

Neotektonika údolí Nancy v Krušných horách

Neotectonics of the Nancy Valley in the Ore Mountains / Neotektonik des Nancy-Tals im Erzgebirge

RNDR. PETR ROJÍK, PH.D.

Muzeum Sokolov, příspěvková organizace Karlovarského kraje

Přijato: 3. 6. 2024, recenzováno: 28. 8. a 12. 10. 2024

ABSTRAKT

Článek prezentuje výsledek podrobného geologického mapování v údolí Nancy v obci Stříbrná v západní části Krušných hor. Mapováním bylo zjištěno, že území je intenzivně tektonicky porušené. Struktura zlomů vypovídá o dilataci horninového masivu a gravitačním kolapsu porušených bloků. Zlomové zóny jsou cementovány převážně křemennou výplní v několika generacích. Zlomy vznikly pravděpodobně v reakci na výzdvih Krušných hor po miocénu.

The paper presents the results of a detailed geological mapping in the Nancy valley in the village of Stříbrná in the western part of the Ore Mountains. The mapping revealed that the area is intensively tectonically disturbed. The structure of the faults shows the dilatation of the rock mass and gravitational collapse of the faulted blocks. The fault zones are cemented mainly by quartz filling in several generations. The faults were probably formed in response to the uplift of the Ore Mountains after the Miocene.

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer detaillierten geologischen Kartierung im Nancy-Tal in der Gemeinde Stříbrná im westlichen Teil des Erzgebirges vorgestellt. Die Kartierung ergab, dass das Gebiet intensiv tektonisch gestört ist. Die Struktur der Verwerfungen zeigt die Dilatation der Gesteinsmasse und den gravitativen Zusammenbruch der verwerfenden Blöcke. Die Störungszonen sind in mehreren Generationen, hauptsächlich durch Quarzfüllungen zementiert. Die Verwerfungen sind wahrscheinlich als Reaktion auf die Hebung des Erzgebirges nach dem Miozän entstanden.

Klíčová slova: Krušné hory - neotektonika - údolí Nancy

Keywords: Erzgebirge - neotectonics - Nancy valley

1 | ÚVOD

Tektonické provázanosti Sokolovské pánve a přilehlé části Krušných hor dosud nebyla v literatuře věnována zasloužená pozornost. Údolí Nancy nabízí v tomto směru velmi dobrou příležitost ke studiu.

Nancy (dříve také Glashütte, Rájec) je zaniklá osada v západní části Krušných hor, součást obce Stříbrná. Osada se táhla podél údolní silnice spojující Kraslice a Stříbrnou s náhorní planinou okolo Přebuze (obrázek č. 1).

Území Nancy je protkáno stopami hornických aktivit, které pocházejí převážně z doby ještě před založením sklářské osady Glashütte (Nancy) v roce 1790. Rýžoval se zde kasiterit a dolovaly rudy železa a olova. Po založení sídla se zde lomově dobýval sklářský křemen, stavební kámen (kvarcit, granit) a písčité reziduum žuly. Hlavní ekonomický potenciál osady však spočíval ve využití lesního bohatství a energie vodních bystřín.

bezvýznamné pramenné větve Stříbrného potoka. Navíc tento potok nápadně vybočuje svým západním spádem z konsekventního směru krušnohorských toků.

Nabízí se vysvětlení vzniku údolí a jeho výškového gradientu polohou na rozhraní mezi izostaticky vyzdviženými žulami ($\sigma = 2,6 \text{ g.cm}^{-3}$) na východě a níže položenými těžšími metamorfity ($\sigma = 2,85 \text{ g.cm}^{-3}$). Jinde v Krušných horách se však podobné údolí na rozhraní těchto hornin nevyskytuje.

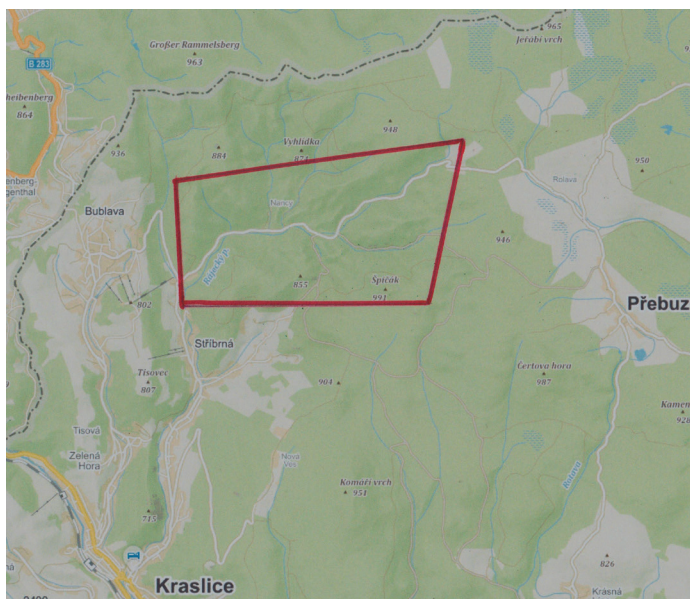
Autor přistoupil k výzkumu s pracovní hypotézou, podle níž by údolí Nancy mohlo být tektonickým příkopem, který vznikl v režimu horizontálního roztažení při výzdvihu a ohybu Krušných hor. Vymezil si za cíl geologicky zmapovat údolí Nancy, včetně postranních roklí a svahů. Zaměřil se na deformace hornin, které by prozradily přítomnost tektonických fenoménů.

2 | CÍL PRÁCE

Pohled z vrcholu Špičáku (991 m n. m.) přes údolí Nancy (670 m n. m.) na protilehlý pohraniční hřeben (Jelen 959 m n. m.) vzbuzuje úžas nad geologickými silami, které dokázaly vymodelovat tak dynamický reliéf (obrázek č. 2). Je velmi nepravděpodobné, aby údolí Nancy, hluboké 300 m, dlouhé 5 km a široké v horní hraně 3 km, vzniklo erozní činností téměř

3 | METODA PRÁCE

Vlastní práci předcházela rešerše pramenů a literatury. Všechny publikované i nepublikované geologické mapy českých a saských geologů [3,5,6,7,8,9] zobrazují oblast Nancy téměř výhradně atektonicky, kromě rozhraní mezi metamorfity a granity. Toto paleozoické rozhraní protíná údolí Nancy šikmo ve směru SZ-JV a zapadá přibližně pod úhlem 45° k JZ.



