

Zhodnotenie útvarov Západných Karpát z hľadiska hornín pre výrobu cementu.

ALEXANDER ŽABKA

Les matières premières cimentaires en Slovaquie.

Le travail apporte l'aperçu sommaire sur la prospection géologique des matières cimentaires en Slovaquie au cours des années 1950—1971.

Sur demande des usines à ciment, l'auteur participa à la prospection géologique pour assurer les réserves des matières premières cimentaires pour la période de 30 années futures. Pendant ces travaux, l'auteur a rassemblé beaucoup de connaissances précieuses relatives à la Tchécoslovaquie et aussi à l'étranger, il fallait de résoudre beaucoup de problèmes pour trouver la localisation optimale de l'usine à ciment (réserves des matières premières, conditions climatiques, géographiques et économiques, vente, investissement, voies de communication, frais généraux etc.)

Après avoir rassemblé les informations géologiques nécessaires, on a élaboré une étude économique des frais généraux laquelle a influencé le choix des matières premières à la composition optimale. On a constaté qu'on peut limiter les frais généraux en utilisant les matières premières faciles à moudre. On peut économiser non seulement de l'énergie électrique, mais aussi de l'énergie thermique en utilisant les matières premières faciles à cuire et très réactives. L'usine à ciment capable de traiter 1,000.000 de tonnes de clinker a économisé 6,000.000 KWh dans une année par le choix convenable des matières premières. Le travail apporte un aperçu sommaire de la caractéristique géologique-technologique des différents types des matières premières cimentaires en Slovaquie utilisées pour la fabrication du ciment Portland (OPC) et du ciment blanc (WC).

Zo širokej škály stratigrafických útvarov, ktoré sa účastnia na geologickej stavbe územia Slovenska pre výrobu cementu, boli úspešne odskúšané len niektoré.

Zásadnú vhodnosť suroviny určuje chemizmus, petrografický charakter, technologické vlastnosti, homogennosť, rozsah a ťažiteľnosť zásob.

Týmto kritériám najlepšie vyhovujú niektoré horniny spodného a stredného triasu, jury, kriedy, paleogénu, neogénu a zriedkavo kvartéru.

Spodný trias — skýt

Bol preskúmaný orientačnými vrtmi, v rámci akcie Cementáreň Turňa nad Bodvou (Žabka 1957—1958), v priestore obcí Silická Jablonica — Drnava, Krásnohorská Dlhá Lúka.

Bazálna časť súvrstvia (seis — spodný kampil) je zastúpená pestrými pieskovecami a bridlicami červenej alebo zelenej farby. Má vyšší obsah klastickej prímesi a slúd, čo znižuje použiteľnosť súvrstvia ako celku pre výrobu cementu, najmä pre vyšší silikátový modul a obsah alkálií. V niektorých horizontoch sú vyššie koncentrácie Cu a SO₃.

Vyššia časť súvrstvia — pestré bridlice, piesčité vápence (spodný kampil) má priaznivejšiu charakteristiku a predovšetkým veľký rozsah ťažiteľných zásob. Niektoré horizonty obsahujú mocnejšie polohy pieskovcov a tieto treba považovať za škodlivinu.

VÝSLEDKY CHEMICKÝCH ROZBOROV

Lokalita: Petrklín, Vajarská

Hornina: Melafýrový porfýrit

Označenie vzoriek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	str. žih.	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	Mn	Pb	Zn	Cu
1 skrvka	58,04	16,87	7,78	1,14	3,02	0,03	4,86	1,20	0,42	2,10	2,26	0,12	0,12	0,01	st.
2 odpad	57,46	15,28	8,95	3,21	2,66	0,01	5,37	0,70	0,28	1,50	2,44	0,24	0,13	0,02	st.
3 prach 1	58,95	15,36	8,55	2,86	2,77	0,06	5,03	0,86	0,26	1,78	3,40	0,15	0,11	0,02	st.
4 prach 2	57,33	15,63	7,78	3,71	2,82	0,07	5,69	0,94	0,18	1,52	3,30	0,27	0,10	0,03	st.
5 frakcia 3/8	58,96	15,90	7,06	3,14	2,50	0,04	4,32	0,97	0,36	1,72	3,41	0,19	0,12	0,02	st.
6 frakcia 8/15	62,03	15,74	7,41	2,43	2,46	0,07	3,45	0,79	0,26	1,48	3,46	0,25	0,20	0,03	st.
7 frakcia 15/25	56,80	16,53	7,23	3,36	2,80	0,03	5,10	0,75	0,25	1,72	3,76	0,23	0,14	0,03	st.
8 frakcia 25/40	59,23	14,75	9,76	2,78	2,62	0,05	3,53	0,70	0,18	1,72	3,74	0,16	0,17	0,03	st.

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice, 1961.

Relatívne najvhodnejším horizontom je kampil, tvorený slienito-bridličnato-vápencovým súvrstvom. Ide o monotónne súvrstvie, v ktorom sa striedajú šedé do šedožltá zvetrávajúce slienité bridlice a šedé až tmavošedé slienité doskovité vápence. Súvrstvie je ukončené žltými bunkovitými dolomitmi (rauwakmi), v ktorých náhle sa zvyšuje obsah MgO. Súvrstvie kampilu ako celok je veľmi vhodnou cementárskou surovinou, hlavne po stránke chemizmu, čo bolo preukázané početnými chemickými rozbormi i laboratórnym výpalom slinkov. Hornina je však málo plastická, menej ľahko meliteľná a paliteľná. Pre suchý spôsob výroby je menej vhodná pre relatívne vysoký obsah prirodzenej vlhkosti. V kombinácii s triasovými vápencami vyhovuje pre výrobu OPC 350.

Orientačné chemické zloženie vrstiev kampilu:

SiO₂ 26–29 %, Al₂O₃ 4–10 %, Fe₂O₃ 2,60–4,10 %, CaO 26–31 %, MgO 1,00–1,80 percenta, SZ 26–24 %, NZ 36–42 %.

Uvažuje sa ako korekčná sialitická surovina pre cementáreň v Turni nad Bodvou.

Spodný trias bol podrobnejšie skúmaný aj na ložisku Pekľany — kóta 266,5 JZ od Hrhova, avšak s prakticky negatívnym výsledkom pre vysoký Ms a premenlivý chemizmus.

