

P.g. Karel H a a s, VÚHU

Hydrogeologické poměry a problematika odvodňování plánova-
ného lomu Bylany

Dobývací prostor plánovaného lomu Bylany leží na katastrech obcí Bylany, Havraň, Saběnice, Nemilkov a Koporeč. Jeho značná část má charakter mírně zvlněné pánevní plošiny s nadmořskými výškami terénu 230 až 240 m. V jižní části dobývacího prostoru terén poměrně rychle stoupá v podobě morfologicky výrazného svahu až na úroveň 310 m n.m. (obr. 1).

Převážná část zájmového území se intenzivně zemědělsky obhospodařuje, pouze část terénního svahu na linii Havraň - Moravěves je zalesněna.

Území je na povrchu odvodňováno potokem Srpinou, který protéká napříč dobývacím prostorem ve směru západ - východ. Na povrchovém přirozeném odvodňování se podílí rovněž Bylanský (Slatinický) potok, který protéká podél výchozové oblasti uhelného ložiska u severovýchodní demarkace dobývacího prostoru a u Lišnice se vlévá do Srpiny.

Významnými povrchovými nádržemi v dobývacím prostoru jsou čtyři rybníky na Srpíně na severozápadním okraji Havraně a Nemilkovský rybník, který leží na Bylanském potoce. Havraňské rybníky leží v dobývacím prostoru, který bude vyuhlen do r. 1990 a budou proto zlikvidovány v předstihu před postupem lomu. Nemilkovský rybník leží těsně za hranicí dobývacího prostoru, který bude vyuhlen až po roce 1990 a není dosud jednoznačně rozhodnuto, zda bude zachován a chráněn, nebo zlikvidován.

Srpina protéká rozinatou, plochou částí dobývacího prostoru a zásobuje vodou nejen havraňské rybníky, ale rovněž plošně rozsáhlé bažiny a zamokřené pozemky v širším

okolí Saběnic, havraňských rybníků a v okolí Nemilkova.

Celé území patří k oblasti relativně chudé na atmosférické srážky, které v dlouhodobém průměru dosahují hodnoty 460 mm. Přesto je značná část dobývacího prostoru poměrně bohatě zásobována povrchovými vodami, protože zájmové území je součástí rozlehlého povodí Srpiny a jejích drobných přítoků a povodí Bylanského potoka.

Geologické a hydrogeologické poměry

Z geologického a hydrogeologického hlediska je dobývací prostor lomu Bylany okrajovou a značně komplikovanou částí severočeské terciérní pánve, omezenou na severu a východě denudačními výchozy uhelného ložiska.

Hluboké skalní podloží sedimentárních hornin je v zájmovém území tvořeno rulami krušnohorského krystalinika. Krystalinikum nebude báňskou činností zasaženo, a proto nebylo hydrogeologicky zkoumáno.

V téměř celém dobývacím prostoru jsou vyvinuty křídové sedimenty o celkové mocnosti až 60 m. Charakteristické pro křídové souvrství je, že spodní komplex zvodněných glaukonitických pískovců je ostře oddělen od svrchního komplexu nepropustných slínovců, které tvoří artéský strop. Podle některých autorů (Dufek J., 1969) odpovídá rozhraní mezi souvrstvím slínovců a pískovců hranici spodního a středního turonu.

Křídové pískovce jsou velice významným zvodněným kolektorem s napjatou hladinou podzemních vod; největší zvodnění bylo zjištěno v prostoru Havraně, kde specifická vydatnost dosahuje hodnoty $1,9 \text{ l.s}^{-1}$ a artéský vztlak hodnoty až 1,38 MPa. Podzemní voda křídového útvaru byla využívána pro zásobování cukrovaru v Havrani užitkovou vodou a je využívána rovněž pro zásobování koupaliště v Havrani. Jelikož však křídové pískovce jsou hydraulicky odděleny od terciéru

nepropustnými slínovci a nebudou nikde v dobývacím prostoru zasaženy báňskou činností plánovaného lomu, neprováděl se podrobnější hydrogeologický průzkum křídových sedimentů a neuvažuje se ani s jejich odvodňováním.