Obr. 1: Lokalizace studovaného území. (Podklad ČÚZK)

Autor nově zmapoval terén v Nancy v letech 2020 a 2022 v podrobném měřítku 1:10 000 klasickou metodou geologického mapování. Zkoumaná plocha má rozlohu 8 km². Výhodou mapovaného území je nepatrné antropogenní ovlivnění horninového podkladu a velké množství výchozů. Nová

předložená mapa, která je výsledkem 35 terénních túr, znamená přes jistou útržkovitost podstatné přiblížení k realitě. Mapování ztěžoval hustě zalesněný horský profil, špatná průchodnost, velké fyzické a časové nároky a časté výpadky signálu GPS v pohraničním neobydleném území. Proto se jako nejvhodnější podklad pro mapování ukázala lesnická mapa LČR, odkud pak byly geologické prvky digitálně překresleny do geografické mapy ČÚZK.

Při novém mapování byly zachyceny především tektonické deformace hornin: zlomy, trhliny, puklinatost, brekciace, druhotná mineralizace, striace, ohlazy, hydrogeologické a geomorfologické projevy zlomů a indikace anomálií podle stop hornické činnosti. Orientace těchto prvků byla zaměřována geologickým kompasem se sklonoměrem (výrobek Carl Zeiss Jena). Odebrané vzorky tektonicky porušených a mineralizovaných hornin byly podrobeny práškové rentgenové difrakci minerálů ve VUHU Most (Michal Řehoř) a v ÚNS Kutná Hora (Jaromír Ševců). Typy hornin byly opticky zkoumány na výbrusech v polarizačním mikroskopu v ČGS Praha (Tamara Sidorinová). Magnetická susceptibilita hornin byla zjišťována v terénu polním kappametrem KT-5 (výrobek Geofyzika Brno). Mineralizované tektonické brekcie byly řezány a broušeny v kamenictví Martin Litavský v Nejdku, u kameníků v Klášterci nad Ohří (Jiří



Obr. 2: Dynamický reliéf: pohled ze Špičáku přes údolí Nancy k severozápadu.



Obr. 3: Injekce granitu do fylitu, Nancy, blok z koryta Stříbrného potoka.

Lipka a Mojmir Hřích) a v kamenictví v Lounech. Velkoplošné nábrusy posloužily ke studiu textur hornin a posloupnosti tektonických procesů.

4 | HORNINOVÉ SLOŽENÍ ÚZEMÍ NANCY

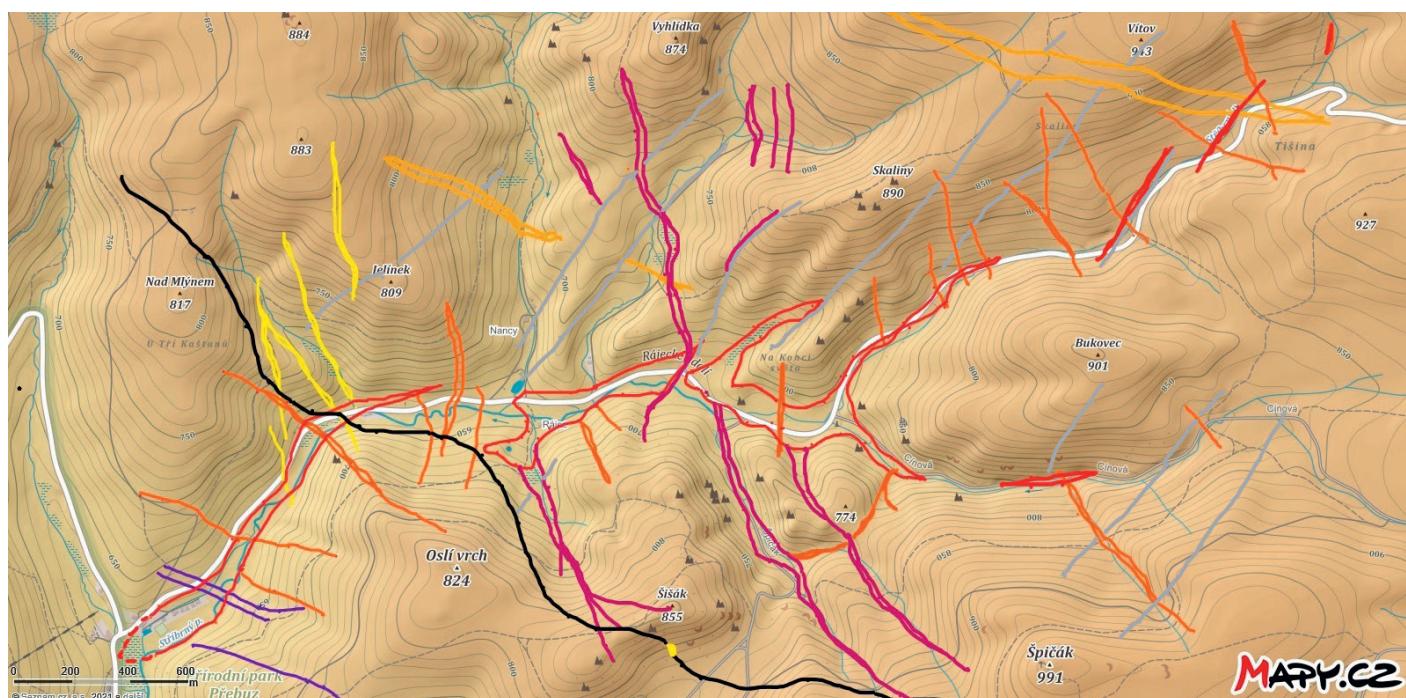
Západní část údolí Nancy je budována metamorfovanými horninami saxothuringika. Převládají fylity, které jsou kontaktně metamorfované na skvrnitě a plodové břidlice. Při kontaktní metamorfóze vznikl v břidlicích akcesorický magnetit, který řádově zvýšil objemovou magnetickou susceptibilitu hornin na průměrných $0,20 \cdot 10^{-3}$ SI (rozpětí hodnot 0,12 až $0,29 \cdot 10^{-3}$ SI). Kontaktně metamorfované fylity uzavírají drobná čočkovitá tělesa kvarcitů a kvarcitických fylitů, která jsou intenzivně zvrásněna, budinována a přeměněna na kontaktní rohovce. Mají mírně zvýšenou magnetickou susceptibilitu, průměrně $0,05 \cdot 10^{-3}$ SI, ale vzorky se souvislými povlaky hematitu a magnetitu vykazují až $0,28 \cdot 10^{-3}$ SI.

