

DAS BRAUNKOHLLENLAGER VON MURSKO SREDIŠĆE

Mit 1 geologischen Übersichtskarte und 3 Profilen in der Beilage

In der vorliegenden Arbeit wird ein bis heute fast unbekanntes Braunkohlenlager des nordwestlichen Kroatiens beschrieben und einige neue Tatsachen, besonders in tektonischer sowie auch in Hinsicht der Geologie des Quartärs, festgestellt.

EINFÜHRUNG

Das Gebiet, in dem sich das Braunkohlenlager befindet, liegt auf dem östlichsten Teil einer langen Antiklinale, südlich der unteren Mura (Mur) unweit deren Mündung in die Drava (Drau). Dieses Gebiet wurde früher häufig – besonders in der erdölgeologischen Literatur – als »Murinsel« bezeichnet. Viel richtiger aber ist der kroatische Name dieses Gebiets »Medirnurje«.

Die erwähnte Antiklinale ist unter dem Namen »Antiklinale Ormož-Selnica-Peklenica« bekannt. Die Dörfer Selnica und Peklenica befinden sich im Bereich des Braunkohlenlagers ungefähr 5 km südwestlich und 3 km südöstlich der Eisenbahnstation Mursko Središće. Die Mura fließt in diesem Gebiet auf einer Meereshöhe von 166–156 m.

Der östlichste Teil der Antiklinale, an dessen Nord- und Südflanke das ausgedehnte Braunkohlenlager mit etwa 4–7 abbauwürdigen Kohlenflözen liegt (»Braunkohlenlager von Mursko Središće« oder noch öfters »Medimurski ugljenokopi«), ist nur ein Teil einer viel grösseren, im untersuchten Gebiet streichenden und in das Gebiet des mächtigen, jungtertiären Sedimentationsraums abgezweigten Auffaltung.

Die westliche Ausbreitungsgrenze der Braunkohlenflöze liegt etwa bei den Kohlengruben Robadje und Presika an der nördlichen Flanke der Antiklinale; an der Südflanke dagegen, lassen sich die Kohlenflöze bis in das Gebiet eines ausgestreckten Dorfes, Lopatinec, verfolgen.

Die Antiklinale überschreitet bei Ormož in nordöstlicher Richtung die Drava und streicht über Vinski Vrh, Kog, Sv. Urban und Lohovec bis zur Ortschaft Grabovnik. Hier biegt die Antiklinalachse ziemlich scharf in WO-Richtung ein, woher sie über Selnica, Mursko Središće und Peklenica bis in das ungarische Staatsgebiet hineindringt. Die Antiklinalachse sinkt dabei nach O rasch ab, so dass von Vinski Vrh bis Peklenica immer jüngere Schichten zu finden sind.

KURZER STRATIGRAPHISCHER UND TEKTONISCHER ÜBERBLICK

Nach den Angaben der ausgeführten geologischen Kartierungsarbeiten sowie der zahlreichen Erdöl- und Kohlenbohrungen nehmen am geologischen Aufbau der Struktur Ormož-Selnica-Peklenica mehrere Schichtglieder teil. In seiner umfangreichen, leider aber nicht veröffentlichten Arbeit über das Erdölgebiet von Selnica und Peklenica scheidet A. M o o s (1939 a, b) von den Ablagerungen des mittleren Miozäns nur das Torton, dann die Schichten des älteren, mittleren und jüngeren Pliozäns und schliesslich die Ablagerungen des Quartärs ab.

R. F i l j a k (1949) in seiner ebenso nicht veröffentlichten Arbeit hebt inzwischen hervor, dass in einem Bohrloch am Kog, unter den Tortonablagerungen auch die Helvetschichten angebohrt wurden. Nach R. F i l j a k (1949) wurde im Bohrloch Kog-1 (nordöstlich von Ormož) in einer Tiefe von 830–1176 m ein, aus dunkelgrauen, harten, tonigen Mergeln mit Sandeinlagerungen zusammengesetzter Schichtenkomplex angebohrt. Dieser war vollkommen fossilieer, und R. J a n o s c h e k (1946) zählte die Ablagerungen dem Helvet zu, nur auf Grund ihrer grosse Ähnlichkeit mit den Ablagerungen aus dem benachbarten Gebiet von Haloze.

M. P l e n i č a r (1958) hebt dagegen hervor, die neuesten Untersuchungen und Tiefbohrungen – durchgeführt im Bereich des pannonischen Randgebiets – hätten bestätigt, dass die helvetischen Sedimente hier nur spärlich entwickelt und nur auf die Gegend von Haloze begrenzt sind.

Der mittlere Einfall der Schichten des erwähnten Komplexes im Bohrloch Kog-1 wurde mit 10° – 25° bestimmt.

Torton

Der erste Hinweis auf das Vorhandensein der Tortonstufe bei Selnica stammt von H ö f f e r (1894). Er berichtet, dass er in einer aus 320 m Tiefe stammende Kernprobe Lithothamnium-Sandstein feststellte. Die Quarkörner dieses Sandsteins waren »von Stecknadelkopfgrösse und führten reichlich Lithothamniumreste«.

Südwestlich von Selnica befindet sich ein Hügel (266 m) auf dem – wie auch in seiner weiteren Umgebung – in der Zeitspanne 1927–1930 – vom Konzessionär R a k y insgesamt zwei kleine Ölschächte sowie 19 Erdölbohrungen abgeteuft wurden. Die Tiefe dieser Bohrungen betrug 124,4–1083 m. Dieser Hügel ist auch als Raky-Hügel bekannt. In zweien von den erwähnten Bohrungen (R-17 und R-19) wurde der Tortonkomplex fast vollständig mit der Krone durchörtert. Auf dem Bohrloch R-17 wurde die Grenze Sarmat-Torton in einer Tiefe von 610 m und die gesamte Mächtigkeit des Torton ungefähr mit 473 m festgestellt.