Terciérní vrstevní sled je v zájmovém území vlivem pokročilé denudace neúplný. Téměř v celém prostoru chybí nadložní souvrství jílu a svrchní slojové vrstvy.

Terciérní sedimentace začíná vulkanickou sérií, což je souvrství pestrébarevných tufů a tufitů s proměnlivou mocností od několika metrů do několika desítek metrů. Horniny vulkanické série jsou nepropustné a jsou v podstatě součástí artéského stropu křídové zvodně.

Produktivní série terciéru sedimentovala v prostředí delty třetihorního toku, přitékajícího do sedimentačního prostoru od jihu. Vyznačuje se častým přerušováním organogenní sedimentace a zvýšeným přínosem klastického materiálu. Tyto sedimentační podmínky jsou hlavní příčinou komplikovaných geologických a hydrogeologických poměrů uhelného ložiska. V uvažovaném dobývacím prostoru je charakteristickým jevem časté štěpení uhelné sloje na jednotlivé lávky a uložení zvodněných, kuřavkových písků v mezislojových vrstvách (obr. 2).

Spodní slojové vrstvy (tzv. spodní sloj) tvoří převážnou část bilančních zásob hnědého uhlí ložiska Bylany a jsou vyvinuty v celém dobývacím prostoru. Celková mocnost spodních slojových vrstev kolísá v rozmezí 20 až 30 m. V bilančním vývoji tvoří nejčastěji dvě uhelné lávky, oddělené jílovitým proplátkem. Mocnost i kvalita obou bilančních lávek je velmi proměnlivá ve vertikálním i horizontálním smyslu.

Spodní slojové vrstvy jsou v zájmovém prostoru významným zvodněným kolektorem s napjatou hladinou podzemní vody se vztlakem až 0,5 MPa. Výtlačná úroveň slojových vod se snižuje směrem k výchozům do údolí Bylanského potoka a

Srpiny. V těchto nejnižších místech dochází za současné situace k přirozenému odtoku slojových vod do povrchových vodotečí.

Propustnost spodních slojových vrstev je značná, koeficient filtrace podle výsledků dosavadního průzkumu dosahuje hodnot 1 až 5 m.den⁻¹, ve výchozových partiích až 70 m.den⁻¹. Lze předpokládat, že po zahájení odvodňovacích prací a uvedení lomu Bylany do provozu se obrátí směr proudění slojových vod k odvodňovacím objektům a lze očekávat průsaky povrchových vod ze Srpiny, Nemilkovského rybníka a Bylanského potoka do spodní uhelné sloje a do lomu.

Spodní mezislojové vrstvy, které tvoří bezprostřední nadloží spodní sloje v celém dobývacím prostoru jsou nejvýznamnějším zvodněným kolektorem s napjatou hladinou podzemní vody. Zvodnění je v nich vázáno na polohy písků kuřavkového charakteru. Písky jsou jemnozrnné až středně zrnité, mají velmi proměnlivou celkovou mocnost, která místy dosahuje hodnoty až 20 m. Jejich propustnost byla ověřována krátkodobými čerpacími zkouškami v průběhu hydrogeologického průzkumu. Hodnoty koeficientu filtrace kolísají v širokých mezích od 0,1 do 70 m.den⁻¹, artéský vztlak dosahuje hodnoty 0,35 MPa, v některých případech přetéká podzemní voda z tohoto obzoru po navrtání až na povrch terénu (obr. 3).

Střední slojové vrstvy mají podobnou kvalitu i propustnost jako spodní sloj. Nejsou však hydrogeologicky příliš významné, protože v důsledku denudace je jejich rozšíření v dobývacím prostoru podstatně menší.

Svrchní mezislojové vrstvy mají ve svém sledu rovněž významné polohy písků. Jsou však rozšířeny jen v omezené části dobývacího prostoru (obr. 1), většinou nad přirozenou odvodňovací základnu krajiny. Na jihovýchodě v širším okolí Havraně vycházejí v terenním svahu na den a jsou vlivem přirozeného podzemního odtoku odvodněny. Svrchní mezislojové vrstvy jsou v dobývacím prostoru v podstatě posledním

členem terciérního souvrství a v jejich nadloží se vyskytují jen kvartérní sedimenty.