Perm — spodný trias

Preskúmali sme podrobnejšie v rámci prieskumu ložiska pre cementáreň VIII. Záhorie — Vajarská (Ž a b k a 1963). Ide o súvrstvie pestrofarebných ílovitých bridlíc lokálne sludnatých a piesčitých monotónneho charakteru o mocnosti nad 1000 m. Charakteristickým je pre ne výskyt bázických vulkanických hornín označovaných všeobecne ako melafýry. Vznikli z gabrodioritovej magmy (Malé Karpaty). Okrem základnej horniny pestrofarebných bridlíc, ktoré sú lokálne použiteľné ako korekcia s vysokopercentným vápencom pre výrobu OPC, laboratórne výpaly slinku v zmesi vápenec (Vajarská) a melafýrový porfýrit (lom ZKŠ Rohožník) vykázali neľahkú paliteľnosť a nízku reaktivnosť suroviny, avšak vhodný chemizmus a ľahkú drviteľnosť a meliteľnosť.

Sedimentárne horniny spodného triasu — skýtu a melafýrové porfýry permu — spodného triasu majú niektoré dôležité vlastnosti výhodné pre výrobu cementu, avšak ako surovinová základňa pre modernú technológiu výroby cementu nie sú ideálne. Napriek veľmi rozsiahlym zásobám a početným výskytom nespĺňajú kritéria pre surovinu na RVC, sú málo reaktívne a neľahko paliteľné.

Stredný trias (anís — ladín)

Anís

Horniny stredného triasu predstavujú najrozsiahlejšie výskyty a ložiská vysokopercentných vápencov Slovenska. S obľubou sa používajú v našich vápenkách a cementárňach. K známym strednotriasovým lokalitám patrí Gombasek, Drienovec, Vajarská, Včeláre, Tisovec, Margecany a Drienok.

Ide o vysokopercentné vápence, veľmi čisté, len lokálne s vyšším obsahom MgO a SiO₂. Základná chemická a technologická charakteristika hlavných typov vápencov je na všetkých lokalitách približne rovnaká. Predmetom geologického prieskumu je ich sekundárna premenlivosť, ktorá určuje odlišnú ložiskovú hodnotu

jednotlivých lokalít. Ide hlavne o tektonické porušenie, zvetrovanie, skrasovanie, dolomitizáciu a silifikáciu.

Spodnú časť komplexu predstavujú vápence gutensteinského typu. Ich vek doteraz nebol presne paleontologicky potvrdený. Zaradenie sa opiera o bezpečne preukázané podložie (kampil) a nadložie (pelsón — spodný ilýr).

Typické gutensteinské vápence sú hrubolavicovité, zriedkavejšie doskovité, tmavošedé, s charakteristickým bielym žilkovaním (sekundárny kalcit). Vyššie prechádzajú do šedých jemnozrnných vápencov. Miestami sú svetlošedé a v Slovenskom krase i ružovo až červenoškvrnité. Medzi Zádielskou dolinou a Hačavou, v záreze cesty, sú výrazne červené. Na ostatnom území Slovenska, z hľadiska maltovín, vápence anísu majú veľmi premenlivú ložiskovú hodnotu, najmä pre kolísavý obsah MgO a SiO_2 . V oblasti Slovenského krasu aníske vápence majú spravidla obsah CaO okolo 52 až 55 %, obsah MgO od 0,25 do 4 %.

Vrchný anís (pelsón) zastupujú v Slovenskom krase svetlé vápence a svetlé dolomity. Prevažne sú masívne, vzácne hrubolavicovité, svetlosivé, miestami ružovkasté. Majú štruktúru organoklastickú, zriedkavo organickú a kalovú. Fáciou sú zhodné s wettersteinskými svetlými vápencami ladínu i so svetlými vápencami organoklastickej štruktúry vrchného triasu. Preto sa bežne používa ich spoločné označenie vápence wettersteinského typu.

Odlíšne vlastnosti majú karbonáty spodného anísu v podloží ložiska Vajarská, kde sú zastúpené od čistých vápencov až k dolomitom. V literatúre boli pôvodne označované ako raštúnske vápence, novšie ako vápenické vápence (Mahel). V podstate však ide prevažne o dolomity.

Obsahy CaO kolíšu od 30 do 45 %, MgO od 10 do 17 %. V ich ostro ohraňovanom stratigrafickom nadloží vystupujú svetlé vápence wettersteinského typu s riasou *Physoporella varicans* Pia, čo poukazuje na vrchný anís — pelsón.

Vápence anísu (charakterizované riasami *Physoporella pauciforata* (Gümb.) Steinm., var. *undulata* Pia 1935, *Physoporella pauciforata* (Gümb.) Steinm., var. *pauciforata* a *Physoporella varicans* Pia, 1935) — na lokalite Vajarská sú po stránke chemickej, technologickej a litologickej totožné s nadložnými vápencami ladínu.

Ladín

Karbonáty ladínu predstavujú najväčšiu zásobu vysokopercentných vápencov Slovenska.

V posledných rokoch boli začlenené, na princípe mikrofaciálnych analýz, do početných vývinov a sérif. V podstate, po stránke chemickej a technologickej, ide o rovnorodý typ karbonátov s výnimkou horizontov so zvýšeným obsahom SiO_2 , ktoré skôr chemicky pripomínajú svetlé ružovkasté lavicovité vápence s hľuzami červených rohovcov (shreyaalského vývinu), prípadne vrchnotriasové reiflingské vápence chočského príkrovu.

V posledných rokoch bol geologickým prieskumom na ložisku Vajarská podrobne preskúmaný rozsiahly komplex karbonátov, ktorý na paleontologickom podklade možno zaradiť k spodnému ladínu.

Po litologickej stránke ide o jemnozrnné, šedé, lokálne svetlošedé vápence, chemicko-organogénne, prestúpené žilkami vrastlého sekundárneho kalcitu. Štruktúra vápencov z Vajarskej je v prevahe detriticko-organogénna, organodetriticko kalová, miestami mikrobrekciovitá s kalovou základnou hmotou, zriedka rekryštalizovanou v jemno až strednozrnný kalcit.

