

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

Ústav geologických věd



**PŘEHLED VÝZKUMŮ BENEŠOVSKÉHO TYPU
STŘEDOČESKÉHO PLUTONU**

REŠERŠE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

ONDŘEJ BÁRTA

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Rostislav Melichar, Dr.

Brno 2009

Abstrakt

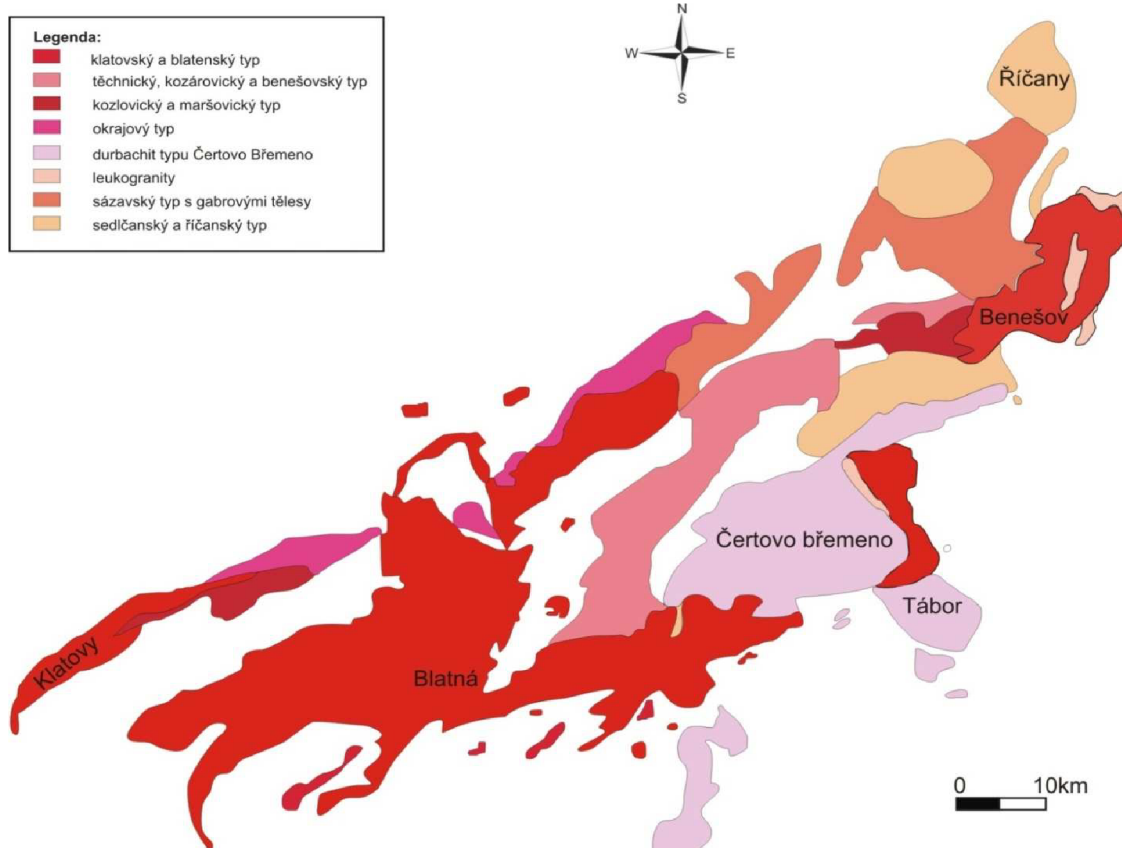
V této práci jsou shrnuty základní informace z výzkumů na území benešovského granodioritu od 30. let 20. století po rok 2004. Horniny na východ od Benešova popsal už Zelenka (1926), dále se jimi zabývali Koutek a Urban (1929), výrazu benešovský granodiorit poprvé použil Orlov (1933). Další zájem o problematiku těchto hornin nastal začátkem 70. let, kdy zde probíhalo podrobné mapování Žežulková (1971). Na konci 20. století se v publikacích objevily pochybnosti, zda-li je možné tuto oblast jednotně nazývat benešovským typem. Ve většině výzkumů bylo polemizováno o stáří těchto hornin, zejména pak vůči sázavskému granodioritu. Poslední zprávy o výzkumu hornin na benešovsku publikoval Holub (2004).

Obsah

1	Geografická charakteristika území benešovského granodioritu	3
2	Přehled výzkumných prací na území benešovského granodioritu.....	3
2.1	Období výzkumů benešovského granodioritu po I. světové válce.....	3
2.1.1	Charakteristika vzorku z lomu u „Pilatka Mlýn“ východně od Dlouhého Pole	7
2.2	Období výzkumů benešovského granodioritu po II. světové válce	8
2.3	Období výzkumů benešovského granodioritu od roku 1991	13
3	Závěr.....	14
4	Použitá literatura:	15

1 Geografická charakteristika území benešovského granodioritu

Území s výskytem hornin patřících k benešovskému typu středočeského plutonu (obr.1) se rozkládá na východ od Benešova, na jihu sahá k obci Postupice, východní hranice prochází městem Divišov a na severu je zhruba vymezeno údolím Sázavy u Chocerad.



