

Uhelná ložiska Faerských ostrovů

Coal deposits in the Faroe Islands

SIMONA KUBOUŠKOVÁ¹ – LUKÁŠ KRMÍČEK^{2,3} –
RICHARD POKORNÝ⁴

¹ Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno; skubouskova@seznam.cz

² Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6

³ Ústav geotechniky, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně, Veveří 95, 602 00 Brno; l.krmicek@gmail.com

⁴ Fakulta životního prostředí, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Králova výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem; richard.pokorny@ujep.cz

Key words: Faroe Islands, Mykines Island, coal, old mining, XRF analysis

Summary: The coal mining in the Faroe Islands continued throughout the whole of 20th century. Adits were driven to extract coal at localities where coal beds of the Prestfjall Formation are exposed on the surface. In addition to the extracted Prestfjall Fm. there also exist coal-bearing strata confined to the older Beinivørð Fm. Currently, there is only one mine (New Prestfjall

Mine) in operation where the coal is of high quality, similar to anthracite, due to the contact metamorphism of coal beds with basalt lava flows. Xylitic type of coal was often found in other deposits. The majority of abandoned coal mines lie in the north part of the Suðuroy Island. Old adits and other mine workings are mostly buried under basalt block slides or other slope deformations, and also overgrown by vegetation. Some of them are still accessible, but are relatively unstable. The size of coal waste dumps and wrecks of mining equipment indicate the scope of mining operations in the past. Some abandoned mines, including that one in operation, have problems with the draining groundwater. On the other hand, there can be observed some coal seams and lenses in sedimentary sequences near the coastline, but were not systematically extracted due to their small thickness, poor quality and difficult access. Coal samples were collected in the majority of observed coal deposits and analyzed using X-ray fluorescence method. Geochemical character of analyzed samples allows to distinguish coal of the Beinivørð Fm. from that confined to the Prestfjall Fm. Coal from the locality of Rókhagi was formed within the local limnic basins, however we can not exclude a fluvial-related origin for the other coal profiles.

Geologie Faerských ostrovů

Faerské ostrovy jsou součástí rozsáhlé severoatlantické vulkanické provincie a tvoří je mocné výlevy a žilné intruze tholeiitických platů bazaltů paleogenního stáří (54 až 58 Ma), které spočívají pravděpodobně na kontinentální kůře tvořené metamorfovanými horninami prekambriického stáří (Storey et al. 2007). Passey a Jolley (2009) v regionu Faerských ostrovů definovali sedm základních litostratigrafických souvrství o celkové mocnosti 6,6 km. Od nejstaršího po nejmladší to jsou lopra (zachycené pouze ve vrstu), beinivørð, prestfjall, hvannhagi, malinstindur, sneiss a enni. Mezi jednotlivými lávovými výlevy se často nacházejí polohy vulkanoklastických hornin, označovaných zpravidla jako pískovce a splepce, v menší míře potom rovněž kalovce a organolity (např. Ellis et al. 2002). Výskyty prouhelněných horizontů jsou z velké části vázány na souvrství prestfjall, které představuje tenkou, 3–15 m mocnou sedimentární facii, tvořenou jílovci, uhelnými slojemi, břidlicemi a méně těž pískovci a konglomeráty (Passey – Jolley 2009). Ojediněle byly nálezy uhelných proplátek zaznamenány také ve svrchní části souvrství beinivørð (Rasmussen – Noe-Nygaard 1970).