Chemické zloženie stredno a vrchnotriasových vápencov Slovenska

Lokalita	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	s. ž.	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	Pb	Zn	Cu
Vajarská	0,47	0,41	0,08	54,10	1,43	43,45	st.	0,09	0,04	st.	0,11	0,05	st.	st.	st.
Drienovec	0,84	0,55	0,28	54,54	0,57	43,15									
Včeláre	1,33 1,26 0,92	0,77 0,76 0,62	0,32 0,30 0,32	53,96 54,52 54,52	0,62 0,65 0,53	43,20									
Gombasek	0,32	0,06	0,016	55,10	0,8			0,08							
Včeláre-výber	0,85 0,39	0,73 0,52	0,06 0,34	54,99 55,10	0,17 0,60										
Kurtová skala	0,48	0,33	0,20	54,03	1,38	43,58	0,12	0,33	0,001		0,01	0,02			
Tisovec	0,45	0,15	0,10	55,10	0,30	43,20		0,05	0,35						
Svinná L. Lúčka	2,00	4,50	0,50	52,00	2,50	41,20		0,22							
Margecany	0,60	0,29	0,15	54,83	0,64	43,51		0,15							
Gombasek II	0,80	0,20	0,15	55,20	0,50	43,10	0,01	0,15	0,02						
Ružomberok	0,91	0,65	0,27	54,10	0,43	43,13		0,10	0,06						
Žirany	1,30	0,60	0,30	53,00	3,00	43,56		0,11	0,01						
Nové Mesto	0,70	0,40	0,10	52,80	3,50	43,50		0,10							

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice, 1959–1963.

Chemické zloženie hlavných typov jurských vápencov lokalita Horné Srnie (czorsztyńska séria)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	s. ž.	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	NZ
Stredná jura dogger — bajos	2 24 2,88	0,71 0,97	0 32 0,40	53,21 52,86	0,41 0,40	42,03 42,07	0,03 0,07	0,08 0,11	0,11 0,04	0,04 0,07	0 24 0 22	0 28 0 28	
biele krinoidové vápence	1 93	0,55	0,53	53,88	0,94	41 53		0,13	0,09				2,93
Bat, červené krinoidové vápence	1,10 1,47	0,39 0,46	0,19 0,29	53,70 54,44	1,10 0,52	43,21 42,64	0,07 0,06	0,14	0,03	0,02	0,16	0 28	
Vrchný dogger až spodný malm	0,58	0,64	0,31	53,66	0,82	42 65							1,61
Kelovej-kimeridž-červ. hluz. vápence	0,68	0,42	0,21		0,91	43,05	0,03	0 01	0 05	0,007	0,18	0 28	
Vrchná jura, malm-titón	0,72	0,64	0,25	54,36	0,56	42,90							1,33
stylolitické kalpionelové vápence	1,09 1,17	0,37 0,59	0,46 0,30	54 94 54,36	0,67 0,62	41,51 42,35	0,06	0,11 0,05	0,09 0,38	0 07	0 14	0,20	1,79

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice, 1965.

Chemické zloženie hlavných typov vápencov spodnej kriedy Manínskej série bradla Buřkov—Ladce

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	s. ž.	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	MoO
barém-apt foraminifero- krinoidové váp. slienité (neokóm)	11,47 11,33 11,45 11,34	2,55 2,48 2,63 2,20	1,29 1,27 1,27 1,67	45,64 45,68 45,86 44,23	0,83 0,80 0,81 1,12	36,85 36,98 36,98 35,69	0,18 0,17 0,16 0,23	0,11 0,10 0,07 0,07	0,64 0,57 0,52 X	0,21 0,21 0,17 X	0,06	0,05
rádiolárvové vápence s rohovcami rohovec	7,87 5,51 11,61 1,10 8,53 29,28 12,62 89,96	1,94 1,35 2,15 0,38 1,48 2,94 3,70 0,44	0,88 1,16 0,62 0,27 0,89 0,98 0,78 0,46	48,61 50,69 46,27 54,68 48,65 36,52 45,03 4,36	0,76 0,63 0,60 0,09 0,62 0,27 0,70 0,65	39,12 40,85 38,15 43,29 38,97 29,93 36,90 3,85	0,09 0,04 0,06 st. 0,10 0,10 0,10 0,10	0,11 0,09 0,09 0,07 0,11 0,11 0,11 0,04	0,41 0,35 0,16 0,20 0,57 0,33 0,33 0,16	0,24 0,26 0,18 0,42 0,33 0,33 0,33 0,09	0,17 0,28 0,09 0,09 0,09 0,09 0,13	0,20 0,01 0,05 0,20 0,02
Apt Orbitolínové vápence gravelové vápence urgón	1,29 3,47 11,34 0,70	0,38 0,77 0,31 0,05	0,33 0,48 0,14 0,25	54,33 52,47 51,69 51,88	0,68 0,63 0,26 0,54	43,00 41,44 43,26 43,35	0,01 0,07 0,01 0,04	0,04 0,07 0,01 0,02	0,12 0,22 0,07 0,02	0,29 0,22 0,12 0,12	— — — 0,10	0,03

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice, 1965

Hornina predstavuje neobyčajne čisté karbonáty bez akejkoľvek klastickej prímesi. Lokálne sa vyskytuje len hydrátový pyritový pigment a nerovnomerne rozptýlená bituminózna prímes. Podľa organických zvyškov možno v spodnoladinskom komplexe vápencov odlišiť vápence s dasycladaceami, vápence s foraminiferami a vápence so zriedkavými úlomkami lamelibranchiát, krinoidových článkov, s úlomkami korálov a s fukoidami.

Časť karbonátov spodného ladínu ukazuje rôzne stupne dolomitizácie s rozmanitými formami dolomitizačných premien. Časté sú diagenetické dolomitizačné premeny v kalovej hmote. Najčastejšie je dolomitizácia viazaná len na granulované úlomky organických zvyškov. Intenzita seknudárnej dolomitizácie nie je rovnomerná. Postihuje prevažne horninu v okolí tektonických porúch zvislého priebehu. Tento typ dolomitizácie má však len lokálny význam a malý postranný dosah.