Obrázek 1: Mapa středočeského plutonického komplexu (Holub et al. 1997).

2 Přehled výzkumných prací na území benešovského granodioritu

2.1 Období výzkumů benešovského granodioritu po I. světové válce

Větší zájem geologů o území na východ od Benešova nastal v době meziválečné, kdy probíhalo geologické mapování na řadě míst tehdy Československé republiky. Zelenka (1926) studoval geologické poměry východní části 2. sekce listu Sedlčany – Mladá Vožice. Uvedl

dobře pozorovatelný biotitický *granitit* u Postupic, Pozova a u Lhotky Veselky, kde se stýká s ortorulami a je zde hojně prostoupen žilkami a žilnými masivky kyselých žul, které přestupují i do kraje krystalických břidlic. Krátce charakterizoval tuto žulu: *Jako normální typ uvádím zde granitit z Hovorkovy hůry z. od Postupic, ačkoliv ani tato žula není „normální“, tj. mechanicky intaktní. Nekataklastických typů zde téměř není. Katakláza se stupňuje při extrémních případech až do břidličnatosti.* Dále se autor věnoval především mineralogickému popisu *granititu* z Hovorkovy hůry západně od Postupic, podle něhož usoudil vhodnost používání výrazu biotitický *granitit*. Poukázal na *převládající plagioklasy nad ortoklasem a na usměrnění způsobené silnou kataklázou.* Granit SV od Veselky popsal jako *makroskopicky silně usměrněnou horninu s lentikulární a okatou strukturou, úplně prostoupenou skluznými plochami, s velkým množstvím amfibolitu a silným kataklastickým postižením, místy až klastickou, brekciovitou strukturou.* Nazval je *amfibol-biotitickým granitem nebo granodioritem.* Horniny u Pozova obsahují velmi malé množství amfibolu a jsou málo tektonicky poškozené. V okolí Postupic studoval také kyselé žuly, které prostupují *granitit*. Hlavním typem je *slabě biotitická aplitická žula*, lehce usměrněná, s nepatrným množstvím biotitu.

V roce 1925 probíhalo mapování na celém území benešovského typu (obr. 2), jde o východní cíp listu Zbraslav – Benešov, jemuž se věnovali Koutek a Urban (1929). Samotní autoři poukázali na dosavadní velmi špatnou znalost geologických poměrů této části středočeského plutonu i na špatné kartografické zpracování. Rozlišili řadu samostatných žulových intruzí různé acidity a různého stáří.

1. *Kyselé usměrněné drcené žuly* - vytváří mohutný hřbet severojižního směru mezi Ostředkem a Býkovicemi, který pokračuje dále na jih a byl současně studován Zelenkou (1926). Tyto horniny Koutek a Urban (1929) popsali jako velmi usměrněné, drcené, místy připomínající rulu, chudé na tmavé minerály, avšak bohaté živci a křemenem. Skluzné plochy pokryté sericitem, místy se stébelnatou texturou, uvedli jako produkty intenzivního tlaku. Tuto horninu považovali za mladší než žulu biotitickou, což vysvětlili usměrněním stejně intenzivním i v sousedství intaktní biotitické žuly.
2. *Biotitické žuly* – lokálně silně usměrněné a porfyrické. *Tvoří k jihozápadu sklánějící se plateau.* Tuto žulu charakterizovali jako málo diferenciovanou, místy zpestřenou žilami SV až V směru a drobnými tělesy aplitů a turmalinických

granitů. Vzhledem k rozsahu této žuly *došlo k určité látkové i strukturní diferenciaci*. Rozlišovali:

a) Typ normální.

Středně zrnitá žula, jižně od Struhařova, jeví usměrnění JJV-SSZ. Což je stejné usměrnění jako u kyselých drcených granitů. Maxima dosahuje katakláza v okolí Bořeňovic, kde byla pozorována i protokláza. Strukturu určili jako hypidiomorfní.

b) Odrůdu kyselou s akcesorickým muskovitem (severně od Struhařova).

Tato odrůda se vyvinula v kyselém světlejším vývoji, chudém na biotit. Ortoklas je zde hojnější než plagioklasy.

c) Odrůdu bazickou s amfibolem.

Vyskytuje se východně od Struhařova. Jeví se stejně jako Zelenkou (1926) popsaná hornina od Veselky.

