

Sborník geologických věd	Hydrogeologie, inž. geologie, 20	Str. 23–37	5 obr.	– tab.	10 přil.	ČGÚ Praha 1994	ISBN 80-7075-174-6 ISSN 0036-5289
-----------------------------	-------------------------------------	---------------	-----------	-----------	-------------	-------------------	--------------------------------------

Inženýrskogeologické mapování a geologické poměry v okolí úpatí Krušných hor (Čechy)

Engineering-geological mapping and geological conditions in the environs of the Krušné hory foothills (Bohemia)

JAN MAREK¹

Předloženo 14. prosince 1990

1 : 50 000: 02-31, 33

Key words: Crystalline rocks, Neogene basin, Mine development, Neotectonics, Mass movements

MAREK, J. (1994): Inženýrskogeologické mapování a geologické poměry v okolí úpatí Krušných hor (Čechy). – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 20, 23–37. Praha.

Výtah: Podrobné inženýrskogeologické mapování rozsáhlých areálů na Mostecku a Chomutovsku v souvislosti s rozvojem velkolomové uhlé těžby pokrylo vrcholovou oblast Krušných hor, jejich svahy, úpatí i přilehlou část neogenní severočeské pánve. Geologická situace je komplikovaná zvláště podél úpatí hor na styku navzájem odlišných prostředí, kde došlo k silnému uplatnění třštivé tektoniky. Tektonickými účinky je krystalinický masív rozčleněn do ker a bloků, jejichž forma je závislá na litologickém charakteru převládajících hornin. Nejvýraznější je rozvolnění granitoidního jádra kateřinohorské klenbové struktury, kde se vyvinul schodovitý tvar horských svahů v důsledku pohybu svahových ker podél mocných poruchových zón. V průběhu neogénu a v kvartéru se projevuje aktivita hlavního horského svahu ve vývoji druhotných tektonicko-gravitačních pohybů včetně mohutných skalních zřícení. V oblastech budovaných paraséríí je tektonická členitost méně nápadná, způsobuje zprohýbání a roztřepení hranice krystalinika. Situaci podél úpatí hor zpestřují satelitní vyvýšeniny různých forem a charakterů. Projektční přípravu velkých zásahů do pásma úpatí Krušných hor je nutno orientovat na přednostní řešení velmi komplikované stabilitní problematiky.

¹ Stavební geologie, Geologická 4, 152 00 Praha 5

Inženýrskogeologické mapování pásma úpatí Krušných hor bylo vyvoláno potřebami projekční přípravy rozvoje uhlé těžby v severočeské pánvi a přípravami dalších významných staveb, které si rozvoj této těžby vynucuje. Rozsáhlé otevřené těžebny se dále rozšiřují a část z nich po dosažení krušnohorského úpatí má podél něj postupovat dále. Úložné poměry uhlé sloje jsou však v tomto pásmu komplikovány geologickými zvláštnostmi danými vzájemnou hranicí odlišných regionů krušnohorského krystalinika a severočeské neogenní pánve. Podmínky velkolomové těžby podél krušnohorského úpatí se velmi liší od podmínek v centrálních oblastech uhlé pánve, kde se největší část těžby dosud realizovala. Vcelku dobré zkušenosti z povrchové těžby v centru pánve vedly vedoucí činitele báňských organizací k představám o snadné vydobytečnosti uhlých zásob i v pásmu krušnohorského úpatí. Předpokládalo se, že je v možnostech dobývací techniky zvládnout nejen nezvykle velkou hloubku těžebních jam (až přes 400 m) a nepříznivý skryvkový poměr (až více než 5:1), ale i další eventuální geologické komplikace. Některé zkušenosti z otevřených provozů lomů z poválečného období v pásmu krušnohorského úpatí však vyznívaly varovně. Lomy Kohinoor (S. K. Neumann) v Loučné a Rudý sever v Hamru bylo nutno likvidovat, protože byly potřeby se stabilitou krušnohorských svahů.

Inženýrskogeologické mapování jako průzkumná akce aplikovaného oboru geologických věd má vycházet z podkladů a závěrů základního geologického výzkumu a ze

vcelku vyřešené koncepce geologické stavby regionu. Již v počátečních fázích mapování se však ukázalo, že v místních poměrech bude nutno dokončit celou řadu nevyřešených a závažných problémů, budovat novou koncepci geologické stavby a odhadnout dopad nově zjištěných skutečností i hypotéz na plánované technické zásahy do krajiny.

V koncepci regionální geologické stavby byly nejasnosti ve zcela zásadních otázkách, např. v druhu, původu a účincích tektoniky v pásmu předpokládaného, ale dosud přímo neprokázaného krušnohorského zlomu, v následnosti tektonických, metamorfních, intruzivních, sedimentačních, erozních, gravitačních a jiných pochodů. Všeobecně se uznával jen mladý, převážně kvartérní výzdvih krušnohorského pásma, ke kterému došlo po ukončení sedimentace v neogenní pánvi. Mechanismus tohoto morfologického rozdělení a jeho důsledky však nebyly základním výzkumem vyřešeny. Podobně nevyřešené zůstaly úložné poměry okrajové partie pánevních sedimentů při hranici s krystalinickým masívem.

Inženýrskogeologická mapa je druhem geologické mapy zakryté, která podrobně zobrazuje především kvartérní pokryv a výchozové partie předkvartérních útvarů. Přestože zobrazuje hlavně tyto povrchové fenomény, vyžaduje pro jejich správné řešení alespoň hrubé vyřešení hlubších geologických struktur. V oblasti podél styčné hranice krystalinického masívu a neogenní pánve, kde se předpokládalo silné uplatnění třštivé tektoniky, bylo nutno pře-

dem vyřešit hlavní tektonické problémy. Proto mapovací práce využívaly neobvyklé a netradiční metody a postupy, zvlášť hluboké svislé i dlouhé horizontální vrty, a po nich následovaly podrobné inženýrskogeologické průzkumy vytipovaných kritických míst.

Rozsah, průběh a metodika mapovacích prací

Projekční příprava různých stavebních akcí vyvolaných postupem velkolomové uhelné těžby vyžadovala podrobné inženýrskogeologické mapování zátopných území a okolí přehradních míst náhradních vodních nádrží za likvidovanou velkou Dřínovskou nádrž (Kyjice, Březeneč, Kundratice). V předpolí velkolomu Čs. armády, který se měl jako první rozšířit do pásma krušnohorského úpatí, bylo mapování zahájeno v r. 1973, nejprve v rozsahu 40 km². Rozsah mapovaného areálu byl vymezen rozsahem povodí 4 hlavních horských potoků stékajících do prostoru příslušné etapy rozšíření velkolomu (akce Komořany I., II.). Požadavkem objednatele (vedení dolů) bylo zjištění a zobrazení poměrů kvartérního pokryvu, aby bylo možno řešit hydrogeologické problémy s přítokem podzemních vod do rozšířené těžební jámy a vliv snížení hladiny podzemní vody na okolí, zvláště na vegetaci. V té době se zdálo, že hlavním technickým problémem velkolomového dobývání podél úpatí Krušných hor bude odvodnění těžební jámy. Proto při mapování byla hlavní pozornost věnována kvartérnímu pokryvu, jeho charakteru, mocnosti, úložným poměrům a zrnitosti. V průběhu mapování, zvláště na hlavním horském svahu směrem do pánve, však bylo stále jasnější, že hlavní technický problém v dané oblasti bude spíše inženýrskogeologické povahy a že bude spočívat v mimořádně náročném a obtížném vyšetřování stabilitních poměrů projektovaných závěrných svahů velkolomu, jednotlivých pracovních svahů a přilehlých původních svahů horského masívu. Celková výška těchto svahů může dosáhnout až přesáhnout 1 000 m, přičemž se zde může uplatnit řada geologických fenoménů, jejichž charakter a technický význam bude nutno teprve objasnit.

Velkolom Čs. armády se jako první velkoprovaz rychle blížil právě k té nejstrmější partii krušnohorských svahů, u níž bylo zřejmé, že je z křehkých granitoidních hornin. Tyto horniny budují jádro klenbové struktury, které morfologicky výrazně vystupuje nad svůj parametamorfnní plášť. Foliace hornin kopíruje tuto strukturu a v kritické části předpolí uhelného velkolomu upadá směrem do pánve. Četné morfologické i geologické jevy svědčily o silném tektonickém rozvolnění krystalinika. Některé indikace dokládají tektonické postižení okrajové partie pánevního sedimentárního komplexu. Při úpatí hor byly zjištěny kvartérní akumulace mimořádných mocností, obsahující pozůstatky mohutných skalních zřícení, ke kterým došlo v pleistocénu z exponovaných částí hlavního horského svahu. Vzhledem k uvedeným zjištěním vyzněl závěr této etapy mapovacích prací varovně, s vyjádřením možnosti katastrofických dopadů pro uhelný velkolom,

pro další vyvolané stavby, uhelné zásoby i pro přírodní a kulturní objekty a hodnoty v okolí (MAREK 1976, 1977, 1980a aj.).

To podnítilo nové průzkumné i výzkumné práce různých institucí v zájmovém území, např. ÚGG ČSAV (DUDEK 1978, RYBÁŘ - KUDRNA 1979, KUDRNA 1982 aj.), ÚÚG (MALKOVSKÝ et al. 1982 aj.), zejména však podrobný inženýrskogeologický průzkum nejkritičtějšího místa u zámku Jezeří (MAREK 1981). Tento průzkum byl realizován pomocí štoly ražené z úpatí hor kolmo do krystalinického masívu a závažnost stabilitní problematiky a přinesl důležité vstupní údaje pro dosud neobvyklé výpočty a modelování stability mimořádně vysokého a rozvolněného svahu za podmínek postupného odlehčování jeho paty. Průzkum přinesl nové náměty pro úvahy o reálnosti báňských záměrů v pásmu krušnohorského úpatí a potvrdil naléhavost podrobného ověření detailů geologické stavby nákladnými báňskými pracemi i v dalších kritických místech, např. pod svahem Jezerky (SMOLAŘ et al. 1985). Na základě něho byly vedením uhelných dolů požadovány a postupně realizovány další doplňkové průzkumy, např. ložisková dorozvědka okrajových partií pánve (ALINČE 1985, KNĚŽÍNEK 1986 aj.). Tato dorozvědka doplňuje regionální průzkum zaměřený původně hlavně hydrogeologicky (SYSEL 1978).

Po dokončení mapovacích prací na úseku Komořany bylo zahájeno mapování sousedního úseku Jiřetín. Rozsah tohoto území byl 20 km². Mapování probíhalo v letech 1982–1983 a navazoval na ně komplexní inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum v několika profilech, kde byla vyšetřována stabilitní problematika. Součástí průzkumu byla i dvě nová průzkumná báňská díla u Černic a u Horního Jiřetína, kde se pomocí šachty, horizontálních štol, řady rozrážek a podzemních vrtů ověřovaly detaily geologických struktur na úpatí hor v místech, která se při mapování jevila jako zvláště kritická.

Po dokončení autorského originálu inženýrskogeologické mapy oblasti Jiřetín byly mapovací práce přesunuty podle požadavku vedení dolů k z. výběžku severočeské pánve do předpolí uhelného velkolomu Merkur a dalších, které by měly vytěžit uhelné zásoby podél krušnohorského úpatí mezi Pruněřovem a Chomutovem.

Zájmové území zahrnovalo opět širokou oblast svahu Krušných hor i vrcholovou horskou oblast a mělo rozsah přes 70 km². Na základě zkušeností z mapování předchozích úseků Komořany a Jiřetín bylo objednavatelem výslovně požadováno vytipování úseků náhylných k poruchám stability v případě realizace těžebních záměrů. Mapování probíhalo v letech 1984–1987 a navazoval na ně opět podrobný inženýrskogeologický průzkum několika stabilitních profilů vedených kolmo na hlavní krušnohorský svah. Mapa byla potom reambulována podle výsledků tohoto podrobného průzkumu a vychází postupně tiskem po jednotlivých listech státní mapy 1 : 5 000.

Dosud zmapované areály lemují okraj severočeské uhelné pánve od jejího z. cípu u Pruněřova až k Chomu-

tovu a potom od Jirkova k Janovu; mezi těmito úseky zůstává proluka s městskou aglomerací Chomutov-Jirkov, která není zmapovaná. Dosavadní výhradní objednavatel mapovacích prací (vedení dolů) nemá zájem zmapovat okraj a předpolí pánve v těchto místech, kde je uhelná sedimentace komplikována neuhelnými uloženinami žatecké delty a kde se zatím neprojektuje velkolomová uhelná těžba.

Pro sestavení podrobné inženýrskogeologické mapy 1 : 5 000 se v počátcích mapovacích prací používaly tehdy obvyklé sondovací prostředky: kopané sondy, mělké vrty RNM, vibrátor, ruční vpichy apod. Později, s rozchodem posledních kopáčských čet, se začala uplatňovat pojízdná drapáková souprava Poclair, hloubící širokoprofilové sondy do hloubky 6 m. V horském terénu se tato souprava velmi osvědčila. Při úpatí hor, kde jsou geologické poměry složitější a kde je mocný kvartérní pokryv, bylo nutno použít jádrové vrty do hloubky až 200 m. Nezvykle velkou hloubku mapovacích sond v těchto místech si vynucuje nejen velká mocnost pokryvu, ale i potřeba rozpoznání účinků tektoniky a gravitačních deformací v aktivním pásmu horského svahu a při jeho úpatí. Pokusně se použily i horizontální jádrové vrty dlouhé přes 100 m; sloužily k osazení křehkých vodičů pro sledování případných pohybů krystalinického masívu (příl. VIII/3). Pokus se zdařil a této metody bylo následně využito pro geotechnický monitoring vybraných úseků svahů hor. V pánevní oblasti se sondovalo jen sporadicky, mapování se zde opíralo o archivní dokumentaci velkého množství ložiskových vrtů, které bylo nutno přehodnotit. Ze sond se odebíraly porušené pytlivé vzorky zemin na laboratorní rozboru zrnitosti, pro určení hydraulických parametrů a pro stanovení jejich případné použitelnosti.