Das Torton beginnt – von oben nach unten – mit meist grobkörnigen Lithothamnium-Sandsteinen mit Schiefertoneinschlüssen und dünnen Einlagen von dichterem Kalkstein und hagelkorngroßem Quarzkies, geht dann in einer Tiefe von 678–785 m in graue, geschichtete Mergelschiefer mit Quarzkieseinlagerungen und gelbliche Sandsteine über und in noch grösseren Tiefe, 785–1083 m, in graue, mittelkörnige Sandsteine, grobkörnige Quarzsandsteine und feinstreifige Mergelschiefer.

Das mittlere und obere Torton auf der Antiklinale Selnica–Peklenica ist in Seichtmeerfazies entwickelt.

Der mittlere Schichteneinfall – auf dem orientierten Bohrkern bestimmt – war in diesem Bohrloch 56°/SE.

Sarmat

Den ersten Hinweis auf das Vorhandensein des Sarmats in der Antiklinale Selnica–Peklenica gab Winkler (1944), und zwar für die Nordflanke der Antiklinale, wo Ervilientegel – die an Sarmat erinnern – festgestellt wurden. L. Strauss (1943) scheidet an der Nordflanke der Antiklinale über der Tortonablagerungen einen nicht ganz kontinuierlichen Streifen von sarmatischen Schichten aus.

Winkler (1957) vermutet, dass hier nur das Untersarmat vertreten sei und dass zwischen Sarmat und Pannon eine Schichtlücke anzunehmen ist.

M. Pleničar (1958) erwähnt, dass hier nur das untere Sarmat in der Form von Ervilientegeln mit der Foraminiferenart *Cibicides lobatulus* W. & J. entwickelt ist.

Bei Bohrungen in Selnica wurden über dem Torton bituminöse Fische-schiefer mit *Ervilia podolica* – die bisher als Torton aufgefasst worden waren – erbohrt, und diese wurden von sog. »weissen Mergeln« überlagert (Böhm, 1940).

Die Fazies des »weissen Mergels« hat eine Mächtigkeit von 220–240 m, und die Schichten sind durchaus aus tonigen Mergeln – meist ungeschichteten – und mit einer reichlichen Fauna (*Congerina zagradiensis* Brus., *C. digitifera* Andr., *Limnocardium otiophorum* Brus., *Limnaeus* sp., *Cypris* sp., *Planorbis* sp.) zusammengesetzt. Sie sind in einer Brackwasserfazies entwickelt und enthalten neben der schon erwähnten Makrofauna noch zahlreiche Ostrakoden, besonders in den tieferen Teilen. In den oberen Teilen sind die Schichten in einer Süßwasserfazies mit *Limnaeus* sp. und *Planorbis* sp. entwickelt. Die Schichten dieser Fazies sind den Sarmatschichten diskordant überlagert.

Abichi-Schichten

Die Abichi-Schichten sind nach den Angaben der Tiefbohrungen in einer Mächtigkeit von etwa 500 m entwickelt. Sie setzen sich vorwiegend aus harten, tonigen Mergeln, mit mehr oder minder mächtigen Sand-

einlagerungen zusammen. Die Grenze gegen die tieferliegenden Schichten der »weissen Mergel« ist immer sehr scharf ausgeprägt. Die Fauna ist relativ reich (*Paradacna abichi* H ö r n., *Limnocardium otioforum* B r u s., *L. asperocostatum* B r u s., *Congeria zagrabiensis* B r u s., *Valenciennesia reussi* N e u m., *Valenciennesia* sp., *Congeria* sp., *Limnocardium* sp., *Planorbis* sp.). Der mittlere Schichteneinfall wurde auf den Bohrkernproben mit 14°–18° bestimmt. Die Schichten sind den »weissen Mergeln« diskordant überlagert.

Rhomboidea-Schichten

Die Ablagerungen der in der Brackwasserfazies entwickelten Rhomboidea-Schichten bilden eine bis zu 650 m mächtige Serie der Mergel, sandigen Mergel, tonigen Sande und Sande, welche am nördlichen Flügel der Antiklinale bis zur Mura verfolgbar sind. Die Tone, Mergel und Sande wurden von früheren Autoren meist als Congeriensande bezeichnet.

M. P l e n i č a r (1958) scheidet in den Rhomboidea-Schichten zwei – faunistisch und faziell – abweichende Horizonte aus, und zwar einen älteren (unteren) und einen jüngeren (oberen) Horizont. Der untere (ältere) Horizont, vorwiegend aus Mergeln, Tonen und Sanden zusammengesetzt und in Brackwasserfazies entwickelt, enthält eine reichliche Fauna (*Congeria ornithopsis* B r u s., *C. turgida* B r u s., *Dreissensiomya croatica* B r u s., *Limnocardium barači* B r u s., *Paradacna* cf. *okrugiči* B r u s.) die im Bohrloch Mg-4 gefunden wurde. Der jüngere (obere) Horizont der Rhomboidea-Schichten, vorwiegend aus Sanden und Tonen zusammengesetzt und in Süßwasserfazies entwickelt, enthält eine Festland- und Süßwasserfauna (*Helix doederleini* B r u s., *H. pilari* B r u s., *Planorbis* ex gr. *cornu*, *Unio* sp.). Die Sande sind feinkörnig, glimmerreich und sehr häufig mit Kreuz- und Diagonalschichtung. M. P l e n i č a r (1958) und W i n k l e r (1957) bezeichnen diesen Horizont als Horizont mit *Unio wetzleri*. In den Sedimentverteilung dieses Horizontes spiegelt sich an den Verlauf der Sandzonen und Schotterzonen deutlich der Einfluss einmündender Flüsse wieder (Mur – Drausystem!). Das starke Hervortreten der Sandverschüttungen bedeutet einen verstärkten Einfluss alpiner Sedimentzufuhr und lässt sich auf eine stärkere Hebung und Denudation in den östlichen Alpen vor diesem Zeitraum zurückführen. (W i n k l e r, 1943, 1957).