Kvartérní pokryv tvoří většinou sprašové hlíny o mocnosti 1 až 4 m, pod ním jsou v okolí Koporeče a Moravěvsi uloženy až několik metrů mocné zvodněné terasové štěrkopísky. Zahliněné štěrkopískové náplavy se vyskytují též v údolí Srpiny a Bylanského potoka, kde jsou prostředím mělkého režimu podzemních vod, hydraulicky spojeného s podzemními vodami spodní sloje.

Odvodňování plánovaného lomu Bylany

Problematika odvodňování plánovaného lomu Bylany zahrnuje jednak ochranu lomu před povrchovými vodami, jednak odvodňování podzemních vod v předpolí i ve vlastním lomu.

V rámci odvodňování povrchových vod bude nezbytné vybudovat přeložku Srpiny mimo dobývací prostor, odčerpát, případně gravitačně odvodnit havraňské rybníky a řešit povrchové odvodnění předpolí lomu mezi budoucí přeložkou Srpiny a postupujícím povrchovým dolem. Část dobývacího prostoru v trase Srpiny mezi Havraní a Nemilkovem má charakter silně zamokřených pozemků a bažin, které budou i po realizaci přeložky zásobovány povrchovým odtokem z podpovodí. V tomto území bude nutné vybudovat před postupem lomu odvodňovací příkopy a čerpací stanici s ohledem na nepříznivé spádové podmínky, které znemožňují dokonalé gravitační odvodnění rovinatého terénu.

V souvislosti s řešením problematiky povrchových vod v předpolí lomu musí být provedena též rekonstrukce koryta Bylanského potoka v úseku Bylany - Lišnice a koryta Srpiny v úseku Lišnice Polerady. Rekonstrukce koryt musí zahrnovat zejména jejich utěsnění proti průsakům povrchových vod do kvartérního pokryvu a uhelné sloje.

Poměrně náročným úkolem bude ochrana Nemilkovského rybníka, který je situován přímo na výchozu spodní uhelné sloje. Pokud nebude rybník zlikvidován, bude jeho zajištění proti průsakům vody uhelnou slojí do lomu vyžadovat vybudování podzemní těsnicí stěny v délce asi 500 m, hluboké cca 12 m, založené do nepropustného podloží uhelné sloje.

Je samozřejmé, že všechny akce, týkající se odvodňování povrchových vod v předpolí lomu, budou realizovány postupně po etapách v závislosti na plánovaných postupech lomu.

Z výsledků dosavadního hydrogeologického průzkumu jednoznačně vyplývá, že bezpečný postup lomového dobývání těch částí ložiska, kde jsou vyvinuty zvodněné písky kuřavkového charakteru s napjatou hladinou podzemní vody se neobejde bez předběžného odvodňování v předpolí lomu, které rovněž bude organizováno postupně po etapách podle plánovaných postupů lomu. Cílem předběžného odvodňování podzemních vod je hlavně snížit napjatou hladinu ve zvodněných kolektorech tak, aby byl odstraněn artéský vztlak a bylo eliminováno nebezpečí průvalů vody a písku do lomu. Odstranění vztlaku je rovněž nutným předpokladem pro zajištění stability svahů na skrývce.

Odvodňování podzemních vod v dobývacím prostoru lomu Bylany je v současné době vyřešeno na úrovni studie, kterou zpracoval VÚHU k.ú.o. Most v roce 1979 a která se stala součástí Studie souboru staveb lomu Bylany zpracované BPT k.ú.o. Při přípravě projektové dokumentace vyšších stupňů bude návrh odvodňovací soustavy dále upřesňován podle výsledků podrobného hydrogeologického průzkumu a dlouhodobých čerpacích zkoušek, které se budou v dobývacím prostoru provádět v několika časových etapách, počínaje rokem 1980.