Značná šířka pásma kontaktně metamorfovaných hornin (více než 1 km) a citlivá reakce směru kontaktní linie na reliéf terénu prozrazují, že granity v podloží fylitů zapadají pod poměrně mírným úhlem k jihozápadu. Žulové magma vystoupilo anomálně vysoko do zemské kůry. Nasvědčuje tomu umístění magmatu až do výškové úrovně fylitů a přítomnost

strukturních prvků vícefázových porfyrických žul místy až subvulkanického charakteru.

Průběh hranice mezi fylity a granity byl novým mapováním zpřesněn (obrázek č. 4). Rozhraní je proti starším geologickým mapám více zvlněné a neostré. Na výchozech bylo pozorováno, že rozvolněné bloky fylitů zapadly do žulového magmatu a vytvořily hustý pás xenolitů podél endokontaktu žul. Granitové magma injektovalo fylity v exokontaktu a vytvořilo žíly řádově centimetrových až metrových mocností (obrázek č. 3). Tyto granitoidní žíly mají „vrstevnatou“ texturu, která je paralelní se směrem žil a projevuje se opakovaným plynulým kolísáním zrnitosti od pegmatitu po aplit.

Převážná většina studovaného území je budována granity karlovarského plutonu. Jedná se o žuly mladšího intruzivního komplexu (younger intrusive complex, YIC). Jejich karbonské stáří se pohybuje v rozmezí 327-320 miliónů let [4]. Tento žulový komplex se skládá z několika typů hornin. Nejstarší jsou drobnozrnné hiatoporfyrické dvojslídne granity (YIC1, typ Wallfischkopf [1]), které tvoří drobné enklávy při stropu plutonu. Následují biotitické granity, převážně hrubozrnné, avšak s plynule kolísavou velikostí zrn základní hmoty, serioporfyrické, místy s fluidálně usměrněnými vyrostlicemi živců (YIC2, typ Eibenstock). Tento typ žul v oblasti Nancy dominuje. Bio-



Obr. 4: Tektonická mapa Nancy a pokus o vyjádření pravděpodobné posloupnosti tektonických procesů.

-  kontakt mezi granity (SV) a metamorfity (JZ)
-  greiseny
-  mezozoické žíly s mineralizací Pb-Zn
-  neoidní zlomy 1. generace
-  neoidní zlomy 2. generace (podélné a příčné)
-  neoidní zlomy 3. generace
-  neoidní zlomy 4. generace

titické středně zrnité granity (YIC3, typ Blauenthal) vystupují ojediněle v severním svahu údolí Nancy a jejich zařazení je nejisté. Nejmladší, dvojslídenné drobně a jemně zrnité žuly (YIC4) hustě pronikají všemi ostatními granity v podobě ložních žil. Vzhledem k velké početnosti a malým mocnostem jsou tyto žíly při geologickém mapování prakticky nerozlišitelné. Všechny typy žul obsahují nodule centimetrových až decimetrových mocností, tvořené převážně křemenem a turmalínem – skorylem (rentgenová difrakční analýza M. Řehoř). Ojediněle byly v údolí Nancy nalezeny rozvlečené úlomky granitového porfyru. Všechny granitické horniny mají v neporušeném stavu velmi nízkou magnetickou susceptibilitu kolem $0,01 \cdot 10^{-3}$ SI.

Žulový komplex YIC je chemicky vysoce diferencován a obsahuje zvýšené obsahy nekompetentních prvků Sn, F, Li, Rb, P. Územím Nancy pronikají

slídnato-křemenné greiseny místy s akcesorickým kasiteritem. Žilné greiseny mají jednotný směr JZ-SV, téměř svislý úklon a mocnost řádově v milimetrech až decimetrech. Cínové zrudnění bylo v minulosti zkoumáno krátkými štolami ze dna údolí pod Bukovcem a Špičákem, ale zjevně bez nadějných výsledků. Jedná se o kořenové části greisenů, jejichž svrchní část, bohatší cínem, již byla erodována. Zvětraliny a svahové i aluviální sedimenty byly v minulosti předmětem rýžování kasiteritu na Stříbrném potoce a jeho přítocích Cínovém a Rájeckém potoce. V exokontaktu žul na jz. svahu Oslího vrchu byly nalezeny úlomky křemen-slídnatého greisenu s miarolitickými dutinkami, které jsou vyplněny radiálně paprskovitými krystalky farmakosideritu (rentgenová difrakční analýza Jaromír Ševců).

5 | STAVEBNÍ TEKTONICKÉ PRVKY

Při mapování území Nancy byly systematicky vyhledávány tektonické deformace hornin. Jednotlivé projevy tektonického porušení hornin se kombinují (tab. 1). Průběh diskontinuit byl zaměřen a zakreslen do mapy (obrázek č. 4).

5.1 | VNITŘNÍ STRUKTURA ZLOMOVÝCH ZÓN

Zlomová pásma složená z opakovaně drcených a tmelených horninových úlomků vytvářejí tektonické brekcie a tektonické konglomeráty. Ostrohranné brekcie převládají v koncových částech zlomů v žulovém prostředí a ve zlomech, které prostupují křehkým prostředím kontaktních rohovců a kvarcitů. Tektonické konglomeráty, složené převážně ze subangulárních až suboválných úlomků hornin, převládají v žulovém území v centrální části zlomů.

Tab. 1: Typy diskontinuit tektonického původu.