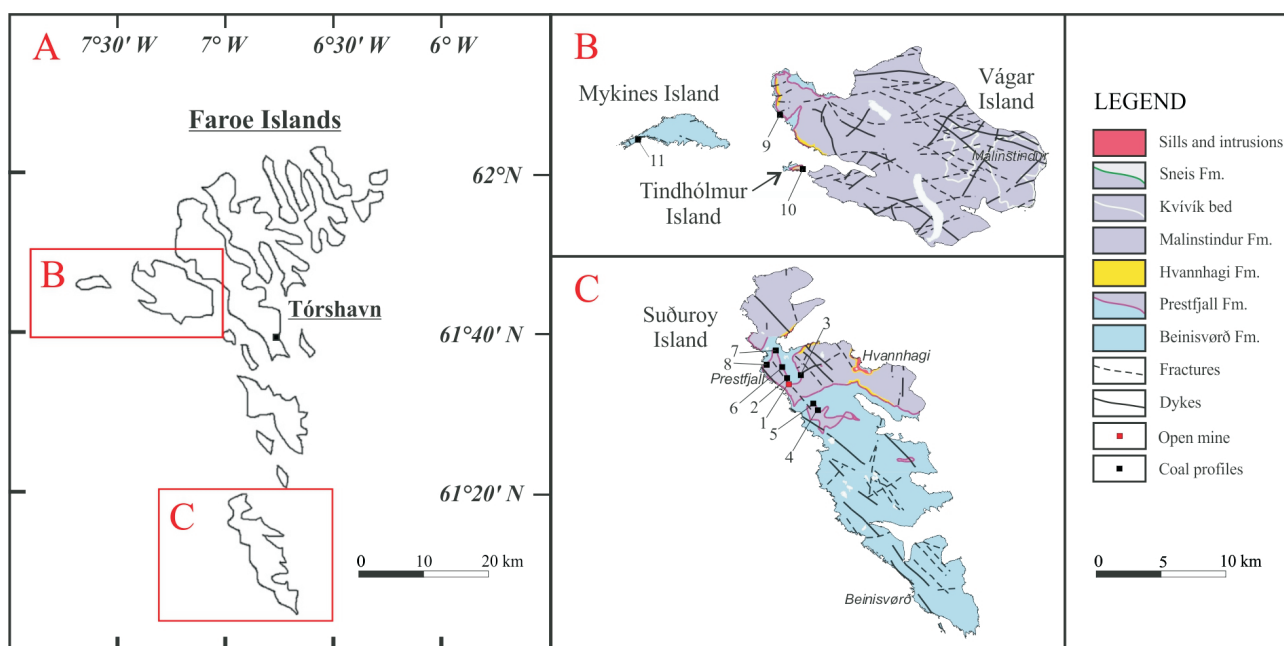
Lokalizace a popis uhelných ložisek

Rasmussen a Noe-Nygaard (1970) uvádějí výčet a stručné charakteristiky jednotlivých uhelných poloh na souostroví.

Nejvíce uhelných ložisek je koncentrováno v severozápadní části ostrova Suðuroy, kde se těží uhlí v jediném aktivním uhelném dole na Faerských ostrovech (obr. 1). Pro tuto oblast je rovněž významných pět sérií starých důlních děl, rozmístěných pravidelně ve směru S-J. Několik dalších lokalit s nálezy uhlí či s patrnými stopami po těžbě lze pozorovat na severu ostrova, j. od města Hvalba. Sedimentární vrstvy obsahující drobné uhelné sloje lze identifikovat také na v. a sv. území ostrova Suðuroy, dále na sz. pobřeží ostrova Vágar a na ostrovech Mykines a Tindhólmur (obr. 1). Dále uvádíme základní popis aktuálního stavu jednotlivých lokalit tak, jak jsme jej zdokumentovali v průběhu terénního výzkumu v létě 2014.

1. New Prestfjall mine (61°34'9,7" N, 6°56'4,6" W)

Jediný v současné době činný uhelný důl (od roku 2008) se nachází 3,5 km jjv. od města Hvalba, v z. části údolí řeky Dalsá na ostrově Suðuroy. Důl je přístupný po nezpevněné cestě zvané Kolaminur, odbočující z hlavní silnice č. 34. V jílovci vymezeném v nadloží a podloží bazaltovými výlevy byla vyražena štola o třech větvích a celkové délce 120 m. Nejmocnější uhelné sloje jsou na čelbách. Hlavní slednou štolu zakončuje nezpevněný zával, těžba proto byla odkloněna boční chodbou, která dosáhla uhelné sloje mocné až 0,5 m (obr. 2). Těžené uhlí má díky metamorfóze na kontaktu výlevu místy až charakter antracitu. Na opačné straně hlavní chodby byla vyražena další větev štoly, v níž