Koncepce odvodňování předpolí lomu Bylany navržená ve studii je založena na vertikálních čerpacích vrtech, umístěných v liniích (hydrodynamických bariérách), vybavených ponornými čerpadly (obr. 1, 2). Čerpací odvodňovací vrty jsou

nejpoužívanějším a nejdostupnějším prostředkem odvodňovací techniky pro jímání podzemních vod v předpolí povrchových dolů u nás i v zahraničí. Jejich nevýhodou, společnou všem jímacím objektům s bodovým odběrem podzemní vody, je hydrodynamická nedokonalost, která se uplatňuje i při velmi hustém uspořádání vrtů. Prakticky to znamená, že vždy část podzemní vody proniká odvodňovacím systémem v předpolí a objevuje se v lomu jako zbytkový přítok. Odvodňovacím systémem vrtů lze dosáhnout snížení hladiny podzemní vody a odstranit vztlak, nelze však v reálném čase absolutně odvodnit zvodněné kolektory, které budou zasaženy skrývkou postupujícího lomu.

Umístění odvodňovacích vrtů v dobývacím prostoru (obr. č. 1), které je navrženo ve studii, vychází z plánovaných báňských postupů, z hydrogeologických poměrů ložiska a z výsledků hydraulických výpočtů. Odvodňovací vrty se navrhuje pouze v místech s výskytem zvodněných písků s největší mocností, při čemž je zároveň snahou umisťovat vrty v těch částech dobývacího prostoru, kde jsou zvodněné kolektory strukturně nejhlouběji uloženy a kde je vztlak podzemních vod největší. Takové umístění vrtů vytváří předpoklady pro dosažení nejvyšší vydatnosti a nejefektivnějšího využití vrtů.

Se zřetelem na plánované báňské postupy je nutné umisťovat vrty tak, aby byl chráněn hlavně boční svah lomu a jímány přítoky podzemních vod, směřující do dobývacího prostoru ze sousedních neodvodněných oblastí na západě a na jihu. Před čelními svahy lomu je potřebné vrty lokalizovat tak, aby byla zaručena jejich životnost nejméně 4 roky a nebyly předčasně likvidovány postupem skrývky.

Vzdálenosti mezi odvodňovacími vrty a jejich počty jsou v návrhu odvodňovací soustavy odvozeny podle výsledků hydraulických výpočtů. Výpočty vycházejí z neúplných hydrogeologických podkladů, protože dosud provedené průzkumné práce nepokrývají dostatečně celý dobývací prostor. Výsled-

ky výpočtů je proto nutno považovat za orientační hodnoty, odpovídající současné úrovni informací o dobývacím prostoru.

Pomocí výpočtů byla zkoumána závislost přítoku podzemní vody do jednotlivých odvodňovacích vrtů na jejich vzájemné vzdálenosti a závislosti snižování hladiny na čase.

Výpočty vydatnosti vrtů při vzájemném ovlivňování byly provedeny podle fragmentové metody, používané v NDR (Härtig H. et al. 1974). Princip fragmentové metody vychází z představy, že proudění podzemní vody v kolektoru k hraně lomu lze rozdělit na části (fragmenty) a tyto části matematicky modelovat.

První částí popisovaného hydraulického jevu je proudění veškeré podzemní vody v kolektoru díky rozdílu potenciálů do fiktivního, hydraulicky úplného příkopu, umístěného podél vrtů hydrodynamické bariéry. Délka dráhy proudění L_1 představuje vzdálenost mezi místem, kde je hladina podzemní vody neovlivněna a fiktivním příkopem.

Z fiktivního příkopu část vody proudí k odvodňovacím vrtům v bariéře. Délka dráhy proudění mezi příkopem a bariérou vrtů ΔL je v odborné literatuře nazývána jako tzv. "přídavná délka" a z hydraulického hlediska představuje sumární průtočné odpory, které vznikají při změnách proudění v okolí odvodňovacích vrtů.