Výskyt dasycladaceí vo veterických vápencoch Vajarskej zistil C. W. Gümbel (1872), ktorý ako prvý spoznal, že rúročkovité fosílie uvádzané staršími autormi ako koral (Andrian — Paul 1864), sú schránkami vápenitých rias *Teutloporella aequalis* Gümb. Napriek tomu, že vápence z Vajarskej sa stali v Západných Kárpatoch prácami Gümbela (1872) a Pia (1912, 1920), prvou známou lokalitou s výskytom dasycladaceí a súčasne aj jedinou lokalitou Západných Karpát s druhom *Teutloporella aequalis* (Gümb.) Pia, nevenovala sa až do roku 1962 týmto výskytom pozornosť.

Nálezy rias počas geologického prieskumu (Žabka 1962) spracoval Bystrický a rozšíril zoznam rias o *Teutloporella herculea* (Stopp) Pia a dovtedy z veterických vápencov neznáme aníske druhy *Physoporella pauciforata* (Gümb.) Steinm, var. *undulata* Pia a *Physoporella variacans* Pia.

Po ložiskovej stránke, vápence ložiska Vajarská možno porovnávať so stredno a vrchnotriasovými karbonátmi ostatných známych a ťažených ložísk Slovenska.

Vyššie značky vysokopercenčných vápencov sa vyskytujú v oblasti Slovenského krasu najmä na lokalitách Gombasek, Drienovec a Včeláre, ďalej v Tisovci, Galmuskom pohorí, ojedinele i v triasových útvaroch ostatných častí Slovenska. Tu však tvoria skôr výnimku.

Lokality na Slovensku západne od Banskej Bystrice, vyznačujú sa vložkami dolomitov a prípadne sekundárnou dolomitizáciou. Obsahy MgO v hornine pod 1 % sú tu vzácné.

J u r a

Na území Slovenska karbonáty jury majú premenlivý litologický charakter. Preto ich využívanie pre výrobu cementu je obmedzené na jednotlivé horizonty a lokality.

Bežne sa používajú:

- karbonáty malokarpatskej série z lokality Propadlé — Stupava,
- titónske slienité vápence krížňanskej jednotky,
- krinoidové vápence lokality Ostrá hora — Horné Srnie, bradlové pásmo,
- kalové karpionelové vápence lokality Ladce — Butkov, vrchná jura, ad/a.

Karbonáty malokarpatskej série na lokalite Propadlé majú pestrý litologický charakter, z toho vyplýva aj ich nižšia ložisková hodnota. Po chemickej stránke ide prakticky o pozvoľné prechody vysokopercenčných vápencov až po dolomity, lokálne s vysokým obsahom SiO₂.

Borinské čisté vápence majú toto priemerné zloženie (bez dolomitov) SŽ 43.75 — 43.36 %, SiO_2 0.33 — 0.75 %, R_2O_3 0.35 — 0.60 %, CaO 53 — 55 %, MgO 0.30 — 1.20 %. Vápence tejto charakteristiky predstavujú len nepatrnú časť zásob. Vystupujú ako svetlošedé až sivobiele lamelované vápence a tvoria vložky, prípadne šošovky v komplexe tmavošedých dolomitických vápencov až dolomitov.

ad/b.

Titónske slienité vápence krížnanskej jednotky možno stratigraficky členiť len na základe mikrofauny. Vo viacerých lokalitách nie sú samostatne vyčlenené, preto sa nimi budeme podrobnejšie zaoberať v súvrství spodnej kriedy.

ad/c.

Krinoidové vápence ložiska Ostrá hora tvoria surovinovú základňu cementárne v Hornom Srní. Patria tzv. czorsztyńskiej sérii a po stratigrafickej stránke zahŕňujú strednú až vrchnú juru. V podstate ide o viac typov vápencov odlišného litologického i chemického zloženia.

Strednú juru (dogger — bajos) reprezentujú biele krinoidové vápence známe z vrtu VHS-6. Sú farby naružovej až sivobielej, jemnozrnné až strednozrnné, obsahujú úlomky krinoidov radiolárií a ojedinelé zrnká kremeňa. V nadloží prechádzajú do červených krinoidových vápencov bathu. Overené boli vrtom VHS-7. Akcesoricky je v nich prítomný kremeň, muskovit a chlorit.

Vrchný dogger až spodný malm (kelovej — kimeridž), zastupujú lavicovité červené hľuznaté vápence celistvej štruktúry. Vyznačujú sa bohatou faunou, obsahujú hlavne brachiopody, amonity, belemnity, aptychy a stonky krinoidov.

Vrchná jur a malm — titón je tvorená svetlobežovými stylolytickými vápencami celistvej štruktúry a kalpionelovými vápencami.

ad/d.

Vrchná jur a — kalové kalpionelové vápence

Reprezentant vrchnojurských vápencov bradlového pásma vystupuje na lokalite Butkov pri cementárni Ladce.

Ide o karbonáty paleontologicky preukazateľne zaradené k spodnejšiemu titónu (kalové vápence s *Crassicolaria intermedia* Durand — Delga a *Saccocoma*) a vrchnému titónu (kalové vápence s hojnou *Calpionella alpina* Lorenz).

V typických vzorkách z ložiska Ladce—Butkov, z mikrofauny má prevahu *Calpionella alpina* Lorenz, menej *Calpionella eliptica* Cadisch. Smerom do nadložia pristupuje *Tintinnopsella carpatica* (Murgeanu et Filipescu), smerom do podložia pribúda *Calpionella intermedia* (Durand — Delga). Okrem uvedených tintinid hojná je riasa *Globochaeta alpina* Lombard). Dostá častá je *Stomiosphaera minutissima* (Colom). Z foraminifér je prítomná *Spirillina* sp. Smerom do podložia pribúdajú články ramien planktonického krinoida *Saccocoma*. V podstate ide o karbonáty, v ktorých okrem kalcitu možno odlišiť nevelké množstvo klastickej prímеси. Klastický kremeň je silitových rozmerov (pod 0,03 mm), ojedinele sa vyskytujú fosfatizované úlomky, zriedkavo vystupuje pyrit.

Priemerné chemické zloženie kalpionelových vápencov: Ložisko Ladce — vypočítaný priemer:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	s. ž.	TiO_2	P_2O_5	K_2O	Na_2O
6,09	2,29	0,99	49,23	0,58	39,77	0,11	0,12	0,47	0,23
5,26	1,54	0,87	50,28	0,46	40,22	0,12	0,10	0,56	0,19

Spodná krieda — neokóm — mezozoikum centrálného pásma

Horninové typy neokómu križňanskej jednotky na Slovensku patria k osvedčeným cementárskym surovinám. Používané sú v cementárni Lietavská Lúčka a Banská Bystrica. Uvažovalo sa s nimi i u perspektívnych cementární stredného Slovenska (Ružomberok).