Průběh následného inženýrskogeologického nebo hydrogeologického průzkumu byl sledován a vrtná dokumentace byla využita pro reambulaci výsledků mapování. Podobně se sledoval postup uhelné těžby i jiných staveb v zájmové oblasti a vznikající odkryvy se dokumentovaly. Namáhavá byla dokumentace velmi četných skalních výchozů na horských svazích, z nichž velká část má mohutné rozměry (příl. II/2). Na výchozech se kromě litologie sledovaly foliace, účinky tektonických a gravitačních deformací, způsob rozpadu, účinky exogenních činitelů (mrazu aj.), a to nezřídka s pomocí horolezeckých způsobů zdolávání skalních stěn. Fyzicky náročné bylo též překonávání výškových rozdílů, strmých horských svahů a dalších terénních překážek – polomů stromového porostu, blokových sutí, skalních rozsedlin apod. Významným doplňkem byly průzkum a dokumentace pozůstatků starých (většinou středověkých) báňských prací s rudním zaměřením, nalezených během mapování na mnoha místech horské oblasti (příl. V/1). Podobně významným doplňkem byl i průzkum podzemních prostor jiného účelu, např. protiletectkých krytů v Albrechticích, sklepů zámku Jezeří (příl. IV/2) nebo středověkých pivovarských sklepů v Jirkově. Cenné poznatky poskytlo geologické sledování ražby dvou vodohospodářských štol u Albrechtic a Černic na převedení horských potoků do jiného povodí (příl. III/4).

V pásmu krušnohorského úpatí od Janova k SV do oblasti Litvínova, Oseka, Dubí a dále, tj. v zájmovém prostoru a předpolí uvažovaných uhelných velkolomů Kohinoor a Barbora, navazuje mapování Geoindustrie Praha odlišnou metodou. Výsledky těchto prací ani metodiku zde nekomentujeme.

Přehled hlavních geologických poznatků

Některé poznatky z mapování úseku Komořany i z následných podrobných průzkumů u Jezeří byly již publikovány (MAREK 1977, 1980 aj.). Proto zde budou poznatky z úseku Jiřetín (MAREK in BŮŽKOVÁ et al. 1988) konfrontovány se staršími poznatky i s novějšími výsledky mapování v úseku Prunéřov–Chomutov (MAREK 1988a).

Velkou část vrcholové horské oblasti pokrývají hlinité píský s proměnlivou příměsí pevnějších úlomků krystalinika. Jde o mírně přemístěné zvětraliny, které obklopují ostrůvky nepřemístěných zvětralin a rozpadů krystalinických hornin. V plochých depresích se místy vyskytují rašelinná vrchoviště. Ze zarovnaného reliéfu vystupují ojedinělé pevnější celky krystalinika jako vypreparované skalní výchozy, často ve formě mrazových srubů (příl. I/2). Výchoz na nejvyšším vrcholu Medvědí skále (923 m n. m.) je obklopen kryoplanáčnickou plošinou, kde rozvalené balvany a bloky byly soliflukcí rozptýleny do větší vzdálenosti. Mocnosti pokryvu ve vrcholové oblasti jsou všeobecně malé, 1–2 m, jen ojediněle vzrůstají až do 5 m. Místa větších mocností zpravidla indikují tektonicky podmíněné deprese. Splachové deprese zřetelně ilustrují síť tektonické členitosti a rozmístění oslabených zón v krystalinickém masívu.

Hlavní krušnohorský svah i svahy velkých vnitrohorských depresí jsou pokryty deluvii rázu písčito kamenitých sutí s variabilnějšími mocnostmi. Mocnosti do 2 m je možno považovat za obvyklé, větší mocnosti pravidelně vyplňují deprese s výraznou tektonickou predispozicí a modelací. Vytváří se tak častá kapsovitá forma pokryvu, kdy zvětšené mocnosti se střídají s četnými výchozy pevného krystalinika. Výchozy jsou různé velikosti, v oblastech granitoidních hornin dosahují nezřídka gigantických rozměrů, a nesou zřetelné stopy účinků tektoniky a klimatických změn v pleistocénu (příl. II/2). Nabývají tak místy bizarních tvarů (věžovitých, viklanovitých, vztyčených desek apod.), zvláště na j. a jv. svahu Jezerky a nad Černicemi. Často nesou znaky gravitačních deformací dílčích částí nebo i celých bloků. Bývají lemovány balvanitými rozpady někdy až rázu kamenných moří. Deluviální plášť pod velkými výchozy granitoidních typů hornin bývá obohacen o rozptýlené balvany průměru i přes 3 m. Některé z nich mívají vzhled výchozu in situ, což bývá nesnadno rozpoznatelné, pokud jde o horninu bez výrazné foliace. Výchozy pararul jsou zpravidla mnohem menších rozměrů a jen výjimečně dodávají do okolních deluvií balvanitý materiál.

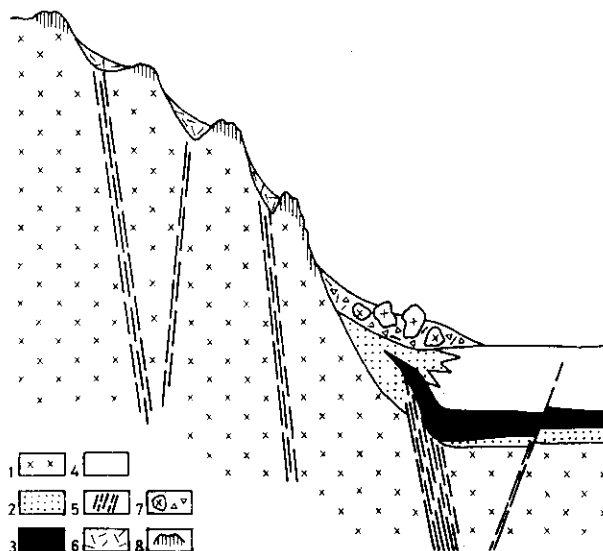
Mapování Komořan poskytlo poznatek o schodovitém tvaru hlavního krušnohorského svahu, zvláště jeho grani-

toidní partie mezi Vysokou Pecí a Horním Jiřetínem. Tato schodovitost je projevem rozčlenění masívu do velkých ker vlivem tektoniky rovnoběžné orientace s linií úpatí hor, tj. SV-JZ až VSV-ZJZ. Hlavní horský svah tak nabývá kulisovité stavby. Dílčí partie hlavního svahu jsou rozčleněny různě, např. svah Kapucína do 5 ker, svah se zámekem Jezeří rovněž do 5 ker, přičemž jejich šířka v horní části svahu je 200 m a více, kdežto ve spodní části svahu se zmenšuje na 100 m a méně. Rozčleněný svah nad Horním Jiřetínem má příhodný název Pětihor. Naproti tomu svah Jezerky je členěn jenom jednou plochou šupinou, jinak je velmi strmý. Jde o výsledek procesu, kdy se partie nejvíce vysunutá do pánve zřítíla v pleistocénu během vyklenování horského pásma a dnešní svah je v podstatě vypreparovaná zadní plochou omezující jednu z hlavních poruchových zón směrného tektonického pásma. Podobným způsobem je modelována i z. část sousedního Janského vrchu, zatímco jeho v. část je členěna do několika menších bloků. Nejvyšší partie Jezerky i Janského vrchu jsou však samy velkými krami vyššího řádu a představují součásti hlavního svahu, který za jejich vrcholy dále pokračuje.

Svahy Jedláku a Macechy nad Vysokou Pecí jsou kromě tektoniky rozčleněny též strukturně a litologicky. Na jádro klenbové struktury se zde příkládá pararulový obal jižního křídla. Hranice mezi strmou horskou partií budovanou granitoidy a mezi povlovnější partií budovanou paramorfity vede kose k linii úpatí hor, ve směru vnitřních struktur krystalinika, tj. SZ-JV. Tato hranice je zvýrazněna pásmem diafhoritických svorových rul, které ŠKVOR (1973) charakterizuje jako výsledek vyrovnávání tlaků na hranici dvou mechanicky odlišných celků krystalinika.

Kerná stavba krystalinického masívu, indikovaná inženýrskogeologickým mapováním, byla prokázána podrobným průzkumem v oblasti zámku Jezeří (MAREK 1981, příl. IV/3), pod Jezerkou (SMOLAR et al. 1985), horizontálními mapovacími vrty na úkole Jiřetín (MAREK in BŮŽKOVÁ et al. 1988) i dalšími sondovacími pracemi pro ložiskovou dorozvědku a geotechnický monitoring. Byla ověřena existence strmě ukloněných tektonických poruchových zón rovnoběžných s úpatím horského pásma, doprovázených rozvolněním a chemickými alteracemi okolního krystalinika.

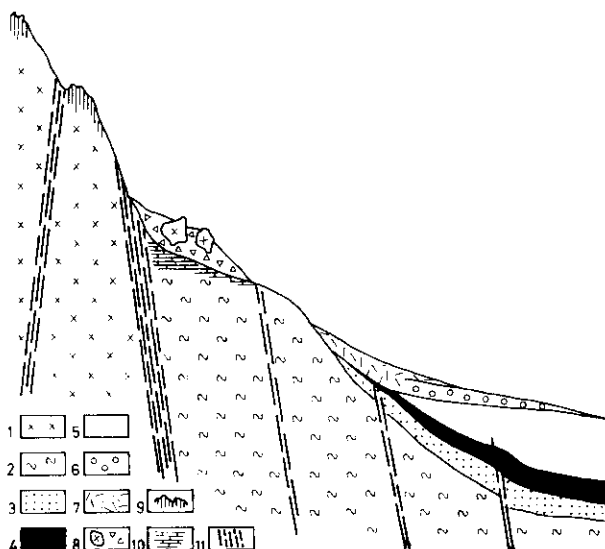
V úseku Jiřetín se kerné rozčlenění masívu stává méně zřetelným v místě, kde se na granitoidní jádro klenbové struktury příkládají horniny parasérie s. křídla. V těchto místech, zejména nad Černicí, je však výrazným prvkem souvislá galerie mohutných skalních výchozů, které jsou kaskádovitě rozčleněny hustšími tektonickými poruchami rovnoběžnými s linií úpatí hor (obr. 1). Charakter rozčlenění tohoto úseku ilustruje, že jde o předpolí mohutnější směrné poruchové zóny probíhající úpatím. Na výchozech často dominují rovnoběžné směrné pukliny a dislokační plochy vytvářející převisy, kaverny a sluje. Kvartérní pokryv má charakteristickou kapsovitou formu. Morfologie jednotlivých kaskád je zvýrazněna četnými pramennými vývěry vody a přerušováním drobných potůčků stékajících se svahu napříč kaskádám. Existence mohutné poruchové zóny podél horského úpatí byla brzy



1. Schematické znázornění poměrů při hranici neogenní pánve s granitoidní partií krystalinika Krušných hor. 1 – granitoidní krystalinikum, 2 – klastické přibřežní a mělkovodní sedimenty, 3 – uhelná sloj, 4 – nadložní jílovce, 5 – tektonické poruchové zóny, 6 – deluvia běžného typu, 7 – akumulace blokových deluvií se zřícenými bloky, 8 – skalní výchozy.

prokázána četnými vrty inženýrskogeologického průzkumu stabilitních profilů i novými průzkumnými báňskými pracemi u Černic a Horního Jiřetína (BŮŽKOVÁ et al. 1988, příl. IV/4). Mocnost zóny je kolem 300 m. Průzkumnými vrty ve stabilitních profilech byla potvrzena existence série doprovodných poruch, které způsobují kaskádovitě rozčlenění svahu a byly předtím indikovány morfostrukturní analýzou.

V závislosti na morfologické charakteristice horských svahů a na její litologické, strukturní a tektonické podmíněnosti se vzájemně liší poměry kvartérního pokryvu při úpatí hor. Pod Jezerkou a Janským vrchem došlo k extrémně mocné akumulaci blokových deluvií v důsledku zřícení celých souvislých částí krystalinika z exponované partie hlavního horského svahu (VÁNĚ 1960, ŠPŮREK 1974, MAREK 1979a aj.). Mapováním byl zpřesněn rozsah této akumulace a následnými vrty hydrogeologického průzkumu (SYSEL 1978) bylo znovu potvrzeno, že její mocnost místy přesahuje 70 m. Postupem skrývkových prací při rozšiřování uhelného velkolomu došlo k odtěžování této akumulace (příl. VII/2). Během několika let tak bylo možno získat řadu poznatků, které dovolují blíže charakterizovat tyto v Českém masívu dosti neobvyklé jevy. V centru akumulace spočíval blok krystalinika o průměru přes 100 m, který dříve budoval morfologicky výrazné návrší Šibeniční hůrku, vzdálenou od úpatí hor asi 700 m. Z charakteru deformace povrchu terciárního podloží lze soudit, že se blok krystalinika ve svahu hor spíše odvalil a sklouzl, než aby se vylomil a přepadl. Větší část okolních sutí a balvanů i menších bloků sedimentovala dodatečně a zaplnila depresi mezi horským svahem a zříceným největším blokem. Vzhledem k tomu, že stáří většiny kvartérního pokryvu horské oblasti bylo při mapování určeno jako středně pleistocenní, mohlo k odvalení dojít již kon-



2. Schematické znázornění poměrů při hranici neogenní pánve s parametamorfni partií krystalinika Krušných hor a při vnitrohorské hranici granitoidního a parametamorfního krystalinika. 1 – granitoidní krystalinikum, 2 – parametamorfni krystalinikum, 3 – klastické přibřežní a mělkovodní sedimenty, 4 – uhelná sloj, 5 – nadložní jílovce, 6 – proluvialní šterky, 7 – deluvia běžného typu, 8 – akumulace blokových deluvií, 9 – skalní výchozy, 10 – relikt křídových a paleogenních hornin, 11 – tektonické poruchové zóny.

cem pliocénu nebo v nejstarším pleistocénu při zintenzívnění výzdvihu horského pásma. Z mapování rovněž vyplynulo, že tyto jevy jsou mimořádné svými rozměry a kubaturou, avšak nejsou v zájmové oblasti ojedinělé. Byla nalezena řada obdobných akumulací, které dosvědčují, že jde o jevy charakteristické pro oblast jádra kateřinohorské klenby, budovanou relativně lehkými, tvrdými a křehkými horninami granitoidní povahy. Akumulace různě velkých skalních zřícení lemují nejrychleji a nejvíce stoupající element krystalinického masívu, který se ke svému parametamorfni plášti chová až diapirově. Podél vnitrohorské hranice granitoidního jádra s pararulovým jižním křídlem klenby spočívají zřícené granitoidní bloky na pararulách. Podél vnější okrajové hranice krystalinika s neogenní pánví leží zřícené bloky na pánevních sedimentech. Akumulace drobnějších skalních zřícení lze však nalézt i ve vyšších partiích svahu pod jednotlivými dílčími svahovými krami krystalinika.