Typy porušení	Definiční znaky	Projevy v terénu
Zlomy	přerušení spojitosti hornin, spojené s vertikálním, horizontálním nebo diagonálním posunem ker	striace a ohlazy na zlomových plochách (obrázek č. 5), sdružování zlomů do zón širokých až desítky metrů, dílčí zlomy v zónách se kříží a dislokují
Trhliny	přerušení spojitosti hornin pouze s oddálením ker, bez posunu	nevyplněné trhliny jsou vzácné (obrázek č. 6), obvyklejší je křemenná výplň v podobě žil s páskovanou texturou
Puklinové svazky	mnohonásobné přerušení spojitosti hornin, bez posunu či oddálení ker	vysoká frekvence puklin (řádově mm až cm) ve srovnání s okolní granit-tektonikou, rovnoběžné i překřížené pukliny různého směru a sklonu, celková mocnost svazků až několik metrů (obrázek č. 7)
Brekciace a mylonitizace	mechanické tříštění a rozvolňování hornin za vzniku tektonických brekcií nebo konglomerátů, mylonitů a tektonického jílu	brekcie a konglomeráty z úlomků různých hornin o velikosti řádově mm až dm; úlomky jsou vzájemně stočené, čerstvé i kaolinizované, korodované i mineralizované, ostrohranné i zaoblené, s minerálním pojivem; křemen je rozpukáný opakovanými pohyby ker (obrázky č. 8 až 13)
Mineralizace	srážení minerálů z roztoků migrujících tektonicky porušenými horninami, výplň zlomů, trhlín, dutin a pórů hornin, postupné zatlačování a náhrada horninové drtě; opakováním pohybů na zlomech se minerální výplň opakovaně tříští a tmelí	nápadný projev tektonických deformací, šířka zón až desítky m; minerální výplň je nespojitá, nejčastěji ji tvoří křemen (obrázky č. 8 až 14), méně často hematit, goethit, psilomelan a galenit
Hydrotermální přeměny	přeměna hornin v těsném okolí zlomů, trhlín a puklin působením roztoků	silicifikace, hematitizace, limonitizace
Hydrologické projevy	prameny, často seřazené do pramenných linií, výrony železitých vod	podmáčený zrašeliněný terén, vlhkomilná vegetace
Geomorfologické projevy	náchylnost k selektivní erozi, ostrý negativní reliéf, vůči okolí výškový gradient, příkré svahy, facety a věže (obrázek č. 16), ojediněle křemenné valy (obrázky č. 14, 15)	poměrně spolehlivý indikátor, ale nejmladší zlomy S-J směru se ještě neprojevují v reliéfu
Hornické indicie	hornicky odkryté rudní žíly	indikace zlomů s rudami Sn, Pb, Fe a sklářským křemenem

Zaoblené úlomky žul v tektonických konglomerátech místy vykazují zrnitostní vytřídění (obrázek č. 9). Na některých velkoplošných nábrusech lze pozorovat usměrnění úlomků. Nábrus vzorku ze sz. okolí mapovaného terénu dokonce nese stopy eroze staršího křemene a diskordantního nasedání novější křemenné mineralizace.

Důležitým poznatkem je zjištění, že tektonické konglomeráty a brekcie mají často litologicky pestré složení úlomků. Skládají se z heterogenní tříště hornin různého složení, původu a stáří – z granitů všech typů, fylitů, kvarcitů, kontaktních rohovců, greisenů a rozdrčených starších křemenných výplní zlomů (obrázky č. 8, 10). Tento jev lze dokonce pozpo-

rovat i tam, kde zlomy vycházejí na den v poměrně homogenním prostředí žul. Až do vzdálenosti 2 km laterálně od rozhraní mezi fylity a granity, směrem do žulového území, obsahují brekcie směs úlomků nejen různých typů žul, ale i kontaktně metamorfovaných fylitů, kvarcitických fylitů, kvarcitů a kontaktních rohovců. Mapér je tak vystaven překvapivým situacím, kdy na dně roklí lemovaných po celém obvodu pouze žulovými skalními výchozy leží velké bloky tektonických brekcií se zatmelenými úlomky metamorfitů. Kromě úlomků metamorfovaných hornin se uvnitř žulového území nacházejí bloky granitů s „vrstevnatou“ texturou, typickou pro apofýzy žul do fylitů nebo pro endokontakt žulového plutonu.

Uvedené případy jsou vysvětlitelné pouze zapadnutím hornin z metamorfovaného pláště a z příkонтaktní zóny granitů hluboko do žulového podloží. Schéma procesu znázorňuje obrázek č. 17. Podobný případ nebyl v české části Krušných hor dosud popsán. S těmito interpretačně obtížnými prvky se bezpochyby museli setkat už dřívější geologové v Nancy, ale nezohlednili je v geologických mapách.

Pouze v okolí Eibenstocku na saské straně Krušných hor jsou známy kry fylitů tektonicky zakleslé do žul [1].

Zakulacení úlomků, jejich částečné vytrídění, litologická heterogenita a vzájemné stáčení dokazují, že horninová drť ve zlomových pásmech prošla transportem.

Opakováním pohybů ker na zlomech byly tektonické brekcie, včetně jejich křehkého křemenného tmelu, vystaveny novému drcení a rozvolňování. Úlomky staršího křemenného tmele se pak stávají stavebními součástkami nové generace brekcií, která je následně cementována další generací křemene. Křemenné a horninové klasty jsou často rozpraskány krátkými rovnoběžnými trhlinami a vyplněny vlasovými žilkami bílého křemene nebo červeného jaspisu.

Podíl objemu horninových úlomků a tmele v tektonických brekciích a konglomerátech je proměnlivý. Vyjádřeno terminologií „vypůjčenou“ ze sedimentární geologie, tento poměr kolísá od podpůrné struktury klastů až po podpůrnou strukturu matrix.



Obr. 5: Tektonický ohlaz a striace v prokřemeněném mylonitu, Nancy - koryto Stříbrného potoka.



Obr. 6: Trhlina s hematizovaným granitem, Nancy – obecní část End der Welt.