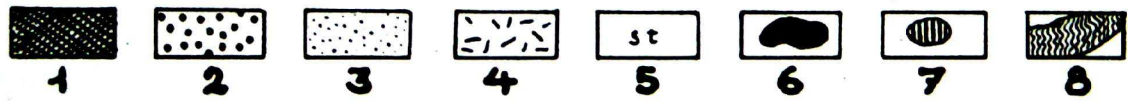
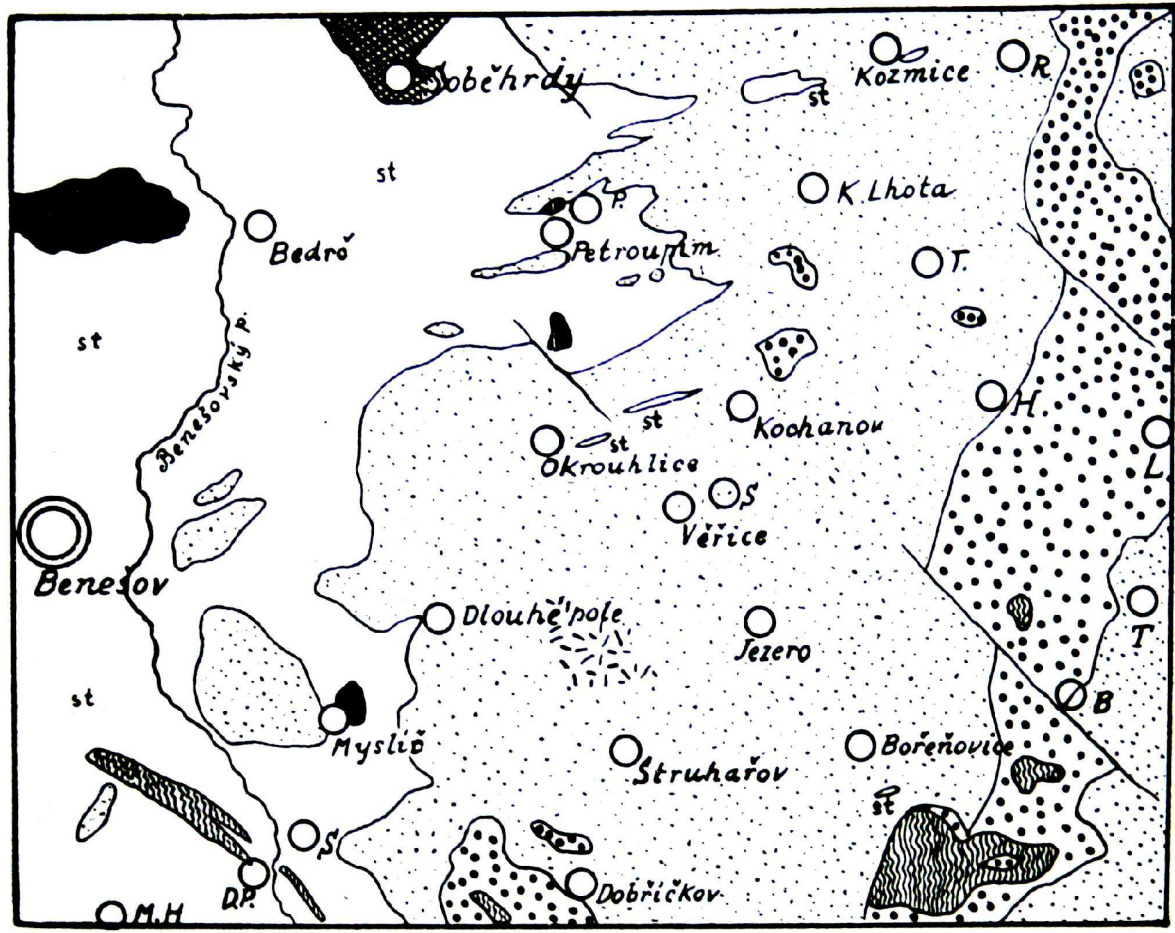
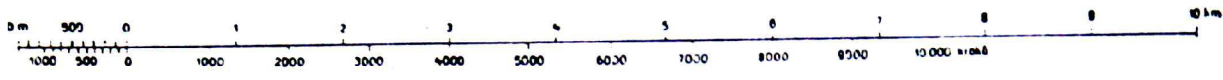
d) Odrůdu porfyrickou.

Vzhledem k pozvolným přechodům k normálnímu typu bylo usouzeno, že se taktéž nejedná o samostatnou intruzi. Tato hornina byla popsána na několika místech (Jezero, Kácova Lhota, Teplýšovice, Radíkovický mlýn u Benešova). Je bohatší na K_2O . Opět se zde vyskytuje silná katakláza.

e) Bazické pecky v biotitické žule.

Byly popsány např. od Bořeňovic. Jsou ostře oddělené od okolní horniny. Jsou popisovány v celém středočeském plutonu.

3. *Křemitý diorit amfibolicko biotitický (granodiorit) sázavský*. Charakterizovali téměř totožně jako horniny na Benešovsku.
4. *Žíly a drobná tělesa kyselých většinou turmalinických a muskovitických žul a aplitů*. Ve zprávě přiblížili výskyt a charakteristiku křemenných žil, pegmatitů, aplitů, turmalinických granitů, syenitových porfyrů, biotiticko-amfibolických syenitů od Petroupimi, gabrodioritů a prehnitizovaných amfibolovců od Dlouhého pole.