Mimo oblast největších skalních zřícení pod Jezerkou a Janským vrchem je úpatí hor dále k SV lemováno deluvii mocnými 10–20 m. V úsecích, kde se více podílí parasérie, jsou mocnosti deluvií výrazně menší než v úsecích s převládajícími granitoidy. Pokud jde o dlouhé svahy, vydělují se v nejnižších částech svahů z hrubých deluvií postupně drobnozrnné typy rázu svahových písků s menším podílem kamenitých úlomků a ještě dále svahové písčité hlíny s ojedinělými úlomky.

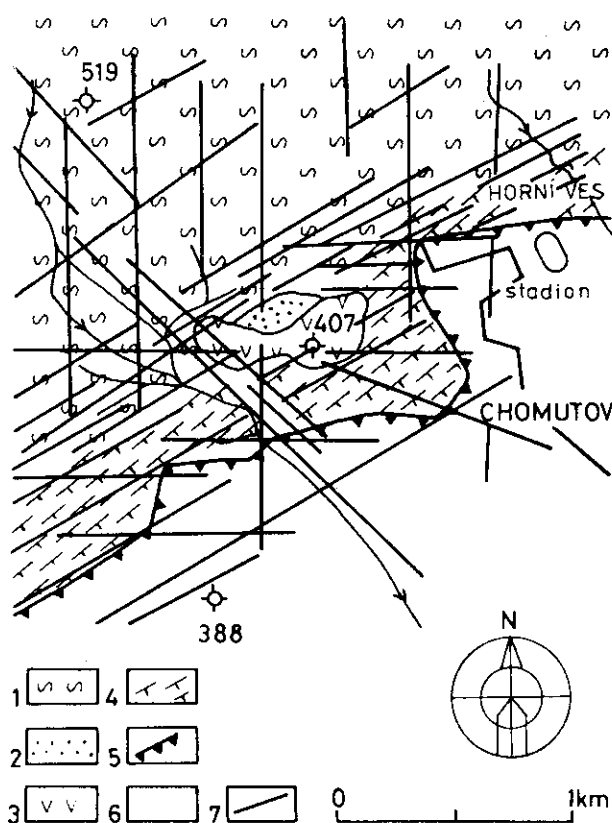
V úseku Pruněřov–Chomutov prochází krušnohorské úpatí širokým jižním křídlem kateřinohorské klenby, kde převažují různé horniny parasérie. Vytvářejí pruhy protažené kose k linii úpatí ve směru V–Z. Rozdíly v mechanických vlastnostech těchto různých hornin a hustší síť

drobných tektonických poruch zde způsobují výrazné zabuzení linie úpatí hor a roztržení okraje neogenní pánve zvláště v okolí Ahníkova a Zásady. Způsobují též rozčlenění hlavního horského svahu do stupňů a tenčích ker, z nichž každá má tendenci vytvářet vlastní plášť deluvií. Proto deluvia zde obvykle nedosahují větších mocností než 2 m, a to ani podél horského úpatí. Hrubé sutě s balvany větších rozměrů se nacházejí jen pod výchozy tvrdších, silněji migmatizovaných pararul (Kukačka), intruzivních ortorul (Poustevna), granulitů, amfibolitů či hadců (Hasištejn). V tomto převážně pararulovém úseku nebyly podmínky pro vývoj velkých skalních zřícení či podobných jevů. Drobnější gravitační deformace, zvláště u rigidnějších elementů, však ani zde nelze vyloučit.

Na opačné straně od oblasti jádra kateřinohorské klenby v s. okolí Horního Jiřetína až k Janovu se rovněž uplatňuje parasérie v severním obalu jádra. U Janova vystupuje při úpatí hor morfologicky separované návrší s výchozem žuloruly na temeni, oddělené od pararulové spodní části horského svahu širší depresí. Dochází zde až k morfologickému zdvojení horského svahu a k nápadnému zabuzení okraje pánve. Po zkušenostech s výskytem skalních zřícení pod Jezerkou a Janským vrchem se předpokládalo, že i u Janova došlo ke zřícení granitoidů z vyšší partie svahu. Avšak postupem mapování a geofyzikálním průzkumem se prokázalo, že zdvojení svahu zde má jinou genezi. Je zapříčiněno tím, že tektonická linie predisponující úpatí hor zde přeskakuje na jinou rovnoběžnou poruchovou zónu za tvrdý granitoidní blok. Tento blok potom nabývá formy satelitní vyvýšeniny. V depresi mezi původním horským úpatím a satelitní vyvýšeninou byla zjištěna vulkanická diatrema pliocenního stáří o průměru 400 m. Je vyplněna nesourodým materiálem, jehož hlavní součásti jsou miocenní nadslojové jílovce. Tyto jílovce představují relikt pánevních sedimentů vzdálený od dnešního okraje pánve přes 600 m, zachovalý v oblasti krušnohorského svahu v mocnosti až 100 m díky tomu, že byl v trychtýři diatremy uchráněn před erozí. Diatrema se vyvinula na křížení směrné poruchové zóny s několika příčnými poruchami. Komplikované poměry v těchto místech byly ověřeny průzkumnými baňskými pracemi, jádrovými vrty v centru diatremy i kopanými sondami při jejím okraji (BŮŽKOVÁ et al. 1988).

Morfologicky obdobné poměry při krušnohorském úpatí byly ověřeny i při z. okraji Chomutova. Jako satelitní vyvýšenina zde vystupuje návrší Černý vrch, s opuštěným čedičovým lůmkem. Čedičový výlev překrývá tektonicky rozlámanou lavici paleogenních silicifikovaných pískovců se subhorizontálním uložením. Tato pozice dokazuje, že návrší Černý vrch náleží geneticky ještě do areálu pánve, kdežto vlastní horské úpatí je několik set metrů severněji. Je odděleno širokou depresí, která je vyplněna kvartérními deluviofluviálními sedimenty anomálních mocností (přes 10 m). Tyto poměry indikují přítomnost výrazné směrné poruchové zóny predisponující a lemující horské úpatí v tomto úseku.

Mezi Pruněřovem a Chomutovem je ještě několik jiných drobných satelitních návrší, která představují tvrdší suky



3. Geologická situace Černého vrchu (kóta 407 m) a tektonická skica s hlavní směrnou poruchovou zónou podél úpatí Krušných hor při z. okraji Chomutova. 1 – parafly, 2 – paleogenní pískovce a kvarcity, 3 – čedič, vulkanické tufy nebo aglomeráty na povrchu terénu, 4 – podložní žilovce s vulkanogenní příměsí před čelem uhelné sloje, 5 – výchozová linie uhelné sloje, 6 – nadložní žilovce, 7 – tektonické linie.

pevnějších hornin (migmatitů a ortorul), odkryté erozí v okrajové partii pánve. Jsou obklopena erozními zbytky pánevních podslojových sedimentů ležících před čelem výchozu uhelné sloje. Zvláštním jevem mezi nimi je nízké návrší u Ahníkova, budované ultrabazickými horninami (serpentinizovanými pyroxenity). Tyto horniny jsou postřiženy zvětráním za tropického klimatu a druhotnou silicifikací při povrchu terénu. Silicifikace způsobila vývoj nepravidelně hlízovitých útvarů převážně zelené barvy a dosti atraktivního vzhledu, které by bylo možno klenotnický využít jako ozdobné kameny (MAREK 1988b). Asi 200 m s. od tohoto návrší bylo geofyzikálním průzkumem indikováno a několika jádrovými vrty prokázáno úzké dlouhé pásmo ultrabazik s orientací V-Z, sledovatelné více než 10 km, které na povrch terénu nevychází. Ultrabazika spočívá v podrcených paraflych, kde zřejmě doprovázejí významnější tektonickou poruchovou zónu kosé orientace vůči generální linii úpatí hor.

Satelitním vyvýšeninám se podobají i jiná morfologicky nápadná návrší při úpatí Krušných hor, která ale geologicky zůstávají součástí krušnohorské oblasti. Mají však izolovanou pozici při okraji krystalinického masívu. Vesměs jde o oddělení vlivem intenzivního uplatnění tektonických poruchových zón v hlavním horském svahu. Kerná

(kulisovitá) stavba je zde zvýrazněna natolik, že místo vzniku schodovitěho tvaru horského svahu došlo až k morfologickému izolování dílčích ker. Příkladem je Skřivánčí vrch u Málkova (jz. od Chomutova), vrch Hradiště (z. okraj Chomutova) nebo Kamenný vrch u Jirkova, které jsou zajímavé i z jiných důvodů. Pararulový Skřivánčí vrch je prokuttán středověkou dobývkou na stříbrnosný galenit. Novou dokumentací této dobývky během mapování se ověřilo, že sleduje zrudněné tektonické poruchové zóny vz. orientace a rozrážky z hlavní sledné štolky jsou v místech křížení s poruchami systému S-J (příl. 2).

Vrch Hradiště je budován ortorulami i pararulami silně zvětralými, kaolinizovanými a při povrchu i lateritizovanými. Na temeni vrchu spočívá subhorizontální lavice silicifikovaných pískovců asi 12 m mocná, představující erozní zbytek miocenních sedimentů nadslojové série, zachovalý v horské oblasti mimo dnešní rozsah neogenní pánve, zřejmě díky zmíněné silicifikaci (příl. VI/1).

Silicifikovaná lavice uchránila před erozí i mocnou a silně zvětralou zónu podložního krystalinika. Tropicky zvětralé krystalinikum na svahu tohoto návrší je proto zdrojem mimořádně mocných a barevně pestrých deluvií, tzv. „pestrých sutí“. Pestrá deluvia zasahují daleko do pánevní oblasti, až do vzdálenosti 3 km od linie úpatí hor. Silicifikovaná lavice na temeni vrchu se podél svého obvodu rozpadá na bloky, balvany i menší úlomky, které „plavou“ ve svrchních partiích deluvií a dostávají se spolu s nimi daleko do pánve. Tyto balvany se zde vyhledávaly a opracovávaly jako kvalitní stavební kámen, na mlýnské kameny, sokly, obrubníky aj. řadu staletí při s. okraji Černovic. Jednotlivé izolované balvany s průměrem často přesahujícím 2 m se na některých místech ploché pánevní oblasti druhotně nakoncentrovaly do shluků a linií. Morfostrukturní analýza širšího okolí potvrzuje, že tyto shluky bývají protaženy v některém z význačných tektonických směrů a ke koncentraci dochází na tektonických liniích. Zřejmě to způsobila soliflukce v pleistocénu, kdy se balvany pohybující po permafrostu nahloučily pod dřívě výraznějšími terénními hranami predisponovanými tektonikou.

Na Kamenném vrchu jsou poměry zčásti analogické. Na temeni spočívá rovněž erozní troska silicifikovaných pískovců, avšak jiného stáří i geneze; HOKR a KRÍŽ (1976) prokázali její mořský původ a tím i křídové stáří. I zde silicifikace pokryvných sedimentů zabránila erozi hluboce zvětralého krystalinika, až došlo k inverzi reliéfu. V důsledku toho při úpatí hor dnes morfologicky vyčnívá kra zcela zvětralého (v ruce rozpadavého) krystalinika (svořových rul), zatímco území dále do hor, budované pevnějším krystalinikem, má naopak tvar široké deprese. Na bočním svahu návrší byly identifikovány schodovitě zakleslé útržky sedimentů z temene návrší. K jejich zaklesnutí došlo podél tektonických zón příčného systému SZ-JV, který též predisponoval koryto sousední Břiliny. V údolním dnu Břiliny byly zjištěny pozůstatky skalních zřícení pravděpodobně z bočních svahů, z období zvýrazňování jejich reliéfu (zahlabování toku) – MAREK (1979b).

Částečně analogické jsou poměry též při úpatí Jedláku u bývalé obce Kundratice. Na plochem výběžku pararulového krystalinika zde byly identifikovány reliktů miocenních podslojových sedimentů (příbřežních brekcií) i křídových silicifikovaných pískovců a slínovců. Důvodem uchování těchto sedimentů i hluboce zvětřalého krystalinika při úpatí hor pod strmými svahy granitoidního jádra kateřinohorské klenby je relativně opožděný výzdvih dílčí tektonické kry. Eroze ještě nestačila odstranit reliktů miocenního i křídového pokryvu.

Jiné výskyty křídových hornin na povrchu terénu nebo pod kvartérním pokryvem byly zaznamenány ve výkopu pro podkrušnohorský vodní převáděč u Černic. Rovněž v řadě vrtů inženýrskogeologického či hydrogeologického průzkumu byly křídové sedimenty identifikovány dosti hojně v podloží miocenních pánevních uloženin podél krušnohorského úpatí. Potvrzuje se tak rozšíření sedimentů cenomanského i turonského stáří od SV i JV až k Chomutovu. Jde o glaukonitické i bezglaukonitické pískovce, v jejichž nadloží jsou místy též slínovce s různě výraznými stopami kaolinizace i lateritizace.

V úseku strmých svahů Krušných hor nad Albrechticemi a Černicemi bylo vymapováno fosilní koryto Černického potoka, kdy ještě zachovával směr toku SZ-JV ve smyslu tehdy převládajících tektonických dispozic před maximálním výzdvihem horského pásma a převládnutím jiných tektonických dispozic. Původní koryto využívá potok jen ve vrcholové horské oblasti, která má tvar ploché paroviny. Na horní hraně hlavního horského svahu se dnes potok náhle zalamuje a teče ve směru největšího spádu, před dosažením úpatí potom nápadně meandruje podél směrných tektonických zón systému SV-JZ. V původním opuštěném korytu v horní partii horského svahu drapáková sonda potvrdila výskyt šterkovitých uloženin. Při úpatí hor byl vymapován fosilní výplavový kužel (příl. 1).

