

**KILKA UWAG O BUDOWIE GEOLOGICZNEJ I ZŁOŻACH RUD ŻELAZA KURSKIEJ
ANOMALII MAGNETYCZNEJ I KRZYWEGO ROGU
ORAZ WNIOSKI DO POSZUKIWAŃ W NE POLSCE**

W OBREBIE ANTEKLIZY KURSKO-WO-
RONESKIEJ zaznaczają się dwa pasy anomalii
magnetycznych o ogólnym kierunku z NW ku
SE. Z anomaliami tymi związane są złoża rud
żelaza.

Metodyczne i planowe prace poszukiwawcze
w kurskiej anomalii magnetycznej zaczęto do-
piero w 1931 r. Trwają one do dziś. W wyniku
tych prac rozpoznano stratygrafię, tektonikę
i oszacowano zasoby rudy żelaza.

Profil stratygraficzny prekambryjskiego pod-
łoża w obrębie kurskiej anomalii magnetycznej
przedstawia się następująco (z dołu do góry):

Archaik

Paragnejsy, granity skataklastyczne i zmylo-
nityzowane, migmatyty, serpentynity i inne
skały ultrazasadowe.

Proterozoik

K₁ — dolna seria: amfibolity, kwarcyty, bla-
stosamitowe gnejsy, łupki kwarcowo-
chlorytowe i kwarcowo-serycytowe. Na
amfibolitach leżą piaskowce arkozowe
o grubości od 40 do 100 m, a wyżej łupki
fyllitowe o miąższości od 100 do 500 m,
wreszcie rogowce bezrudne, których gru-
bość waha się od 1 cm do kilkudziesięciu
metrów.

K₂ — środkowa seria: kwarcyty żelaziste
o miąższości przeciętnie 200—300 m, cza-
sem dochodzącej nawet do 500 m. Seria

kwarcytów żelazistych dzieli się na dzie-
więć stratygraficznych ogniw zależnie od
składu petrograficznego. Są to naprzem-
ianległe:

- a) kwarcyty żelaziste, dzespilitowe, cien-
ko warstwowane,
- b) kwarcyty martytowo-hydrohematytowe
grubowarstwowane. Występują
w nich również wkładki łupków fyllito-
wych, szczególnie w horyzoncie 8
i 9. Horyzont 9 odznacza się silnymi
zmianami facjalnymi. Występują
w nim nawet przewarstwienia zle-
pieńcowate.

K₃ — górna seria: na serii kwarcytów żelazi-
stych leżą łupki fyllitowe o grubości od
500 do ponad 1000 m. Górne łupki fyllito-
we są najslabiej zmetamorfizowane i od-
znaczają się strukturą mikrokryształiczną.
Wśród tych łupków wyróżnia się trzy
horyzonty stratygraficzne:

- a) dolne łupki fyllitowe z porfirokształt-
nym martytem, łupki węgliste z „oi-
dami” martytu i z pirytem;
- b) środkowe łupki fyllitowe rytmicznie
warstwowane, „liściaste” czasem wę-
gliste;
- c) górne łupki fyllitowe grubowarstwo-
wane mierzwiaste, węgliste z wkład-
kami wapieni i pirytem.

Najmłodszymi skałami są diabazowe porfiry-
ty, które w formie dajek przecinają całe złożo.
Ich wiek uznano za proterozoiczny. Są to wulka-

nity kończące cały cykl geosynklynalno-tektoniczny. Wszystkie serie leżą na sobie zgodnie. Czasem tylko istnieją dane wskazujące na niezgodności erozyjne. Świadczą o nich zlepnięcia występujące niekiedy między systemem środkowym a górnym. Spowodowane są one zapewne ruchami epejrogenicznymi.

Anteklyza kursko-woroneska stanowi część rosyjskiej platformy prekambryjskiej. Składa się ona z dwu głównych pięter, a mianowicie: ze sfałdowanego podłoża i pokrywy skał osadowych. Ta ostatnia zbudowana jest z osadów czwartorzędu, trzeciorzędu, kredy, jury i karbonu, a miejscami również i dewonu. W południowej części kurskiej anomalii magnetycznej osady prekambryjskie przykryte są bezpośrednio przez utwory karbonu. W części centralnej prekambryjski przykryty jest osadami dolnego dewonu, a w części północnej osadami syluru i dewonu. Pod skałami pokrywy osadowej występują sfałdowane i ścięte (spenplenizowane) utwory archaiczne i proterozoiczne, z których ostatnie zawierają żelaziste kwarcyty.

Zaangażowanie tektoniczne całego kompleksu prekambryjskiego jest duże. Osady prekambryjskiej anomalii magnetycznej są intensywnie i stromo sfałdowane. W niektórych przypadkach serie kwarcytów żelazistych lub łupków fyllitowych zapadają pod kątem zbliżonym do prostego. W samych kwarcytach żelazistych często obserwuje się obecność mikrofałdów.