In diesem Horizont sind die Kohlenflöze eingelagert.

A. M o o s (1939b) betont (pg. 27): »in stärkeren Abbau befanden sich seit 1930 die Kohlenflöze bei Peklenica; ein Kleinbetrieb bestand südlich von Praporčan, Kohlenschmitze wurden damals bei Brezovec und Gibine an der Mura, westlich von Sv. Martin, erschürft. Das Flöz bei Peklenica hat eine Mächtigkeit von 1,30 m, das Flöz bei Praporčan 1,00 m, und die Kohlenschmitze bei Brezovec und Gibina je 0,10 m«.

Besondere wichtig ist die Angabe von A. Moos (1939 b, pg. 27): »bei Peklenica zeigen sich aufrechte Baumstümpfe im Flöz«, was ein autochtones Kohlenlager andeutet.

Die Flachbohrungen am nördlichen Flügel der Antiklinale zeigten immer eine wiederholte Wechsellagerung toniger Sande, grauer Sande und sandiger Tone (Takšič, 1951, 1954). Das tiefe Erdölbohrloch »Medimurje-1« unweit der Dörfer Vratišinec und Križovec, zeigte folgendes Profil der Rhomboidea-Schichten:

0,00 m — 8,00 m Schotter und Sande (Pleistozän)
8,00 m — 760,00 m vorwiegend feinkörnige Sande mit dünneren
Einschlüssen von tonigen, grauen Mergeln
und mergeligem Sand.

In einer Tiefe zwischen 2840 und 2890 m wurden kristallinischen Kalksteine (Trias?) Kreide?) erbohrt (Bobula, 1955).

Die Sande wurden in Süßwasserseen und Flüssen abgelagert. Es hatte also schon in den oberen Teilen des unteren Pliozäns eine völlige Aussüßung des früheren Brackwasserbeckens stattgefunden.

Hier muss noch eine wichtige Tatsache betont werden. Auf den beiliegenden Profilen 1, 2 und 3 ist eine gut ausgeprägte Diskordanz zwischen einigen Kohlenflözen sichtbar. Es sind die ersten sicheren Zeichen einer intraunterpliozänen Hebung der Antiklinale Selnica-Peklenica, die in nachunterpliozäner Zeit ihr volles Ausmass erreichte.

Die Struktur von Selnica-Peklenica ist teilweise von einer mächtigen Schotterdecke überlagert. Die Schotterdecke ist durch Erosion stark zerschnitten und abgetragen worden, und ihre Überreste finden sich nur noch auf den höchsten Teilen der Hügel.

Die Schotterdecke liegt diskordant über den älteren, unterpliozänen Schichten.

Die Gerölle sind vielfach faustgross, die Mächtigkeit der Schotterdecke z. B. beträgt auf der Höhe von 280 m, nördlich von Bukovec, über 3 m. Die Gerölle sind aus Quarz und Quarzschiefer zusammengesetzt.

Die Überreste dieser einst viel grösseren Schotterdecke sind z. B. noch bei der Kapelle sv. Margareta (290 m), in Bukovec, Koncovšćak, Kapelšćak, bei sv. Martin, Zaveršćak usw. sichtbar. Die Überreste der Schotterplatte liegen in der Höhe zwischen 300–280 m. A. Moos (1939 a, b) und R. Filjak (1949) zählen die Schotterdecke zum jüngeren Pliozän.

Die Sedimentation der Ablagerungen des Unterpliozäns wurde in diesem Gebiet — wie auch in der ganzen Drava-Niederung — mit den Ablagerung des jüngeren Horizontes (Horizont mit *Unio wetzleri*) beendet.

In der Sava-Niederung dagegen wurde nach einer Erhebung, die an der Wende vom unteren zum mittleren Pliozän erfolgte, die Sedimentation der Ablagerungen des mittleren und oberen Pliozäns fortgesetzt. Dies bestätigt die diskordante Lage der mittleren und oberen Pliozän-Schichten und der dortigen Rhomboidea-Schichten.

Die Bildung der Antiklinale Selnica-Peklenica fällt, wie erwähnt, mit der Hebung an der Wende vom unteren zum mittleren Pliozän zusammen. Seit dem mittleren Pliozän wurde das Gebiet der Antiklinale Selnica-Peklenica zum Festland.

Pleistozän

Die Quarzschotterplatte, welche die unteren Pliozänablagerungen diskordant überlagert, konnte also nicht während des mittleren und oberen Pliozäns entstehen, weil damals dort eine Denudation und Erosion andauerte.

Die Gerölle der Schotterplatte wurden erst nach der Erodierung der Antiklinale herbeigeschleppt und auf die erodierte Oberfläche der Antiklinale abgesetzt, was die diskordante Lage der Schotterplatte bestätigt. Die Sedimentation der faustgrossen Gerölle weist auf Wasserläufe mit grossen Wassermengen hin.

Die lithologische Zusammensetzung der Gerölle zeigt ausserdem, dass sie von Westen aus Alpenkristallinikum herbeigeschleppt wurde.

Solche Verhältnisse herrschten aber erst im älteren Pleistozän und deshalb sollten diese Schotter wahrscheinlich dem älteren Pleistozän und nicht dem oberen Pliozän zugezählt werden. Die Schotterplatte stellt vermutlich die Relikte einer der ältesten Terrassen dieses Gebietes vor (QT₁). Diese Schotterplatte ist auf beiliegenden Karte nicht ausgedeutet.