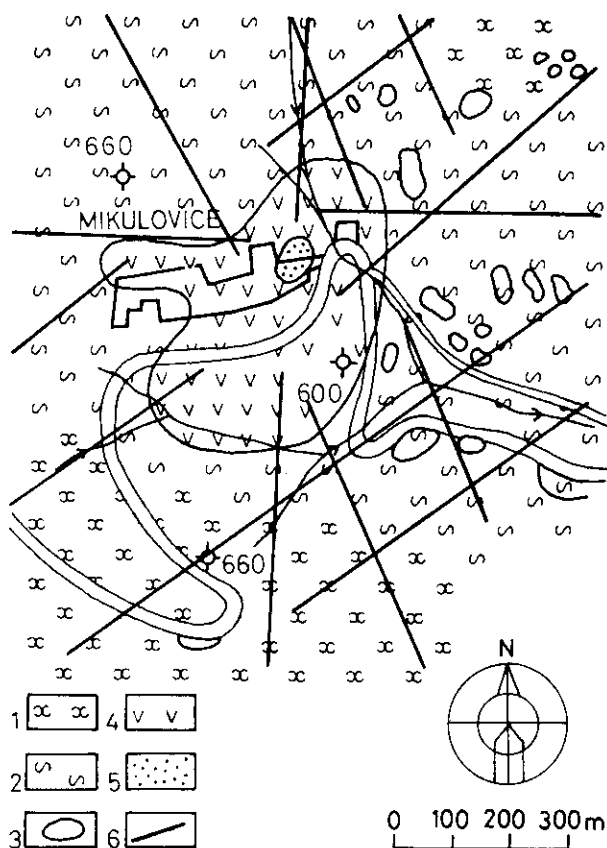
Méně nápadné, ale dosti četné analogie opuštěných potočních koryt byly nalezeny i v prostoru Pruněřov–Chomutov. Horské potoky Lideňský, Lužnička, Hačka aj., s převažující orientací S-J, protínají opuštěné bezvodé deprese s orientací SZ-JV nebo Z-V, kudy dříve protékaly. Asi 700 m s. od Málkova byly v takové opuštěné vnitrohorské depresi nalezeny pod kvartérním pokryvem pevné limonitizované slepence. Tvoří lavici mocnou asi 1 m a představují stmelенý fluvialní sediment z doby před maximálním výzdvihem horského pásma, tj. asi z počátku pliocénu. Jsou tedy zhruba soudobé se silicifikovanými pískovci z vrcholu Hradiště (obr. 5, příl. VI/4).

Úpatí hor je téměř souvisle lemováno šterkovitými proluviálními sedimenty. Obsahují materiál vyplavený výhradně z krušnohorské oblasti. Nemají většinou charakter „hrnutého materiálu“, jakési nevytříděné směsi úlomků pevných hornin, písku a hlíny, jak se o nich dříve soudilo. Obvykle jde o dobře zaoblené hrubé šterky s písčitou výplní, kde kamenité součásti zcela převládají a tvoří kostru a hlinitá příměs je jen slabá (příl. VII/1). Granitoidní horniny do nich dodaly velké balvany, které jsou proto hojné pod těmi svahy, kde tyto horniny převládají (Jedlák, Jezerka, Jánský vrch, Jezeří, Kapucín). Příměs

hlinitých součástek je výraznější jen při povrchu šterkových akumulací v blízkosti hlavního horského svahu, tj. bezprostředně podél linie úpatí hor. Hlinitá příměs pochází převážně z mladších deluvií, které překrývají nebo dříve překrývaly proluviální akumulace. Kromě těchto případů byla jen výjimečně zastižena proluvia více hlinitá, drobnozrnná nebo s nízkým podílem šterkových valounů. Prstovité výběžky výplavových kuželů jsou roztaženy až přes 3 km do centra pánevní oblasti. Podél úpatí hor je celá řada výplavových kuželů (některé z nich fosilní), které se často překrývají či spojují a vytvářejí tak víceméně souvislý plošný pokryv. Mocnosti jsou různé, v závislosti na nepravidelném nanášení a erozi horských potoků, na nerovnostech podkladu v důsledku tektoniky nebo různých dalších vlivů, jako je promrzání v pleistocénu a naduřování jilovitého podloží apod. Největší mocnosti se blíží 20 m.

V materiálu výplavových kuželů byly místy zaznamenány neobvyklé komponenty, např. balvany křídových hornin, jaké se dnes v horské oblasti již nenacházejí (barevně pestré slínovce či pískovce). V kuželu Mořicova potoka u Kundratice byly v průběhu skryvkových prací uhelného lomu odkryty vrstvy redeponovaných miocenních jílů i uhlí. V kuželu Hutné u Málkova jsou mocné mezivrstvy kaolinických jílů, které pocházejí ze sousedního vrchu Hradiště a představují deluvium tropicky zvětřalého krystalinika. Některé tyto polohy dokazují dřívější větší rozsah pánve. Ve všech takových případech jde o oblasti, kde v krušnohorském pásmu převládají horniny parasérie a kde se v důsledku jejich mechanických vlastností vyvinul mírnější reliéf. V takových oblastech mohla pánev v minulosti zasahovat ještě několik set metrů (max. cca 2 km) za dnešní hranici. Naproti tomu v oblastech s převažujícími granitoidními horninami se zpravidla vyvinuly strmé horské svahy a dnešní okraj pánve je zhruba v těch místech, kde byl i v miocénu. Dokazují to též úložné poměry pánevních sedimentů, zejména výskyt hrubých příbřežních klastik, do kterých vyklíňuje nebo vyhluchává uhelná sloj při úpatí hor.

Ve vrcholové horské oblasti nad Horním Jiřetínem u Mikulovic je nápadná terénní deprese mísovitého tvaru (příl. V/3, obr. 4). Mapování i podrobný vrtový průzkum zde ověřily existenci vulkanické diatremy o průměru asi 500 m. Vyvinula se v místech křížení několika významnějších tektonických poruch systémů V-Z, S-J a SV-JZ. Vrt NOV-2 v centru deprese zastihl přírodní kanál vyplněný intruzivní brekcií dvou generací. Ve výkopu pro obecní vodovod byly nalezeny těsně pod povrchem terénu středně zrnité rozpadavé pískovce. Tvoří vrstvu mocnou asi 1 m a spočívají v subhorizontální poloze na zvětřalých vulkanických tufech. Mikroskopická analýza potvrdila, že materiál pískovců pochází z nejbližšího okolí, rostlinné zbytky určila M. Benešová (in BŮŽKOVÁ et al. 1988) jako pliocenní. Je tedy zřejmé, že jde o maarový sediment. V žádném případě nejde o relikt pánevních miocenních sedimentů, který by se uchoval ve vrcholové oblasti Krušných hor, kdyby se zde takové sedimenty dříve vyskytovaly (ve smyslu velevrásové teorie HURNÍKA a HAVLENY, 1984).



4. Geologická situace pliocenní diatremy ve vrcholové oblasti Krušných hor u Mikulovic a její tektonická predispozice. 1 – ortoruly, 2 – pararuly, 3 – výchozy krystalinika, 4 – vulkanické tufy a brekcie, 5 – pískovce, 6 – tektonické linie.

Další drobné vulkanické proniky (brekcie, čediče) byly nalezeny i na jiných místech údolí Jiřetínského potoka i ve vrcholové horské oblasti. Pokud se tyto výskyty uvedou do souvislosti s výše popsanou diatremou, s dříve uvedenou diatremou u Janova i s dříve známými proniky u Hory Svaté Kateřiny a v Louce u Litvínova, potvrď se existence významné tektonické vulkanizované linie směru Z-V, aktivní v pliocénu, kterou KOPECKÝ (1988) nově nazývá „janovskou vulkanickou linií“.

Rovněž jiné tektonické poruchové zóny v krystaliniku obsahují vulkanické proniky. Byly např. zjištěny horizontálními mapovacími vrty ve svahu Pětihoru i jinde. Proniky bývají silně zvětralé, mívají podobu žlutozeleného jílu, charakter původní horniny lze jen stěží identifikovat. Rozsáhlejší poruchové zóny však mohou obsahovat i pevnou nerozloženou vulkanickou horninu. Například v horní partii strmého svahu za dlířím vrcholem Jezerka byl ve směrné poruchové zóně hlouben hluboký svislý jádrový vrt pro osazení monitorovacího zařízení (JZ-54). Prošel pevným čedičem s nepravou mocností téměř 100 m, který evidentně intrudoval do rozdrčeného krystalinického materiálu poruchové zóny a na povrch terénu nevychází. Na sousedním vrcholu Jedlák je na křížení několika tektonických zón drobná kupa čediče odkrytá malým lůmkem (příl. V/4).

V oblasti Prunéřov–Chomutov se drobné čedičové proniky i rozsáhlejší diatremy nápadně orientují do linie směrově souběžné s linií úpatí hor. Jsou v místech, kde se tato linie kříží s některým příčným tektonickým systémem. Asi nejrozsáhlejší je výskyt u statku Ušák, kde je v odřezu železniční tratě odkrytá komínová brekcie s kulovitými balvany rozloženého čediče a s rulovými xenolity. Většinou asi jde o erupční aktivitu z období II. neovulkanické fáze, před sedimentací bazálních členů pánevního souvrství a před hlavním morfologickým rozdržením horské a pánevní oblasti. Nejsou však vyloučeny ani mladší intruze. Podle KOPECKÉHO (1988) se tato magmata vyznačují svéráznou minerální asociací, dokládající hlubinný dosah tektonických poruchových zón.

Výchozy nebo přirozené odkryvy pánevních sedimentů jsou a byly podél úpatí hor jen vzácné. Obvykle to byla místa, kde eroze potoků stékajících z hor odstranila kvartérní pokryv a odkryla nadložní jílovce, někdy i uhelnou sloj. Sloj nebo sedimenty z jejího bezprostředního sousedství se staly předmětem těžby už v dávnějších dobách a sloužily pro různé účely (barviva, hnojiva, kamence, posléze i palivo). V rozsáhlejší oblasti Prunéřov–Chomutov bylo pouze jedno takové místo u Ahníkova (charakteristický název „Na sklípku“), v oblasti Jiřetín dvě (u Albrechtic a u Horního Jiřetína). Rozsáhlejší plošné odkryvy pánevních sedimentů jsou až dále od úpatí hor, mimo dosah proluviálních či deluviálních jazyků zasahujících do pánevní oblasti.

Kromě proluvií a deluvií je povrch pánevní plošiny pokryt kvartérními fluviálními nánosy potoků, splachovými sedimenty v neprůtočných depresích a limnickými uloženinami mladých holocenních jezer. Mocnosti těchto sedimentů jsou obvykle nevelké, do 6 m, ale geologicky dosti významné. Úzké pruhy potočních a splachových sedimentů indikují linie tektonických systémů a zón, které bývají jinak v ploché pánevní oblasti málo zřetelné, a proto často zpochybňované. Tektonické linie většinou projevují návaznost na tektonické systémy v horském pásmu, kde jsou snadněji rozpoznatelné v reliéfu terénu i jinak. To napomůže odhadnout tektonickou členitost a porušenost pánevní výplně. Výskyty jezerní gytty, křemeliny nebo slatinné rašeliny dokládají původní rozsah holocenních jezer. Pod strmými svahy hor mezi Jirkovem a Horním Jiřetínem se rozprostíralo rozsáhlé Komořanské jezero, ještě v historické době největší v Čechách. Postupně se zanášelo a stahovalo do centra pánve. Zbytek jezera o rozsahu asi 500 ha mezi Dřínovem a Dolním Jiřetínem byl uměle vysušen v 30. letech minulého století. Samotná existence kvartérního jezera dokládá poklesovou tendenci té části pánve, která bezprostředně sousedí s nejvíce vzdvižovanou částí horského masívu – s granitoidy jádra kateřinohorské klenby. Tektonický původ tohoto kontrastu dokládá ve stejném místě i pánevní struktura – anomálním zvětšením mocnosti uhelné sloje podél úpatí hor v pásmu Jezeří–Albrechtice–Černice–Horní Jiřetín (ELZNIC 1961).

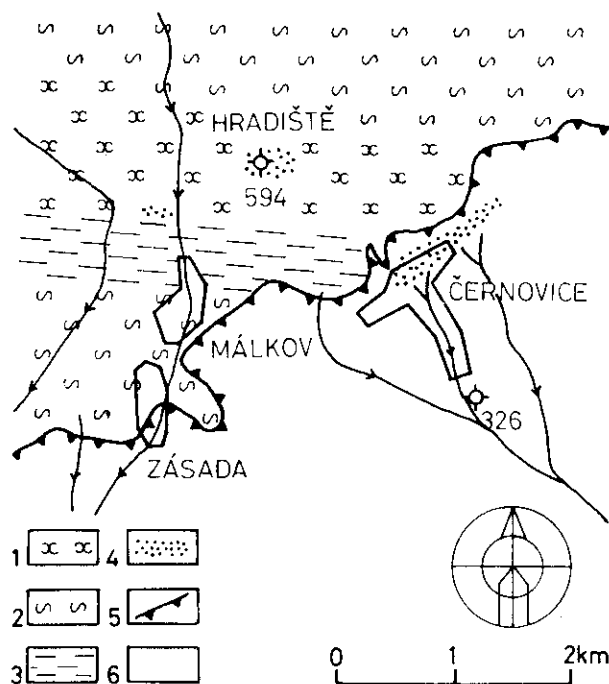
Pod strmými svahy hor mezi Kunderaticemi a Horním Jiřetínem výchozová partie uhelné sloje vytváří jenom

úzký lem okraje pánve. V tomto úseku se vyvinul zvláštní prvek sedimentárního komplexu – jílovitopísčité slídnaté splachy z krystalinika. K splachům docházelo v průběhu ukládání pánevních sedimentů v důsledku souběžného vyklenování hor a intenzivní eroze krystalinika i rozsáhlých tektonických poruchových zón protínajících granitoidní horniny. Jsou přítomny v rámci různých stratigrafických členů miocenního souvrství, zejména v nadloží jílovců nadslojové série pod kvartérním pokryvem. V úseku mezi Albrechticemi a Černicemi tvoří až několikametrovou vrstvu, která svými mechanickými vlastnostmi (nízkou smykovou pevností) představuje prvek podstatně snižující stabilitu svahu v případě rozsáhlejších zemních prací při patě svahu.

Naproti tomu pod mírnějšími svahy hor, např. v oblasti Prunéřov–Chomutov, kde převládá parasérie, výchozová partie uhelné sloje vytváří širší pásmo oddělené od krystalinika horského masívu plošně rozsáhlými zbytky podslojových sedimentů, zvláště jílovců pestrých barev s vulkanogenní příměsí. Tyto zbytky se uchovaly hlavně v depresích předpánevního reliéfu v mocnosti od několika dm až do desítek m.