Obrázek 2: 1. Metamorfované sedimenty paleozoického Mezihořského Chlumu. – 2. Kyselé drčené granity. – 3. Oblast biotitického granitu. – 4. Kyselá diferenciacie biotitického granitu u Struhařova. – 5. Křemitý diorit amfibolicko-biotitický (až granodiorit, t. zv. sázavský). – 6. Gabrodiorit a gabro v oblasti křemitého dioritu sázavského. – 7. Biotit-amfibolický syenit u Petroupimi. – 8. Muskovitický a turmalinický granit. (Koutek & Urban 1929)

Kettner (1930) určil jako nejstarší horniny středočeského plutonu odrůdy biotitických žul, vykazující paralelní stavbu nebo znaky usměrnění. Usoudil, že tyto nejstarší magmatické výrony tuhly ještě pod vlivem vrásnivých pohybů horotvorného pochodu variského. Horniny výronů mladších tuhly téměř vesměs všesměrně zrnité, po příp. v podobě odrůd hrubě porfyrických.

Kettner (1931) pojmenoval horniny východně od Benešova jako biotitickou žulu u Benešova, Neveklova a Sedlce.

Přes snahy získávat nová data je petrografické ucelení středočeského plutonu stále v nedohlednu. Mnoho samostatných těles nebylo doposud nijak studováno, na což poukázal ve svém příspěvku Orlov (1933), který provedl petrochemické analýzy čtyř petrochemicky nezkoumaných typů. Benešovský biotitický granodiorit popsal jako *velmi variabilní ve své textuře, struktuře i minerálním složení*. Jako zajímavé považoval partie acidnějšího rázu. *Tyto jsou jednak normálními acidnějšími diferenciáty granodioritu samotného, jednak jsou to partie granodioritu zasaženého účinkem mladších acidnějších magmatických zbytků*. Výrazné usměrnění některých partií shledával za následek intenzivního zasažení mladšími acidními zbytky se spoluúčinkem tlaku. Usměrněnost a vrstevnatost nehodnotil jako výsledek pouze dynamického účinku. Účinek mladších magmatických zbytků pozoroval na odkryvu u silnice z Dlouhého Pole do Okrouhlice, v lomu Bořeňovice. Vývoj speciálního rázu petrografických poměrů byl značně ovlivněn intenzivním postižením tektonickými procesy (opak západního okraje masivu). Zpochybnil doposud publikované názory na stáří horniny a tvrdil, že strukturní znaky horniny neukazují na dobu, kdy jimi byla hornina postižena. Podle petrochemických analýz granodioritů v středočeském masivu považoval za pravděpodobnější, že benešovský typ je mladší než bazický sázavský diorit a sám byl na mnoha místech ovlivněn mladšími magmatickými frakcemi.

2.1.1 Charakteristika vzorku z lomu u „Pilatka Mlýn“ východně od Dlouhého Pole

Stejněměrně zrnitá hornina, místy se slabím projevem usměrnění z lomu u Dlouhého Pole byla Koutkem a Urbanem (1929) považována za nejtypičtější horninu pro tuto oblast. Ortoklas se zde vyskytuje hojně (tab. 1), silně protažen podle osy a , téměř vždy se srůstá podle karlovarského zákona, plagioklas je téměř stejně hojný jako ortoklas, křemen proti živcům značně ustupuje do pozadí. Amfibol se zde vyskytuje pouze sporadicky.

Minerál	Procentuální zastoupení v hornině
<i>Křemen</i>	18,7
<i>Ortoklas</i>	29,0
<i>Albit</i>	24,7
<i>Andezin</i>	8,3
<i>Biotit</i>	17,1
<i>Akcesorie (hlavně titanit a apatit)</i>	2

Tabulka 1: Pokus rozpočtu chemické analýzy na minerální složení (Orlov, 1933).

Orlov (1933) poukázal na genetický vztah benešovského granodioritu k milevsko-petrovickým granodioritům, který ale jeví i společné znaky s typem Mračským (mladší) a vyznačuje značnou analogii s granodioritem Zbonínským.

Podle Kettnera (1937) *středočeský žulový masiv nevznikl najednou, nýbrž z mnoha po sobě následujících výronů magmatických, různě diferencovaných. Výrony nejstarší byly zastíženy ještě působením horotvorných tlaků a proto při tuhnutí jejich vznikaly textury paralelní, ba místy i okatých rul.*

2.2 Období výzkumů benešovského granodioritu po II. světové válce

Kodym (1948) používal pro benešovský granodiorit Orlov (1933) ve své publikaci název starší žula biotitická, o které uvedl: *jest těleso starší než granodiorit sázavského typu, jímž je proražena. Jest z části diferencována do partií basičtějších /přechody do amfibolických granitů až granodioritů/, z části do kyselejších odrůd dvojslídnych a aplitických. Je místy porfyrovitá, jeví kataklázu i protoklázu a usměrnění.* Hejtman (1957, s. 79-80) určil přibližně stejnou bazicitu benešovského granodioritu jako u blatenského typu. V nejtypičtějším vývoji popisuje horninu jako středně zrnitou, místy zřetelně usměrněnou, plagioklasu určil nepatrně větší množství než ortoklasu. Usměrnění pokládal za důkaz většího stáří benešovského typu, než je typ sázavský. Orlov (1933, str. 138) uvedl, že intruze ve středočeském plutonu následovaly vždy od bazičtějších ke kyselejším, a proto se přiklání k vyššímu stáří sázavského typu.