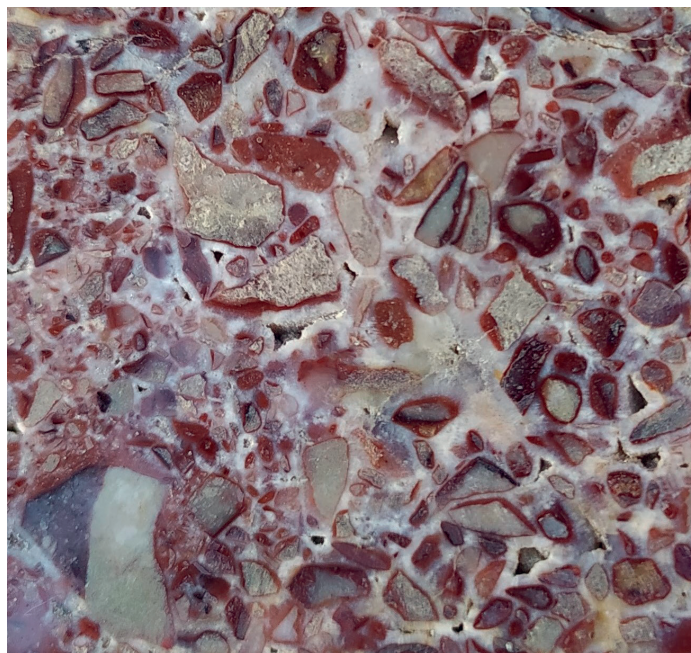
Klasy tektonických konglomerátů jsou často souvisle obklopené radiálně paprscitými agregáty křišťálu (obrázek č. 12). Na tyto drůzy pak často nasedají přírůstkové laminy složené z ametystu, chalcedonu a jaspisu (obrázky č. 9, 12). Taková hornina, složená z achátových ok, bývá nakonec stmelena nejmladší generací světlého krystalického křemene. Jindy mezi klastovými či achátovými oky místy



Obr. 7: Výchoz žuly se svazkem puklin a okolní limonitizací, Nancy - vymletá cesta severně nad obecní částí End der Welt,



Obr. 8: Prokřemenělá tektonická brekcie až konglomerát s fragmenty různých typů žul, plocha nábrusu 29 x 22 cm, Nancy – u býv. Lausmannovy pily.



Obr. 9: Prokřemenělý tektonický konglomerát (achát), nábrus, plocha výřezu 6 x 4,5 cm, Nancy - Steinbach.

zůstávají dutinky až několikacentimetrových rozměrů, vystlané po okrajích radiálními krystalky křišťálu (obrázek č. 11).

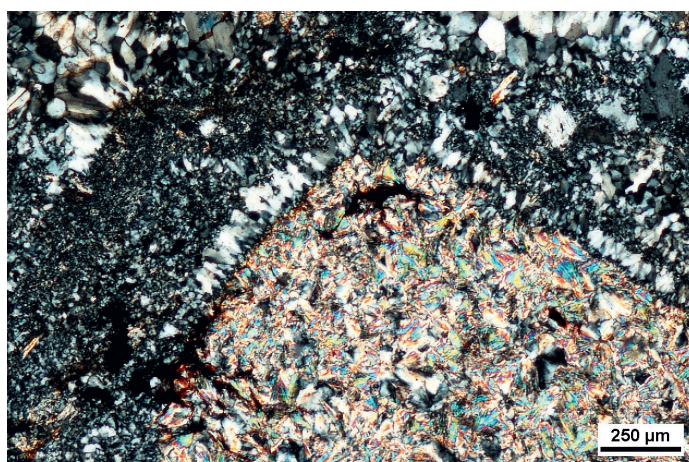
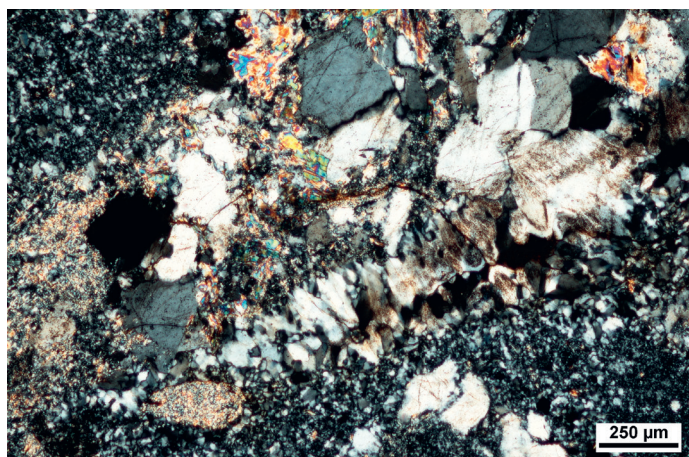
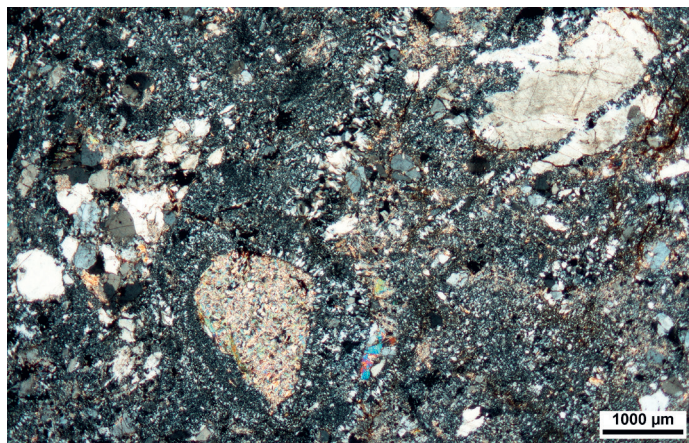
Obecně pozorovaným jevem v Nancy je rozvolnění a oddálení oválných i hranatých klastů, které „plavou“ v křemenném tmelu. V gravitačně zhroutčené struktuře by se dalo očekávat, že klasy budou natěsnány po směru gravitace. Nasvědčovaly by tomu i stopy transportu a tříštění částic. Ve skutečnosti jsou ale klasy většinou oddálené od sebe a po celém svém obvodu obklopené křemenným nebo chalcedonovým tmelem (obrázek č. 9). Ve východním pokračování zkoumaného území u bývalé osady Chaloupky byl zdokumentován případ svislé trhliny, téměř výlučně vyhojené zvrstveným mikro-



Obr. 10: Prokřemenělá tektonická brekcie se vzájemně stočenými úlomky kontaktních rohovců, plocha nábrusu 34 x 24 cm, Nancy - sz. svah Špičáku.