Według geologów radzieckich utworzenie się złoża spowodowane zostało przez zwietrzenie żelazistych kwarcytów. Proces ten uwarunkowany tektoniką, w szczególności potrzaskaniem i szczelinowatością kwarcytów żelazistych, umożliwił głębokie wniknięcie wód hipergenicznych. Długotrwała cyrkulacja wód gruntowych doprowadziła do utlenienia magnetytu i wylugowania krzemionki. W ten sposób doszło do powstania „sui generis” czapki zwietrzelinowej, która przedstawia strefę wzbogaconych kwarcytów żelazistych.

W obrębie kurskiej anomalii magnetycznej istnieją cztery obszary złożowe, a mianowicie: stoileński, korobkowski, biełgorodzki i michajłowski. Wśród nich jako najbogatsze i najlepiej rozpoznane rejony złożowe należy wymienić: starooskolski, kurski i biełgorodzki. W rejonie starooskolskim największym złożem jest lebie-dinskie, a w rejonie kurskim michajłowskie. Rejon biełgorodzki zawiera największe złożo kurskiej anomalii magnetycznej. Charakteryzuje się ono obecnością siedmiu zon anomalii magnetycznych. Długość złoża biełgorodzkiego wynosi około 90 km. Odznacza się ono stałym zażelazieniem, czego nie stwierdza się w pozostałych obszarach złożowych. Najbogatsze w nim jest złożo jakowlewskie. Wiąże się ono ze skrajną, południowo-zachodnią anomalią magnetyczną, której szerokość na północy wynosi około 1 km, a na południu około 4 km. Grubość złoża w Jakowlewie waha się od 30 do 500 m. Strop złoża jest poziomy, a spąg bardzo nieregularny i uza-

leżniony od głębokości wpływu procesów wietrzeniowych. Średnia grubość warstw produktywnych w złożu jakowlewskim wynosi około 100 m. Ku północy i południowi grubość warstw produktywnych zmniejsza się do 70 i 30 m.

BASEN KRZYWOROSKI znajduje się prawie w centralnej części tarczy ukraińskiej, przecinając ją z północy na południe (a dokładnie z NNE ku SSW). Długość basenu krzyworoskiego wynosi około 100 km a do Kremieńczuga nad Dnieprem około 230 km. Szerokość basenu waha się od 2 do 3 km, a w rejonie samego Krzywego Rogu zwiększa się do 6—7 km.

Rudonośne utwory krzyworoskie są to osady górnego archaiku albo dolnego proterozoiku. Wiek serii krzyworoskiej nie jest jeszcze definitywnie ustalony.

Profil geologiczny krzyworoskiego kompleksu przedstawia się następująco (z dołu do góry):

Archaik

Granity, migmatyty, gnejsy, granity mikroklinowe etc.

G ó r n y a r c h a i k — d o l n y p r o t e r o z o i k

Seria zieleńcowa

Amfibolity z magnetytem. Jest to horyzont stały, oddzielający utwory archaiczne od serii krzyworoskiej. Grubość zieleńców dochodzi do 1500 m.

Dolna seria krzyworoska

- 1) dolny horyzont: piaskowce arkozowe, piaskowce, zlepnięcia i kwarcyty,
- 2) górny horyzont: łupki fyllitowe z wkładkami łupków grafitowych. Miąższość dolnej serii krzyworoskiej wynosi od 100 do 250 m.

Seria graniczna

Łupki talkowo-chlorytowe (węglanowe) powstałe z podwodnych, zasadowych eruptywów. Jest to stały, graniczny horyzont w całym basenie. Grubość serii granicznej dosięga 120 m.

Środkowa seria krzyworoska (produktywna)

Zbudowana jest z 14 naprzemianległych horyzontów łupkowych i żelazistych.

- 1) I — poziom łupkowy; naprzemianległe łupki ilaste i grafitowe czasem z kwarcytami,
- 2) I — poziom żelazisty; rogowce hematytowo-martytowe,
- 3) II — poziom łupkowy; łupki kwarcowe i chlorytowo-serycytowe,
- 4) II — poziom żelazisty; podobny do I poziomu żelazistego, ale zawierający mniej łupków,

5) III — poziom łupkowy; łupki chlorytowe,
6) III — poziom żelazisty o małej miąższości, prawie bezrudny, przedstawiają go rogowce słabo żelaziste,

7) IV — poziom łupkowy; analogiczny do III poziomu,

8) IV — poziom żelazisty; bardzo zmienny co do składu i grubości; na S najbogatszy w magnetyt, ku N stopniowo coraz cieńszy i przechodzący w łupki,

