

Ing. Oldřich G l i v i c k ý, VÚHU

Problematika zakládání staveb na poddolovaném území v SHR

Problematika zakládání staveb na poddolovaném území je stále aktuálním úkolem, protože uhlí v SHR se těžilo hlubinně od začátku minulého století a dodnes jsou v provozu hlubinné doly soustředěné v k.p. DVÚZ. Přesto, že dnes převládá lomová těžba a perspektivně budou znovu dobývací prostory hlubin dobývány lomově, zůstávají rozsáhlé oblasti, které jsou stále v zájmu investorských organizací pro výstavbu pomocných objektů stávajících závodů, nových výrobních celků, komunální výstavby, dopravních a energetických sítí, vodovodů, vodotečí apod.

Dřívější výstavbu na poddolovaném území s výjimkou Chemických závodů Litvínov, obou ústředních úpraven Herkulosa a Komořany spolu s elektrárnou, však nelze srovnat s rozsahem projektované výstavby petrochemického komplexu v rámci k.p. Chemických závodů ČSPP Litvínov. Tento komplex, o jehož realizaci v centru pánve bylo s konečnou platností rozhodnuto v roce 1970, zahrnuje v sobě nejen vlastní technologické výrobní zařízení, ale i rozsáhlé sklady produktů, bytovou výstavbu a liniové stavby přesahující území mesteckého okresu.

Jádrem článku jsou zejména zkušenosti s posuzováním bezpečnosti staveb petrochemického komplexu, který svou rozlohou zasahuje do dobývacích prostorů hlubinných dolů Vítězný úmor, Julius III, Centrum a Zdeněk Nejedlý a přípojnými liniovými stavbami i dobývacích prostorů dolů Pluto, Kohinoor a Gottwald. Ne vždy se podařilo využít stávajících ochranných pilířů ohradníků a řada staveb jak trvalého, tak dočasného charakteru se musela realizovat na terénu narušeném dřívější hlubinnou činností. Problematikou možných vlivů důlní činnosti na povrchové objekty se VÚHU zabýval od roku 1970.

1. Vliv báňsko-technických podmínek na stabilitu staveb

Pomineme-li případy, kdy některé liniové stavby k.p. CHEZA Litvínov byly umístěny z nezbytných důvodů tam, kde primární vlivy poddolo-

vení ještě trvají nebo působily určitý čas po realizaci elektrických linek nebo produktovodů, pak převážná část objektů byla rozmístěna v oblasti již dávno doznělých primárních vlivů dolování. Nevystačilo se jen s ohrazení bývalé obce Záluží a platových ohrazení důlních provozů a veřejných komunikací.

Jelikož i tyto ohrazení jsou rozraženy volnými důlními chodbami, bylo i toto území předmětem posuzování z hlediska možnosti vzniku závalů a jejich vlivů.

Základní otázkou, kterou bylo nutno řešit, byla stabilita poddolovaného terénu z hlediska poznání vlivů, které mohou stabilitu negativně ovlivňovat. Bylo tedy nutno stanovit opatření, a tato opatření se musí promítnout již v projekci, aby byl zajištěn projekt objektů podle "Směrnice SKT pro stavby na poddolovaném území ze dne 14.2.1968", platné do 31.12.1975 a nové "Směrnice č.3, vydané PMPR Praha 5.11.1975 a platné od 1.1.1976.

Z hlediska použitých metod hlubinné těžby v příslušných dobývacích prostorech s ohledem na možné negativní ovlivnění stability terénu je možno oblasti rozdělit takto:

1. Oblasti chráněných ohrazení tam, kde existují volné důlní chodby různého profilu.
2. Oblasti zásekového komorování na plnou mocnost, které bylo prováděno od roku 1804 do roku 1918. Tato metoda skýtá možnost volných dutin ve sloji a jak se později prokázalo, mohou se vyskytovat i nedostatečně konsolidované stařiny a ojedíněle i nadloží.
3. Oblasti dvou či vícelávkového komorování, prováděného v pruzích s rozsáhlým používáním trhačích prací, hlavně po roku 1945.
Při tomto způsobu lze prakticky vyloučit rozsáhlé volné dutiny.
4. Oblasti bezprostředně dobývané nebo oblasti, kde ještě nedoznály primární vlivy skončené těžby.

Deformace terénu pro oblasti ad 4) lze spolehlivě propočítat podle Balsoho metody plně účinné plochy a stanovit v projekci i výstavbě nezbytné konstrukční, rektifikační nebo materiálová opatření.