Spodná krieda je zastúpená monotónnym súvrstvom šedých až tmavošedých lavicovitých vápencov, striedajúcich sa so slieňitými bridlicami a slieňami, s tenkými po'ohami jemnozrnných organogénnych vápencov, lokálne detritických.

V južnejších pásmach je výrazný podiel sialitickej zložky, v severnejších je prevaha karbonatickej zložky.

Po stratigrafickej stránke ide o jednotný komplex titón — apt, ktorý možno na mikropaleontologickom podklade bližšie členiť len na niektorých lokalitách (Lietavská Lúčka, Biely Potok).

Spodný oddiel: zahrňuje žltoséde lavicovité až doskovité titónske kalcionelové vápence viac alebo menej slieňité.

Obsahujú:

Calpionella alpina Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Calpionella medeloides*, ojedinele *Stomiosphaera*, radiolárne, *Globochete alpina* Lombard.

Stredný oddiel: titón bez výraznejšej hranice prechádza do hrubého spodnokriedového komplexu doskovitých šedých až tmavošedých slieňitých vápencov s polohami slieňov.

Na lokalite Biely potok — Partizánska Lupča bol mikrofaunou preukázaný vek valanz — barém, mikrofaunou titón — berias a v okolí Bieleho potoka spodný apt.

Vrchný oddiel: predstavuje vrchný neokóm — tmavošedé slieňe a slieňité bridlice v najvyšších partiách s vložkami tmavých organogénnych vápencov. Pri mikroskopovaní boli zistené úlomky mäkkýšov, krinoidov, mechoviek, ostne ježoviek, globigeríny, orbitolíny a zrnká glaukonitu.

V okolí Lietavskej Lúčky, Salaj (1962) zistil, že spodný apt reprezentujú sivozelené slieňe, kým vrchný apt je zastúpený flyšovou faciou vo vývine sivo-modrých doštičkovitých až lupienkovitých slieňovcov s polohami jemnozrnných vápencov kalovoorganogénnej štruktúry. Po surovinovej stránke horniny titón — apt, majú túto charakteristiku:

Vápence titónu

sú známe z ložiska Kostiviarska a Ružomberok.

Ide o okrovošedé, jemnozrnné vápence, tenkolavcovité, miestami zbridličnaté silne znečistené produktmi vetrania. Pri mikroskopovaní horniny štruktúra je kryptokryštalická, jemnozrnná, preniknutá žilkami sekundárneho kalcitu. Prekremenenie je zreteľné vo forme drobných zrníek. Primárne zrná sú alotriomorfné a vyznačujú sa výrazným undulóznym zhášaním. Mladšie zrnká sú neporušené. Po chemickej stránke hornina bez znečistenia má obsah SiO_2 do 10 %, Al_2O_3 do 2 %, Fe_2O_3 do 2 %, CaO okolo 47–49 %, MgO pod 1 %. Zo sekundárnych znečistení SiO_2 kolíše v medziach od 8,60 do 16 %, R_2O_3 do 5 %, CaO 43–46 %, MgO 0,80–1,5 %, ojedinele 2 %.

Karbonatické horniny stredného oddielu neokómu sú známe z lokality Lietavská Lúčka, Kostiviarska — Banská Bystrica a z okolia Ružomberka, kde tvoria

základný typ ložiska cementových surovín. Prevažne ide o kremičité vápence kalovej štruktúry s drobnými zrnkami kremeňa (0,05 mm), ojedinele obsahujú hnedé fosfátové minerály, autigénny pyrit (0,2 mm) a zhluky hematitu. Slienité vápence majú kalovú štruktúru s hojným kremeňom (do 0,04 mm), ďalej šupiny chloritu, fosfátové minerály, magnetit, hematit a šmuhy limonitu.

Po chemickej stránke majú variabilné zloženie s kolísavým obsahom CaO na úkor SiO₂ a R₂O₃. Obsah SiO₂ sa pohybuje okolo 15 %, Al₂O₃ 3 %, Fe₂O₃ 1,5–2 %, FeO okolo 1,2 %, obsah CaO 40–43 % a rovnomerne nízky obsah MgO 1–1,50 %. Obsahujú početné vločky organodetrických vápencov lokálne s tmavými rohovcami. Orgaodetrické až mikroklastické vápence aptu z Lietavskej Lúčky – Polomec i Drieňovica – majú obsah CaO okolo 45 %, SiO₂ 13 %, Al₂O₃ 1,6–1,3 %, Fe₂O₃ 0,8–1,1 % a zvýšený obsah MgO 1,5 %. Rohovcové vápence vykazujú nižší obsah CaO 32 %, v prospech SiO₂ – 37 %, nízky obsah Al₂O₃ 1 % a Fe₂O₃ 0,4 %. U rohovcových vápencov strata žihánim dosahuje okolo 27 % oproti slienom 33–35 % u mikroklastických vápencov 30 %. Odlišným typom hornín po chemickej i mineralogickej stránke sú ílovité vápence lokality Drieňovica V-3, ktoré zastupujú najvyšší neokom – vyšší apt. Vyznačujú sa obsahom SiO₂ 33–37 %, Al₂O₃ 8–11 %, Fe₂O₃ 3–4,5 %, CaO 24–27 %, MgO 2,5–3,1 %.