Stejskal (1949): *Hlavní intruze masivu nastaly až po skončení horotvorného tlaku, takže tyto horniny utuhly již všesměrně zrnité. V té době vystoupila postupně celá řada odrůd hlubinných vyvřelin v podobě různých žul, granodioritů, gabrodioritů i syenitů. K nejstarším horninám zařadili autoři různé žuly biotitické, jakož i jihovýchodně od Neveklova a východně od Benešova.* V převzaté mapě (Kettner, 1930) nazval horniny u Benešova jako biotitickou žulu neveklovsko-benešovskou.

Další zájem o studium tělesa benešovského granodioritu nastal až na začátku sedmdesátých let. Probíhající mapování v severní části blanické brázdy vedla Valentina Žežulková (1962), jejíž zpráva přispěla k celkově lepší charakteristice zdejších petrografických poměrů. Severní polovinu sekce Postupice označila převážně magmatickými horninami středočeského plutonu (benešovský granodiorit, dvojslídne kyselé žuly)

a horninami hybridního komplexu (migmatity, okaté ruly, ortoruly). Studium poměru benešovských granodioritů k horninám popovického komplexu ukázalo, že tyto horniny mají intruzivní ostrý kontakt. Při kontaktu se v benešovském typu vyskytují hojně uzavřeniny hornin popovického komplexu. Ostrůvky perlových rul uprostřed této horniny identifikovala jako zbytky pláště. Granodiorit označila jako amfibolicko-biotitický, usměrněný a většinou drcený, který v bezprostřední blízkosti kontaktu s horninami popovického komplexu obsahuje velké porfyroblasty živce. V příkontaktní části (jižně od Postupic a u Milanovic) zaznamenala průniky dosti mocných i drobnějších těles dvojslídnych drcených žul jak v benešovském typu, tak v horninách popovického komplexu. Dále k severu je přechod od amfibol-biotitického granodioritu v biotitický granodiorit s menším množstvím uzavřenin. Jižní polovinu sekce Teplýšovice tvoří biotitický granodiorit (většinou usměrněný a často silně drcený), tělesa turmalinických dvojslídnych žul a biotitických žul, žilky aplitu a dioritových porfyrů. Severně od Struhařova byly na několika místech pozorovány menší (1 – 5 cm) průniky žul sz. směru, u kterých uvádí menší stáří než u okolní horniny. Nové výzkumy vyvrátily, že kyselé drcené žuly jsou starší než benešovský typ Koutek a Urban (1929). V oblasti podél hlavního zlomu blanické brázdy procházející přes Hřívu k Divišovu byly zjištěny hydrotermálně proměněné horniny severojižního směru, které jsou prostoupeny žilou hydrotermálního křemene, doprovázenou místy hustou sítí barytových žilek. Spektrální analýzy poukázaly na značné obsahy barevných kovů, hlavně Zn. U Bílkovic ukázaly spektrální analýzy z mylonitové zóny též zvýšený obsah Zn a Cu. Ve zprávě o geologických výzkumech Žežulková (1964) popsala styk benešovského granodioritu se sázavským granodioritem. Mezi Petroupcem a Sembratcem pozorovala až 1m mocné žíly biotitického granodioritu v amfibolicko-biotitickém granodioritu. Západně od tohoto styku zmínila časté uzavřeniny bazických hornin rozmanitého složení. V silně drcených kyselých žulách sj. směru popsala uzavřeniny biotitického a amfibolicko-biotitického granodioritu protažené severojižním směrem. Ostrůvky jemnozrnných rohovcových a cordieritických perlových rul, východně od Benešova, označila jako zbytky sedimentárního pláště. Poukázala i na méně časté, avšak rozmanité žilné horniny, bezslídne apatity, často turmalinické, biotitické dvojslídne žuly směru SV-JV, lamprofyrové žíly, granodioritové porfyry směru SV-JZ, křemenné žíly a pegmatitovou žílu SJ směru. Krátce popsala i tektonickou situaci na mapovaném území: *V mapovaném území se uplatňují tektonické zlomy ssv.-jjz. směru blanické brázdy, doprovázené milonitizací hornin, což značně usnadňuje jejich sledování, a zlomy příčné SZ-JV až VZ, jejichž existence se projevuje jen v posunech kontaktu hornin a sj. zlomu, a proto se jejich přesná lokalizace v monotónních částech terénu stává obtížnou.*

Kodým ml. (1963) popsal benešovský typ jako celou diferenciační řadu, přiklonil se k vyššímu stáří tohoto typu, než je zbytek hornin středočeského plutonu, avšak nevyvrací ani ostatní názory na jeho stáří. Tektonické postižení (obr. 3) dává za vinu geologické pozici, nikoliv stáří. Postižení stoupá směrem ke kyselým drceným žilám, místy pozoroval paralelní texturu, v některých případech i maltovitou strukturu.