Im Gebiet der Antiklinale Selnica-Peklenica findet man auch die Ablagerungen welche denen des mittleren und oberen Pleistozäns vielleicht äquivalent sind. Die gesamte Mächtigkeit dieser Ablagerungen beträgt 5–30 m. Die Ablagerungen sind von winzigen Flusschottergeröllen und blaugrauen tonigen Sanden zusammengesetzt und mit Löss bedeckt.

Mittelpleistozän

Die stratigraphische Unterteilung der Schichten des mittleren Pleistozäns wurde in den benachbarten Gebieten Ungarns (Balogh 1956) sorgfältig ausgeführt. Dort wurden die Schotter und Flussande dem mittleren Pleistozän zugezählt. Deshalb sind die Schotter mit winzigen Geröllen und die blaugrauen tonigen Flussande, die über den Schottern lagern, ins mittlere Pleistozän eingereiht worden.

Die Schotter und tonigen Sande bilden die zweite, jüngere pleistozäne Terrasse auf einer Meereshöhe von 200–220 m (QT₂).

Oberpleistozän

In das Oberpleistozän dieses Gebietes werden Flussschotter und Flusssande sowie der Löss eingereiht, nach den entsprechenden Erscheinung von Löss und Flussschotter sowie Flusssand in den benachbarten Gebieten Ungarns und den anderen Teilen der Drava-Niederung. Diese Flussschotter und Sande bauen die jüngste Terrasse (QT₃) mit einer Meereshöhe von 180 m aus.

Der Löss wird auch dem Oberpleistozän als das jüngste stratigraphische Mittglied zugezählt. Man muss aber betonen, dass der Löss nicht nur die Terrasse QT₃, sondern auch die Terrassen QT₂ und QT₁ überdeckt. So findet man am der Raky-Hügel über grobkörnigen Schottern eine über 20 m mächtigen Lössschicht. Der Löss ist hellgelb, örtlich mit dünneren Einlagerungen größeren Dünensandes.

In den westlichen Teilen des Nordflügels der Antiklinale Selnica-Peklenica ist immer ein östliches Streichen zu beobachten, mit starken Einfällen von 36°–41°. Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass in der Nähe der Mura die Schichten plötzlich stark nach Norden absinken, so dass z. B. bei Gibina und Brezovec die Kohlenausbisse einen Einfall von 50°–30° zeigen. Auf dem Südflügel der Antiklinale herrscht ostliches Streichen und südliches Einfallen. Der ganz genaue Verlauf der Antiklinalachse war schwer festzustellen. Die Erdölbohrungen bieten sichere Angaben über den Aufbau der Antiklinale und das Absinken der Antiklinalachse der Antiklinale von Selnica.

Einen weiteren Beweis für das Absinken der Stirn der Antiklinale gegen Osten habe ich schon vor vielen Jahren auf dem Braunkohlentagebau bei Križovec (am östlichsten Teil der Antiklinale) gefunden. Hier treten nämlich nur die Sande des Horizontes mit *Unio wetzleri* auf, nicht aber die älteren Schichten, was das Untertauchen der Antiklinalachse gegen Osten beweist.

Die Antiklinale Selnica-Peklenica geht gegen Nordwesten und Südosten in grossen und tiefen – auch durch gravimetrische Vermessungen festgestellten – Synklinalen von Ljutomer und Čakovec über.

Die tiefen Erdölbohrungen haben in der Umgebung von Selnica sichere Angaben über einen steil aufgepressten inneren Antiklinalkern gegeben (A. Moos, 1939 b).

Die Zeit der Auffaltung der Antiklinale von Selnica wurde schon erwähnt. Die Hauptauffaltung fällt mit der Wende vom unteren zum mittleren Pliozän zusammen. Eine gewisse tektonische Unruhe in positivem Sinne deutet auch die gut sichtbare Diskordanz der Kohlenflöze des Braunkohlenlager von Mursko Središće an, die schon in der Sedimentationszeit der Schichten des Horizontes mit *Unio wetzleri* aufgetreten war.

DAS KOHLENLAGER

Die Oberfläche des Kohlenlagers von Mursko Središće misst etwa 64 km², so dass es in die Reihe kleinerer Kohlenlager mit relativ beschränkten Reserven gezählt werden muss. Die Flözausbisse können nirgends an der Oberfläche beobachtet werden, da sie von einer relativ mächtigen Decke von Quartärablagerungen überlagert sind.

Die Untersuchungen der Kohlenflöze werden deswegen nur mittels Flachbohrungen ausgeführt. Nach einigen charakteristischen Merkmalen kann das Kohlenlager von Mursko Središće folgendermassen klassifiziert werden:

- als Kohlenlager des Unterpliozäns
- als autochtones Kohlenlager mit dunkler, harter, kompakter Kohle, glanzlos am Querbruch, und mit schwachem Glanz an der Schichtungsflächen, mit glattem Bruch und linsenartigen Einschlüssen von Glanzkohle;
- als Kohlenlager, das überall mit einer mächtigen Decke von Quarterablagerungen bedeckt ist;
- als Kohlenlager von antiklinaler Strukturform und mit schwach dislozierten Kohlenflözen.

Die gesamte Zahl der Kohlenflöze des Braunkohlenlagers von Mursko Središće beträgt etwa 30, die überwiegende Zahl der Flöze liegt aber weit unter der Abbauwürdigkeitsgrenze, so dass für die Exploitation nur 4-7 Flöze in Betracht kommen.

Die Untersuchung des Kohlenlagers wurde von 1949 bis heute mit etwa 330 Flachbohrungen durchgeführt.