V ostatních oblastech se dříve předpokládalo, že terén je vlivem časového faktoru již konsolidován. Primární deformace již doznaly a jediným nebezpečím by mohly být propadliny vzniklé dodatečným bodovým závalem dosud volné dutiny ve sloji.

Vyšetřit, zda zával volných dutin ve sloji může dodatečně ovlivnit stabilitu terénu či nikoliv, bylo základní otázkou posuzování bezpečnosti objektů petrochemického komplexu.

Při souběhém komerování v lávkách nelze předpokládat volné dutiny ve sloji, takže po dotěžení poslední lávky a vyznění primárních poklesů se takové oblasti dnes pokládají za zcela stabilní. Rovněž za zcela stabilní je možné považovat terén na důlních ohraďnicích, kde zával volných dutin po zaplnění nadloží nedosáhne povrchu a nevytvoří se na terénu bodové propadliny.

Stejně zásady lze aplikovat i na oblasti vyrubané komerováním na plnou mocnost. Z praxe je dávno známo, že tvorba poklesových propadlin, tzv. "pínek" je závislá na hloubce dobývané sloje a mocnosti dobývané lávky.

Až do roku 1971 však nebyla zkoumána mechanika dodatečných druhotných poklesů terénu v oblastech starých zásokových porubů, které mohou být vyvolány nejrůznějšími příčinami, ať je to dodatečným přitížením, změnou režimu podzemních vod, či jinými zatím nedefinovatelnými podmínkami.

Před rokem 1971 byly v SHR pokládány za naprosto stabilní terény v těch oblastech, kde se dobývalo s nejméně desetiletým odstupem nebo kde možný dodatečný zával porubu nebo chodby v ohraďníku pro skutečné nadloží vyšší než vypočtené nemohl dosáhnout povrchu a tím ovlivnit jeho stabilitu.

Bezpečné vypočtené nadloží vycházelo z Padourovy teorie mechanismu závalu, staré desítky let a používané bez praktického ověření. Podle této teorie se neprojevil zával dutiny na povrchu tehdy, bylo-li tercierní jílové nadloží mocnější než dvacetinásobek volné výšky porubu nebo jiného důlního díla. V opačném případě byla stabilita zaručena jen tehdy, když byla ponechána ve stropě dostatečně mocná uhlenná

vrstva nebo při konstatování, že k prolomení uhlénoho stropu do nadloží muselo nutně dojít již při vlastním rubání.

I za tehdy platné teorie dávala skutečná mocnost nadloží záruku, že zával chodeb a jejich křížů v ohradnicích neovlivní stabilitu terénu, a proto v ohradnicích se doporučovala výstavba bez zajištění.

Přesto, že praxe ukazovala na přílišnou opatrnost Paďourovy teorie, protože propadliny se nevyskytovaly ani v revírech s nižší mocností nadloží než jaká by měla být podle Paďourovy teorie, byly v počátečních fázích zadání považovány oblasti zásekových porubů s mocností nižší než vypočtenou podle vztahu $H = 20$. m za problematické.

Prvním a základním opatřením z naší strany byl návrh umístit nejcitlivější výrobní objekty do spolehlivě vymezeného ohradníku bývalé obce Záluží, případně do oblastí vícelávkového dobývání dolů Vítězný únor, Julius III a Centrum.

Přesto však zůstala celá řada objektů, které musely být umístěny nad zásekovými komorami, kde používaný vzorec nebezpečí propadlin nevylučoval. Z tehdy platných zásad se jako jediná možná alternativa úplného zajištění objektů mimo liniové stavby jevila stavba na nákladných základových deskách nebo roštech.

VÚHU Most se od roku 1971 zabýval revizí Paďourovy teorie a využil výsledků ověřovacích vrtů pro zkoumání skutečného stavu stařin při rozboru parametrů závalování porubů.

Protože rozsah článku nedává možnost rozboru všech příčin a výpočetních metod, konstatujeme pouze, že výsledkem revize byl modifikovaný vzorec, který říká, že stabilita terénu proti propadlinám je zaručena tehdy, je-li skutečné tercierní nadloží v rozmezí:

$$H = (6,66 \text{ až } 10) \text{ . m}$$

Splňuje-li skutečná mocnost jílovitého nadloží podmínku rovnosti v tomto rozmezí nebo je vyšší, pak je vyloučena tvorba propadlin na povrchu po závalu volné dutiny.