U Drmal sv. od Jirkova jsou při úpatí hor velké starší pískovny. Výše ve svahu byly vymapovány relikty zpevněných pískovců (příl. VI/2) a ještě výše morfologické znaky starého toku, který tyto sedimenty akumuloval. Směrem do centra pánve tato klastika pokračují se stále vzrůstající mocností v podloží slojového souvrství, až u Kyjic dosahují mocnosti kolem 100 m. Je tak dáno jejich nejméně spodnomiocenní stáří. Ojedinele obsahují čochy bělavých kaolinických jílů, které napovídají, že jde o redeponované zbytky sedimentů křídového stáří erodované z krušnohorských svahů v paleogénu, před vznikem uhlovtorného močálu v neogenní pánvi. Pruh těchto klastických sedimentů i morfologické zbytky koryta v horách nesou znaky tektonické predispozice příčného systému SZ-JV. Klastická akumulace byla později schodovitě rozčleněna, příp. až roztrhána tektonikou systému SV-JZ při vyklenování horského pásma podle tohoto tektonického systému.

U Černovic jz. od Chomutova byly v nadloží uhelné sloje již v minulosti pozorovány pískovce v několika vrtech uhelného průzkumu. Podobně byly zastiženy i ve vrtech inženýrskogeologického průzkumu pro podkrušnohorský vodní převáděč (NĚMEČEK 1959). Tyto údaje se dlouho považovaly za nevěrohodné, jelikož všude jinde byly z nadloží sloje známy jen monotónní šedé jílovce, anebo pískovce byly považovány za kvartérní pokryv. Při výkonu převáděče v letech 1960–1961 v nich však Váně a Bůžek našli zbytky miocenní fauny (nepublikováno), takže potom byly s určitou nedůvěrou považovány za zvláštní klastickou facii nadložního miocenního souvrství. V průběhu mapování byly při přehodnocování archívni dokumentace konstatovány v celé řadě starších ložiskových vrů, kde unikly evidenci, jejich přítomnost byla nakonec potvrzena výkopem na místním fotbalovém hřišti. V areálu Černovic tak vychází dosti rozsáhlá oblast klastické facie svrchní části miocenního nadložního sou-



5. Geologická situace klastických sedimentů svrchnomiocenního až pliocenního stáří na Hradišti, u Černovic a u Málkova (tektonika není vyznačena). 1 – ortoruly, 2 – pararuly, 3 – granulitové ruly, 4 – pískovce, kvarcity, konglomeráty, 5 – výchozová linie uhelné sloje, 6 – miocenní nadložní jílovce.

vrství, mocná několik desítek metrů, která časově i prostorově navazuje na výskyt pískovců na temeni vrchu Hradiště sz. od obce, přestože mezi oběma lokalitami je výškový rozdíl přes 200 m a vzdálenost přes 1,5 km. Pravděpodobně jde o uložení jednoho toku zasahujícího do pánve z horské oblasti (HOKR et al. 1978). Značný výškový rozdíl byl ovlivněn pozdějším výzdvihem horského pásma. Zatímco pískovce na Hradišti jsou silně silicifikovány, pískovce u Černovic nikoli. Z toho lze vyvodit, že silicifikace v závěru neogénu neměla již regionální charakter. Byla spíše vázána na některé významnější tektonické linie a zóny uplatněné v procesu vyklenování hor.

Výchozová linie uhelné sloje pod kvartérním pokryvem podél úpatí Krušných hor (tzv. čelo sloje) je generálně orientována ve směru úpatí, tj. SV-JZ až VSV-ZJZ. Směrem jz. i sv. od přínosového kuželu žatecké delty má však tato generální linie četné místní odchylky ovlivněné litologickými změnami podložního krystalinika a tektonicky. Protože jde většinou o erozní hranici, lemuje dnes čelo sloje výběžky odolnějších hornin a v detailu se přizpůsobuje tektonickým poruchovým zónám. Dochází tím k zprohýbání až roztržení výchozové linie, což je důležitým znakem pro identifikaci tektonických zón a systémů v pásmu úpatí hor (příl. 1, 2). Zprohýbání čela sloje bývá výraznější než zprohýbání okraje pánve, který ohraničuje výskyt reliktních podložních sedimentů před čelem sloje.

Úklony uhelné sloje i ostatních pánevních sedimentů podél úpatí jsou různé. Je možno konstatovat, že v úsecích,

kde v podloží a předpolí pánve převládají parametamorfity, jsou úklony sedimentů převážně mírné do 20°, jen s ojedinělými výjimkami, kdy jsou strmé až svislé. Zatímco převládající mírné úklony bývají známy z vrtné dokumentace uhelného průzkumu, k odkrytí úseků se strmými svahy dochází spíše náhodou až během těžby v důlních provozech. Například v r. 1984 byl zastižen svislý úsek v šířce několika set metrů ve velkolomu Merkur u Prunéřova, přestože v jeho těsné blízkosti je sloj uložena subhorizontálně. Místa strmých anomálií jsou s největší pravděpodobností modifikována tektonikou z krystalinického podloží pánve, přestože vlastní zestržení sedimentů mává formu plastické bezzlomové deformace. V oblastech, kde v podloží a v předpolí pánve převládají granitoidy, jsou úklony okrajové partie pánevních sedimentů vesměs strmé. Potvrzení tohoto poznatku přinesl zvlášť podrobný inženýrskogeologický průzkum u Jezeří (MAREK 1981). Zde se též ověřil úzký vztah strmých úklonů pánevních sedimentů k strmé tektonické poruchové zóně v jejich podloží.

Celkově vyniká mimořádný význam tříštivé tektoniky v geologické stavbě regionu a při řešení inženýrskogeologických otázek pásma úpatí Krušných hor. Již na počátku mapovacích prací však bylo nutno konstatovat, že problémy týkající se tektoniky zůstaly nejslabším článkem předchozího základního geologického výzkumu i ložiskového průzkumu oblasti. Bez nového řešení tektoniky nelze podat inženýrskogeologické podklady odpovídající projekci velkorysých zásahů do krajinného prostředí. Ve zmlazeném reliéfu horské oblasti jsou účinky tektoniky dobře zřetelné, kdežto v pánevní oblasti naopak zastřené, deformované exogenními činiteli a navíc báňskými geology často zpochybňované (přes velké odkryvy v uhelných provozech chybí soustavná dokumentace a evidence projevů). Při úpatí hor jsou účinky tektoniky navíc zastřeny mocným kvartérním pokryvem. Proto vzrůstá význam rozpoznání tektonických projevů v horské oblasti, neboť na jeho základě lze snáze řešit poměry v podloží pánve, odhadnout deformace pánevní výplně a správně pochopit detaily geologické stavby dočasně odkrývané v příležitostných odkryvech (např. v důlních provozech). Inženýrskogeologické mapování na velkých územních areálech v předpolí uhelných velkolomů poskytlo příležitost doplnit chybějící znalosti i vyvinout vhodnou metodiku zjišťování tektonického rozvolnění prostředí (MAREK 1985b). Uvedeme ty závěry, jejichž platnost se jeví pro pásmo krušnohorského úpatí jako obecnější.

Celá rozsáhlá střední část Krušných hor od Klášterce nad Ohří po Litvínov je postižena četnými tektonickými poruchovými zónami několika geometrických systémů, které se vzájemně protínají bez nápadných horizontálních posunů, takže je nesnadné a nejisté dešifrovat jejich relativní stáří, resp. uplatnění. Většinou je lze považovat za staré, nejmeně variského stáří, spíše jsou ještě starší. V průběhu morfotektonického vývoje regionu docházelo k jejich postupné rejuvenaci za rozdílných a měnících se podmínek napětí. Přitom se tvořily nové poruchy, které se však odvíjejí ze staršího tektonického plánu a respektují

původní směry (nikoli však již sklony). V ploše mapy jde o 3 navzájem zhruba kolmo se protínající dvojice linií. Každá z dvojic vykazuje charakteristickou orientaci i rozestup (ekvidistance), které se místo od místa poněkud mění podle mechanických vlastností hornin převládajících v krystalinickém masívu.

Jako pravděpodobně nejstarší se projevuje systém SZ-JV (tzv. příčná krušnohorská tektonika). Tento systém měl dominantní roli až do silnějšího morfologického uplatnění (oživení) systému SV-JZ (tzv. směrné krušnohorské tektoniky). Rozestupy hlavních poruch obou těchto systémů jsou zhruba 80–200 m. Ve větších celcích ortorul a granitoidů jsou poruchy řidší, ale výrazné; v měkčích a plastičtějších horninách parasérie jsou hustší, ale málo výrazné. Jako mladší se uplatňují systémy S-J a V-Z, avšak dosti nerovnoměrně. Rozestupy jejich hlavních poruch jsou obvykle poněkud řidší než u předchozí dvojice. Výrazný je zejména systém S-J v granitoidních oblastech, který lze sledovat na dlouhé vzdálenosti i v pánevním prostředí. Jako nejmladší se projevuje dvojice systémů SSZ-JJV (až ZSZ-VJV) a SSV-JJZ. Uplatnění těchto systémů je nejméně pravidelné, většinou s rozestupy ještě řidšími; zatímco v oblasti Jirkov–Horní Jiřetín jsou poměrně vzácné, v oblasti Prunéřov–Chomutov jsou dosti hojné a místy i hustě koncentrované. V celé popisované střední části Krušných hor a v přilehlé části severočeské pánve byly zaznamenány jenom tyto uvedené systémy. Nebyly zaznamenány žádné jiné, odchylné nebo místní systémy. Pouze při hranicích granitoidních celků masívu dochází k nápadnému rozestupování a mírnému stáčení směru jednotlivých linií. Tektonické linie zřetelné v horské oblasti většinou pokračují bez nápadného přerušování i do pánevní oblasti, ve které se jejich evidence postupně zeslabuje a vytrácí.

Tektonické poruchy jsou vesměs strmého úklonu 60° až 90°, s variabilním úklonem na obě strany (1, 2). V jednotlivých morfotektonických liniích se střídavě uplatňují velké zlomy doprovázené mylonity, drobnější zlomy a dislokace i pásma silnějšího rozpukání bez registrovatelného pohybu, v závislosti na místních podmínkách. Často jsou zvýrazněny doprovodnými jevy. Byly zaznamenány tektonické brekcie, cizorodé výplně (aplit, pegmatit, silicity, křemenné žíly s rudami, hematitové šmouhy, porfyr, neovulkanity), volné kaverny (místy s vývinem krystalů, zvláště křemene), rozsáhlé chemické alterace, ojediněle i zvýšená radiaktivita. Pro poruchy příčného systému SZ-JV jsou typické hematitové šmouhy nebo častá výplň křemen-hematitové či fluorit-barytové žiloviny. Pro poruchy směrného systému SV-JZ jsou typické chemické alterace okolí v rozsahu desítek metrů výskyt brekcií a mylonitů, zvláště v pásmu podél úpatí hor. Hlavní porucha tohoto systému při úpatí hor (která není všude totožná s linií úpatí horského pásma nebo s generelním okrajem pánve) nabývá mocnosti až kolem 300 m. Alterace podél některých směrných poruch je tak intenzivní, že krystalinické horniny nabývají charakteru písčito-jílovité zeminy s různě velkými celky méně rozloženého krystalinika, případně až monotónního kaolinického jílu bez patrné



1	2
3	
4	



1. Strmé svahy granitoidní partie Krušných hor v oblasti jádra kateřinohorské klenby. V popředí vrchol Jezerky, vzadu nad úpatím zámek Jezeří.
2. Výchoz krystalinika ve vrcholové oblasti hor s výraznými stopami tektoniky a pleistocenních klimatických změn.
3. Žulorula na temeni Jezerky a Jánského vrchu postrádá foliaci. Z horninové masy nápadně vystupují velké vyrostlice živců.
4. Silně migmatizovaná rula s výraznou foliací v údolí Pruněvského potoka pod Hasištejnem. Rozpadá se do velkých plochých lavic a desek.

Foto J. Marek



1	2
3	4

1. Rozpad krystalinika ve vrcholové horské oblasti je zdrojem kamenitých úlomků, které byly odstraňovány při zemědělské kultivaci pozemků.
2. Výchozy krystalinika na horských svazích mají často mohutné rozměry a jsou většinou omezeny tektonickými plochami.
3. Rozevřená sluj v horní části svahu Jezerky. Dokládá účinky tektoniky a pohyb ker v horském svahu.
4. Rozvolňování výchozů krystalinika na hlavním horském svahu podél tektonických ploch účinky mrazu a gravitačními pohyby.

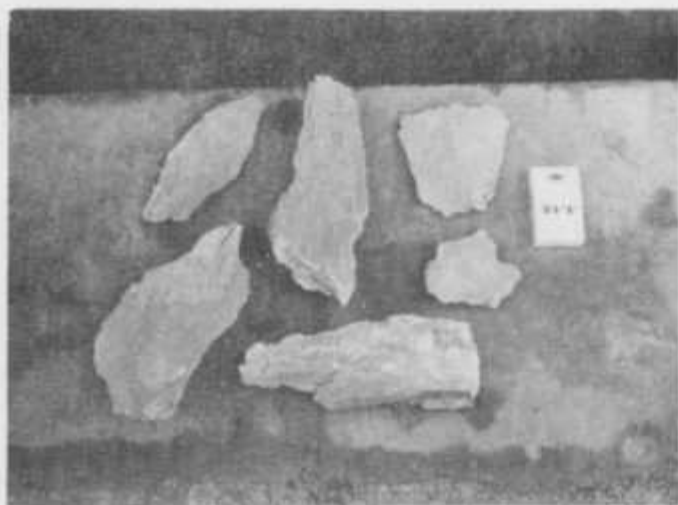
Foto J. Marek



1	2
3	4

1. Hluboká rýla v oblasti svorových rul při úpatí hor u Nové Vízky. Je projevem významné směrné tektonické zóny.
2. Středověká žíla na železnou rudu u Jezeří sleduje tektonickou zónu příčné orientace. Vlevo vyhlazená plocha zlomu, která tvoří jednu stěnu žíly.
3. Část rozsáhlé tektonické poruchové zóny v krystaliniku na úpatí Krušných hor v podzemních prostorách u Albrechtic.
4. Vyhlazená zlomová plocha odkrytá při ražbě vodo hospodářské žíly při úpatí Krušných hor u Albrechtic.