Die Untersuchungsbohrungen an der Antiklinale Selnica-Peklenica wurden zuerst für Erdöluntersuchungen schon seit 1889 unternommen; daher ist die Antiklinale eine der am frühesten untersuchten Strukturen von Südosteuropa (B o b u l a, 1955).

Im Kohlenbergwerk »Medimurski ugljenokopi« werden bis heute abgebaut:

- 6 abbauwürdige Flöze in der engeren Umgebung von Mursko Središće
- 1 abbauwürdiges Flöz in der Umgebung von Vratišinec
- 5 abbauwürdige Flöze in der Umgebung von Zasadbreg und Ciganjšćak.

Die Identifikation der Kohlenflöze in einzelnen weiter gelegenen Gebieten ist noch nicht beendet, weil einige wichtige Angaben fehlen.

Das Flöz I (Grube »Sloboda«) abgebaut südlich des Dorfes Miklavec. Die durchschnittliche Mächtigkeit des Flözes ist 1,1 m, Einfall des Flözes 6°/Ost.

Das Flöz II (Grube »Pobjeda«) liegt vertikal unter dem Flöz I in einer Entfernung von etwa 20 m. Die Mächtigkeit des Flözes ist 0,60 m.

Das Flöz III (»Mittlere Flöz«) liegt etwa 80 m vertikal unter dem Flöz II, mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 1,2 m. Die Mächtigkeit wächst mit der Tiefe.

Das Flöz IV (Grube »Vladimir«) liegt etwa 20 m vertikal unter dem Flöz III. Mächtigkeit von 0,8 bis 1,1 m. Das Flöz wurde zwischen den Dörfern Peklenica und Mursko Središće abgebaut. Der Einfall des Flözes war 12°–15°.

Das Flöz V (Flöz »Broj 4«) liegt vertikal unter dem Flöz IV in einer Entfernung von 20 m. Die Mächtigkeit des Flözes war 1,1 m.

Das Flöz VI (Grube »Maj«) mit einer Mächtigkeit von 0,85 m, liegt in einer Vertikalentfernung von 120 m unter dem Flöz V. Der Einfall des Flözes am östlichen Teil war 7° während es gegen Westen immer steiler wurde – bis zu 28°.

Im engeren Gebiet des Dorfes Vratišinec (etwa 3 km südwestlich von Miklavec) wurde bis heute nur ein Kohlenflöz, mit einer Mächtigkeit von 0,7 m, untersucht, und noch einige wurden durch Untersuchungsbohrungen festgestellt.

Im engeren Gebiet von Zasad-breg (etwa 3,5 km südwestlich von Vratišinec) wurden durch Untersuchungsbohrungen fünf Kohlenflöze mit der Mächtigkeit von 0,86 m, 0,70 m, 0,75 m, 0,70 m und 0,67 m bestimmt.

Der Qualität nach gehören die Kohlenflöze des Bergwerks »Medimurski ugljenokopi« zu den harten Braunkohlen mit einem Heizwert von 3450 kcal.

Im Gebiet von Ciganjščak – westlich von Mursko Središće – waren früher 3 Bergwerke tätig, und zwar »Jalšovec«, »Ciganjščak« und »Juršovčak«. Die bisherigen Arbeiten haben das Vorhandensein von zwei abbauwürdigen Kohlenflözen (»Hangendflöz« und »Liegendflöz«) bewiesen. Das »Hangendflöz« hatte eine Mächtigkeit von 0,60–0,80 m und einen Einfall von 14°–18°/N. Das »Liegendflöz« hatte eine Mächtigkeit von 0,50–0,60 m.

Die Kohle ist glänzend schwarz, der Bruch muschelartig ohne Lignitstruktur.

Die Identifikation dieser Flöze mit denen von Robadje ist bisweilen unmöglich.

Östlich von der Strasse Dravsko Središće–Ljutomer war früher das Bergwerk »Robadje« tätig. Hier wurden folgende Kohlenflöze abgebaut;

Das »Liegendflöz« in einer Mächtigkeit von 0,40–0,70 m, mit harter, reiner, muschelbrüchiger Kohle;

Das sog. »Doppelflöz« das durch einen 10–25 cm mächtigen Einschluss in zwei Tafeln geteilt wurde. Die gesamte Mächtigkeit der reinen Kohle betrug 0,60–1,00 m. Das Flöz liegt in einer Horizontalentfernung von 80–90 m über dem »Liegendflöz«.

Das dritte Flöz oder sog. Kukovec-Flöz liegt oberhalb des »Doppelflözes« in einer Horizontalentfernung von 220 m, mit einer Mächtigkeit von 0,60 m und mit sehr harter Kohle.

Das vierte Kohlenflöz liegt oberhalb des dritten Flözes in einer Horizontalentfernung von 250 m, mit einer Mächtigkeit von 0,60 m.

Das fünfte Flöz liegt in einer Horizontalentfernung von 150 m oberhalb des vierten Kohlenflözes, mit einer Mächtigkeit von 0,40–0,70 m.

Die Kohlenflöze, die vom Berwerk »Lopatinec« abgebaut werden, befinden sich etwa 3 km nordwestlich des Dorfes Lopatinec, neben der Strasse Čakovec-Lopatinec-Štrigova.

Das Streichen der Schichten war Nordost – Südwest und mit einem Einfallen von 5°–6° gegen Südosten. Die Vertikalentfernung der Kohlenflöze ist etwa 10 m. Hier sind nur zwei Flöze bekannt, nämlich ein Hangend- und ein Liegendflöz. Die Mächtigkeit der Flöze war sehr gering: von 0,50 m – 0,60 m.