9) V — poziom łupkowy; łupki chlorytowo-amfibolitowe,

10) V — poziom żelazisty; dzespility martytowo-hematytowe; grubość warstewek dzespilitu w rudzie dochodzi do 3 mm, skały tego horyzontu zbudowane są głównie z kwarcu i żelaza, sylikatów zupełnie brak, jest to najbogatszy w rudę horyzont,

11) VI — poziom łupkowy; łupki rogowcowe z kryształkami martytu,

12) VI — poziom żelazisty; grubowarstwowe rogowce martytowe z rudami martytowo-hematytowymi,

13) VII — poziom łupkowy; podobny do VI,

14) VII — poziom żelazisty; łupki żelaziste z magnetytem; poziom ten cechuje się dużą grubością i częstym tektonicznym przemieszczeniem; grubość środkowej serii krzyworońskiej dochodzi do 1300 m.

Górna seria krzyworońska leży przekraczając na różnych ogniwach środkowej serii krzyworońskiej:

1) poziom kontaktowy między środkową i górną serią krzyworońską, zbudowany jest z rudy magnetytowo-chlorytowej, brekcji i zlepieńców oraz łupków chlorytowych z magnetytem;

2) dolny poziom, zbudowany w spągu ze skał serii kontaktowej, a wyżej z piaskowców i kwarcytów zawierających wkładki rud dochodzących do 20 m grubości, rudy te są węgłanowe i na ogół o niedużej zawartości żelaza;

3) górny poziom, zbudowany z łupków ochrowych, kwarcowo-serycytowych i wyżej z łupków grafitowych i biotytowych. Grubość górnej serii krzyworońskiej przewyższa 2500 m.

Co do historii tektonicznej serii krzyworońskiej, to istnieją dwa poglądy. Jeden z nich przyjmuje istnienie dwu faz tektonicznych a drugi czterech faz. Bez względu na różnice w poglądach na czas i nasilenie ruchów tektonicznych obie teorie historii tektonicznej zagłębia krzyworońskiego zgodnie uznają ostatnią fazę za najsilniejszą i jej przypisują główną rolę w tektonicznym sformowaniu basenu krzyworońskiego.

W pierwszej fazie tektonicznej osady zostały sfałdowane, a w drugiej nastąpiły nasunięcia o amplitudzie znacznie niekiedy przekraczającej 500 m. W tej fazie nastąpiło również wzmocnienie i podkreślenie poprzedniego fałdowania.

Według dzisiejszego stanu wiedzy w basenie

krzyworońskim rozróżnia się następujące główne elementy tektoniczne z zachodu na wschód: synklina lichmanowska, antyklina tarapako-lichmanowska, niecka zachodnio-ingulecka, antyklina sowiecka stanowiąca centralną antyklinę basenu krzyworońskiego, niecka wschodnio-ingulecka, antyklina saksagańska, synklina saksagańska. Ogólnie więc w obrębie basenu krzyworońskiego mamy trzy antykliny i cztery rozdzielające je synkliny. Wśród tych siedmiu jednostek tektonicznych wyróżnia się jeszcze liczne podrzędne elementy tektoniczne.

Antyklina sowiecka stanowiąca centralną część oraz obie ograniczające je niecki inguleckie oddzielone są od pozostałych, skrzydłowych części krzyworońskiej jednostki tektonicznej, dużymi strefami uskokowymi zrzucającymi centralną, osiową część basenu krzyworońskiego.

Antyklina sowiecka i niecki inguleckie ograniczone na zewnątrz uskokami tworzą w części centralnej tak zwane krzyworońskie synklinorium albo tak zwaną synklinę główną.

Według pierwotnych poglądów przyjmowano, że złoża krzyworońskie powstało wskutek działalności intruzywnej i związanych z nią procesów hydrotermalnych. W ostatnich latach hipoteza ta uległa poważnemu podważeniu w konfrontacji z wynikami prac badawczych na złożach kurskiej anomalii magnetycznej. W związku z tym coraz silniej dochodzi do głosu hipoteza geologów bielgorodzkich, którzy uważają, że nie tylko złoża kurskiej anomalii magnetycznej, ale również i złoża Krzywego Rogu powstały w wyniku wietrzenia i procesów utlenienia magnetytu wodami hipergenicznymi.

Na korzyść pierwszej hipotezy przemawia fakt wzrastania miąższości złoża z głębokością, na korzyść drugiej fakt występowania złóż niemagnetycznych płycej, wyraźne procesy wietrzenia i wzbogacania złoża oraz to, że stopniowo z głębokością rudy utlenione przechodzą w magnetyt.