Průzkumné vrty do stařin však naopak vedly k dalšímu poznatku, že stabilita terénu v oblasti zásekových komor není v oblasti zásekových komor absolutní. Dodatečný zával dutiny, který se sice neprojeví

propadlinou na terénu, může způsobit drcení mezipiliřů kom. porubů a tím dodatečnou konsolidaci stařin, která se projeví pozvolným dosedáním terénu v dlouhodobém průběhu. Tato pozvolná deformace sice nemůže ohrozit přímo bezpečnost stavební konstrukce, ale musí se s ní počítat pro umožnění rektifikace technologického zařízení nebo spojovacího potrubí u medií náchylných k požáru nebo výbuchu. Zmírnění této předpokládané deformace lze docílit prováděnou sanací stařin. Přesto však musí být v projekci zakotvena opatření k částečnému zajištění proti vlivům poddolování.

V dalším odstavci pak shrneme výsledky rozsáhlých vrtných prací, které vedly k novým poznatkům o stabilitě terénu a tím i klasifikaci území a stanovení zásad pro výstavbu petrochemického komplexu i dalších jiných staveb na poddolovaném území.

Vlastní provádění ověřovacích vrtů

Základním podkladem pro umístění prvních ověřovacích vrtů byla důlní mapa stařin dolu Julius III a Centrum s pozicí porubů a důlního ohradníku. Již první studie stařin z dokumentace dolu Julius III ukázaly pochybnosti o přesnosti vůči povrchové situaci.

Nebudeme tento problém dále rozvádět a konstatujeme, že první vrty tento nesoulad potvrdily a jedním ze základů řešení bylo proto upřesnění východní hrany piliře obce Záluží. Naproti tomu se prokázal soulad důlní situace s povrchovou ve stařinách dolu Centrum na západní hraně piliře.

Hlavním účelem prováděných vrtů bylo ovšem upřesnění znalostí o stavu závalu komor nebo zjištění volných dutin, stavu podrbaného nadloží a zlepšení konsolidace stařin a tím i stability terénu sanací.

Základním předpokladem úspěšnosti vrtných prací byla volba vhodné vrtné technologie, aby byl ověřen stav nadloží nad komorou o rozměrech 8 x 8 m, maximálně 14 x 16 m, s porubní počvou v hloubce 140 - 190 m. Dokončení vrtu předpokládá dodržení jeho svislosti s maximální odchylkou $\pm 2^\circ$ a zjištění stavu stařin je odvislé od plného výnosu jádra, sledování vrtné rychlosti, ztráty výplachu a použití komplexní geofyzikální karotáže.

Z dostupných souprav se jako nejvhodnější jevila vrtná souprava ZIF 650, kterou nabídl n.p. Geindustria, závod Dubí u Teplic, spolu s geofyzikální karotáží. Technický projekt předpokládal krátké návrtý jádrovkou, hustý kvalitní výplach, inklinometrickou kontrolu svislosti vrtu po 25 - 50 m, nálevovou zkoušku a dodatečně geofyzikální karotáž.

Po určitých počátečních potížích splnila osádka spolu s použitou technologií všechny požadavky kladené při ověřování stavu stařin.

Prakticky byl každý vrt proveden tak, že po provrtání kvartérních štěrkových sedimentů byl úsek propažen úvodní pažnicí o průměru 267 mm a jednoduchou jádrovkou o průměru 191 mm. s použitím výplachu se vrt prohloubil těsně nad strop očekávaného porubu. Svislost vrtu se kontrolovala třikrát až čtyřikrát.

Vrt se zapažil technickou kolonou o průměru 171 mm, vyčistil a pokračovalo se dvojitou jádrovkou o průměru 150 mm, a to buď až do podloží, nebo alespoň do pevného uhlí pod počvou porubu a přechodem opět na jádrovku jednoduchou. Takto se podařilo získat vzorky hornin i ze stařin. Ke ztrátě výplachu došlo nejpozději na stropu stařin.

Při provrtávání stařin prováděla osádka mechanickou karotáž měřením času spotřebovaného na návrt jedné upínací hlavy, to je délky 0,5 m.

Po dovrtní vrtu cca 5 m do podloží sloje se provedla nálevová zkouška vodou z cisterny, s měřením poklesu hladiny resistivimetricky a geofyzikální elektro a gama-gama karotáží.

Po výsledku těchto zkoušek byl vrt buď likvidován záhozem, nebo upraven k následné sanaci stařin.