Nach allen, von Herrn Ing. R. Gaberščik erhaltenen Angaben, habe ich die beiliegende Karte mit den Kohlenflözverhältnissen sowie die Profile hergestellt. Herrn Ing. Gaberščik spreche ich hiermit meinen besten Dank aus.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Über die Kohlenlager von Mursko Središće kann man folgende Schlüsse ziehen:

- die Kohlenflöze von Mursko Središće waren in Torflagern am Rande des pannonischen Beckens entstanden. Die grosse Anzahl von Kohlenflözen bestätigt, dass während der Sedimentationszeit der Schichten des Horizontes mit *Unio wetzleri* dieses Gebiet labil war. Die Diskordanz, die zwischen einigen Kohlenflözen des Kohlenlagers festgestellt wurde, ist auch ein Zeichen von intra-unterpliozänen Vertikalhebungen. Dies war auch das erste Zeichen des Beginns einer stärkeren Hebung oder Auffaltung der Antiklinale, die in nach-unterpliozäner Zeit erfolgte;
- vom mittleren bis zum Ende des oberen Pliozäns und während des Quartärs wurde das Gebiet der Antiklinale zum Festland. Während

des mittleren und oberen Pliozäns (Levant) wurde die Antiklinale durch Erosion stark zerschnitten, erniedrigt und in eine Ebene verwandelt.

- Im älteren Pleistozän wurde die Antiklinale mit groben, von Westen mitgebrachten Schottern eingeschüttet.
- Wegen junge Quartärhebung wurde die Schotterplatte durch Erosion disseziert und grösstenteils vernichtet. Die Überreste der Schotterplatte sind heute nur auf einer Höhe von 280-300 m sichtbar.
- Dem mittleren und oberen Pleistozän werden die zwei Flussterrassen mit einer Höhe von 200-220 m und von 180 m zugezählt.

Angenommen am 12. Dezember 1966.

Institut für Geologie,
Zagreb, Kućska ul. 2.

LITERATURVERZEICHNIS

- Balogh, K., (1956): Magyarország Magyarország 1:300.000-es. Földtani Térképéhez. - Budapest.
- Bobula, V., (1955): Bušotina Medimurje br. 1 - dosad najdublja bušotina u Jugoslaviji. - Nafta, 6/1, Zagreb.
- Böhm, E. (1940): Das Erdölvorkommen der Murinsel (Jugoslawien). - Öl u. Kohle, 36/40, Berlin.
- Cigit, K. (1958): O geoloških razmerah filovske naftne strukture. - Geologija, 4, Ljubljana.
- Filjak, R. (1949): Tektonski i stratigrafski odnosi samostalne strukture Petišovci prema antiklinali Selnica-Peklenica. - Dipl. rad, RGN-fak. Zav. geol. uglj. i nafte, Zagreb.
- Gaberšček, R. (1965): Studija o sirovinskoj bazi s programom istražnih radova na ugljen u području kotara Varaždin. - Udr. rud. arh., Zagreb.
- Höffer, H. (1894): Das Tertiär in Nordosten von Friedau. - Jahrb. geol. R. A., 44, Wien.
- Janoschek, R. (1946): Bericht über den gegenwärtigen Aufschlussarbeiten in Unter-Steiermark. - Arh. komb. INA, Zagreb.
- Moos, A. (1939a): Geologisches Gutachten über das Erdölgebiet von Selnica-Peklenica in Kroatien, vorwiegend auf Grund der Aufschlüsse 1926-1930. - Arh. komb. INA, Zagreb.
- Moos, A. (1939b): Geologisches Gutachten über das Erdölgebiet Selnica-Peklenica in Kroatien mit besonderer Berücksichtigung der gegenwärtig in Gang befindlichen Aufschlussarbeiten. - Hannover. Arh. komb. INA, Zagreb.
- Pleničar, M. (1954): Obmurska naftna nahajališča. - Geologija, 2, Ljubljana.
- Pleničar, M. (1958): Paleografija panonskega obrobja v Sloveniji. - Geologija, 4, Ljubljana.
- Sommermeier, L. (1940): Das erdölhaltigen Gebiete in Jugoslawien. - Öl u. Kohle, 36/40, Berlin.

- Strauss, L. (1948): Geological Data from Muraköz (Medimurje). – Föl. Közl., 73, Budapest.
- Takšić, A. (1951): Geološki izvještaj za istražne bušotine 1–13 iz 1951 u Murskom Središću. Fond dok. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Takšić, A. (1954): Analiza istražnog bušenja izvedenog 1954 god. u Murskom Središću. – Fond dok. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Winkler v. Hermeden A. (1944): Neue Beobachtungen im Tertiärbereich des mittelsteirischen Beckens. Ber. d. R. A. f. Bodenf., Wien.
- Winkler v. Hermeden A. (1957): Geologisches Kräftespiel und Landformung. – Springer-Verl., Wien.

A. TAKŠIĆ

UGLJENO LEŽIŠTE MURSKO SREDIŠĆE

Ugljeno ležište kod Murskog Središća leži na najistočnijem dijelu dugačke antiklinale, južno od rijeke Mure, a nedaleko od njezina ušća u Dravu. Antiklinala je poznata pod imenom »selničko-peklenička antiklinala«. Sela Peklénica i Selnica, po kojima je antiklinala i dobila ime, leže 3 km jugoistočno i oko 5 km jugozapadno od Murskog Središća.

Od Ormoža, gdje antiklinala prelazi rijeku Dravu preko Vinskog Vrha, Koga, sv. Urbana i Lohovca, ona se pruža u smjeru sjeveroistoka sve do sela Grabovnika, gdje prilično oštro zaokreće u pravac zapad–istok.