Prehľad výsledkov chemických rozborov typov suroviny (vrátane sek. znečistenia) titón-apt

Vek. označ.	Lokalita	Dielo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Str. žih.
Titón kalp. váp. (čistý typ)	Kostiviarska B. Bystrica	V-54	11,14	3,17	1,02	46,18	0,87	0,12	37,52
		V-56	12,67	3,20	1,62	45,27	0,89	0,15	36,32
		V-52	12,93	3,49	1,37	44,24	1,33	0,11	36,29
		V-20	10,14	0,84	1,45	48,61	1,02	—	38,62
		V-20	8,60	0,76	1,55	49,76	0,82	0,08	38,90
Spodný neokom	Kostiviarska	V-23	17,25	4,58	2,12	41,16	1,19	0,35	34,07
		V-53	16,99	6,59	2,21	39,71	1,41	0,06	33,04
		V-71	15,08	5,36	1,44	41,96	1,50	0,28	34,40
		Ø 2	19,10	5,56	2,44	38,59	1,43	0,10	32,35
		V-1 D	15,13	1,90	1,07	44,53	1,27		35,80
	Lietavská Lúčka slien. váp. a piesč. váp.	V-1 D	18,45	2,01	1,31	41,83	1,25		34,08
		V-2 D	16,73	3,47	2,21	42,28	1,35		33,23
		V-4 D	16,23	3,96	1,94	41,73	2,06		34,08
		V-4 D	18,02	3,96	2,25	40,66	2,53		32,38
	Ružomberok								
Vyšší neokom Apt	Biely potok	Ø	9,20	2,10	1,50	45,15	1,40	0,10	43,13
	Kkostiviarská	Ø	11,80	2,42	1,31	46,08	0,99		34,76
	Lietavská Lúčka	Ø	14,00	5,00	1,20	40,00	1,70		34,94
	Lietavská Lúčka detrit. váp.	Ø	12,34	2,29	1,14	45,95	1,21		36,69
	Lietavská Lúčka								
Vrchný neokom vyšší apt	Drieňovica	V-3	30,45	9,53	3,81	27,14	2,23		23,20
			33,43	10,35	4,45	23,54	2,82		21,19
			37,03	11,92	4,59	20,24	2,73		18,59

Typickým znakom tohto súvrstvia sú horizonty s čiernymi rohovcami, ktoré vystupujú buď vo forme tenkých vrstiev alebo samostatných šošoviek veľkosti do 10 cm, ojedinele do 25 cm.

Karbonáty tejto skupiny sú charakterizované horninotvornými organizmami nanokónmi. Masove je zastúpený *Nannoconus steinmanni* Kamptner, zriedkavejšie väčšie formy nad 20–30 mikrónov, patria druhu *Nannoconus globulus* Bronnimann. Okrúhle prierezy so širokou centrálnou dutinou patria asi *Nannoconus globulus* Bronnimann.

Horina má kalovú až mikroorganogénno-kalovú štruktúru. Z ostatných organických zvyškov sú prítomné *Globochaeta alpina* Lombard, zriedkavé sú foraminifery (drobné *Spirillina* sp.), *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Textularia* a úlomky hruboschránkových lageníd. Veľmi zriedkavé sú ostrakódy a úlomky echinodermových článkov, ďalej *Stomiosferae* rodu *Cadosina*, ostne ježoviek, spikula holotúrie a kalcifikované radiolárie.

V nižších horizontoch (valanž) vyskytuje sa tiež niekoľko *Tintinnopsella carpatica* (Murgeanu et Filipescu) a zriedkavejšie aj *Calpionellites darderi* (Colom), ojedinele *Tintinnopsella oblonga* (Cadisch) a *Tintinnopsella cadischiana* Colom. Vo vyšších polohách možno zistiť už len ojedinelé prierezy *Tintinnopsella carpatica* (Murgeanu et Filipescu). Hornina okrem kalcitu obsahuje klastický prímes ílových minerálov, klastický kremeň siltových rozmerov, ojedinelé zrníčka fosfátov, lupienky chloritu, výnimočne glaukonit a pomerne hojný limonitizovaný pyrit. Charakter horniny poukazuje na ich vznik vo veľmi hlbkovodnom prostredí.

Chemický charakter nanokónových vápencov je veľmi konštantný s malým kolísaním obsahu CaO v medziach 44–45 % ako vyjadruje tento prehľad:

Nanokónové vápence — neokon spodná krieda
Bradlové pásmo — ložisko Butkov—Ladce

Dielo		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SŽ	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
Štola	06	10,82	2,58	1,37	47,78	0,83	38,83	0,20	0,12	0,63	0,21
Štola	0	12,40	2,19	1,25	45,35	0,75	36,46	0,14	0,11	0,58	0,25
Štola	3	11,96	3,24	0,95	45,42	0,93	37,05	—	—	—	—
Štola	55	13,53	3,31	1,45	43,93	0,85	35,70	0,24	0,10	0,78	0,12
Štola	6	10,55	2,40	1,30	45,79	0,50	35,50	0,17	0,11	0,71	0,18
Štola	7	11,60	2,35	1,23	45,79	0,76	36,90	0,15	0,11	0,52	0,21
Štola	87	10,24	1,76	1,29	46,47	0,75	37,54	0,18	0,10	0,60	0,25
Štola	4	12,21	1,87	1,33	45,48	1,31	36,44	0,14	0,13	0,63	0,13
		10,31	2,31	1,13	47,54	0,66	37,63	0,12	0,10	0,60	0,23

Vyššia časť spodnej kriedy manínskej série bradla Butkov pri Ladcoch je charakterizovaná foraminifero-krinoidovým vápencom barém-aptu a orbitolínovým vápencom aptu — v urgónskej fáci. Foraminifero-kronoidový vápenec — barém-apt. — predstavuje nadložie kremitých radioláriových vápencov s rohovcami, do ktorých prechádza pozvoľne. V kremitom radioláriovom vápenci s rohovcami (viď chemický rozbor) najhojnejšou zložkou sú radiolárie skoro vždy vyplnené chalcedónom, niekedy kalcifikované. Dominuje skupina *Spumellaria*, zriedkavejšie sú *Nasellaria*. Podradnejšie vystupujú ihlice húb, silicifikované echinodermové člán-

ky, foraminifera a fosfatizované šupiny rýb. Prechody do rohovcov sú neostre. V zrnkách sekundárneho kalcitu bol zistený, okrem kalcitu, hnedý koloidnodisperzný ílový minerál, pyrit, chalcedón, autigénny kremeň a ojedinele autigénny albit.

Vlastné foraminifero-krinoidové vápence barém-apu majú organogénno-klasickú štruktúru obvykle s kalovou základnou hmotou, prípadne tmelené sekundárnym kalcitom. Najhojnejšiu zložku tvoria echinodermové články (krinoidové), časté sú foraminifery, textulárie i globigeríny a hruboschránkové lamelibranchiáty, ojedinele sú prítomné ostne ježoviek, úlomky machoviek a koralinných rias. Okrem kalcitu zriedkavo vystupuje chalcedón, autigénny kremeň (neidiomorfný agregát). Je zriedkavý klastický kremeň, podobne glaukonit a zrnká fosfátu. Horniny vznikli v morskom neritickom prostredí. Hornina tvorí masívne lavice s premenlivým zložením.