Obr. 1. Schematická mapa Faerských ostrovů (A) s výřezy ostrovů Mykines, Tindhólmur, Vágur (B) a Suðuroy (C) s uvedením mapovaných lokalit, jejichž značení v mapě odpovídá číslování v textu. Mapový podklad upraven podle Rasmussena a Noe-Nygaard (1970) / Fig. 1. Schematic map of the Faroe Islands (A) with insets of Mykines, Tindhólmur, Vágur (B) and Suðuroy (C) islands with surveyed localities marked by numbers corresponding to those given in the text. Geological map modified from Rasmussen and Noe-Nygaard (1970).

uhelná vrstva vyklíňuje, což svědčí o komplikovaných tektonických poměrech. Přibližně v polovině této chodby byl proveden 37 m hluboký průzkumný vrt o průměru 5 cm, který však nevykázal žádné další uhelné polohy. V okolním jílovcí jsou hojné fosilní nálezy prouhelněného dřeva či borky. Štola je zpevněna výdřevou původně používanou v sousedním, již uzavřeném uhelném dole.

2. Kolaminur (61°34' 15,7" N, 6°56' 12,6" W)

Série šesti opuštěných štol, s rozestupy přibližně 100 m, se táhne od činného uhelného dolu New Prestfjall mine až ke křižovatce s hlavní silnicí. První, nejzachovalejší štola sloužila pravděpodobně jako průzkumné dílo, neboť je ražena výhradně ve vulkanitech. Jako jediná štola z této série je částečně přístupná úzkým otvorem ve vchodovém závalu. Ostatní štoly vykazují výrazné propady terénu a široké rozvaly.

3. Okolí dolu Rókhagi (61°34' 39,2" N, 6°55' 9,4" W)

Řada šesti štol se nachází na východní straně údolí řeky Dalsá a začíná přibližně 700 m po nezpevněné cestě vedoucí směrem na východ od severního výjezdu z tunelu. V těchto bývalých dolech probíhala v minulosti rozsáhlá těžba uhlí, což lze vyvodit z poměrně velkých rozměrů hald s četnými nálezy uhlí. Nejvýznamnější těženou lokalitou této oblasti byl důl Rókhagi, ve kterém se nárazově těžilo až do roku 2013. Po uzavření došlo k částečnému závalu asi 15 m od vchodu do štoly. Další štoly v této sérii

mají až na jednu výjimku zachovalé vstupní portály, chodby jsou však postiženy závaly.

4. Okolí dolu Rangibotnur (61°33' 9,4" N, 6°53' 43,1" W)

Skupina tří opuštěných těžeben, z nichž nejvýznamnějším byl důl Rangibotnur, se nachází přibližně 4 km zjz. od města Trongisvágur (Suðuroy) a je dostupná po nezpevněné cestě odbočující z hlavní silnice zhruba 500 m před jižním vjezdem do tunelu. Štola dolu Rangibotnur má zachovalý vchod a přímá chodba bez větvení je ukončena po 35 m závalem způsobeným špatnou stabilitou výdřevy. Štola neobsahuje uhelnou sloj, pouze náhodná čockovitá tělesa xylického uhlí na bočních stěnách. Další dvě štoly byly zavaleny masivními bazaltovými bloky. Pro tuto oblast jsou typické rozsáhlejší haldy s bohatými nálezy uhlí a valounů vulkanitů s hojnou chalcedonovou mineralizací.

5. Okolí dolu Gudmund's mine (61°33' 19,6" N, 6°53' 56,3" W)

Čtyři staré štoly, z nichž jedna sloužila jako významný uhelný důl zvaný Gudmund's mine (obr. 3), jsou lokalizovány přibližně 300 m sz. od dolu Rangibotnur. Štoly se jeví jako široké terénní rozvaly a jsou od sebe vzdáleny 50 m, pouze Gudmund's mine je izolovaný zhruba 250 m zjz. od ostatních štol. Portály nejsou patrné, neboť je zavalily bazaltové bloky. V odvodné strouze byla zachycena poloha uhelné sloje. Některé vzorky uhlí z této lokality vykazují výrazný smolný lesk.



Obr. 2. Čelba aktivního dolu New Prestfjall mine s viditelnou mocností a leskem uhlí / Fig. 2. Production heading in New Prestfjall coal mine with exposed coal seam and noticeable luster of coal.