Na antiklinali nalazimo tortonske, sarmatske i donjopliocenske naslage. Antiklinala prelazi postepeno u dvije duboke sinklinale, čakovečku, na jugu i ljutomersku, na sjeveru.

Naslage donjega pliocena, nalazimo u razvoju abichi-slojeva i romboidejskih slojeva. Ovi su u svojoj završnoj seriji, horizontu s *Unio wetzleri*, nosioci ugljenih slojeva. Naslage horizonta s *Unio wetzleri* su izrazito slatkovodne, litološki označene pojavom pijesaka sa šljuncima, koji prevladavaju, i mnogo slabijim razvojem lapora i glina.

Ugljenih slojeva ustanovljenih na antiklinali Selnica–Peklenica ima oko 30, no za eksploataciju ih ima svega 4–7. Na tim je slojevima bio otvaran cijeli niz ugljenokopa pa i dnevnih kopova. U ugljenom sloju koji je bio eksploatiran kod Peklénice, nađeni su uspravni panjevi drveća, što dokazuje da je ležište ugljena autohtono.

Na profilima 1, 2 i 3 vidi se jasno izražena diskordancija među pojedinim ugljenim slojevima. To je dokazom da su se prvi znaci izdizanja antiklinale počeli javljati još za vrijeme taloženja naslaga horizonta s *Unio wetzleri*, a da je antiklinala izdignuta i nastala na prelazu donjega u srednji pliocen.

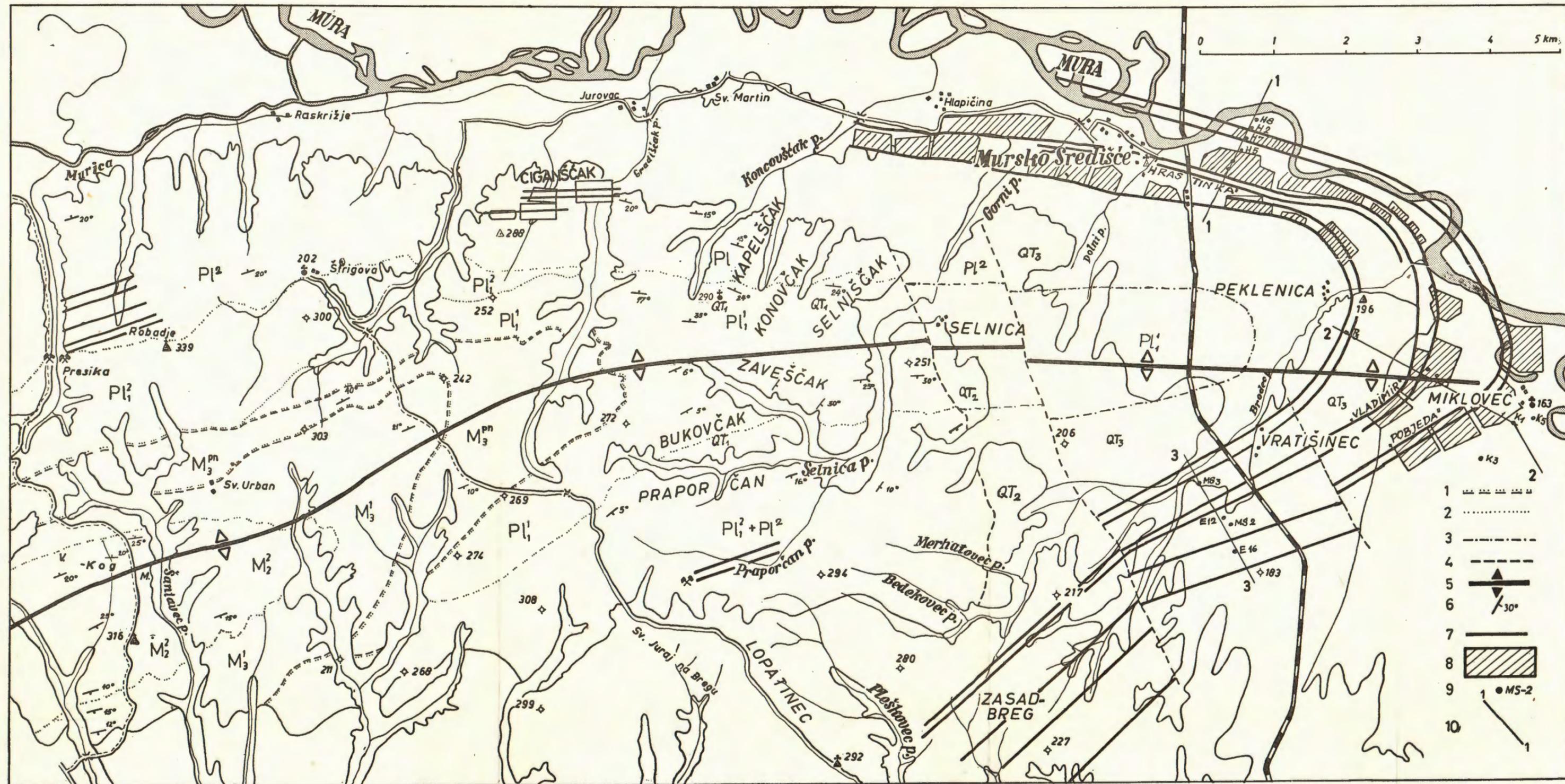
Kroz srednji i gornji pliocen (levant) pa kroz cijeli kvartar do danas, područje antiklinale je suho kopno. Abichi- i romboidejski slojevi su na mnogo mjesta pokriveni do 3 m i debljim pokrovom krupnih šljunaka, koje nalazimo na visinama od 300 do 280 m. Položaj im je u odnosu na starije naslage izrazito diskordantan. A. Moos i neki drugi autori, ubrajali su te šljunke u gornji pliocen. Međutim autor je sklon da ih ubroji u donji pleistocen i to radi toga, što je antiklinala morala biti najprije erodirana, snižena i poravnata, a tek nakon toga zasuta šljuncima. Erodiranje, snižavanje i poravnavanje antiklinale događalo se je tokom srednjega i gornjega pliocena, a tek u starijem kvartaru, radi povećanih količina padalina i prema tome i povećanih količina vode u rijekama, donesene su sa zapada, vjerojatno iz područja alpskoga kristalinika, znatne količine šljunka i ovdje istaložene.