Příklad karotážního vyhodnocení vrtu je na obr. č.1 (vrt DJ 67). Schéma provádění vrtu je na obr. č.2 (Zž 56). Každý z těchto vrtů byl proveden v jiném dobývacím prostoru.

Od května 1971 až do konce roku 1977 bylo odvrtno celkem 56 vrtů v dobývacím prostoru Záluží a Kopisty a 27 vrtů v dobývacím prostoru Dolní Jiřetín. Většina z nich byla následně využita k sanaci stařin směsí popílku a vody.

Shrnutí poznatků z ověřovacích vrtů

Jak již bylo konstatováno, ověřovací vrty měly za úkol vyloučit volné dutiny, ověřit konsolidaci stařin a umožnit sanaci rozvolněných stařin nebo volných dutin pod objekty a jejich těsné blízkosti.

Volné dutiny byly nalezeny pouze ve čtyřech případech. Ostatní vrty ověřily zával komor, při čemž však stav závalu ve stařinách neodpovídal většinou původním představám o plné konsolidaci a tím i stabilitě terénu.

Nadloží bylo sice obvykle konsolidované a ke ztrátě výplachu nedocházelo, i když vzorky hornin z jádrovky prokazovaly deformaci šikmým rozpadem a zkroucením obvykle do výšky cca 50 m nad strop uhelného závalu. Pouze v několika případech v prostoru Dolního Jiřetína došlo ke ztrátě výplachu již nad slojí a byly zjištěny drobné dutiny následným vyhodnocením zapažnicové neutron-neutronové karotáže. V žádném případě však projevy závalu nedosáhly povrchu.

Skladba závalu v porubu však většinou neodpovídala předpokladu klasického závalu nadloží prolomením uhelného stropu a vyplnění vyrubaného prostoru jílem. Ve velké většině vrtů byl po provrtání jílového nadloží zjištěn zával uhlou drtí a mourem nejméně 10 m mocný a pod ním se nacházela nerubaná spodní část sloje o mocnosti i 7 až 10 m. K redukci sloje přímo v porubu došlo tedy jen omezeně, což svědčí o nízké konsolidaci stařin, kterou lze charakterizovat jako jejich rozvolněnost. To potvrdily nakonec i nálevové zkoušky, kdy v mnoha případech voda z cisterny vlitá do vrtu unikla tak rychle, že nebylo možno vůbec měřit rychlost poklesu hladiny.

Interpretace karotážních měření vcelku odpovídala vzorkům hornin z jádrovky. Výnos jádra téměř vždy byl úplný. Ztráty jádra ve stařinách, pokud nešlo o jasné volné dutiny, byly způsobeny rozplavením a únikem mouru a drtí i ze dvojité jádrovky. V uhelném závalu nebylo možno prakticky použít hydraulického přitlaku na vrtné nářadí.

Tyto poznatky potvrdily dorměnky, že stabilita terénu je jen relativní a nejsou tedy vyloučeny dodatečné deformace formou plynulého dosedání terénu v dlouhodobém časovém intervalu.

Stanovit míru tohoto dosedání je obtížné. Porada odborníků revíru se shodla po předložené dokumentaci vrtů na tom, že je nezbytné uvažovat s hodnotou 300 až 500 mm jako maximem.

Omezit míru tohoto dosedání přímo pod objekty s cílem zvýšení konsolidace vyplněním dutin a zpevnění závalu bylo úkolem sanace. Tato sanace se prakticky prováděla směsí popílku a vody v poměru 1 : 3 pomocí agregátu n.p. Geoindustria Dubí, sestávajícího ze směšovače a čerpadla o tlaku do 2 MPa. Z technických příčin se tato sanace opožďovala a ne vždy se podařilo dosáhnout toho, aby se prováděla s minimálním časovým odstupem po ukončení vrtu.

Prakticky se poznatky z vrtných prací projevily v závěrech pro posuzování stability terénu v báňských posudcích takto:

1. Na základě geologické a geofyzikální interpretace vrtných jader, geomechanických rozborů několika vrtů a rozboru praktického zavalování porubů byl revidován původní Pačourův vzorec pro stanovení bezpečného nadloží pro zával ojedinelé volné dutiny z hodnoty $H = 20 \text{ m}$ na praxi odpovídající vztah:

$$H = 6,66 \text{ m} \cdot \frac{3,2 \cdot y^2 - 0,1 \cdot (y_1^2 + y \cdot y_1)}{y_1^2}$$

kde: m ... porubní výška

y ... parametr porubu z půdorys. rozměrů počvy = $\sqrt{\frac{F}{\pi}}$

y_1 ... parametr porubu z plochy stropu po vylámení boků = $y + m \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$, kde $\varphi = 30^\circ$ pro uhlí.