Obr. 11: Prokřemenělá tektonická brekcie, rozměry 17 x 11 cm, Nancy – Jelínek.



Obr. 12a,b,c,d: Tektonická brekcie, Nancy, mikrofoto, zkřížené nikoly.

krystalickým křemenem a malým podílem rozptýlené angulární žulové drtě. Možné vysvětlení spočívá v krystalizaci křemene z husté koloidní suspenze.

5.2 | SEKUNDÁRNÍ MINERALIZACE ZLOMOVÝCH ZÓN

Tektonicky porušené horniny, mechanicky rozmělněné a chemicky korodované, tvoří přirozené dráhy, kterými srážkové vody vstupují hluboko do skalního masivu a rozpouštějí minerály. Vzestupné ohřáté a mineralizované vody pak ukládají novotvořené minerály do trhlin, dutin a pórů roztržitých hornin. Tím se horniny opět stmelují. Tento proces se opakuje na území Nancy mnohonásobně.

Horninová tříšť je cementována převážně až výlučně křemenem. Dominanci křemene dokládají i nízké hodnoty magnetické susceptibility tmele průměrně $0,02 \cdot 10^{-3}$ SI, s rozpětím hodnot 0,00 až $0,08 \cdot 10^{-3}$ SI). Křemen vytváří formy krystalické (obecný křemen – obrázky č. 5, 11, 14, železitý křemen s disperzí hematitu či goethitu, ametyst, záhněda, morion) i odrůdy mikrokrytalické (rohovec, chalcedon, jaspis, achát – obrázky č. 9 a 13).

Mikrokrytalický vláknitý křemen koloidního původu je typický zvláště ve výplni zlomů směru ZSZ-VJV. Tyto mladé zlomy zasahují do Nancy z oblasti

přebuzských a rolavských rašelinišť, která je předmětem dalšího mapování. Nápadná souvislost mezi hojnou přítomností koloidálního křemene a výskytem rašelinišť, cyklicky obnovovaných v interglaciálech, může mít příčinný vztah. Soli huminových kyselin a fulvokyselin prosakující z rašelinišť do porušeného horninového prostředí zlomových zón, významně urychlují hydrolyzu živců, a tím podporují tvorbu koloidních částic. Ve výplních trhlin lze zřetelně pozorovat rytmické srážení křemičitého gelu z hustého koloidního roztoku, ve kterém zatuhla drobná žulová tříšť.

Vyluhování křemičitých iontů z minerálů, jejich migrace ve vodách a následná krystalizace křemene souvisí se složením místních hornin. Obsah SiO_2 v žulách je vysoký (kolem 73 %) a v kvarcitech se blíží 100 %. Postupné rozpouštění minerálů v drcených žulách a jejich nahrazování křemenem je dobře patrné v nábrusech a výbrusech.

Lokálně je cementační křemen zlomů doprovázen oxidickými minerály železa a manganu. Přítomnost hematitu, goethitu a psilomelanu byla potvrzena rentgenovou difrakcí na několika vzorcích. Přítomnost hematitu prozrazují výbrusy i zvýšená magnetická susceptibilita vzorků (průměrně $0,05 \cdot 10^{-3}$ SI, rozpětí hodnot 0,02 až $0,20 \cdot 10^{-3}$ SI). Jemně dispergovaný hematit je příčinou červeného zbarvení



Obr. 13: Tektonická brekcie stmelená jaspisem, plocha nábrusu 11 x 6,5 cm, j. okraj rašeliniště Velké jeřábí jezero.



Obr. 14: Křemenný val na rozhraní granitů a kvarcitů, dlouhý asi 20 m, široký 2,5 m, provázený terénním skokem o 3 m k východu, Nancy, jižní svah vrchu Šišák.

železitých křemenů, rohovců a jaspisů. Hematitový pigment již v množství kolem 1 % barví půdy a zvětřaliny do červena, a tím prozrazuje možnou přítomnost mineralizovaných zlomů. Vzácně byly zjištěny v Nancy pseudomorfózy křemene po lištovitých krystalech barytu v dutinkatých, druhotně korodovaných brekciích.

5.3 | SUKCESE A RELATIVNÍ STÁŘÍ ZLOMŮ

V mapovaném území se nacházejí zlomy různých systémů. Jejich stáří kolísá od karbonu po recent (tab. 2). Tektonické brekcie a konglomeráty, na které se zaměřuje tato práce, jsou neoidní. Musely evidentně vzniknout dříve, než postupující denudace Krušných hor snesla fylitový a kvarcitový plášť žul. Důkazem toho je fakt, zmiňovaný již v kapitole 5.1, že fragmenty regionálně a kontaktně metamorfovaných hornin se podílejí na výplni zlomů hluboko uvnitř žulového území. Tato situace mohla nastat jedině v souvislosti s výzdvihem a denudací pohoří.

Obrázek č. 4 a tab. 2 ilustrují pokus o vyjádření posloupnosti tektonických procesů s využitím pozorování možné vzájemné dislokace zlomů.



Obr. 15: Puklinový stereogram křemenného valu na obrázku č. 14 ($n = 38$, orientace na sever).

Přesnější datování zlomů zatím nebylo provedeno, s výjimkou zlomového pásma směru S-J, které přetíná kolmo západní část údolí Nancy (tab. 2, obrázek č. 6). Patří k „rotavské zóně“, která má sub-recentní stáří na základě paleomagnetického výzkumu železitého křemene v jižním sousedství zkoumaného území v Nové Vsi [4]. „Rotavská zóna“ má střížný mechanismus vzniku, člení se do krátkých kulís čočkovitého půdorysu a je místy zdůrazněná křemennými valy.