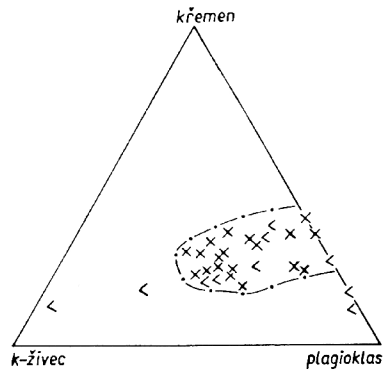
Obrázek 3: Rýhování na vzorku 0,5 km západně od lomu u Bílovic.

Mineralogické poměry studoval ve východní a severovýchodní části středočeského plutonu Láznicka (1964), popsal časté uzavřeniny rohovců a erlánů, pegmatitové a aplitové žíly, velmi hojné mineralizované pukliny a trhliny, jejichž nejčastější výplň je prehnit.

Svoboda (1964) považoval benešovský typ nejspíš za nejstarší, ale nevyločil ani stejné stáří jako některé další typy středočeského plutonu, tektonické postižení dal za vinu pozici v zóně blanické brázdy a nikoliv postižení před intruzí hlavní části plutonu.

Ke genezi benešovského granodioritu přispěla Žežulková (1971) ve své obsáhlejší práci charakterizující severovýchodní okraj středočeského plutonu. Zaměřila se na vztah k okolním horninám, petrografii hlavních typů hornin, jejich modální a chemické složení, analýzu stopových prvků v biotitu, těžkých minerálů a srůstové zákony plagioklasů. Horninovou náplň charakterizovala kromě biotitického až amfibolicko-biotitického

granodioritu (obr. 4) také různými hybridními horninami, jejichž složení odpovídá křemenným dioritům, granodioritům až granosyenitům nebo žulám. Jih benešovského typu je budován amfibolicko-biotitickými a amfibolickými horninami granodioritového syenodioritového složení s porfyroblasty draselného živce, horniny jsou zde velmi kataklastické s paralelní strukturou. Podél východní hranice benešovského typu převládají amfibolické horniny dioritového charakteru a biotitické migmatity oftalmitického typu. K hojným uzavřeninám patří muskoviticko-biotitické a biotitické rohovcovité ruly s cordieritem přecházející až do cordieritických migmatitů oftalmitového typu. Směr protažení uzavřenin a rozhraní jednotlivých hornin je souhlasné, SV-JZ. V severozápadní části se nachází velké množství těles gabrodioritů a amfibolovců. Nově zjistila i tělesa lamprosyenitových hornin. Hranici mezi benešovským typem a popovickým komplexem rozlišila pouze na základě mineralogického složení, struktury a textury na styku hornin. Hranice se sázavským dioritem je velmi nejasná, vyskytují se zde ostře omezená tělesa okrouhlého tvaru bazičtějších amfibolických granodioritů, místy prostoupená žilkami benešovského typu. Jako samostatná tělesa určila muskoviticko-biotitické adamelity až granodiority, v západní části mají tyto horniny směr SZ-JV, v centrální a východní oblasti pak SJ. Na žilných horninách nepozorovala žádné prvky usměrnění ani kataklázy. Na základě orientace tmavých minerálů a B-os vrás v uzavřeninách a směru uzavřenin v benešovském granodioritu určila, že struktury moldanubických hornin pokračují bez přerušení do benešovského granodioritu. Také průběh těles muskovit biotitických kataklastických adamelitů určila jako přibližně souhlasný s touto regionální strukturou. Ke stejnému závěru došel i Beneš (1968). Petrografická analýza, kterou Žežulková (1971) zařadila do své zprávy, je proti dosavadním pracím daleko podrobnější, s charakteristikou jednotlivých minerálů, doplněnou grafickým znázorněním a uvedením výsledků z planimetrických analýz hornin z 88 lokalit. Vznik benešovského granodioritu vysvětlila selektivní mobilizací moldanubických hornin in situ. Tuto teorii podložila fakty přispívajícími k objasnění geneze této horniny: velké množství nejrůznějších uzavřenin, přechodná zóna na kontaktu s moldanubikem, ostrý styk mezi horninami odlišného složení a pozvolné přechody v místech stejného složení. Z pozorování v terénu vydedukovala, že vývoj benešovského granodioritu probíhal současně s vývojem sázavského typu. Absolutní stáří bylo určeno K-Ar metodou (Šmejkal in Žežulková 1970) v biotitických granodioritech z lomu u Bílkovic jako variské – 234 mil. let.



Obrázek 4: Grafické znázornění poměru modálního podílu křemene, draselného živce a plagioklasu v granitoidech benešovského typu a v hybridních horninách přechodné zóny (Žežulková 1971).