Przeciwko hydrotermalnemu pochodzeniu złoża zdawałby się świadczyć brak asocjacji minerałów związanych z procesami hydrotermalnymi lub też nieznaczne i raczej śladowe występowanie tych minerałów. W ostatnich publikacjach dotyczących złoża krzyworońskiego daje się zaobserwować pewien dualizm w poglądach na genezę złoża. Podkreśla się mianowicie fakt, że na utworzenie się złoża miały niewątpliwie wpływ tak procesy hydrotermalne, jak i późniejsze procesy wietrzeniowe powodujące wzbogacenie. Ostatnio jednak geolodzy krzyworońscy zdają się coraz bardziej skłaniać do poglądów geologów bielgorodzkich i przyjmują, że złożo powstało głównie w wyniku procesów wietrzeniowych.

Trzeba jednakże podkreślić, że mimo wszystko kwestia genezy obydwu złóż nie jest jeszcze definitywnie rozstrzygnięta. Rozwiążą ją wykonywane obecnie głębokie wiercenia, których celem będzie dotarcie do najgłębszych partii złoża, do tej pory jeszcze nie osiągniętych, i stwierdzenie

nie, jaki jest pierwotny stan serii złożonych w tych partiach, które nie zostały dotknięte wietrzeniem.

Co się tyczy jakości i charakteru rud żelaza Zagłębia Krzyworskiego i kurskiej anomalii magnetycznej, to nie wdając się w szczegóły można podkreślić, że występują w nich głównie trzy grupy rud:

1) rudy magnetytowe, hematytowo-magnetytowe i krzemianowo-magnetytowo-hematytowe. Rudy te są zwarte i twarde. Przedstawiają one nie zwietrzałe i nie wzbogacone partie rudy lub dotknięte wietrzeniem w nieznacznym stopniu. Zawartość żelaza waha się w nich od 52 do 58%, a krzemionki od 12 do 20%.

2) Rudy martytowe i martytowo-hematytowe. Rudy te są kruche i sypkie i je właśnie uznaje się jako powstałe wskutek wietrzenia i wyługowania kwarcu. Z tego też powodu brak w nich magnetytu. Wyługowanie kwarcu i wzbogacenie żelaza również powoduje ich kruchość i słabą zwieźłość. Rudy te zawierają od 65 do 69% żelaza oraz od 0,5 do 5% krzemionki.

3) Rudy martytowo-czerwone i rudy czerwone (kraskowyje), tj. martytowo-hematytowo-hydrohematytowe. Charakter tych rud jest bardzo zbliżony do rud grupy „2”. Cechują się one jedynie nieco większym stopniem uwodnienia. Skład chemiczny tych rud jest identyczny lub bardzo podobny do składu chemicznego rud grupy „2”.

PO ZAPOZNANIU SIĘ Z MATERIAŁAMI geologicznymi i geofizycznymi dotyczącymi Zagłębia Krzyworskiego i kurskiej anomalii magnetycznej nasuwa się konieczność porównania i analizy obszarów Polski pod kątem widzenia potrzeb poszukiwawczych.

W problematyce porównawczej i analitycznej należy widzieć dwa różne aspekty — ściśle jednak ze sobą związane i wzajemnie od siebie zależne.

Pierwszy aspekt to szczegóły w budowie geologicznej, a dokładniej — analogie i różnice budowy geologicznej, wynikającej z porównań różnych oddalonych od siebie obszarów. Drugi aspekt to zbieżności i różnice w obrazie geofizycznym, mające ścisły związek z budową geologiczną.

Analizując te dwa najistotniejsze i pierwszorzędnej wagi problemy, możemy odpowiedzieć na pytanie, czy w Polsce znajdują się obszary płytkiego występowania skał prekambryjskich, co do których można wysunąć tezę o ich perspektywiczności dla poszukiwań złóż rud żelaza? Jeśli odpowiedź na to pytanie będzie pozytywna, siłą rzeczy należy sformułować i określić plan prac badawczych, które w dalszym etapie rozstrzygną — pozytywnie lub negatywnie — założoną perspektywiczność danego obszaru.

Poznane złoża krzyworskie i bielgorodzkie występują w warunkach platformowych. Złoża kurskiej anomalii magnetycznej występują wśród skał prekambryjskich pod pokrywą skał osadowych o grubości od 500 do 600 m, a złoża

krzyworskie również wśród skał prekambryjskich, ale znajdujących się na powierzchni lub tuż pod powierzchnią (oczywiście, jeśli nie brać pod uwagę głębszych lub w ogóle głębokich partii złożeń).

Złoża krzyworskie występują w obrębie tarczy ukraińskiej, a więc w szczególnych warunkach platformowych.