6 | DISKUSE TEKTONICKÉ STAVBY

Zlomové zóny, které dominantně předurčují průběh a větvení údolí Nancy (tab. 2), mají směr V-Z. Poněkud starší příčné linie mají směr S-J (tab. 2, obrázek č. 4). Zlomy obou směrů vznikly výrazně dilatační kinetikou, tahovým extenzním mechanismem (obrázek č. 17). Jsou vyplněny prokřemenělými tektonickými brekciemi a konglomeráty. Vykazují pohyb kolmo na zlomovou spáru. Zlomy tohoto typu jsou orientovány kolmo na maximální tah, neboli na nejmenší hlavní napětí p_3 [2]. Dilatační kinetiku dokládá fakt, že křemenný tmel v brekciích zaujímá objemově významný podíl a místy dokonce převládá nad úlomky hornin. Horninové klasty a mechanicky roz-

volněný křemenný tmel starších generací jsou často roztržštěné a následně zakulacené v důsledku kolapsu materiálu, jeho transportu i abraze. Úlomky hornin jsou vzájemně stočené, jak zřetelně ukazuje reliktní foliace prokřemenělých a proželeznělých klastů kontaktních rohvců (obrázek č. 10). Dobře zakulacené klasty mnohdy vykazují znaky zrnitostního vytřídění (obrázek č. 9). Vzácně byly pozorovány náznaky přednostní orientace klastů a dokonce stopy eroze staršího křemene mladší koloidní suspenzí s unášenou drobnou horninovou tříští.

Nejmladší zlomy mají opět směr S-J, ale proti starším zlomům mají střížnou kinetiku a subrecentní stáří [4]. Řetěz se kulísovitě podél plochy maximálního hlavního smykového napětí p_1 , která má směr SSZ-JJV, a svírají s ní úhel přibližně 30°.

Zlomové tříštění území Nancy není spojeno s hydrotermami, kyselkami ani mofetami. Nasvědčuje tomu i nepřítomnost karbonátů. Podél neoidních zlomů nedošlo ani k výstupu magmat, ačkoli se terciární čediče vyskytují na mnoha místech blízkého okolí (Přebuz, Chaloupky, Tisová, Schneckenstein). Z toho lze usuzovat, že zlomy jsou poměrně mělce založené. V příčném vertikálním průřezu mají pravděpodobně klínovitý profil (obrázek č. 17).



Obr. 16: Žulové věže Reitsteigfelsen, jednoho ze skalních měst nad roklemi vyhloubenými v tektonických zónách Nancy.

7 | ZÁVĚR

- 1. Podrobné geologické mapování údolní struktury Nancy v západní části Krušných hor na ploše 8 km² odhalilo dosud neznámé soustavy zlomů neoidního stáří (obrázek č. 4).
- 2. Centrální údolí Nancy je tektonicky predisponované. Osou údolí prochází významný tektonický šev, vyplněný tektonickými brekciemi a konglomeráty. Jedná se o široké radiální dilatační zlomové pásmo, pravděpodobně mělkého dosahu a klínovitého profilu. Tektonicky porušené horniny, náchylné k erozi, podminily vznik vanovitého údolí. Zlomové pásmo se skládá z kulisovitých článků, mezi kterými se údolí lokálně zužuje a kde Stříbrný potok zesiluje spád. Ve východní části území se zlomové pásmo větví ve tvaru písmene Y a zároveň zužuje. Údolí Nancy provází v pramenné části Stříbrného potoka šterková terasa asi 3 m nad současným korytem. Rozevírání údolní tektonické struktury Nancy bylo provázeno vznikem četných příčných krátkých vyrovnávacích zlomů.
- 3. Centrální zlomové pásmo se kříží s poněkud staršími příčnými neoidními zlomy, které jsou radiální, orientované S-J až SSZ-JJV, tedy kolmo na údolí Nancy. Mají také výrazně dilatační, taho-

- vou kinetiku. Kombinace tektonického tříštění hornin a snižování erozní báze podminila vznik ostře zaříznutých roklí, lemovaných skalními facetami a věžemi „skalních měst“.
- 4. Nejmladší zlomové pásmo směru S-J kolmo přetíná údolí Nancy v jeho západní části. Patří k „rotavské zóně“, která je podle paleomagnetického výzkumu v jižně přiléhajícím terénu sub-recentní [4], má střížný mechanismus vzniku, člení se do krátkých kulis čočkovitého půdorysu a je zdůrazněná křemennými valy.
 - 5. V místě křížení centrálního zlomového pásma s příčnými zlomy všech systémů vznikly široké úseky (sloupy) rozdrčených a mineralizovaných hornin.
 - 6. Všechna zlomová pásma jsou vyplněna tektonickými brekciemi a konglomeráty, stmelenými krystalickým nebo koloidálním křemenem a lokálně také oxidy železa a manganu.
 - 7. Údolní struktura Nancy s postranními údolími je významně formována zlomovou tektonikou. Zlomy podmiňují selektivní erozi hornin, modelování reliéfu, síť toků a dokonce se promítly do sídelní struktury bývalé osady Nancy.

Tab. 2: Pravděpodobná posloupnost tektonických procesů v Nancy.

Pořadí vzniku	Typ	Stáří	Geometrie	Vazba k údolí Nancy
1.	žilné greiseny	mladší karbon	směr JZ-SV, vertikální	erodované žíly, starší než údolí Nancy
2.	žíly křemene s galenitem a sfaleritem	mezozoikum	směr JV-SZ, strmé, radiální	výběžek okrsku Bleiberg, starší než údolí Nancy
3.	tektonické brekcie, tmel křemen + oxidy Fe	kenozoikum, před nebo při výzdvihu pohoří	směr S-J až SSZ-JJV, radiální, zvlněné, větvené, konce rozmrštěné	významné pro Nancy
4.	tektonické brekcie a konglomeráty, tmel (mikro)krystalický křemen + oxidy Fe- Mn	kenozoikum, před nebo při výzdvihu pohoří	směr V-Z, z článků JJZ-VVS en-échelon, radiální	významné pro údolí Nancy, dislokují starší zlomy?
5.	tektonické brekcie a konglomeráty, tmel mikrokrytalický křemen + oxidy Fe- Mn	kenozoikum, po výzdvihu pohoří, až recentní *	směr VJV-ZSZ, radiální, mírný sklon k J	dlouhé, přímočaré zóny
6.	žíly krystalického bílého a železitého křemene	subrecent	směr S-J až SSZ-JJV, krátké, zvlněné, strmé čočkovité žíly	mladší než údolí Nancy

* Představa o recentních pohybech vychází z pozorování, že spádnice potoků je skokově přerušena peřejemi o výšce 2 až 5 m („Bublavský vodopád“, Přední a Zadní Steinbach, Buchhammelbach, Zinnbach). Většina peřejí se řadí do pomyslné linie směru VJV-ZSZ. Peřeje koincidují se zmapovanými úseky zlomů stejného směru. V boku peřeje Předního Steinbachu vyvěrá pramen vody se zvýšenou koncentrací železitých iontů 27,8 mg/l a křemičitých iontů 7,21 mg/l.