Foto J. Mrázek (1, 2, 3) a J. Šlovíček (4)



1	2
3	
4	



1. Tektonické souvky mylonitizované ruly ze směrné tektonické poruchové zóny zastižené vodohospodářskou štolou u Albrechtic.
2. Kontakt pevné ortoruly (ve spodní části snímku) s drceným materiálem poruchové zóny, odhalený ve sklepe zámku Jezeří.
3. Průzkumná štolá ražená z úpatí hor kolmo do krystalinického masívu pod zámkem Jezeří.
4. Průzkumná šachta se štolou ověřující geologickou situaci na úpatí Krušných hor u Černic.

Foto J. Marek (1) a J. Mrázek (2, 3, 4)



1	2
3	
4	

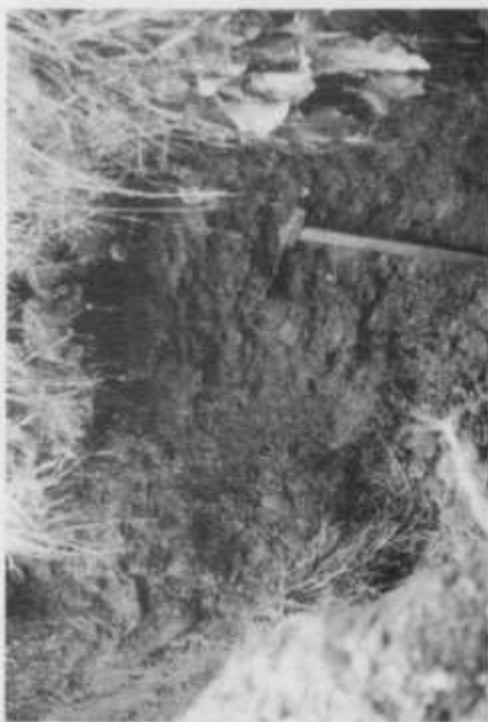
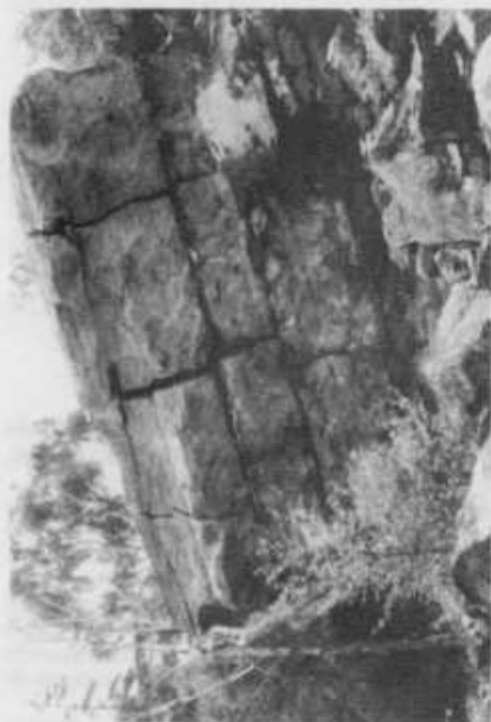
1. Ústí jedné z mnoha starých štol v krušnohorské oblasti. Poskytují cenné doklady o účincích tektoniky v krystalinickém masívu.

2. Nově upravený portál středověké dobývky prorážející Skřivánčí vrch u Málkova. Dokládá přítomnost zruďněných tektonických zón systému V-Z a S-J.

3. Terénní deprese ve vrcholové horské oblasti s osadou Mikulovice nad Horním Jifetínem. Byla zde ověřena přítomnost pliocenní vulkanické diatremy, jejíž vznik byl podmíněn křížením několika tektonických zón.

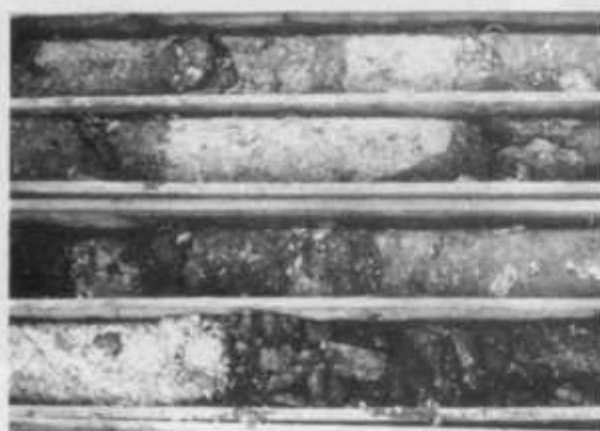
4. Čedičový výlev ve vrcholové horské oblasti na temeni Jedláku. Byl podmíněn křížením několika výraznějších tektonických zón.

Foto J. Marek



1. Mocná lavice silicifikovaných pískovců na temeni Hradiště se podél obvodu rozlamuje na bloky, které sjiždějí po kaoliniticky zvětralém krystaliniku.
2. Horizontálně zvrstvené pískovce na horněm svahu nad Drnaly. Jejich pozice dokládá paleogenní nebo spodnomiocén stří a původ materiálu z krušnohorské oblasti.
3. Odhrv rozpadavých pískovců ve vodovodní rýze v Mílnovicích. Společně v centru pliocenní dilatace a představují masový sediment ve vrcholové oblasti Krušných hor.
4. Hrubý konglomerát z opukitého koryta hornického potoka nad Málkovem. Jde o fluvialní sediment zřejmě pliocenního stří.

1	2
3	4



1	2
3	4

1. Mocná akumulace proluviálních štěrků při úpatí Krušných hor u Kundratie. Kosteru tvoří dobře zaoblené valouny krystalických hornin krušnohorského původu.

2. Počátek odštěžování blokových deluví akumulovaných v okolí Šibeniční hůrky u Dřínova. V popředí zřícené bloky pod svahem Jezerky.

3. Vrtné jádro z úpatí Krušných hor pod Jezeřím. Dokládá rušení tvorby uhelné sloje přínosy krystalinického materiálu z horského svahu.

4. Deformované kmeny stromů dokládají plazivý pohyb deluví na horském svahu u Lídne.

Foto J. Marek

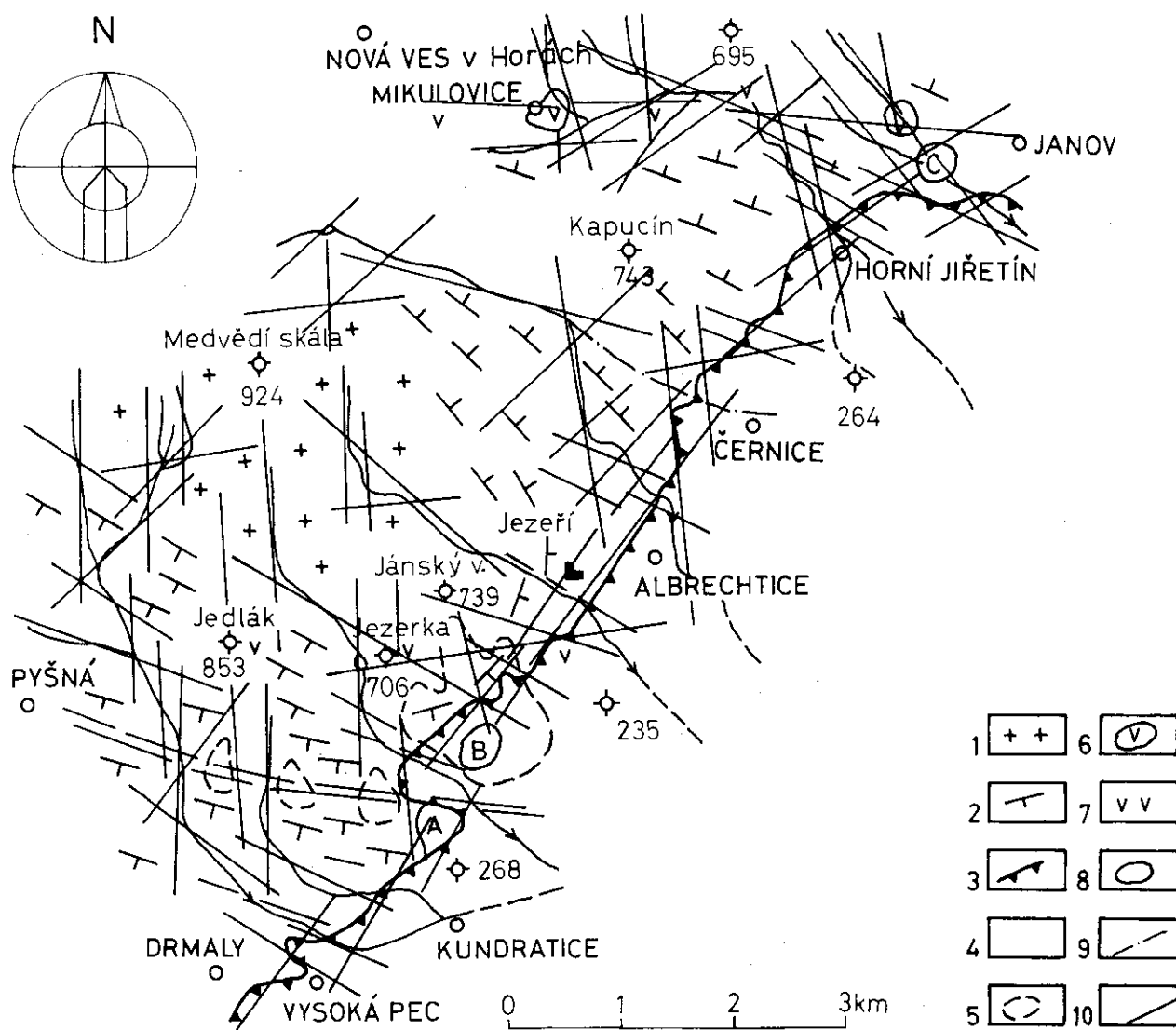


1	2
3	
4	



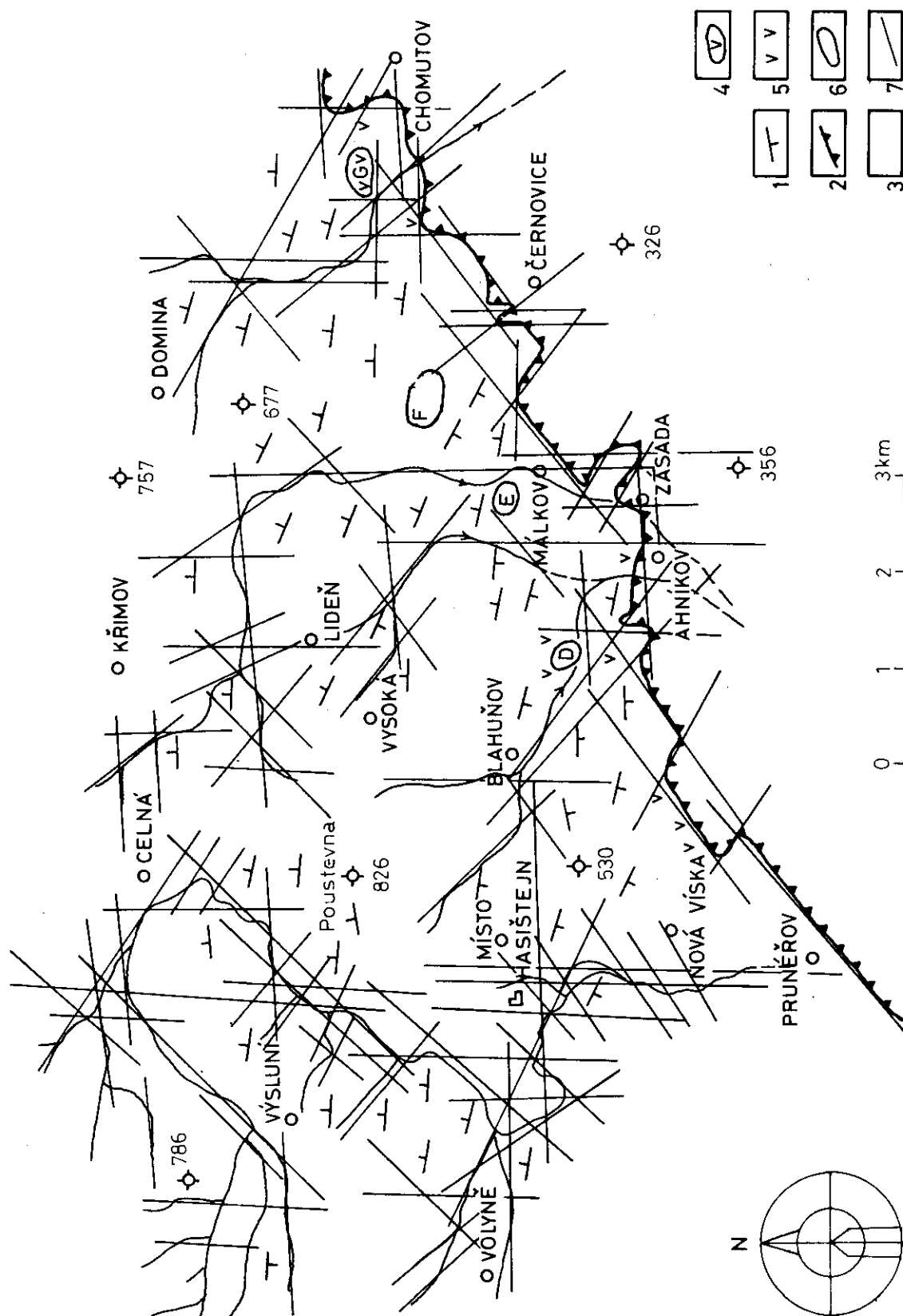
1. Těžba skřívky při postupu uhelného velkolo-
mu Čs. armády zasáhla v r. 1982 do pásma úpatí
Krušných hor pod Jezerkou a Jánským vrchem.
2. Sesuv několika skřívkových řezů v jarních
měsících r. 1988 odkryl zlomovou plochu směrné
poruchové zóny při úpatí Krušných hor.
3. Horizontální mapovací vrt v horském svahu
nad Horním Jiřetínem. Ověřil tektonickou posti-
ženost masívu a byl využit pro osazení geotech-
nické aparatury (křehkých vodičů) pro sledování
případných pohybů.
4. Samohybná drapáková souprava Poclair hlou-
bicí širokoprofilové sondy do hloubky 6 m. Je
vhodnou náhradou za kopané sondy a v horském
terénu se velmi osvědčila.