Jeśli idzie o analogie pod względem budowy geologicznej, to mogą być u nas brane pod uwagę dwa obszary, a mianowicie: obszar prekambriu północno-wschodniej Polski oraz utwory prekambriu w obszarze Dolnego Śląska. Między budową geologiczną obszarów Polski północno-wschodniej a budową antekliny kursko-woroneskiej analogie są prawie zupełne, choć istnieją również i różnice, ale te są raczej natury drugorzędnej. Istotne podobieństwo polega na tym, że oba obszary przedstawiają części jednej i tej samej prekambryjskiej platformy wschodniej Europy. W obu obszarach podłożem platformy są sfałdowane skały prekambryjskie, a pokrywają platformową — serie skał osadowych o bardzo zbliżonej miąższości wahającej się od 300 do 600 m.

Skały prekambryjskie Dolnego Śląska występują, z tektonicznego punktu widzenia, w jednostkach orogenu hercyńskiego — a nie w obrębie tarczy, tak jak skały prekambriu krzyworskiego. W tym więc przypadku główne elementy porównawcze pierwszego rzędu są między sobą rozbieżne.

O ile utwory prekambryjskie Krzywego Rogu, antekliny kursko-woroneskiej i obszaru NE Polski zakończyły swoje zaangażowanie w tektonice orogenicznej już w prekambriu, to utwory Dolnego Śląska ulegały jeszcze i później orogenicznemu zaangażowaniu, a mianowicie w czasie kaledońskim i hercyńskim. Wielokrotna orogeneza mogła pogorszyć, ale i mogła też polepszyć warunki konieczne do utworzenia się złóż rud żelaza. Jednakże fakt ten powoduje istotne różnice między prekambrem krzyworskim a dolnośląskim.

Nie znaczy to oczywiście, że w obszarze Dolnego Śląska nie mogą występować złoża rud żelaza. Należy tylko podkreślić, że z punktu widzenia rozwoju geologicznego między prekambrem, a ściślej mówiąc, między skałami metamorficznymi Dolnego Śląska a prekambrem platformy wschodnio-europejskiej występują znaczne różnice, które czynią, że bezpośrednie geologiczne porównanie z tektonicznego i historycznego punktu widzenia — jest utrudnione i bardziej skomplikowane.

Obszar Dolnego Śląska podobnie jak i inne obszary Polski, np. Góry Świętokrzyskie — może być przedmiotem odrębnej analizy rozwoju geologicznego i związanych z nim przesłanek złożowych.

Tak więc do analizy porównawczej pozostaje nam obszar skał prekambryjskich północno-wschodniej Polski.

Obszar ten odznacza się wieloma identycznymi cechami, które charakteryzują budowę geologiczną prekambriu krzyworońskiego i kursko-woroneskiego. Oto one:

1. Identyczny profil litologiczno-stratygraficzny, który wyraża się tym, że na sfałdowanych utworach prekambryjskich leży poziomo pokrywa skał osadowych.

2. Grubość pokrywy osadowej jest bardzo podobna. Na anteklizie kurskiej wynosi ona, do 600 m. Tą samą grubość ma pokrywa platformowa i w Polsce północno-wschodniej.

3. Prawie identyczna budowa tektoniczna. Skały podłoża prekambryjskiego są bardzo silnie sfałdowane i z reguły zapadają pod bardzo stromym kątem, niejednokrotnie zbliżającym się prawie do prostego.

4. Podobieństwo w kompleksach skalnych prekambriu. Podłoże prekambryjskie Krzywego Rogu i kurskiej anomalii magnetycznej budują dwa kompleksy. Starszy kompleks reprezentowany jest przez skały granitowo-migmatytowe-gnejsowe, a młodszy przez parałupki krystaliczne. Obydwa oddzielone są od siebie serią zieleńcowych zawierających magnetyt.

Na podstawie dotychczasowych danych można przypuszczać, że północno-wschodni obszar Polski jest zbudowany podobnie. W wierceniach Suwałki, Pisz, Ostrów Maz. i Elk nawiercono skały głębinowe, a w wierceniach w Sokółce — skały granitowe, gnejsowe i migmatytowe, przebito również około 17-metrowy kompleks skał zieleńcowych (amfibolitowych) z magnetytem. Zawartość żelaza w tych skałach amfibolitowych dochodzi do 32% (obliczona stechiometrycznie tylko dla magnetytu).

W wierceniach na NE od Białegostoku przebito parałupki krystaliczne z wyraźnymi smugami magnetytu, widocznymi na wygładzonych powierzchniach prawie w każdym dowolnym miejscu skały.

We wzajemnym zestawieniu utwory amfibolitowe przebite w Sokółce mogą być między innymi interpretowane jako seria zieleńcowa oddzielająca kompleks starszy od młodszego, to znaczy kompleks zmigmatyzowanego podłoża od młodszych łupków metamorficznych, podobnie jak to ma miejsce w Krzywym Rogu i kurskiej anomalii magnetycznej. Grupę skał starszych reprezentowałyby zatem te, które nawiercono w Piesz, Elku, Suwałkach, Ostrowi Maz. i Sokółce.