V roce 1975 přispělo k lepšímu poznání vlastností hornin na Benešovsku budování štoly pro vodní přivaděč „Želivka“. Charakteristice odkryté horniny se věnovali Vejnar et al. (1975). Benešovský typ zde prezentovaly dvě variety hornin s výraznými přechody mezi sebou: drobnozrnná varieta s akcesorickým muskovitem a méně hojná středně zrnitá amfibol-biotitická varieta místy uzavírající bazické uzavřeniny. Druhou varietu popsali jako více usměrněnou, s kataklastickou až maltovitou strukturou. Výzkum vztahů granitoidů ze štoly vodního přivaděče potvrdil složité geologické vztahy mezi sázavským a benešovským typem. Styk zde byl popsán poruchovými zónami a žilami aplitů a aplitických žul, intenzita kataklázy byla často u obou typů popsána stejně, přestože intenzita usměrnění byla určena jako stoupající od SZ k JV, s čímž stoupá i množství rulových složek.

O benešovském granodioritu se zmínil i Mísař et al. (1983), většinu hornin středočeského plutonu přiřadil k hercynskému tektonomagmatickému cyklu, ale nevyklučuje ani starší horniny patřící k magmatickému cyklu kadomskému. Uvedl, že právě k těmto horninám by mohl patřit i benešovský typ. Tato domněnka ale není dokázána. Metamorfóza amfibolicko-biotitického tonalitu v. od Ondřejova a nálezy valounů stejné horniny v metakonglomerátech pravděpodobně svrchnoproterozoického stáří na stejné lokalitě naznačují větší stáří sv. části plutonu (Vrána & Cháb 1981).

2.3 Období výzkumů benešovského granodioritu od roku 1991

Holub (1991) se pokusil zhodnotit a poukázat na špatný stav petrochemického výzkumu středočeského plutonu. Benešovský typ nazval jako problematický, doposud provedené analýzy (Žežulková 1971, Vejnar 1973) lze přiřadit k několika petrochemickým typům středočeského plutonu. Zhodnotil, že *tektonické postižení nemůže být vhodným kritériem pro definici místních petrografických typů*. Přiklání se i k názoru, že benešovský typ nemusí být starší než typ sázavský. Poukázal na další potřebu studia hornin středočeského plutonu pro objasnění vztahů a původů jednotlivých typů.

	1	2	3	4	5
	LR52	LR 1012	LR 1016	LR 1001	LR 1035
	Petroupim	Okrouhlice	Městečko	Třeběšice	Lhota Veselka
SiO ₂	50,52	55,01	63,43	60,63	63,13
TiO ₂	1,17	0,91	0,95	0,93	0,66
Al ₂ O ₃	11,91	10,93	14,69	13,73	15,13
celk. Fe ₂ O ₃	7,01	6,09	5,07	4,09	3,54
Fe ₂ O ₃	–	1,32	1,10	0,76	0,50
FeO	–	4,30	3,57	3,00	2,74
MnO	0,103	0,103	0,070	0,067	0,057
MgO	10,89	10,71	3,73	3,21	2,46
CaO	8,03	7,53	2,20	3,70	2,47
Na ₂ O	1,64	1,64	2,34	2,43	3,04
K ₂ O	5,51	6,24	5,23	5,52	5,86
P ₂ O ₅	2,24	1,449	0,547	0,98	0,385
K ₂ O/Na ₂ O	3,4	3,8	2,2	2,3	1,9
mg	75,5	77,7	59,3	60,8	57,9
Cr	920*	–	200	307	82
Ni	120	130	48	36	29
Rb	463	291	241	322	271
Sr	599	1211	274	320	364
Zr	222	153	321	293	294
Cs	19	20	15,6	26,8	18,9
Ba	2321	5498	1470	1310	1280
La	44,7	64	66,6	34,4	53,4
Ce	121,4	141	128	83	103
Th	46,6	42,1	21,4	41,2	35,9
U	7	5,5	4,2	23,2	8,0

Tabulka 2: Vybraná chemická data mafických a ultramafických hornin z oblasti tzv. benešovského typu (Holub 2004).

Holub (2004) se věnoval draselným a ultradraselným horninám v rámci benešovského typu. Podle existujících petrochemických dat usoudil, že variabilita hornin na benešovsku je ještě větší a že jejich souhrnné označování jako *benešovský typ* je neúnosné, protože se dají přiřadit k několika petrochemickým skupinám granitoidů (Holub 1991, Holub et al. 1997). Na základě petrochemických analýz nelze přiřadit granitoidy tzv. *benešovského typu* k žádnému ze známých typů *středočeského plutonického komplexu*. Část tělesa benešovského granodioritu je *silně ovlivněna interakcí s plášťovými ultradraselnými magmaty*. Přítomnost *silně draselných a ultradraselných granitoidů a mafických hornin* (tab. 2) v oblasti tzv. *benešovského typu* velmi dobře zapadá do zóny těles *ultradraselných plutonických hornin* při východním okraji *středočeského plutonického komplexu* podél jeho kontaktů s *moldanubikem*, pokračují tělesa *durbachitických hornin* dále na jih od *šumavského moldanubika*.

