celom súvrství je častý výskyt kremitých pieskov-
cov so železitým tmelom. Na báze série sú vyvinuté bazálne zlepenice. Na okra-
joch série občas vystupujú na povrch územia. Na povrchu sedimentov Nuba série

Príloha č. 1: Geologický rez skúmaným územím.



1 – pokryvné útvary, 2 – sedimenty Umm Ruwaba série, 3 – pieskovce a ílovce Nubia
série, 4 – ílovité bridlice Nawa série, 5–9 – horniny podložia (Basement Complex), 5 –
granitoidné horniny, 6 – pegmatity, 7 – pararuly biotiticko-amfibolické, 8 – amfibolity, 9 –
migmatity, rôzneho typu, 10 – jadrové vrty vŕtané expedíciou, 11 – ustálená hladina pod-
zemnej vody.

železité, kremité zlepenice tmavohnedej farby sú nazývané „Laterity“. Niekedy len veľmi ťažko sa odlišujú od kremitých pieskovcov so železitým tmelom Nuba série. Laterity dosahujú mocnosť od niekoľko metrov do 15 m.

Na V a SV územia, pri vzniku hlbokoj tektonickej depresie Červeného mora, došlo koncom terciéru k vytvoreniu dielčích depresí aj v oblasti Kordofan provincie. V nich sedimentovali fluviálne a lakustrinné formácie *Umm Ruwaba série*. Komplex sedimentov má hrúbku až 500 m. Možno ich klasifikovať ako zlepenice, pieskovce, prachové pieskovce až prachovce v častom faciálnom striedaní (vertikálnom i horizontálnom) v dôsledku tektonického poklesávania sedimentačného priestoru v dobe ich vzniku. Niekedy angulárne kremité zrná sú uložené chaoticky v prachovitej základnej hmote.

Súvislý povrchový pokryv hornín kryštalinika i sedimentárnych sérií obstarávajú kvartérne *Superficial Deposits* najmä eolické piesky (qoz). Často tvoria stabilizované alebo migrujúce duny až 40 m vysoké. V južnej časti prevláda pokryv fľovitých uloženín (clay – plain deposits). Aluviálne uloženiny suchých korýt tokov tvoria piesky. Na úbočiach kopcov obmedzené sú vyvinuté svahové uloženiny, najmä sutiny.

Hydrogeologicky najväčšiu hodnotu majú pieskovce Nuba série. Sú schopné akumulovať väčšie množstvá podzemnej vody. Pri dostatočnej mocnosti pieskovcov tvorí sa súvislá nádrž podzemnej vody s hladinou v hĺbke 95–115 m. Pomocou vŕtaných studní sa voda aj odčerpáva. Teplota vody 30–32 °C, pH = 8–9, výdatnosť na 1 vrt cca 1,5 l/s.

V bezodtokových systémoch povrchových tokov, vytvorených na podložnom komplexe hornín sú lokálne (najmä v khoroch), plytké nádrže infiltrovaných dažďových vôd s hladinami 3 až 30 m pod povrchom. Sú dosť stále z hľadiska zásob. Využívajú sa pomocou kopaných studní. Režim týchto vôd nie je presne známy.

Oblasť, budovanú sériou *Umm Ruwaba*, len ojedinele sú priaznivé hydrogeologicky. Náhodne niektoré vrty zastihnú granulometricky priaznivejšie polohy, v ktorých sú akumulované vrstevné podzemné vody. Spravidla sa vyznačujú horšou kvalitou. Niekedy sú to reliktné vody s minimálnou možnosťou dotácie.

Podložný komplex *prekambrických hornín* je prakticky bez vody. Len v zvetraných partiách, alebo tektonicky rozdrvených pásmach, sa prechodne hromadia vsiaknuté atmosférické vody. Tieto prípady sú vzácne a celá oblasť sa vyznačuje absolútnym nedostatkom vody.

Výsledky prieskumných prác expedície

Získané výsledky našej expedície, ktorá urobila geofyzikálny, geologický a hydrogeologický výskum centrálnej časti provincie Kordofan, možno zhrnúť:

Špecifické odpory hornín sú veľmi rozdielne nielen v rámci jednotlivých geologických formácií, ale tiež aj jednotlivé geologické súvrstvia, či petrografické komplexy vyznačujú sa značným odporovým kontrastom. Pritom však špecifické odpory stratigrafických jednotiek sa prekrývajú v širokých medziach.