Grupę skał młodszych — metamorficznych — reprezentowałyby parałupki krystaliczne poznane dotychczas tylko w jednym przypadku, a mianowicie na NE od Białegostoku. Seria zieleńcowa — dzieląca — poznana jest dotychczas tylko w Sokółce. Trzeba jednak tu podkreślić, że nie znana jest grubość serii zieleńcowej oraz to, czy rzeczywiście rozdziela ona dwa różne tektoniczne kompleksy skalne. Jednak z wyników wierceniach na NE od Białegostoku, gdzie stwierdzono parałupki krysta-

liczne — a więc zmetamorfizowane skały osadowe — takie ujęcie wydaje się być najbardziej prawdopodobne. Niemożliwe jest bowiem zaliczenie głębinowych, zmigmatyzowanych i zgnejsowanych skał podłoża do jednego i tego samego wiekowo kompleksu skalnego co i łupki krystaliczne na NE od Białegostoku.

Skały metamorficzne kurskiej anomalii magnetycznej i Krzywego Rogu występują w postaci wąskiego pasa, którego szerokość nie przekracza kilku kilometrów. Według wszelkiego prawdopodobieństwa również i na obszarach NE Polski mamy do czynienia z wąskim i wydłużonym, jednakże bliżej nie sprecyzowanym, pasmem utworów metamorficznych. Świadczyć o nim mogą następujące fakty. Z wyjątkiem wierceniach na NE od Białegostoku wszystkie pozostałe wierceniach na terenie NE Polski nawierciły skały głębinowe, po części zmigmatyzowane i zgnejsowane. Jedynie na NE od Białegostoku nawiercono serię parałupków krystalicznych. Na obszarze białoruskiego masywu krystalicznego liczne wierceniach (Hlebowicze, Zubkowiec, Moryna, Bielica, Sporowo, Bobownia, Druskieniki, Grodno 1 i Grodno 2) przebiły różne skały głębinowe, zasadowe i kwaśne. Te ostatnie niejednokrotnie zgnejsowane. Tylko w wierceniach Kopy przebito kwarcytowy, biotytowy łupek metamorficzny. Ponieważ wierceniach Druskieniki, Grodno 1 i Grodno 2 oraz wierceniach w Hlebowiczach leżą niedaleko nad granicą państwową, stanowią one przeto naturalną, wschodnią granicę rozprzestrzenienia ewentualnego kompleksu łupków metamorficznych. Wynika z tego, że łupki metamorficzne na NE od Białegostoku mogą być genetycznie związane z wydłużonym wyżem grawimetrycznym, którego kierunek jest NNE — SSW i który kończy się w okolicy Łosic. Jeśli by tak było, to wyż grawimetryczny w pewnym przybliżeniu określałby nam kształt i wielkość powierzchni zajętej przez ewentualne łupki metamorficzne.

6. Obszar NE Polski pokrywają również wyż grawimetryczne jedne z najintensywniejszych w całej Polsce oraz maksima magnetyczne — również jedne z najsilniejszych na całym obszarze Polski. Nasuwa się tu pewne, formalne choćby, podobieństwo do obszarów kurskiej anomalii magnetycznej i Zagłębia Krzyworońskiego.

Jeśli idzie o wartości anomalii grawimetrycznych, to są one prawie takie same. Najistotniejsze jest zaś to, że niektóre z nich, szczególnie anomalia na NE od Białegostoku, gdzie stwierdzono łupki metamorficzne, mają wydłużony kształt, podobnie jak prawie wszystkie duże i małe obszarowo anomalie kurskie i krzyworońskie.

Jeśli zaś idzie o wielkość maksimów magnetycznych, to są one zdecydowanie mniejsze od tych, które znane są z Krzywego Rogu i kurskiej anomalii magnetycznej, gdzie ich wartości osiągają setki tysięcy gamma. Ale jednocześnie nie trzeba i nie można zapominać, że nie z każ-

dą bardzo wysoką anomalią magnetyczną związane jest złożo rudy żelaza.

W niektórych, zresztą wcale licznych przypadkach bardzo wartościowe, a nawet najwartościowsze złożo, np. jakowlewskie, związane jest ze względnym minimum magnetycznym, bowiem w strefie złoża wartość anomalii magnetycznych waha się od 5 do 7000 gamma w stosunku do 40 000 gamma i wyżej otaczającego złożo bezrudnego obszaru.

Trzeba podkreślić, że interpretacja obrazów geofizycznych w wielu przypadkach musi być w dużym stopniu indywidualna i dostosowana do swoistego charakteru nie tylko ewentualnego złoża, ale w ogóle budowy geologicznej badanego obszaru.