2. Nelze zaručit stabilitu terénu nad zásekovými komorami úplně a při zakládání staveb je nutno počítat s možností dodatečné plynulé deformace v dlouhodobém průběhu. Centrum této dodatečné poklesové kotliny není možno vůbec stanovit, k jejímu vytváření může docházet kdekoliv a podélná deformace "W" a zakřivení terénu "R" vzhledem k denivelaci "D" mohou mít kladné i záporné znaménko.

Důsledky ve vlastní realizaci objektů petrochemického komplexu na poddolovaném území se projevily tak, že se vyloučilo tzv. úplné zajiš-

tění objektů proti propažlinám stavbou na nákladných základových deskách, ale na druhé straně nebylo možno pomínout tzv. částečné zajištění proti dlouhodobé a plynulé deformaci do $D_{\max} = 5 \text{ mm.m}^{-1}$, $N_{\max} = \pm 3 \text{ mm.m}^{-1}$, $R_{\max} = \pm 7000 \text{ m}$.

Tyto hodnoty odpovídají klasifikaci stavenišť do III. tř. podle Směrnice č.3 FMTR Praha pro stavby na poddolovaném území, vydané 5.11.1975, při čemž realizace částečného zajištění je volena diferencovaně podle druhu a důležitosti objektů a liniových staveb.

Sanace stařin je doplňkovým báňským opatřením pro snížení těchto deformačních hodnot a přenesení jejich centra mimo objekty.

Jako účinné opatření pro preventivní opatření údržby a oventuální rektifikaci objektů je provádění dlouhodobého pozorování osazených měřických bodů přesnou nivelací.

Závěr

Byla schválena výstavba petrochemického komplexu Chemopetrol, k.p. Chemické závody ČSOP Litvínov v oblasti dobývacích prostorů Záluží a Kopisty, jehož pomocné a skladovací objekty zasahují i do dobývacích prostorů Dolní Jiřetín a Dolní Litvínov a liniové stavby přesahují i do dalších prostorů. Toto si vyžádalo revizi dosud používaných předpokladů o stabilitě terénu na poddolovaném území, kde byla mocná uhelná sloj dobývána v minulosti hlubinně, převážně komorováním v plné mocnosti na zával, s převládajícími tzv. zásekovými porubami.

Revizi dosud platných výpočetních metod provedl VÚRH Most na základě skutečně zjištěného stavu stařin ověřovacími vrty, současně s cílem spolehlivého stanovení bezpečné hrany ohradníku bývalé obce Záluží. V období let 1971 - 1977 bylo odvrtáno celkem 83 vrtů směřovaných do středů porub pod objekty výstavby. Provedení těchto vrtů s komplexním použitím a vyhodnocením karotáže splnilo tyto konkrétní cíle:

1. spolehlivé umístění nejcitlivějších objektů technologické výroby na ohradník obce Záluží a vyloučení přesahu objektů z piliře na stařiny;
2. ověření a sanaci volných dutin a stařin;

3. revizi původní teorie o bezpečné mocnosti nadloží nad volnou dutinou;
4. úsporu stavebních nákladů stavbou bez zajištění proti důlním vlivům na spolehlivě ohraničeném důlním ohradníku a s částečným zajištěním objektů místo úplného zajištění základovými deskami na poddolovaném území, kde se do roku 1970 žádná větší průmyslová stavba nepředpokládala.

Je možno konstatovat, že přes nákladnost ověřovacích a sanačních prací se těchto cílů dosáhlo a učinilo se maximum pro bezpečnost stavby a provozu objektů. V některých případech se tyto ověřovací vrty a sanace stařin staly nezbytné již z hlediska vlastní bezpečné realizace výstavby na poddolovaném území podle předem dané neměnné dispozice, přičemž náklady na zajištění se proti původnímu projektu snížily.

Ne přímo lze výsledky ověřovacích vrtů použít v blízké budoucnosti i pro hornickou praxi, protože geomechanické rozborů vzorků nadložních hornin z některých vrtů a skutečně zjištěný stav uhelných stařin lze aplikovat pro výpočty stability řezů a zanechané uhlé substance na budoucích hlubokých lomech centrální části pánve.