6. Kolavegurin (61°34'48,8" N, 6°56'29,6" W)

Série 35 opuštěných štol lemuje levou stranu silnice č. 34 směrem od odbočky k New Prestfjall mine až téměř 800 m j. od obce Hvalba. Pouze tři z těchto štol mají zachovalý vchod, ostatní mají charakter terénních zářezů zavalených bazaltovými bloky. V nadloží uhelných jílovců byly zachyceny sedimenty laterální morény. Haldy se nacházejí na opačné straně silnice, rozšiřují se směrem do údolí a některé jejich svrchní partie byly upraveny na odpočívadla pro vozidla.

7. Hvalba (61°35'43" N, 6°57'20,4" W)

Při jižním okraji obce Hvalba se nachází opuštěné důlní dílo zvané Økslin. Uhlí vrstva zde byla zachycena při vybudování průzkumné štoly na severní hranici souvrství prestfjall. V nadloží uhelného jílovce byla v době těžby identifikována vrstva hrubozrnného konglomerátu (Rasmussen – Noe-Nygaard 1970). Kolem ústí štoly je patrné suťové pole. V těsné blízkosti byl pozorován další terénní zářez v tillu. Vzhledem k přítomnosti malé haldy pod odkryvem lze očekávat, že štola zde byla ražena v uhelném jílovcu na bázi profilu.

8. Severozápadní pobřeží ostrova Suðuroy (61°35'16,1" N, 6°58'7,1" W)

Oblast je poměrně obtížně dostupná po silnici zvané Eiðisvegur, vedoucí j. od města Hvalba podél jezera Heygsvatn, dále je nutné jít pěšky asi 1 km jz. nebezpečným terénem směrem k pobřeží. Leží zde dva opuštěné uhelné doly, Suður í Haga a Trøllkonugjógv, v nichž se těžilo přibližně v polovině 20. století (Rasmussen – Noe-Nygaard 1970). První z nich má charakter polokruhovitého terénního zářezu, vchod byl zavalen bloky bazaltu. Uhlí jílavec nebyl na povrchu patrný, zachycena byla pouze 1,5 m mocná vrstva tillu. Ze zborcené štoly vytéká důlní voda, která se v podo-



Obr. 3. Bývalý uhelný důl Gudmund's mine s patrným odtokem podzemní vody / Fig. 3. Abandoned coal mine Gudmund's mine with apparent groundwater outflow.

bě vodopádu vlévá do oceánu. Zhruba 40 m sv. od štoly, na bázi bazaltového výchozu při okraji útesu, byla zachycena 30–50 m mocná vrstva jílovce, obsahující tenké čočky alterovaného uhlí. Druhý důl ležel přibližně 350 m sv. na úbočí masivního bazaltového výlevu při horní hranici souvrství prestfjall. Štola byla ražena v rezivě hnědém jílovcu. Na objemné haldě kónického tvaru byly nalezeny úlomky xylitického uhlí.

9. Vágar (62°06'47,6" N 7°26'50" W)

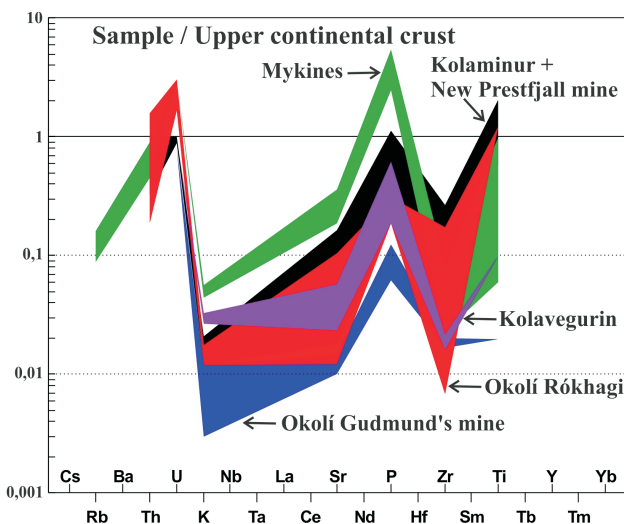
Přibližně 500 m sz. od osady Gásadalur při z. pobřeží ostrova Vágar se nachází vrstva tufitického jílovce spadající do souvrství prestfjall, která obsahuje malé množství uhlí. Tato vrstva leží cca 10 m od horního okraje bazaltového výlevu tvořícího útes (Rasmussen – Noe-Nygaard 1970).