Na obszarze NE Polski występują dodatnie anomalie magnetyczne o kształtach wydłużonych lub izometrycznych. Wielkość tych anomali magnetycznych w najlepszych przypadkach nie przekracza 3 500 gamma.

Na tej podstawie z całą pewnością można stwierdzić, że ze skałami podłoża krystalicznego NE Polski nie jest związane występowanie złóż magnetytowych. Nie znaczy to jednak, że nie mogą być z nim związane minerały żelaziste bez własności magnetycznych.

Również i w tym przypadku nasuwa się pewna analogia ze złożami kurskiej anomalii magnetycznej i Krzywego Rogu. Jak wiadomo, proterozoiczną serię ze złożami rud żelaza na obszarze kurskiej anomalii magnetycznej pokrywa seria skał osadowych. Na południu i w części centralnej pokrywa osadowa zaczyna się utworami karbonu, a na północy — dewonu, a w niektórych przypadkach nawet utworami syluru. W czasie między prekambrem a karbonem, a więc praktycznie w czasie większej części paleozoiku, żelaziste kwarcyty były poddane bardzo intensywnemu wietrzeniu w reżimie kontynentalnym. To długie kontynentalne wietrzenie spowodowało wylugowanie kwarcu z kwarcytów żelazistych, doprowadziło do wzbogacenia żelaza i do utlenienia magnetytu, który przeszedł w niektórych partiach złożowych w martyt, getyt i hematyt tracąc swoje własności magnetyczne.

Te partie złożowe, w których proces ten zaszedł bardzo daleko, cechują się anomali magnetycznymi o stosunkowo niskich wartościach.

Analizując budowę geologiczną obszarów NE Polski można podkreślić fakt, że również i tam miał miejsce długotrwały okres lądowego wietrzenia, co więcej — okres ten był znacznie dłuższy niż na platformie rosyjskiej.

Utwory prekambru NE Polski nakryte są dopiero przez osady środkowej jury. Wynika z tego, że obszar wyniesienia mazursko-suwałskiego poddany był wietrzeniu przez cały paleozoik, dalej przez cały trias i okres dolnej jury. Jeśli więc hipotetycznie przyjąć, że z podłożem krystalicznym NE Polski były związane skały kwarcytowo-żelaziste z magnetytem, to tak

długotrwały okres wietrzenia, znacznie dłuższy niż w południowych częściach platformy rosyjskiej, mógł doprowadzić do jeszcze większego utlenienia magnetytu, a co za tym idzie do jeszcze większego utracenia własności magnetycznych.

Oczywiście rozumowania tego nie należy i nie można uznawać za dowód obecności złóż hematytowych, które nie wyrażają się dużymi anomali magnetycznymi. Fakt długotrwałego wietrzenia w reżimie kontynentalnym może usprawiedliwiać brak anomalii magnetycznych o dużych wartościach z zastrzeżeniem, czy one w ogóle kiedyś były.

Że w podłożu krystalicznym północno-zachodniej Polski występują lub występowały skały żelaziste, to dowody na to dają nam wyniki wierzeń w Suwałkach, na NE od Białegostoku i w Sokółce. W Suwałkach utwory kambru zawierają znaczną domieszkę spoiwa hematytowego, które nawet skupia się niekiedy w postaci cienkich warstewek. Hematyt ten niewątpliwie pochodzi z podłoża prekambryjskiego. Forma jego pierwotnego występowania nie jest nam jednak znana. Na NE od Białegostoku parałupki krystaliczne zawierają wyraźne smugi magnetytu. W Sokółce zawartość żelaza w niektórych kawałkach zielenca dochodzi do 32%, przy czym stechiometrycznie obliczono jedynie zawartość Fe w magnetycie.

W Suwałkach mamy do czynienia z żelazem utlenionym, co jest zresztą zupełnie zrozumiałe. Na NE od Białegostoku i w Sokółce żelazo występuje w postaci magnetytu. Zdawałoby się, że jest to w niezgodzie z długotrwałym okresem kontynentalnego wietrzenia, podczas którego magnetyt powinien przejść w bardziej utlenione związki. Jednakże i to zjawisko ma swoje uzasadnienie. W Sokółce serię skał osadowych rozdziela od podłoża krystalicznego 20 i 30 metrowy kompleks osadów zwietrzelinowych w postaci białej gliny kaolinowej z kwarcem. Stanowi ona horyzont izolacyjny, który w aktualnym stanie rzeczy chroni przed zwietrzeniem skały prekambryjskie. Jak wyglądała sytuacja przed jurą środkową, nie wiadomo.