Recenzoval: Ing. Milan Vrbiček

S h r n u t í

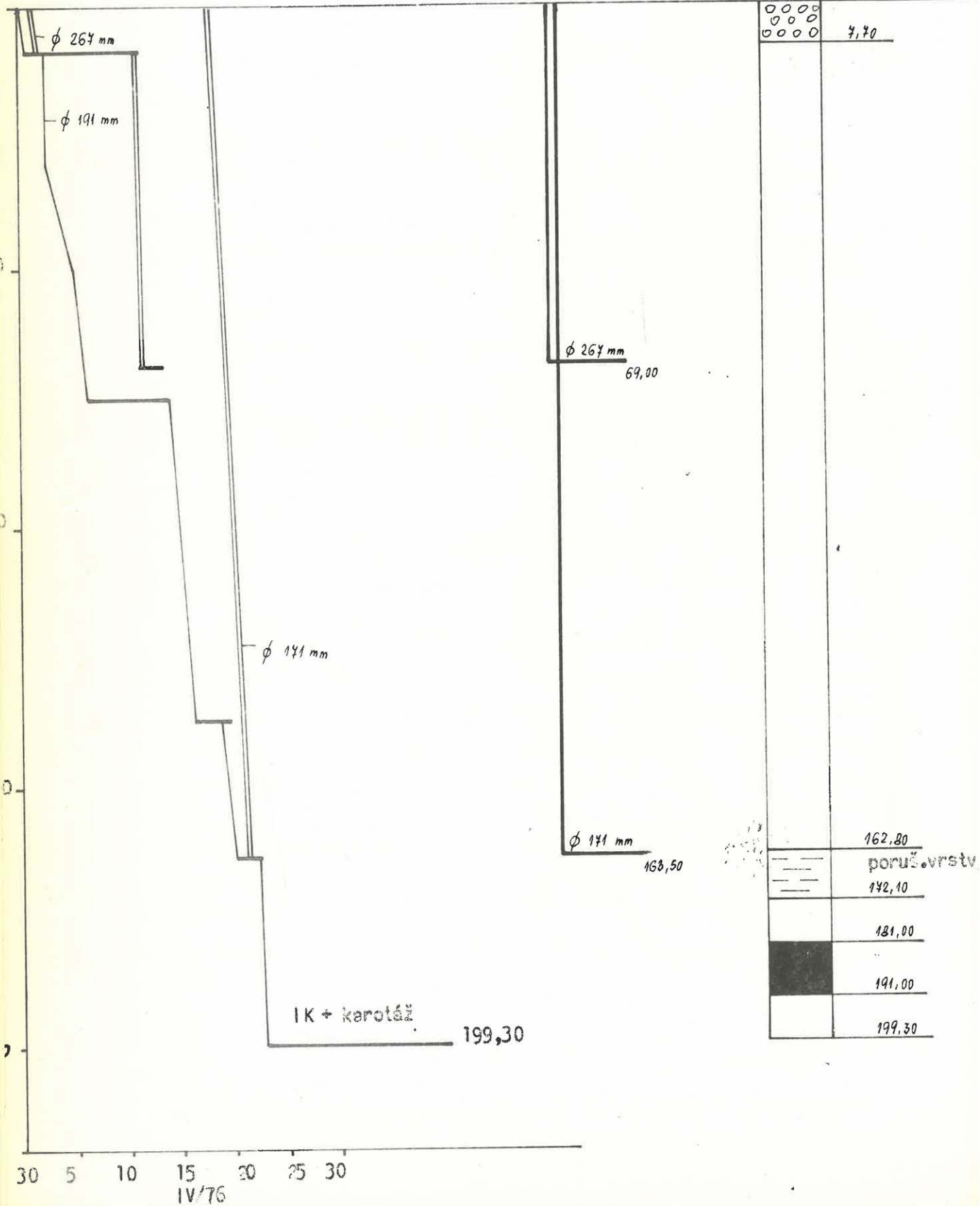
Problematika zakládání staveb na poddolovaném území v SHR

Článek se zabývá problematikou zakládání staveb na poddolovaném území v SHR, zejména z hlediska realizace objektů petrochemického komplexu k.p. CHEZA Litvínov. Výsledky ověřovacích vrtů dovolují revizi dosud platné výpočetní metody pro stanovení mezní výšky nadloží, což příznivě ovlivnilo návrhy na zakládání staveb, avšak současně revidují dosavadní předpoklady o úplné stabilitě terénu po odeznění primárních jevů poddolování.

Zž 56 - ZI F 650 - Benda

29.3 - 26.4.1976

+ 240,50



Obrázek č.2