Foto J. Marek (1, 2, 4) a J. Berenda (3)



Tektonická predispozice výchozové linie uhelné sloje a koryt horských potoků mezi Drmalý a Janovem

1 – granitoidní krystalinikum bez výrazné foliace, 2 – směr a sklon převládající foliace v krystaliniku, 3 – výchozová linie uhelné sloje, 4 – jílovité pánevní sedimenty, 5 – akumulace blokových deluvií, 6 – neovulkanické diatremy, 7 – neovulkanické intruze, 8 – morfolo-gicky izolovaná návrší při úpatí hor (A – ostroh u Kundratic s relikty svrchní křída, B – Šibeniční hůrka v centru akumulace zřícených kry-stalinických hmot, C – granitoidní suk u Janova), 9 – fosilní koryto Černického potoka, 10 – tektonické linie.



Tektonická predispozice výchozové linie uhebné sloje a koryty horských potoků mezi Pruněřovem a Chomutovem

1 – směr a sklon převládající foliace v krystaliniku, 2 – výchozová linie uhebné sloje, 3 – jílovité pánevní sedimenty, 4 – neovulkanické výlevy na povrchu terénu, 5 – neovulkanické výlevy, intruze a diatremy zakryté, 6 – morfologicky izolovaná návrší při úpatí hor (D – ultrabazika u Ahníkova, E – Skřivánčí vrch s polymetalickým zrudněním, F – Hradiště s relikty silicifikovaných pískovců, G – čedičový Černý vrch), 7 – tektonické linie.

struktury (příl. IV/2). Směrné poruchy tak většinou vytvářejí nepropustné bariéry oběhu puklinových vod v masívu.

Strmé poruchové zóny na hlavním horském svahu do pánve i na svazích větších vnitrohorských depresí jsou často doprovázeny drobnějšími poruchami, zlomy a puklinami stejného směru, ale jiné geneze. Mohou vykazovat podstatně mírnější úklony, zvláště po svahu. Jde o exfoliační pukliny a „epidermální“ či „retardační“ zlomy drhotně vyvinuté v procesu vyklenování horského masívu. Je zřejmé, že v daném terénu nebývá ostrá hranice mezi pohyby tektonickými a gravitačními. Pokud hranice je, i v takovém případě gravitační pohyby s patrnou pravidelností navazují na pohyby tektonické. Na části hlavního horského svahu mezi Černicemi a Horním Jiřetínem, kde se zachovaly zbytky parametamorfního pláště na granitoidním jádru kateřinohorské klenby, byly v průzkumných vrtech dokumentovány též mylonity v mocnosti několika dm až 2 m, lemující vzájemnou hranici těchto mechanicky odlišných strukturních celků masívu.

Praktický význam poznatků

Pásmo úpatí Krušných hor se projevuje jako oblast komplikované a dosud ne zcela vyřešené geologické situace na hranici rozdílných jednotek – krystalinického masívu a neogenní pánve. Tato hranice předznamenává i osobitou inženýrskogeologickou problematiku. Regionální geologickou situaci ani inženýrskogeologickou problematiku nelze uspokojivě řešit na základě omezené znalosti pouze jedné z hraničících jednotek. Regionální inženýrskogeologické mapování poskytlo možnost zevrubného poznání obou prostředí, zvláště podrobným studiem kvartérního pokryvu, geodynamických jevů a tektonických projevů za pomoci morfostrukturní analýzy, přehodnocení velkého množství archivní dokumentace, vlastních sondovacích prací i sledováním dalších sondovacích prací, těžebních postupů apod.

Technický význam poznatků vynikne zvláště v souvislosti s probíhajícími nebo připravovanými velkorysími zásahy do krajinného prostředí. Rozšiřováním povrchové těžby uhlí do pásma úpatí Krušných hor a dalšími vyvolanými stavbami a pracemi dochází k neobyčejně intenzivnímu ovlivnění prostředí, kdy technogenní procesy nabývají velké převahy nad přírodními. Dochází především k rozsáhlému odlehčení paty svahu tektonicky rozvolněného krystalinického masívu, který je tektonickými poruchovými zónami rozčleněn do dílčích ker a bloků. Souběžně s úpatím hor vedou směrné poruchové zóny doprovázené intenzivními změnami kvality a pevnosti hornin, způsobující vzdouvání puklinových vod. Evidované pozůstatky skalních zřícení a dalších gravitačních pohybů svědčí o dlouhodobé aktivitě hlavního horského svahu, zvláště jeho nejstrmější partie v rozsahu granitoidního jádra kateřinohorské klenbové struktury. Intenzivní výzdvihový trend tohoto jádra zapříčinil i vývoj různých doprovodných tektonicko-gravitačních jevů včetně zaklesávání dílčích uvolněných bloků v horském svahu. Pravděpodobně to vše ovlivňuje přirozenou napjatost v masívu

při patě svahu, čímž vzniká nebezpečí anomálně zvětšené horizontální složky napětí směřující do pánve, a to zvláště v některých disponovaných úsecích jádra klenbové struktury. Stanovit nebo odhadnout stav rovnováhy na takto postiženém svahu je mimořádně obtížný a dosud ne zcela zvládnutý problém.

Inženýrskogeologickým mapováním spojeným s morfostrukturní analýzou bylo možno zjistit hlavní strukturní znaky masívu, ověřit základní i detailnější tektonické rozvolnění, porušenost zvětrávacími procesy a gravitačními deformacemi, charakterizovat kvartérní pokryv i rozpoznat včas nejdůležitější problémy a hrozící nebezpečí pro lidské aktivity nebo pro krajinné prostředí. Byla vytypována místa, kde je zvláště zapotřebí podrobný inženýrskogeologický průzkum, který se v takových poměrech zpravidla neobejde bez nákladných průzkumných děl a různých netradičních postupů. Výsledky by měly sloužit pro regionální územní plánování, projekční přípravu rozmanitých zásahů do krajiny i pro potřeby ochrany přírodního a životního prostředí před nepředvídanými negativními dopady různých aktivit, zvláště velkolomové uhelné těžby. Zejména by měly poskytnout hodnověrný vstupní materiál pro geotechnické studie a pro matematické i fyzikální modelování stability v přirozených podmínkách i v podmínkách těžebních či jiných záměrů.

Problematika stability krušnohorských svahů v těsné blízkosti závěrných svahů hlubokých otevřených velkolomů se potvrzuje jako nejzávažnější a její uspokojivé vyřešení jako limitující pro záměry rozšíření těžby do pásma krušnohorského úpatí i pro jiné stavby a zásahy situované do tohoto pásma. Výsledky mapování jsou podkladem pro řešení i jiných báňských problémů, jako stability krátkodobých těžebních svahů, skrývkových řezů, odvodnění těžebních jam, situování vnějších výsypků apod.

Pro účely uhelné těžby a staveb jsou též významné poznatky umožňující uvažovat o využitelnosti a těžitelnosti různých hornin a zemin jako proluviálních štěrků, deluviálních hlín a sutí, fosilních zvětralin krystalinika, pevných krystalinických hornin pro podsypy důlních velkostrojů, těsnící prvky hrází, konstrukční materiál pro násypy, silniční kamenivo apod. Bylo by žádoucí, aby se výsledky mapování více využily pro řešení čím dál tím naléhavějších problémů ochrany a tvorby životního prostředí, pro rekultivace devastované krajiny nebo pro ochranu zbývajících přírodních či kulturních hodnot v okolí těžby. V dynamicky přetvářené krajině nelze přehlížet ani dokumentační význam podrobných inženýrskogeologických map, které zachycují geologické poměry před jejich podstatnými antropogenními či technogenními přeměnami, resp. před jejich částečnou až úplnou likvidací.

Stručně byly uvedeny hlavní poznatky získané podrobným inženýrskogeologickým mapováním na ploše více než 150 km² po dobu téměř 20 let. Podrobněji jsou rozvedeny v závěrečných zprávách jednotlivých průzkumných úkolů. V přehledu byly zmíněny hlavně ty poznatky, které mohou mít větší význam pro regionální geologii, pro případné analogie v jiných srovnatelných terénech a pro technickou či ochrannou praxi. Při jejich zvažování je

třeba neztrácet ze zřetele, že zásahy do přírodních poměrů, ke kterým dochází nebo které se připravují v pásnu úpatí Krušných hor, nemají ve světě obdoby. Chybí větší sbírka inženýrskogeologických poznatků ze srovnatelných terénů i zobecněných zkušeností ze zásahů obdobného charakteru. Zkušenosti z dosavadních těžebních provozů z centrálních oblastí severočeské pánve nejsou většinou aplikovatelné do poměrů pásma krušnohorského úpatí. Pokud jinde ve světě existují hluboké otevřené těžební jámy, jsou vesměs v jiných geologických a zejména morfologických poměrech. Nemají v těsném sousedství tektonicky rozvolněný krystalinický masív, který by převyšoval těžební jámy o stovky metrů a vykazoval dlouhodobý výzdvihový trend. Nemají rovněž v blízkosti hustě osídlené aglomerace bezprostředně ovlivnitelné katastrofickými dopady nevhodných technických zásahů. Bylo by proto žádoucí, aby poznatky z mapování i z dalších navazujících průzkumů byly doplňovány, kontrolovány a případně opravovány soustavným sledováním nových příležitostných odkryvů a jejich objektivní dokumentací.

Z dosavadních zkušeností vyplývá, že z hlediska inženýrské geologie nejsou možnosti aplikace získaných poznatků neomezené. Nelze proto inženýrskogeologické poměry pásma úpatí Krušných hor, v délce kolem 100 km, podat souhrnně. Inženýrskogeologické poměry se mění v závislosti na litologii horninových celků v krystalinickém masívu. Litologie ovlivňuje struktury i charakter tektoniky, vývoj kvartérního pokryvu i další geologické fenomény, jako gravitační pohyby apod. Rozdílly jsou hlavně mezi celky masívu, kde převládají granitoidy, a mezi celky, kde převažuje parásérie. Proto i když byly charakterizovány hlavní rysy a obecné zákonitosti, je třeba posuzovat ve vztahu k technickým zásahům do krajinného prostředí jednotlivé úseky pásma krušnohorského úpatí po zhruba 200 až 300 m. Pouze tak lze podat skutečně hodnotěrné a reprezentativní inženýrskogeologické údaje pro geotechnické studie a modelování, báňské prognózy, projekty těžebních i různých jiných staveb a činností.

K tisku doporučil J. Rybář

Literatura

- ALINČE, Z. (1985): Jezerka – realizace. Průvodní zpráva k dokumentaci vrtů. – MS Staveb. geol. Praha.
- BŮŽKOVÁ, H. et al. (1988): Závěrečná zpráva o výsledcích geologickoprůzkumných prací na úkole Jiřetín – VČSA – realizace. – MS Staveb. geol. Praha.
- DUDEK, J. (1978): Zhodnocení strukturně geologických poměrů krystalinika na svazích Krušných hor v předpolí Velkodolu Čs. armády z hlediska stability. – MS Geol. úst. Čs. akad. věd. Praha.
- ELZNIC, A. (1961): Severozápadní omezení Chomutovsko-Mostecko-Teplické pánve. – Věst. Ústř. úst. geol., 38, 4, 245–251. Praha.
- HOKR, Z. et al. (1978): Základní geologická mapa 1:25 000, list M-33-51-D-a Pruněřov. Vysvětlující text a přílohy. – MS Ústř. úst. geol. Praha.
- HOKR, Z. - KRÍŽ, J. (1976): Paleontologický důkaz rozšíření svrchní křídly u Chomutova v severozápadních Čechách. – Čas. Mineral. Geol., 21, 1, 83–86. Praha.
- HURNÍK, S. - HAVLENA, V. (1984): Podkrušnohorské hnědouhelné pánev a Krušné hory jako součásti neotektonické velevrásové struktury. – Čas. Mineral. Geol., 29, 1, 55–67. Praha.
- KNĚŽINEK, V. (1986): Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro řešení stability svahu v předpolí Velkodolu ČSA v prostoru Janský vrch a Albrechtice. – MS Staveb. geol. Praha.
- KOPECKÝ, L. (1988): Mladý vulkanismus Českého masívu. – Geolog. Hydrometallurg. Uranu, 12, 1, 3–40. Stráž p. Ralskem.
- KUDRNA, Z. (1982): Inženýrskogeologický výzkum stabilitních poměrů předpolí velkodolu ČSA. – MS Úst. geol. a geotechn. Čs. akad. věd. Praha.
- MALKOVSKÝ, M. et al. (1982): Analýza stavby a tektoniky Krušných hor a Severočeské hnědouhelné pánve. – MS Ústř. úst. geol. Praha.
- MAREK, J. (1976): Závěrečná zpráva inženýrskogeologických mapovacích prací v předpolí velkolomu Čs. armády. – MS Staveb. geol. Praha.
- (1977): Inženýrskogeologické problémy vyvolané rozšířením uhelných velkolomů k úpatí Krušných hor. – Geol. Průzk., 19, 6, 164–166. Praha.
- (1979a): Šibeniční hůrka u Dřínova před odtěžením. – Uhlí, 27, 11, 498–501. Praha.
- (1979b): Inverze reliéfu úpatí Krušných hor u Jirkova a její geologické příčiny. – Geol. Průzk., 21, 3, 67–69. Praha.
- (1980a): Výsledky inženýrskogeologických mapovacích prací v oblasti Krušných hor a přilehlého podhůří a jejich praktický význam. – MS Přírodověd. fak. Univ. Karl. Praha.
- (1980b): Štolové převedení Šramnického a Černického potoka v Krušných horách. – Geol. Průzk., 22, 9, 269–271. Praha.
- (1981): Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro řešení stability areálu Jezeří v předpolí uhelného velkolomu Čs. armády. – MS Staveb. geol. Praha.
- (1983a): Inženýrskogeologický průzkum stability zámku Jezeří v předpolí uhelného velkolomu. – Geol. Průzk., 25, 8–9, 234–236. Praha.
- (1983b): Vývoj krušnohorských svahů a svahové pohyby. – Sbor. Prací Geograf. Úst. Čs. akad. věd, 1, 175–180. Brno.
- (1985a): Existuje krušnohorský zlom? – Čas. Mineral. Geol., 30, 1, 34–51. Praha.
- (1985b): Výzkum tektonického rozvolnění krystalinika. Dílčí zpráva SVÚ C-52-347-205. – MS Staveb. geol. Praha.
- (1988a): Závěrečná zpráva o výsledku inženýrskogeologických mapovacích prací v prostoru Pruněřov-Chomutov. – MS Staveb. geol. Praha.
- (1988b): Silicická mineralizace na úpatí Krušných hor u Ahníkova. – Čas. Mineral. Geol., 33, 1, 65–70. Praha.
- NĚMEČEK, K. (1959): Inženýrsko-geologický průzkum pro průmyslový přivaděč vody z Ohře. – MS Přírodověd. fak. Univ. Karlovy. Praha.
- RYBÁŘ, J. - KUDRNA, Z. (1979): Inženýrskogeologický výzkum stabilitních poměrů předpolí velkodolu ČSA. – MS Úst. geol. a geotechn. Čs. akad. věd. Praha.
- SMOLAŘ, Z. et al. (1985): Zhodnocení výsledků inženýrskogeologického a geotechnického průzkumu na modelové lokalitě Jezerka. – MS Staveb. geol. Praha.
- SYSEL, P. (1978): Vyhodnocení hydrogeologického průzkumu předpolí VČSA v Komořanech. – MS Staveb. geol. Praha.
- ŠKVOR, V. (1973): Geologie české části Krušných hor a Smrčin. – MS Ústř. úst. geol. Praha.
- ŠPŮREK, M. (1974): Sesuvné jevy u Dřínova na Mostecku. – Věst. Ústř. úst. geol., 49, 4, 231–234. Praha.
- VÁNĚ, M. (1960): Sutě a sesuvy na úpatí Krušných hor. – Čas. Mineral. Geol., 5, 2, 174–177. Praha.