Na NE od Białegostoku stropowe części skał krystalicznych są w różnym stopniu zwietrzałe. W każdym bądź razie około 4-metrowa warstwa łupków o silnym zwietrzeniu wykazuje obecność pyłu i śmietany hematytowej na płaszczyznach spękań i zlustrowań. Dopiero znacznie niżej, w niezwiertzalnych łupkach krystalicznych, występuje magnetyt. Na tych utworach leżą piaskowce i zlepieńce arkozowe, często redeponowane, dalej utwory wietrzeliskowe o niejasnym składzie litologicznym ze względu na zły stan rdzenia. Również i w tych utworach występują skupienia i grudki hematytu, a więc i na NE od Białegostoku zaznacza się wyraźnie wpływ okresu wietrzeniowego. Stosunki na NE od Białegostoku stanowią narazie fakt odosobniony. Jest to stan aktualny, a strefa zwietrzenia jest cienka. Nie wiadomo, jak w innych miejscach

wygląda to nadzwyczaj interesujące zjawisko z punktu widzenia poszukiwawczego.

Tworzenie się pokrywy kaolinowej utrudnia rozwijanie się wietrzenia w głąb. Można sugerować, że na tych obszarach, gdzie podłoże zbudowane jest ze skał zawierających skalenie w dostatecznej ilości, tworząca się wskutek procesów wietrzeniowych pokrywa kaolinowa rzeczywiście mogła utrudnić przenikanie wód i mogła również zahamować proces wzbogacania i utleniania. Proces ten może przebiegać korzystnie tylko tam, gdzie podłoże krystaliczne zbudowane jest z innych skał — ubogich lub nie zawierających wcale minerałów skaleniowych.

Sumując można podkreślić następujące fakty:

1. Budowa geologiczna północno-wschodnich obszarów Polski wykazuje znaczne podobieństwo do budowy geologicznej obszarów kurskiej anomalii magnetycznej.

2. W obszarze Polski północno-wschodniej pomiędzy prekambrem a jurą środkową miały miejsce długotrwały okres kontynentalnego wietrzenia.

3. W obszarze północno-wschodniej Polski występują wyże grawimetryczne o charakterystycznym pasowym, podłużnym przebiegu izolinii.

4. W obszarze północno-wschodniej Polski nie ma bardzo wysokich anomalii magnetycznych. Może to być zjawisko pierwotne lub też zjawisko wtórne spowodowane zwietrzeniem i utlenieniem magnetytu. Sprawy tej obecnie nie można rozstrzygnąć ze względu na to, że nie ma danych do jednoznacznych dyskusji z powodu braku porównawczych materiałów. Jedyne profile wierceń na NE od Białegostoku i w Sokółce nie mogą być wiarygodnym materiałem do porównania, ponieważ z geofizycznego punktu widzenia wiercenia zaprojektowano w takich samych lub zbliżonych do siebie warunkach geofizycznych.

5. W skałach prekambryjskich północno-wschodniej Polski stwierdzono obecność magnetytu, a w skałach osadowych kambru — w Su-

wałkach — obecność hematytu, którego źródłem mogą być jedynie skały krystaliczne podłoża.

6. Na podstawie dotychczas zebranych materiałów można przypuszczać, że w obszarze północno-wschodniej Polski skały podłoża krystalicznego przedstawiają dwa różnowiekowe kompleksy, które być może oddzielone są od siebie serią zieleńcową. Łupki metamorficzne i seria zieleńcowa zawierają magnetyt.

W świetle przytoczonych faktów i przesłanek obszar północno-wschodniej Polski można uznać jako perspektywiczny do poszukiwań złóż rud żelaza, a także i metali nieżelaznych i rzadkich.

W celu bliższego sprecyzowania perspektywiczności należałoby wykonać:

1. Wiercenia kartujące do głębokości 500—700 m w ilości około 12—15 otworów. Podstawą do sytuowania tych wierceń powinny być istniejące obecnie mapy grawimetryczne i magnetyczne.

2. Półszczegółowe lub szczegółowe zdjęcie magnetyczne na obszarze od Łosic do Suwałk w pasie o szerokości około 50 km licząc na W od granicy państwowej.

3. Szczegółowe zdjęcie grawimetryczne na tym samym obszarze co i zdjęcie magnetyczne. W niektórych miejscach, gdy to będzie wskazane, wykonać uzupełniające zdjęcie wariometryczne, ale dopiero po wykonaniu i zanalizowaniu zdjęcia magnetycznego i grawimetrycznego.

4. Przeprowadzać szczegółowe badania próbek skał podłoża krystalicznego wszystkich wierceń w celu odpowiedzi na pytanie, czy właściwości geofizyczne przebiegających skał usprawiedliwiają na danym obszarze obecność określonych anomalii magnetycznych i grawimetrycznych?

5. Po wykonaniu i zanalizowaniu wyżej wymienionych prac zlokalizować następne wiercenia. Ich sytuowanie oparte będzie już na ogólnie poznanym tle budowy geologicznej oraz na przesłankach geofizycznych wynikających z przeprowadzonych uprzednio badań.