Z toho dôvodu je výhodnejšie aplikovať geofyzikálne metódy komplexne. Ako najvýhodnejšia sa javí kombinácia – odporové metódy spolu s gravimetriou a čiastočne magnetometriou. Seizmické práce z lokálneho hľadiska môžu byť veľmi efektívne, avšak sú relatívne drahé. Týka sa to predovšetkým hlbokých priekopových prepádlin. V oblastiach pochovaných khorov na ich sledovanie postačujú geoelektrické metódy. Merania však treba vykonať omnoho detailnejšie. Vzhľadom na to, že pochované khory sú obvyčajne uložené plytko pod povrchom, overovanie odporových anomálií je možné uskutočniť pomocou kopaných studní, poprípade málo nákladnými plytkými vrtmi (do niekoľko desiatok metrov).

Na základe urobených vrtov podávame názor na štruktúrno-geologickú stavbu územia. Zistili sa jednotlivé štruktúry veľmi významné pre celkový geologicko-tektonickú stavbu územia, najmä pre genézu, vývoj a rozšírenie sedimentárnych formácií Nawa, Nubia a *Umm Ruwaba série*. Nami zistené mocnosti sedimentov týchto sérií sú väčšie ako sa všeobecne udávalo, pričom sa nezachytla ich báza (príloha č. 1).

Podrobne petrograficky klasifikujeme horniny, pokryté kvartérnym pokryvom a to jednak kryštalicke horniny a sedimentárne formácie. Klasifikácia vychádzala z makroskopického popisu, hlavne však z mikroskopických a zrnitostných analýz. Po prvýkrát sa podrobne popisujú horniny, ich štruktúra a textúra, minerálne a zrnitostné zloženie, typy tmelu, stupeň porušenia, zvetrania, farba a pevnosť. Pri metamorfo-

vaných horninách pozorovala sa intenzita premeny pôvodných hornín (migmatizácia). Získané poznatky a vrtné jadrá dávajú takto možnosť ďalšieho petrografického štúdia metamorfných procesov, ktoré môžu indentifikovať výskyt rudonosných zón.

Vychádzajúc zo všetkých získaných údajov nášho prieskumu, podali sme hrubú hydrogeologickú charakteristiku nami vyčlenených rajónov. V najvýznamnejšom rajóne, *pieskovcoch Nubia série v Sáatsko-Gefauwskej depresii* sme zistili a ohrančili najbohatšiu nádrž podzemnej vody, do ktorej sa situovali aj tri exploatačné vystrojené vrty. Podľa výsledkov čerpacích skúšok určili sme hydrogeologické parametre zvodneného prostredia a chemizmus podzemnej vody. Zistená nádrž podzemnej vody predstavuje veľmi významný zdroj, vhodný pre exploatovanie. Na ostatnom území vyčlenili sa na mape — podľa hydrogeologickej hodnoty — rajóny, kde sa treba orientovať pri vyhľadávaní zdrojov podzemnej vody a zamerať ďalší prieskum.

Doručené: 25. 5. 1971

Uverejníť doporučil: Dr. A. Porubský, CSc. Inžiniersko-geologický a hydrogeologický prieskum, n. p., Žilina, závod Bratislava

LITERATÚRA

- ANDREW G., 1948: Geology of the Sudan, Oxford University Press.
- MANSOUR A. O., 1971: Sources of Water Supply as related to Geology in Kordofan Province. Proceeding of the Philosophical Societe of the Sudan, 9 th Annual Conference. Sudan geological Survey. Bulletin N. 8.
- KLEINSORGE H., ZSCHEKED I. G., 1958: Geologic — Hydrogeologic Reaserches in the Arid and Semi-Arid Zone of the Western Sudan. Rukopis.
- MITWALLI M. A., 1969: Interpretation of the Low Grawity Anomalie in NE Kordofan, Western Sudan. Bolletino di geofisica teorica et applicata, vol. XI. No-41 — 42.
- SCHUSTER K., 1959: Geophysikalische Erdkundung in Sudan. (Geophysical Exploration in Sudan). Freiburger Forschungshefte, C-70, Berlin.
- Sudan Almanac, 1967, Khartoum 1967.
- UNDP/FAO, 1967 — Land and Water Use Survey in Kordofan Province. Rome, záverečná správa.
- OSTROLUCKÝ P., ĎURATNÝ S., HRICKO J., ŠINDLER M., 1970: Geophysical-Geological-Hydrogeological Research (Central Part of Kordofan Province). IGHP Žilina, archív.