Engineering-geological mapping and geological conditions in the environs of the Krušné hory foothills (Bohemia)

(Summary of the Czech text)

JAN MAREK

Received December 14, 1990

Due to extension of brown coal mining in form of giant coal open casts in the North Bohemian Basin and for the purpose of preliminary projects of other reerected constructions, detailed engineering-geological mapping of vast areas was performed within the past 20 years. The mapping covered the peak region of the Krušné hory Mts. as the coal mining is to be extended as far as the mountain base and continue along the mountains onwards. This zone possesses best part of resting coal supplies but, at the same time, has most complicated geological situation. It is a contact zone of two different environments – a crystalline massif and a Neogene basin.

The engineering-geological mapping successively covered namely the foreland area of the first giant open cast which was to touch the Krušné hory slopes in the steepest part of the mountains. It is a core of an arch structure built of solid and fragile granitoid rocks strongly affected by tectonic fault zones in a mobile zone of the Krušné hory fault. Firstly the mapping was motivated by the need to resolve hydrogeological problems with ground and surface water inflow into the working pit. However, progressing mapping revealed that the key technical problem is to ensure the stability of closing and working slopes of the working pit and adjacent mountain slopes. Progressing coal working will relieve the heel of the loosened massif which is divided into very uncertainly balanced blocks.

The mapping disclosed massive accumulations of block debris fringing the granitoid core of an arch structure. They are over 70 m thick and contain large crystalline blocks foundered from the mountain slopes by the close of the Neogene or onset of the Pleistocene. The block structure of the crystalline massif and the existence of tectonic fault zones along the mountain base were proved by subsequent detailed engineering-geological exploration using costly mining works (galleries and shafts), horizontal boreholes and other works. The marginal parts of the Neogene formation in the neighbouring basin have a clastic character and the coal seam is mostly steeply dipping.

In the crystalline areas built by parametamorphites the mountain relief is more moderate with lower slopes. The tectonic division of the massif is less prominent although it depends on the same geometric fault systems. The debris accumulation at the mountain base exhibits lower thickness (2–10 m). The basin formation at the mountain base shows mostly a subhorizontal deposition. In front of the outcrop line of the coal seam numerous underlying sediment relics occur. The basin boundary is strongly curved, even frayed.

The mountain foothill zone is fringed by numerous morphologically isolated hills having a form of satellite elevations. In most cases they are a result of intensive assertion of tectonic fault zones. On some hills relics of Cretaceous, Paleogene or Neogene silicified sediments have been preserved. Even the deeply kaolin-weathered and lateritized crystalline complex in the sediment basement was protected from erosion thanks to the sediment silicification. At the foot of such hills thicker and varicoloured delluvia occur.

The mountain foot is covered with sandy gravels water-transported from the mountain region, which have a form of alluvial cones or continuous areal cover and attain as much as 20 m in thickness. Exposures of the Neogene basin sediments were just occasional in the past in the places where erosion of streams running down the mountains had removed the Quaternary cover. In such places, coal and other deposits for different purposes have been worked even in the Middle Ages. The exposed overlying sediments have usually claystone, extraordinarily sandy character.

The tectonic disruptions of the basin area are mostly obscured and therefore often cast into doubt. In the mountain region they are more expressive and easily detectable by a morphostructural analysis. Recognition of tectonic effects in the mountain region helps determine tectonic manifestations in the crystalline basement of the basin and estimate the faulting of the basin fill.

The geological situation in the Krušné hory foot zone has proved to be complicated and still partly obscured. Information yielded from the mapping should help the coal mining and rebuilding designers avoid catastrophic impacts of unexpected geological complications, namely various tectonic fault zones and consequences of tectonic loosening of the environment. Detailed engineering-geological maps are also a significant document of the original state of the geological environment before its substantial anthropogenic and technogenic changes. They should contribute also to protection of significant environmental elements and recultivation of the land devastated by coal mining.

Přeložila G. Vladyková

Explanation of text-figures

1. A sketch illustrating the conditions along the boundary of the Neogene basin with the granitoid part of the Krušné hory crystalline complex. 1 – granitoid crystalline complex, 2 – clastic near-shore and shallow-water sediments, 3 – coal seam, 4 – overlying claystone, 5 – tectonic fault zones, 6 – deluvia of common type, 7 – accumulations of block deluvia with foundered blocks, 8 – rock outcrops.
2. A sketch illustrating the conditions along the boundary of the Neogene basin with the parametamorphic part of the Krušné hory crystalline complex and along the intramountain boundary of the granitoid and parametamorphic crystalline complex. 1 – granitoid crystalline complex, 2 – parametamorphic crystalline complex, 3 – clastic near-shore and shallow-water sediments, 4 – coal seam, 5 – overlying claystone, 6 – proluvial gravel, 7 – deluvia of common type, 8 – accumulation of block deluvia, 9 – rock outcrops, 10 – relics of Cretaceous and Paleogene rocks, 11 – tectonic fault zones.
3. Geological situation of Černý vrch hill (point 407) and a tectonic sketch with the main fault zone along the foot of the Krušné hory Mts. at the western margin of Chomutov. 1 – paragneiss, 2 – Paleogene sandstone and quartzite, 3 – basalt, volcanic tuffs or agglomerates on the terrain surface, 4 – underlying claystone with a volcanogenic admixture in front of a coal seam face, 5 – outcrop line of a coal seam, 6 – overlying claystone, 7 – tectonic lines.
4. Geological situation of Pliocene diatreme in the top area of the Krušné hory Mts. near Mikulovice and its tectonic predisposition. 1 – orthogneiss, 2 – paragneiss, 3 – outcrops of the crystalline complex, 4 – volcanic tuffs and breccias, 5 – sandstone, 6 – tectonic lines.
5. Geological situation of clastic sediments of Upper Miocene to Pliocene age at Hradiště, near Černovice and near Málkov (tectonics not indicated). 1 – orthogneiss, 2 – paragneiss, 3 – granulite gneiss, 4 – sandstone, quartzite, conglomerate, 5 – outcrop line of a coal seam, 6 – Miocene overlying claystone.

Explanation of plates

Pl. I

1. Steep slopes of the granitoid part of the Krušné hory Mts. in the area of the core of the Hora Sv. Kateřiny Dome. In the fore front Mt. Jezerka's peak, aback, above the foot, the Jezeří Castle.
2. Outcropping crystalline rocks in the peak area of the mountains with marked traces of tectonics and Pleistocene climatic changes.
3. Granite gneiss on the top of Mt. Jezerka and Jánský vrch Hill lacks foliation. From the rock mass large feldspar phenocrysts protrude.
4. Strongly migmatitized gneiss with expressive foliation in the Pruněřovský potok brook valley below Hasištejn. It disintegrates into large flat banks and blocks.

Photos by J. Marek

Pl. II

1. Decomposition of the crystalline complex in the peak mountain area is a source of rock fragments which were removed during agricultural recultivation of the land.
2. Outcrops of the crystalline complex on mountain slopes are often sizeable being mostly delimited by tectonic planes.
3. Opened cavern in the upper part of Mt. Jezerka slope. It evidences the effects of tectonics and movement of the blocks in the mountain slope.
4. Loosening of the crystalline rock outcrops in the major mountain slope along the tectonic planes as a result of frost and gravitational movement effects.

Photos by J. Marek

1. Deep gorge in the area of mica schist gneiss at the mountain foot near Nová Víska. It is a manifestation of a significant tectonic zone.
2. Medieval gallery for iron ore near Jezeří follows the tectonic zone of transverse orientation. On the left, smoothed fault plain creating one face of the gallery.
3. Part of an extensive tectonic fault zone in the crystalline complex at the foot of the Krušné hory Mts. in the underground spaces near Albrechtice.

4. Smoothed fault plane exposed during tunnelling of a water-management gallery at the foot of the Krušné hory Mts. near Albrechtice.

Photos by J. Mrázek (1, 2, 3) and J. Štívoček (4)

Pl. IV

1. Tectonic pebbles of mylonitized gneiss from a tectonic fault zone reached by a water-management gallery near Albrechtice.
2. Contact of solid orthogneiss (lower part of the photo) with a crushed material of the fault zone detected in the cellar of the Jezeří Castle.
3. Exploration gallery tunnelled from the mountain foot perpendicularly into the crystalline massif below the Jezeří Castle.
4. Exploration shaft with a gallery verifying the geological situation at the foot of the Krušné hory Mts. near Černice.

Photos by J. Marek (1) and J. Mrázek (2, 3, 4)

Pl. V

1. Opening of one of many old galleries in the Krušné hory region. They provide a valuable evidence on the tectonics effects in the crystalline massif.
2. Reconstructed portal of a medieval stove breaking through Skřivánčí vrch Hill near Málkov. It proves the presence of mineralized tectonic zones of E-W and N-S systems.
3. Terrain depression in the peak mountain region with the settlement Mikulovice above Horní Jiřetín. Presence of Pliocene volcanic diatreme, whose origin was conditioned by crossing of several tectonic zones, was proved here.
4. Basaltic lava flow in the peak mountain region on the top of Mt. Jedlák. It was conditioned by crossing of several more expressive tectonic zones.

Photos by J. Marek

Pl. VI

1. Thick bank of silicified sandstone on Mt. Hradiště top dissects into blocks along its circumference, which slide over kaolin-weathered crystalline rocks.
2. Horizontally bedded sandstones on a mountain slope overlooking Drmaly. Their position proves Paleogene or Lower Miocene age and origin of the material from the Krušné hory region.
3. Exposure of disaggregating sandstone in a water piping trench at Mikulovice. It rests in the centre of a Pliocene diatreme representing an explosion pit sediment in the top part of the Krušné hory region.
4. Coarse conglomerate from an abandoned bed of a mountain stream above Málkov. It is a fluvial sediment, probably of Pliocene age.

Photos by J. Marek

Pl. VII

1. Thick accumulation of proluvial gravel at the foot of the Krušné hory Mts. near Kundratice. Well rounded pebbles of crystalline rocks of Krušné hory origin create the skeleton.
2. Beginning of mining of block deluvia accumulated in the surroundings of Šibeniční hůrka near Dřínov. In the fore front foundered blocks below Mt. Jezerka slope.
3. A core from the foot of the Krušné hory Mts. below Jezeří. It documents that the formation of the coal seam was disrupted by supplies of crystalline material from the mountain slope.
4. Deformed stems of the trees evidence the crawling of the deluvia over the mountain slope near Lideň.

Photos by J. Marek

Pl. VIII

1. Working of an overburden during the advance of the giant coal mine Čs. armády reached in 1982 the zone of the Krušné hory foothill below Mt. Jezerka and Jánský vrch Hill.
2. A slide of several overburden sections in the spring months of 1988 exposed a fault surface of a fault zone at the foot of the Krušné hory Mts.
3. A horizontal mapping borehole in the mountain slope above Horní Jiřetín. It verified the extent of tectonic affection of the massif and served for installation of a geotechnic equipment (fragile conductors) for observation of incidental movements.

4. Self-moving grab set Poclain sinking a wide-profile test pits to the depth of 6 m. It suitably substitutes for dug pits and proved good in a mountain terrain.

Photos by J. Marek (1, 2, 4) and J. Berenda (3)

Pl. 1

Tectonic predisposition of the outcrop line of the coal seam and mountain stream beds between Drmaly and Janov. 1 – granitoid crystalline complex without prominent foliation, 2 – direction and dip of the prevailing foliation in the crystalline rocks, 3 – outcrop line of a coal seam, 4 – clayey basin sediments, 5 – accumulation of block deluvia, 6 – neovolcanic diatremes, 7 – neovolcanic intrusions, 8 – morphologically isolated hills at the mountain foot (A – a spur near Kundratice with relics

of the Upper Cretaceous, B – Šibeniční hůrka in the centre of an accumulation of foundered crystalline masses, C – granitoid knob near Janov), 9 – a fossil bed of the Černický potok brook, 10 – tectonic lines.

Pl. 2

Tectonic predisposition of the outcrop line of the coal seam and mountain stream beds between Pruněrov and Chomutov. 1 – direction and dip of the prevailing foliation in the crystalline complex, 2 – outcrop line of a coal seam, 3 – clayey basin sediments, 4 – neovolcanic lava flows on the terrain surface, 5 – neovolcanic effusions, intrusions and diatremes covered, 6 – morphologically isolated hills at the mountain foot (D – ultrabasic rocks near Ahníkov, E – Skřivánčí vrch hill with polymetallic mineralization, F – Hradiště with relics of silicified sandstone, G – basaltic Černý vrch Hill), 7 – tectonic lines.