Orbitolínové vápence — aptu reprezentujú typickú urgónsku faciú. Majú organogénnoklastickú štruktúru. Úlomky sú tmelené sekundárnym kalcitom (biosparity, kalkarenity, gravelové vápence). Ich najčastejšou organickou zložkou sú úlomky hruboschránkových lamelibranchiát, väčšinou sú rekryštalizované. Časté sú orbitolíny a ich úlomky, miliolidy a drobné aglutinácie. Zriedkavejšie sú echinodermové články, ostne ježoviek, úlomky korálov, rias (*Corallinoceale*, *Solenopora*), kalcifikované rádiolárie, ostrakódy, rúrky červov. Časté sú intraklasty, synsedimentárne úlomky polospevneného kalového sedimentu. Okrem kalcitu býva zriedkavo prítomný autigénny kremeň, ojedinelý glaukonit a fosfátové zrnká.

Pyrit je zriedkavý.

Orbitolínové vápence sedimentovali v plytšom pomere a v litorále.

Po chemickej stránke majú pomerne rovnorodé zloženie. V pripojených tabuľkách sú uvedené jednak výsledky rozborov jednotlivých typov, vypočítané priemery.

Spodná krieda kysuckej série (bradlové pásmo), lokalita Horné Srnie — Dlhé

Ide o jemnozrnné slieňovacie lokálne piesčité, škvrnité s vložkami vápencov.

Obsah SiO_2 kolíše od 10 do 15 %, Al_2O_3 2—2,7 %, Fe_2O_3 1,4—1,8 %, CaO 43—45 %, MgO 0,9—1,5 %, s. ž. 34—37 % pri nerozpustnom zvyšku 14—20 %.

Stredná krieda bradlového pásma (alb — cenoman — turón)

Vystupuje na ložisku Butkov—Ladce i na ložisku Horné Srnie.

V teréne tvorí prevažne morfológické depresie.

Na ložisku Ladce je reprezentovaná súvrstvom slieňov, slieňovcov a ojedinele pieskocov s vápnitým tmelom.

Spodná časť komplexu — alb je tvorený škvrnitými sleňmi s prevahou planktonických foraminifér (*Thalmaninella* sp., predtým tiež nazývané sliene s Ticinellami). Bežné sú tiež drobné globigeríny, ojedinele Nodosária, ostrakódy (*Cadospina* sp.) a úlomky echinodermových článkov.

V submikroskopickej zmesi kalcitu a klastických ílových minerálov pristupuje hojne klastický kremeň silitových rozmerov a často muskovit. Ojedinele sú prí-

Chemické zloženie hornín strednej kriedy bradlového pásma

Lokalita	Stratigr. zar.	Hornina	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	s. ž.	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	NZ Cl
Ladce	alb man. série	škvrtnité sliene s thalmani- nelami	32,25	9,94	4,06	24,48	1,81	22,60	0,56	0,03	0,11	0,12	2,70	0,56	46,34
	cenoman-turón man. série	sliene s globotrūn- kánami	30,82	10,09	3,66	25,89	2,34	23,31	0,56	0,06	0,15	0,12	2,47	0,60	44,96
			30,21	9,61	3,66	26,22	1,81	23,95	0,44	0,43	0,16	0,09	2,30	0,60	44,37
			41,22	13,61	5,10	14,90	3,33	15,86	0,66	0,22	0,15	0,11	3,12	1,46	60,65
	spodný cenoman cz. série	sliene s vložkami piesč. váp.	20,92	5,15	1,85	37,43	1,11								
Horné Srnie	vrchný cenoman cz. série	tmavé slie- novce s vložkami škvrnitých slien. váp.	35,00 18,87 20,12	7,83 6,38 4,81	3,17 2,32 1,81	25,52 37,85 39,12	1,81 1,01 0,91								

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice 1970.

Chemické zloženie hornín vrchnej kriedy bradlového pásma

Lokalita	Strat. zarad.	Hornina	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	s. ž.	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	NZ
Horné Srnie	koniak santón Pupovské vrstvy	tmavé sliene s vložkami detrit. váp.	38,96	9,98	4,12	19,66	3,81	19,99							53,43
			45,74	16,28	5,11	9,23	2,81	13,99							67,49
			32,07	9,37	4,43	23,45	3,57	23,48							44,92
			44,20	13,15	4,96	11,07	5,25	15,57							61,58
	Gbelanské vrstvy santón kampán	červené a zelené sliene až slien. váp.	15,20	5,39	1,70	42,00	1,16	34,50	0,05	0,20	1,00	0,16	0,80	0,20	35,96
			17,17	5,32	2,18	39,32	1,23	33,40	0,24	0,08	0,09	0,10	1,16	0,20	
			16,17	5,23	2,15	40,14	1,16	33,40	0,24	0,08	0,09	0,10	1,16	0,20	
			15,78	4,82	1,97	41,00	0,93	33,66	0,22	0,12	0,09	0,10	1,03	0,23	
			27,41	5,82	2,61	44,04	1,56	34,22		0,08	0,10		1,32	0,52	
Skrabské	Gbelanské vrstvy santón kampán	červené a zelené sliene	21,02	6,15	3,60	35,30	1,96	38,53		st.			0,34	1,10	

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice 1970.

homné zrnká glaukonitu a fosfátov. Pyrit je častý a sústredený do výplne foraminifer.

Vyššiu časť komplexu zastupujú slieene cenomanu až najspodnejšieho turónu s globotrunkánmi.

Z foraminifér sú prítomné cenomanské druhy *Rotalipora Appeninica* Renz, *Rotalipora Cushmani* (Morrow) *Praeglobotruncana debricensis turbinata* (Reichel), ojedinele *Praeglobotruncana helvetica* (Bolli), ktorý charakterizuje bázu turónu. Hojné sú drobné globigerinidné foraminifery, pravdepodobne hedbergely a zriedkavo ostrakódy.