10. Tindhólmur (62°04'37,1" N 7°25'20,6" W)

Podle Rasmussena a Noe-Nygaard (1970) souvrství prestfjall proráží bazaltové výlevy na ostrově Tindhólmur v z. části souostroví. Při jv. pobřeží byla kromě tufového aglomerátu zachycena také uhelná sekvence. Z důvodu chybějícího dopravního spojení s ostrovem Tindhólmur nebyla revize lokality provedena.



Obr. 4. Tenká uhelná poloha v alterovaném jílovcí nalezená na jz. pobřeží ostrova Mykines / Fig. 4. Thin coal seam in altered claystone found on SW coast of the Mykines Island.



Obr. 5. Normalizace stopových prvků studovaných uhelných vzorků jejich průměrnými obsahy ve svrchní kontinentální kůře. Normalizační hodnoty převzaty z práce Taylor a McLennan (1995) / Fig. 5. Abundance of trace elements in studied coal samples normalised by values of continental crust (Taylor – McLennan 1995).

11. Mykines (62°06'01,4" N 7°39'42,1" W)

Ojedinelé nálezy uhlí vázané na souvrství beinisdvørð jsou možné na nejzápadnějším ostrově Mykines. Rasmussen a Noe-Nygaard (1970) uvádějí celkem čtyři lokality výskytu tenkých uhelných vrstev na útesech při sv. pobřeží, dále na j. pobřeží v oblasti zvané Slumban a jz. od obce Mykines v oblasti nazývané Fjørudalsnev. Nejvýznamnější lokalita z hlediska výskytu uhlí se nachází několik metrů z. od mostu přes úžinu rozdělující ostrov Mykines. Jde o výchoz brekcie s 2,5 m mocnou vrstvou alterovaného písčitého jílovcí v nadloží, který obsahuje maximálně 3 cm mocné uhelné proplásky (obr. 4), neidentifikovatelné fytofossilie a bazaltové klasty. V centrální části ostrova se podle Rasmussena a Noe-Nygaarda (1970) v oblasti zvané Ketilsheggjur nacházelo lokální uhelné naleziště, které

využívali zdejší obyvatelé pro vlastní potřeby. Dnes je lokalita již zavalená, pozorovat lze pouze 5 m široký terénní zářez pod bazaltovou formací, bez potvrzení přítomnosti paleogenních sedimentárních hornin.

Analýza anorganické složky uhlí

Prvkové složení uhlí bylo stanoveno pomocí přenosného rentgen-fluorescenčního spektrometru (XRF) typu DELTA, který umožňuje analyzovat řadu hlavních i stopových prvků, jako jsou Si, Ti, Al, Fe, Mn, Ca, K, P, Sr, Rb, Th, U, Zr, Cr, Ni, Mo, As, V, Se, Cu, Zn, Cd, Hg, Ag, W, Cl a S. Obsahy Si a Al u všech studovaných vzorků vykazují pozitivní korelaci, z čehož lze usuzovat, že popelovinu tvoří převážně jílové minerály. U dobře prouhelněných vzorků jsou přepočtené obsahy zpravidla pod 4 hmot. % SiO_2 a 2 hmot. % Al_2O_3 . Obsahy $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{tot}}$ kolísají v širokém rozpětí 0,3–5,1 hmot. %. Obsahy MnO jsou na všech lokalitách pod 0,5 hmot. % s výjimkou vzorku odebraného v lokalitě Rókhagi, kde hodnoty dosahují 2,9 hmot. %. Obsahy S se pohybují v rozmezí jednoho řádu od 0,1 hmot. % (vzorek ze sv. pobřeží ostrova Suðuroy) až po 1 hmot. % (vzorek z okolí dolu Gudmund's mine). Trendy normalizovaných křivek stopových prvků (Taylor – McLennan 1995) jsou u všech lokalit podobné, avšak vzorky uhlí odebrané ze souvrství beinisdvørð na ostrově Mykines vykazují systematicky vyšší absolutní hodnoty obsahu stopových prvků oproti vzorkům uhlí ze souvrství prestfjall na ostrově Suðuroy (obr. 5).