Velikost přídavné délky je dána rovnicí /1/:

$$\Delta L = \frac{a}{2\pi} \cdot \ln \frac{a}{2\pi r} \quad /1/$$

kde: a - vzdálenost mezi odvodňovacími vrty v linii (m)
 r - poloměr odvodňovacích vrtů (m)

Zbývající část podzemní vody, která není zachycena odvodňovacími vrty proudí směrem k lomu po dráze L_2 , kde vytéká na skrývkových svazích v podobě zbytkových přítoků. Celý jev je matematicky modelován čtyřmi rovnicemi pro podmínky ustáleného paralelního proudění a pro jednotkovou šířku proudu podzemní vody:

$$q_1 = q_2 + q_3 \quad /2/$$

$$q_1 = k \cdot \frac{\phi_{L_1} - \phi_P}{L_1} \quad /3/$$

$$q_2 = k \cdot \frac{\phi_P - \phi_{L_2}}{L_2} \quad /4/$$

$$q_3 = k \cdot \frac{\phi_P - \phi_V}{\Delta L} \quad /5/$$

kde: q_1 - přítok podzemní vody do fiktivního příkopu (fragment 1) na jednotkovou šířku proudu podzemní vody ($m^3 \cdot den^{-1}$)

q_2 - přítok z fiktivního příkopu do lomu (fragment 2), tj. zbytkový přítok ($m^3 \cdot den^{-1}$)

q_3 - přítok z fiktivního příkopu do odvodňovacích vrtů (fragment 3) ($m^3 \cdot den^{-1}$)

ϕ_{L_1} - Girinského potenciál ve vzdálenosti L_1 od fiktivního příkopu

ϕ_{L_2} - Girinského potenciál v místech vývěrů zbytkových vod v lomu

ϕ_V - Girinského potenciál v linii odvodňovacích vrtů

ϕ_P - Girinského potenciál v místech fiktivního příkopu

Hodnota Girinského potenciálu je dána rovnicí /6/.

$$\phi = \int_0^z (h - z) dz \quad /6/$$

Kde: h - piezometrická výška hladiny podzemní vody
 z - polohová výška vodní částice na svislici ve zvodněném kolektoru

Girinského potenciál lze chápat jako integrál všech hodnot potenciálu při všech možných úrovních hladiny v uvažované svislici. Řešení integrálu v rovnici /6/ je možné za předpokladu, že piezometrická výška h je konstantní.

$$\phi = \int_0^z (h - z) \cdot dz = h \cdot z - \frac{z^2}{2} \quad /7/$$

Pro podzemní vody s napjatou hladinou platí, že polohová výška z je rovna mocnosti zvodněného obzoru M . Dosazením do rovnice /7/ dostáváme pak rovnici Girinského potenciálu pro podzemní vodu s napjatou hladinou.

V rovnicích /2/, /3/, /4/, /5/ jsou čtyři neznámé: q_1 , q_2 , q_3 , ϕ_P . Řešením rovnic získáme především hodnotu Girinského potenciálu v místech fiktivního příkopu a zpětným dosazením této hodnoty lze pak řešit přítokové rovnice /3/, /4/, /5/.

$$\phi_P = \frac{\phi L_1 + L_2 \cdot \Delta L + L_1 (\Delta L \cdot \phi_{L_2} + L_2 \cdot \phi_V)}{L_1 \cdot (\Delta L + L_2) + L_2 \cdot \Delta L} \quad /8/$$

Výpočty časových závislostí byly provedeny podle Theisových rovnic, uvedených v odborné literatuře (Duba D. et al. 1967), odvozených pro neustálené proudění podzemní vody.

Konkrétní výpočty se prováděly pomocí výpočetní techniky jednak na počítači SM 3, jednak na programovatelném kalkulátoru SHARP. Byla propočítána celá řada variant umístění vrtů a pro návrh odvodnění byla vybrána varianta optimální, která zaručuje minimální vydatnost vrtů $1,5 \text{ l.s}^{-1}$, protože provozování vrtů s menší vydatností je z ekonomických i hydrogeologických důvodů neefektivní. Z výsledků výpočtů a optimalizace vyplynulo, že vzdálenosti mezi odvodňovacími vrty v závislosti na místních hydrogeologických podmínkách se pohybují od 100 do 300 m a očekávaná vydatnost se pohybuje zhruba v mezích 1,5 až 5 l.s^{-1} . Podle výsledků řešení časových závislostí je zapotřebí odvodňovací soustavu provozovat nejméně po dobu 4 roky, aby bylo dosaženo očekávaného snížení napjaté hladiny podzemní vody.