8. Na vzniku údolí Nancy se podílí erozní činnost vodních toků, selektivně využívajících zlomů pro zahloubení údolí. Eroze toků, nyní omezená spíše na krátké epizody přívalových srážek, dramaticky sílila v interglaciálech a byla umocněna značným spádem.

9. Geologicky mladá tektonická struktura Nancy pravděpodobně vzniká od pleistocénu jako reakce na výzdvih a ohyb Krušných hor.

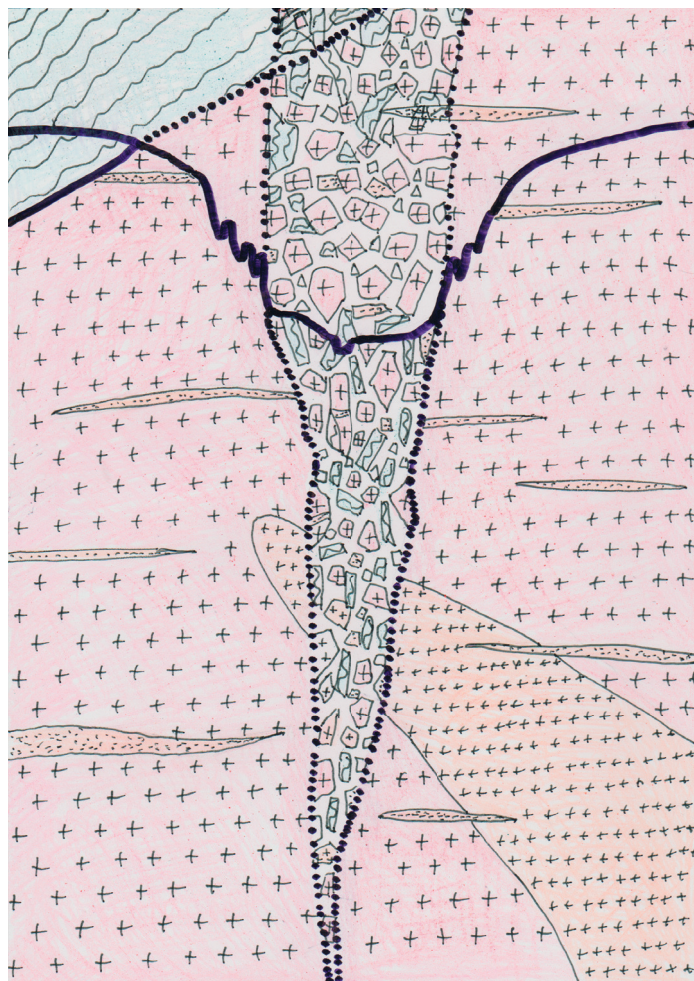
PODĚKOVÁNÍ

Autor děkuje Alexandru Fousovi, řediteli Lesů ČR - Lesní správy Kraslice, za poskytnuté mapové podklady, Michalu Řehořovi (VUHU Most) a Jaromíru Ševců (ÚNS Kutná Hora) za rentgenové difraktogramy, Tamaře Sidorinové (ČGS Praha) za mikrofotografie výbrusů, Jiřímu Tesařovi (Laborunion Františkova Lázně) za analýzy vod, Romanu Galekovi (SU Sokolov) za půjčení kappametru, Ondřeji Lexovi (Přírodovědecká fakulta UK v Praze) za poskytnutí programu k vykreslení puklinových stereogramů, Martinu Litavskému (GeoLit Nejdek), Mojmíru Hříchovi a Jiřímu Lipkovi (oba Klášterec nad Ohří) za

leštěné nábrusy hornin. Autor dále děkuje recenzentům za připomínky a návrhy k prohloubení této i navazující práce. Nancy jako exkurzní lokalita České geologické společnosti 2022 byla diskutována v širokém plénu. Předložená práce byla pořízena za podpory Muzea Sokolov, p. o. Karlovarského kraje a projektu ArchaeoTin (Interreg 100 686 672).

LITERATURA

- [1] LEONHARDT, D.: Geologische Karte des Freistaates Sachsen 1:25 000. Blatt 5541 Eibenstock. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2011.
- [2] JAROŠ, J., VACHTL, J.: Strukturní geologie obecná a systematická, díly I a II., Univerzita Karlova Praha, 1978.
- [3] LEONHARDT, D.: Geologische Übersichtskarte des Freistaates Sachsen 1:400 000. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 1994.
- [4] ROJÍK, P.: Tektonosedimentární vývoj sokolovské pánve a její interakce s územím Krušných hor. Disertační práce PŘF UK Praha, 2004.
- [5] SEBASTIAN, U.: Die Geologie des Erzgebirges. Springer, Berlin/Heidelberg, 2013.
- [6] ŠKVOR, V.: Vysvětlivky ke geologické mapě 1:50 000, list Bublava 50-C. – manuskript ÚÚG Praha, 1964.
- [7] ŠKVOR V., SATTRAN, V.: Krušné hory - západní část. Soubor geologických map 1:50000. ÚÚG Praha, 1974.
- [8] ZOUBEK V. et al.: Geologická mapa ČSSR 1:200 000, list M-33-XIII Karlovy Vary - Plauen. ÚÚG Praha, 1963.
- [9] Geologická mapa ČR. ČGS Praha. Dostupná on-line Geovědní mapy 1 : 50 000 (geology.cz).



Obr. 17: Idealizované schéma tektonické zóny v Nancy. Růžové a oranžové plochy = granity, zelené plochy = krystalické břidlice. Prostřední černá linie znázorňuje současný erozní reliéf s roklími a „skalními městy“.