3 Závěr

Vzhledem k vývoji názorů na stáří a původ hornin na území benešovského granodioritu (Orlov, 1933) lze konstatovat, že s vyvíjejícími se metodami výzkumu a s lepší znalostí vztahů hornin *středočeského plutonu* a přilehlé části *moldanubika* vědci více pochybují o správnosti nazývat petrograficky pestrou oblast jednotně pod názvem *benešovský granodiorit*. Otázkou stále zůstává i stáří těchto hornin, přestože bylo určeno radiometricky v lomu u Bílkovic na 234 mil. let (Šmejkal 1966), těžko lze vztahovat toto číslo na celé petrograficky velmi nejednotné a silně tektonicky postižené území.

4 Použitá literatura:

- Hejtman, B. (1957): Systematická petrografie vyvřelých hornin. — Československá akademie věd. Praha.
- Holub, F. V. (1991): Příspěvek k petrochemii středočeského plutonu. — Horniny ve vědách o Zemi, 117–141. Praha.
- Holub, F. V., Machart, J. & Manová, M. (1997): Středočeský plutonický komplex: geologie, chemické složení a genetická interpretace. — Sborník geologických věd, ložisková geologie-mineralogie, **31**, 27–50, Praha.
- Holub, F. V. (2004): Draselné a ultradraselné horniny v rámci tělesa tzv. benešovského typu granitoidů ve středočeském plutonickém komplexu. — Zprávy o geologických výzkumech v roce 2004, 99–100. Praha.
- Kettner, R. (1930): Geologie středočeského žulového masivu. — Příroda, **23**, 11, 431–437. Brno.
- Kettner, R. (1931): O postavení metamorfovaných ostrovů v oblasti středočeského žulového masivu. — Sborník Státního geologického Ústavu Československé Republiky, **9**, 301–368. Praha.
- Kettner, R. (1937): Tektonický vývoj Barrandienu. — Časopis Národního Musea, oddíl přírodovědný, **111**, 81–96. Praha.
- Kodym, O. (1948): Úvod, přehled českého masivu a zóna barrandiensko-železnohorská. — Přednáška z geologie českého masivu, I. díl, 176. Praha.
- Kodym, O. ml (1963): Kontaktní působení plutonu. — Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200000 M-33-XXI, 111–113. Tábor.
- Kodym, O. ml (1964): Geologická mapa ČSSR. — Academia. Praha.
- Koutek, J. & Urban, K. (1929a): O žulovém území na východ od Benešova ve středních Čechách. — Věstník Státního geologického Ústavu Československé Republiky, **5**, 2–3, 131–137. Praha.
- Koutek, J. & Urban, K. (1929b): O žulovém území na východ od Benešova ve středních Čechách. — Věstník Státního geologického Ústavu Československé Republiky, **5**, 4–5, 269–273. Praha.
- Lázníčka, P. (1964): Zpráva o regionálně mineralogickém výzkumu ve východní a severovýchodní části středočeského plutonu. — Zprávy o geologických výzkumech v roce 1963, 29–31. Praha.
- Mísař, Z., Dudek, A., Havlena, V. & Weiss, J. (1983): Geologie ČSSR I. *Český masív*. — Státní pedagogické nakladatelství. Praha.
- Orlov, A. (1933): Příspěvek k petrografii středočeského žulového masivu (Říčansko–Benešovsko–Milevsko–Písecko). — Věstník Státního geologického Ústavu Československé Republiky, **9**, 135–144. Praha.
- Stejskal, J. (1949): Velký ilustrovaný přírodopis všech tří říší. VII Geologie. Díl II. a III. Geologie dynamická. Geologie stratigrafická. — Komenium. Praha.
- Svoboda, J. *et al.* (1964): Regionální geologie ČSSR, I. Český masív. 1. Krystalinikum. — Ústřední ústav geologický. Praha.

- Vejnar, Z., Žežulková, V. & Tomas, J. (1975): Granitoidy ze středočeského plutonu ze štoly vodního přivaděče „Želivka“. — Sborník geologických věd, geologie, **27**, 41-50. Praha.
- Vrána, S. & Cháb, J. (1979): Metatonalite-metaconglomerate relation the problem of the Upper Proterozoic sequence and its basement in the NE part of the Central Bohemian Pluton. — Sborník geologických věd, geologie, **35**, 145–187. Praha.
- Zelenka, L. (1927): Mapovací zpráva za rok 1926, list Sedlčany–Mladá Vožice. — Věstník Státního geologického Ústavu Československé Republiky, **3**, 2, 215–225. Praha.
- Žežulková, V. (1963): Zpráva o geologickém mapování v severní části blanické brázdy. — Zprávy o geologických výzkumech v roce 1962, 52-53. Praha.
- Žežulková, V. (1964): Zpráva o geologickém mapování mezi Benešovem a Divišovem. — Zprávy o geologických výzkumech v roce 1963, 27-28. Praha.
- Žežulková, V. (1971): Ke genezi benešovského granodioritu. — Sborník geologických věd, geologie, **21**, 37-75. Praha.
- Žežulková, V. (1982): Granitoidy tzv. typu Dehetník ve středočeském plutonu. — Věstník Ústředního ústavu geologického, **57**, 4, 205-212. Praha.