V dobývacím prostoru je celkem navrženo 72 odvodňovacích vrtů, které by se měly uvádět do provozu po etapách v závislosti na báňských postupech. Konečný počet vrtů bude upřesněn podle výsledků podrobného hydrogeologického průzkumu, který se v současné době provádí, není však pravděpodobné, že bude výrazně zvýšen.

Podle výsledků teoretických výpočtů by odvodňování mělo být v předstihu nejméně o 4 roky před postupem lomu. Uvážíme-li podle dosavadních zkušeností, že zpracování projektové dokumentace a výstavba odvodňovací soustavy vyžaduje v podmínkách SHR dobu nejméně 3 roky a otvírka lomu Bylany se prozatím plánuje na rok 1984. Je zřejmé, že v první etapě postupu lomu hrozí značná disproporce mezi potřebami odvodnění a zahájením provozu odvodňovací soustavy. Pokud termín otvírky bude dodržen, musí být uvedená disproporce překlenuta intenzifikací odvodňovací soustavy zejména v první etapě, tj. v období 1984 - 1987. Podle předběžných výsledků prováděného průzkumu je pravděpodobné, že intenzifikaci bude možno řešit zvýšením čerpaného množství vody z plánovaných odvodňovacích vrtů, případně zvýšením počtu plánovaných vrtů.

Z technického hlediska se předpokládá, že odvodňovací vrty v dobývacím prostoru budou prováděny nárazovým způsobem bez výplachu a vystrojeny budou definitivní odvodňovací kolonou o průměru cca 300 mm. Ve studii se doporučuje upustit od vystrojování vrtů ocelovými pažnicemi a navrhuje se vystrojovat odvodňovací objekty pažnicemi z impregnované překližky Ø 332/300, které vyrábí Závod pro překližky a dýhy Hodonín v provozu Dyas v Uherském Ostrohu. Tímto návrhem se sleduje především ochrana velkostrojů a pásových dopravníků před poškozením ocelovou výstrojí likvidovaných odvodňovacích vrtů. Návrh má však charakter experimentu a musí být prověřen v praxi.

V úseku zvodněných písků budou vrty vybaveny petexovým filtrem se štěrkovým obsypem, tj. textilním filtrem, který prakticky vylučuje sufosi. V úseku spodní sloje bude zabudována perforovaná pažnice se štěrkovým obsypem (sypaný štěrkový filtr). Vrty budou tedy vystrojeny jako kombinované odvodňovací objekty pro jímání vody ze zvodněných písků i z uhelné sloje (obr. 2).

Odvodňování zbytkových přítoků podzemních vod do lomu musí být řešeno v rámci provozu lomu odvodňovacími příkopy na pláních skrývkových řezů. Voda jímaná příkopy bude odváděna gravitačně do jímky pohyblivých přečerpávacích stanic.

Odvodňování uhelného lomu se bude provádět čerpacími stanicemi, umístěvanými v nejhlubších místech. Podzemní a povrchová voda zachycená čerpacími stanicemi v lomu bude přečerpávána do úpravny a vypouštěna do Srpiny za hranicemi dobývacího prostoru.

Dobývací prostor plánovaného lomu Bylany je jedncu z výhledových lokalit SHR, kde se budou dobývat méně kvalitní zásoby hnědého uhlí v obtížných geologických a hydrogeologických podmínkách. Jednou z nutných podmínek úspěšného provozu tohoto lomu je včasné zajištění ochrany před povrchovými a podzemními vodami. Případné podcenění problema-

tiky odvodňování a opožděná realizace odvodňovacích objektů a staveb by měly za následek výrazné provozní obtíže a neplnění plánovaných úkolů v těžbě skrývky i hnědého uhlí.