Diskuse

Uhelná ložiska Faerských ostrovů jsou vázána na dvě souvrství – beinisdvørð a prestfjall. Na obdobnou genezi uhelných ložisek ukazují srovnatelné trendy průběhu normalizovaných křivek stopových prvků. Pozitivní korelace mezi obsahy Si a Al u jednotlivých vzorků uhlí spojujeme s vlivem příměsi jílových minerálů, zatímco variabilní obsahy obsahy $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{tot}}$ mohou odrážet lokální limonitizaci. Kontinentální charakter obou souvrství svědčí o tvorbě lokálních paleogenních limnických pánví, ve kterých docházelo k hromadění rostlinného materiálu, z něhož vznikalo uhlí. Lokalita Rókhagi byla podle Passey (2014) formována v centrální části předpokládaného jezera. Dokládají to nálezy manganem chudých sideritových konkrecí a jemnozrnného okolního sedimentu. Paradoxně pouze uhlí z Rókhagi je anomální zvýšenou koncentrací Mn. U ostatních lokalit nelze vyloučit vznik ve fluvialním prostředí (nivy, delty), což odvozujeme na základě pestrého střídání zrnitosti okolního sedimentu.

Závěr

Na Faerských ostrovech se v současnosti nachází pouze jeden činný uhelný důl. V minulosti však těžba probíhala poměrně hojně, o čemž svědčí množství opuštěných štol

nacházejících se zejména v s. části ostrova Suðuroy. Stará důlní díla jsou ve většině případů zavalená či zarostlá. Uhlí ze staršího souvrství beinivørð lze geochemicky odlišit od uhlí ze souvrství prestfjall. Uhlí zde pravděpodobně vznikalo v prostředí řek, říčních niv a jezer. Fyzikálně-chemické rozbory organické složky a geneze uhlí budou předmětem dalších výzkumů.

Poděkování. Terénní výzkum S. Kubouškové a R. Pokorného byl hrazen z projektu OPVK EnviMod (CZ.1.07/2.2.00/28.0205) a projektu IGA UJEP 1/2014. Pobyt L. Krmíčka na geologickém oddělení Univerzity Faerských ostrovů (Fróðskaparsetur Føroya) byl podpořen Geologickým ústavem AV ČR, v. v. i., v rámci výzkumného záměru RVO:67985831 a rovněž projektem Excellent Teams Vysokého učení technického v Brně (CZ.1.07/2.3.00/30.0005). Autoři děkují dr. Uni E. Ártिंगovi (Fróðskaparsetur Føroya) za poskytnutí mapových podkladů, stejně jako i dr. Petru Rojíkovi a ing. Karlu Machovi za cenné připomínky.

Literatura

- ELLIS, D. – BELL, B. R. – JOLLEY, D. W. – O'CALLAGHAN, M. (2002): The stratigraphy, environment of eruption and age of the Faroes Lava Group, NE Atlantic Ocean. In: JOLLEY, D. W. – BELL, B. R., ed.: The North Atlantic Igneous Province: Stratigraphy, Tectonic, Volcanic and Magmatic Processes. – Geol. Soc. London Spec. Publ. 197, 253–269.
- PASSEY, S. R. (2014): The habit and origin of siderite spherules in the Eocene coal-bearing Prestfjall Formation, Faroe Islands. – Int. J. Coal Geol. 122, 76–90.
- PASSEY, S. R. – JOLLEY, D. G. (2009): A revised lithostratigraphic nomenclature for the Palaeogene Faroe Islands Basalt Group, NE Atlantic Ocean. – Earth Env. Sci. Transact. Royal Soc. Edinburgh 99, 127–158.
- RASMUSSEN, J. – NOE-NYGAARD, A. (1970): Geology of the Faeroe Islands (pre-Quaternary). – 62 str. C. A. Reitzels Forlag. København.
- STOREY, M. – DUNCAN, R. A. – TEGNER, C. (2007): Timing and duration of volcanism in the North Atlantic Igneous Province: implications for geodynamics and links to the Iceland hotspot. – Chem. Geology 241, 264–281.
- TAYLOR, S. R. – MCLENNAN, S. M. (1995): The geochemical evolution of the continental crust. – Rev. Geophys. 33, 241–265.