Mladim uzdizanjem antiklinale tokom pleistocena, došlo je do pojačanoga rada erozije i šljunčani pokrov je jako uništen, tako, da ostatke njegove nalazimo samo na grebenima niskoga humlja na spomenutim visinama. Razvijene su osim toga još i dvije niže, riječne terase.

Na karti su na temelju rudarskih radova i istražnih bušenja (preko 300 plitkih bušotina) rekonstruirani ugljeni slojevi, njihov položaj i protezanje.

Primljeno 12. 12. 1966.

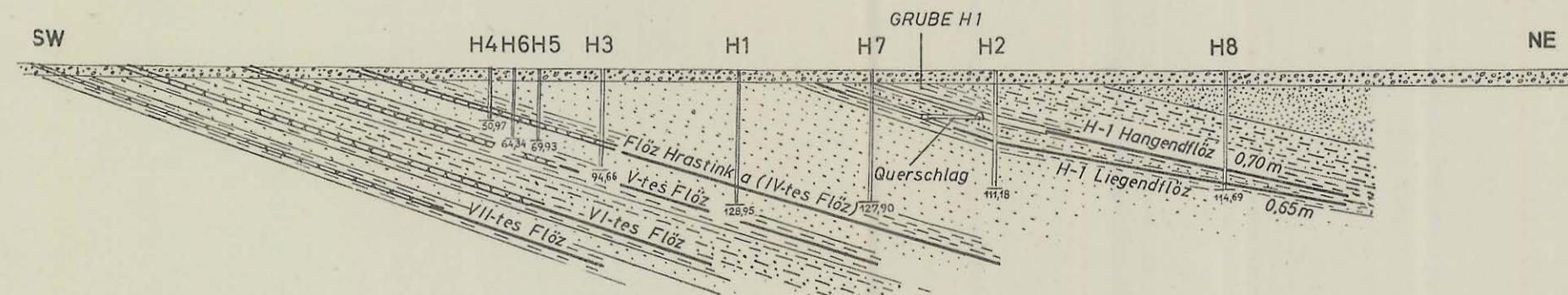
*Institut za geološka istraživanja,
Zagreb, Kuvska ul. 2.*



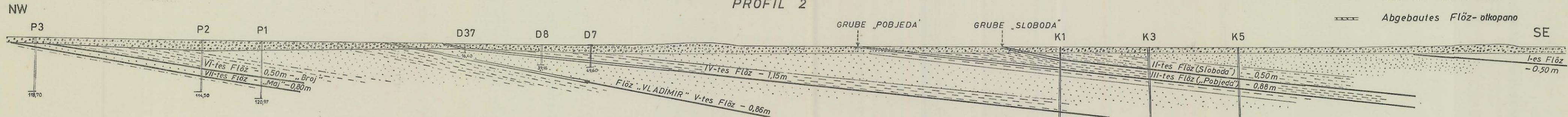
- 1 - Erosions-tektonische Grenze - eroziona tektonska granica
- 2 - Allmählicher Übergang - postepeni prelaz
- 3 - Bedeckte Grenze - pokrivena granica
- 4 - Verwerfung - rasjed
- 5 - Axe der Antiklinale - os antiklinale
- 6 - Einfall der Schichten - položaj slojeva
- 7 - Braunkohlenflöze - slojevi ugljena
- 8 - Grube - rudarska jama
- 9 - Bohrlöcher - bušotine
- 10 - Profilinie - linija profila

- QT₁-QT₃ - Pleistozäne Terrassen - pleistocenske terase
- QT₁ - Altpleistozäne Terrasse - staropleistocenska terasa
- PI₂ - Horizont mit *Unio wetzleri*
- PI₁² - Rhomboidea-Schichten - romboidejski slojevi
- PI₁¹ + PI₂ - Rhomboidea-Schichten u. Horizont mit U. w.
- PI₁¹ - Abichi-Schichten - abichi slojevi
- M₃^{pa} - Fazies der »weissen Mergeln« + facies »bijelih lapora«
- M₃¹ - Mittel- und Untersarmat - srednji i donji sarmat
- M₂² - Torton

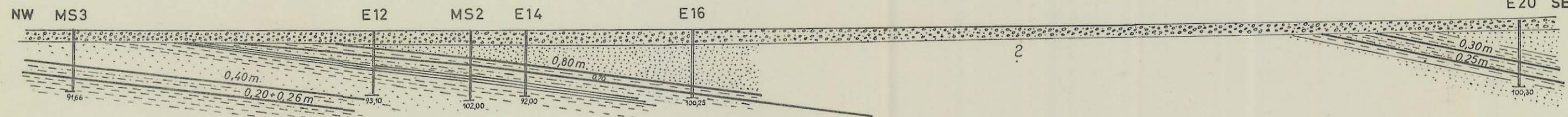
PROFIL 1



PROFIL 2



PROFIL 3



- Pleistozän und Holozän
- H8 Bohrloch-bušotina
- Flöz im Abbau-otkop
- Abgebautes Flöz-otkopano

- Lockerer Sand
Rahli pijesak
- Toniger Sand
Glinoviti pijesak
- Ton-Glina
- Wasserführender Sand
Vodonosni pijesak