Literatura:

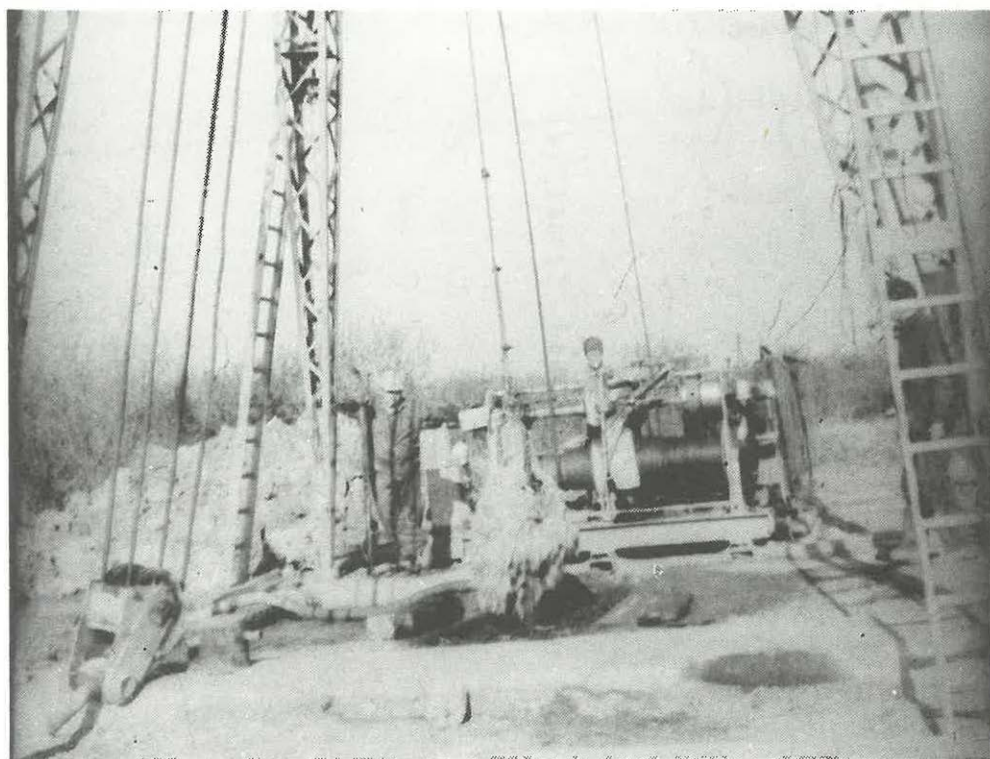
1. Duba D. et al. 1967: Hydraulika podzemních vod hlbokých geologických štruktúr
Slov. ped. nakl. Bratislava, vysokoškolské učebné texty
2. Duffek Jan, 1969: Variabilita hodnot koeficientu filtrace v závislosti na použité výpočtové metodě
Hydrogeologie, technologie, Geindustria n.p. Praha
3. Haas K., Kohoutová J. 1979: Odvodňování plánovaného lomu Bylany
Dílčí zpráva úkolu 10/5/01, VÚHU Most
4. Härtig H. et. al., 1974: Grundlagen für die Berechnung von Tagebauen
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig

S h r n u t í

Hydrogeologické poměry a problematika odvodňování plánovaného lomu Bylany

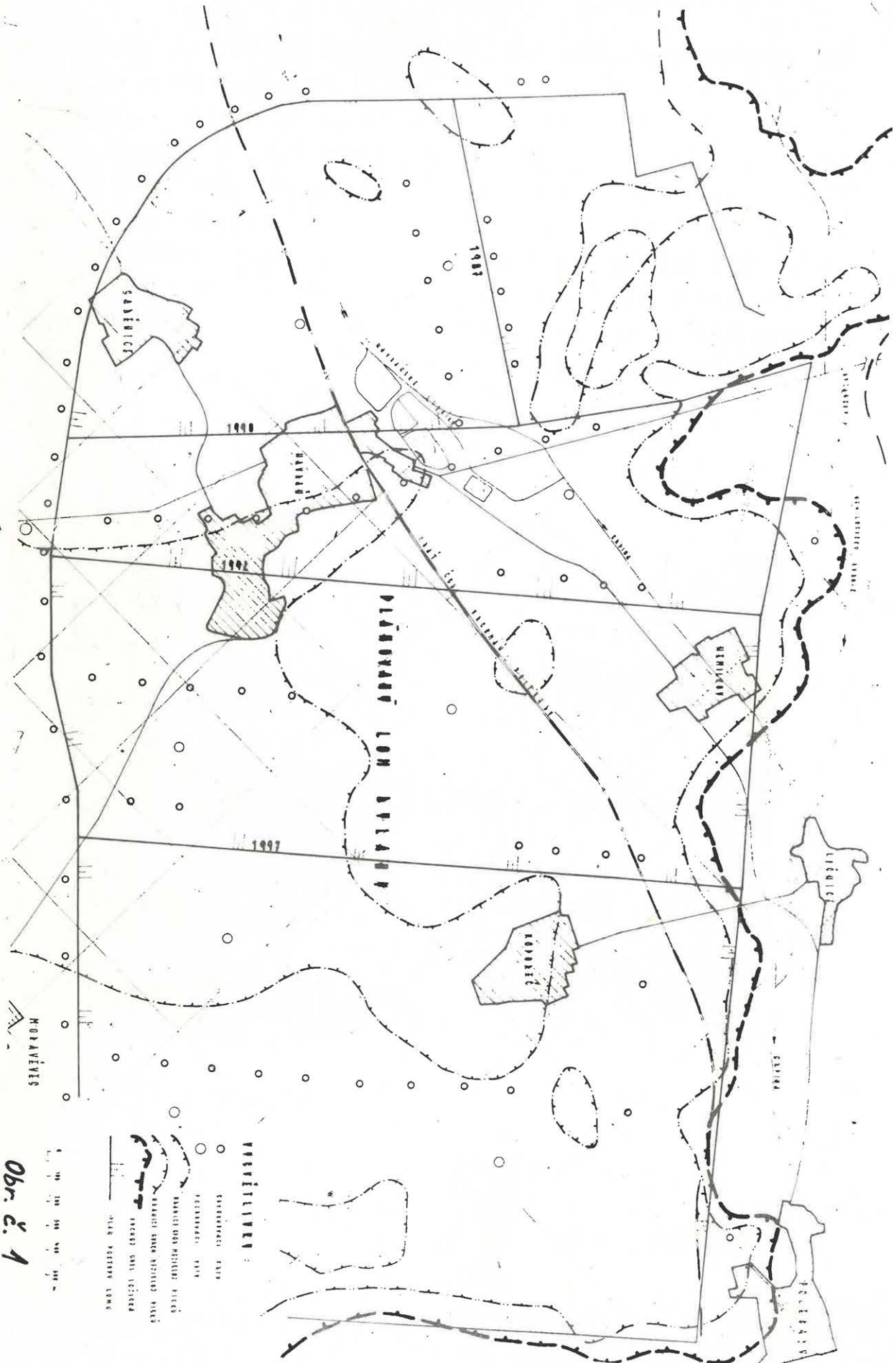
Jednou z významných perspektivních těžebních lokalit SHR je plánovaný lom Bylany. Jelikož v jeho dobývacím prostoru se vyskytují zvodněné kolektory s napjatou hladinou podzemní vody, zejména spodní mezislojové písky kuřavkového charakteru, bude nezbytné zahájit v předstihu odvodňování předpolí lomu.

Kollektore, besonders in den unteren Partien zwischen den Flözen eingelagerte schwimmsandartige Sande, vorkommen, ist es notwendig das Vorfeld des Tagebaues im Voraus zu entwässern. Die Konzeption der Entwässerung ist im Stadium einer Studie, die weiter entwickelt und aufgrund der Ergebnisse der detaillierten hydrogeologischen Erkundung präzisiert wird. Die Entwässerung des Vorfeldes wird mittels eines Systems von Entwässerungsbohrungen durchgeführt, wobei das Entwässerungssystem etappenweise, gemäß des geplanten Tagebaufortschrittes, realisiert wird.



Obr. č. 3

Informativní čerpací zkouška kalovkou na vrtu HN 48



Obv. E. 1