Základná masa je vorená zmesou submikroskopického kalcitu a lupienkov ílových minerálov. Typická je hojná prímies siltového kremeňa, ojedinele sa vyskytuje muskovit a chlorit, veľmi často pyrit. Výrazný je podiel terrigénneho materiálu. Na ložisku Horné Srnie bol paleontologicky preukázaný spodný cenoman, vo vývine zelenosivých slieňovcov s tenkými vložkami sivých piesčitých vápencov a vrchný cenoman vo vývine hnedosivých, čiernosivých a modrosivých slieňovcov s vložkami sivozelených škvrnitých slienitých vápencov a hnedočervených karbonátov s kremičitou prímiesou.

Vrchná krieda bradlového pásma je zastúpená na ložisku Horné Srnie a Bystre (Skrabské).

Na ložisku Salaš a Ostrá Hora — Horné Srnie, v podloží vystupujú tzv. pupovské vrstvy reprezentujúce spodnú časť senónu a to: koniak a santón.

Overené boli vrstvom VHS-4 do 100 m. Púpovské vrstvy sú tvorené flyšoidným súvrstvom, v ktorom sa striedajú modrosivé slieňovce s vápnitými ílovcami, s polhami modrosivých vápnitých pieskovcov až piesčitých vápencov. Pre súvrstvie je typický zvýšený obsah MgO. Vlastné ložisko sialitickej zložky tvoria gbelanské vrstvy (santón — kampan), predtým označované ako púchovské slieene. Ide o hnedočervené slienité vápence s kalcitovými žilkami.

Obsahujú hojné planktonické foraminifery, hlavne globotrunkány.

Majú kryptokrystalickú štruktúru, ich základná karbonátická hmota je často impregnovaná limonitom a po puklinách mangánom. Klastickú prímies tvoria jedince kremeňa, úlomky kremencov a šupinky sericitu. Vyznačujú sa nízkym obsahom MgO. Na ložisku Skrabské ide o rovnaký stratigrafický typ horniny, avšak s nižším obsahom CaO. Na ložisku Horné Srnie CaO sa pohybuje od 39—41 percent, kým v Skrabskom od 32 do 36 %.

Horniny ložísk sú plastické a náchylné k zosunom. Sú pomerne mäkké, dobre ťažiteľné i meliteľné. Hornina je dobre formovateľná, tepelne stabilná, dostatočne reaktívna. Obsahuje dostatok napučivých ílových minerálov.

Podľa Kontu (1969) nerozpustný zvyšok sialitickej suroviny je zložený z illitu, chloritu a voľného kremeňa v pomere 2.25 : 1.17 : 1.

Terciér

Terciér na území Slovenska pre výrobu cementu poskytuje suroviny vo viacerých horizontoch.

Celkove sa vyznačuje rýchlym striedaním facií a s tým súvisí i variabilný chemizmus sedimentov vo vertikálnom i laterálnom smere.

Paleogén:

Sedimenty paleogénu sa doteraz neťažili. Do úvahy prichádzajú na niektorých lokalitách bazálne zlepenca a flyšoidné vrstvy centrálného paleogénu. Hlavnou

škodlivinou je zvýšený obsah MgO v zlepenkoch i bridliciach, to kladie vyššie nároky na ložiská vápencov. Výskyty vhodných paleogénnych sedimentov sú v širšom okolí Spišskej Novej Vsi (Olcnavá), v Liptove (Važec—Hybe) a v domanižskej pánve.

Pre cementáreň v Lietavskej Lúčke neprichádzajú do úvahy pre nadlimitný obsah MgO.

Flyšové bridlice sledovaných lokalít majú priaznivé mineralogické zloženie a tým i fyzikálno-mechanické vlastnosti pre výrobu cementu v šachtových pečiach.

Neogén:

Sedimenty neogénu poskytujú surovinovú základňu sialitickej korekcie pre cementáreň v Stupave, výhladove pre Cementáreň Rohožník (lokalita Kono-piská).

Lokálne sú použiteľné i litotamniové vápence badenu, ktorých obsah CaO sa pohybuje okolo 40—45 % a vápence sa vyznačujú veľmi ľahkou meliteľnosťou.

Neogénne íly majú prevažne premenlivý obsah detritickej prímiesy.

Cementárske íly na Záhorí, v oblasti Rohožníka, predstavujú morské sedimenty badenského veku.

Podstatná časť ložiskového komplexu je budovaná súvrstvom sivých, lokálne tmavosivých ílov s premenlivým obsahom piesčitého komponentu, s vložkami pevných karbonátov, so zvýšeným obsahom MgO.

Na základe mikrofauny, vlastný ložiskový komplex, patrí do zóny bulimino-bolivínovej a rotaliovej.

Stredná časť vrchného morského badenu

Po mineralogicko-petrografickej stránke ložisko tvorí peliticko-psamitické súvrstvie, v ktorom hlavnú časť reprezentujú íly skupiny illitu a čiastočne illit-montmorillonitu, s premenlivým obsahom organických substancií, pyritu, vápnitých konkrécií a kryštálov sadrovca. Po litologickej stránke ide o typickú príbrežnú faciú.

Z granulometrického hľadiska majú absolútnu prevahu frakcie od 2—60 mikróv, v ktorých je prítomný montmorillonit, illit, kremeň a kalcit.

Vo frakcii pod 1 mikrón je prítomný montmorillonit (beidelit), illit, zmiešané štruktúry illitu a montmorillonitu, kremeň a organické látky.

Prítomný montmorillonit a I — M štruktúra majú vysoký stupeň substitúcie Si^{4+} Al^{3+} v koordinácii IV.

Íly sú plastické, dobre formovateľné. V prírodnom stave obsah vody sa pohybuje v rozmedzí 12—35 %, objemová hmotnosť 1,760—2,222 g/cm³, objemová hmotnosť suchej vzorky 1,594 g/cm³.

Špecifická hmotnosť 2,583—2,685, v priemere 2,64 g/cm³. Obsah SiO₂ kolíše od 40—68 %, s maximom obsahov 45—55 %, v priemere 51 %.

Obsah Al₂O₃ je viazaný hlavne na ílové minerály, menej na živce, kolíše v medziach 5,5—17,5 % s maximom od 11—16 %, v priemere 14 %. Obsah Fe₂O₃ je viazaný na ílové minerály limonit a minerály ťažkej frakcie. Obsah kolíše od 2,5 do 7,5 % prevažne od 4 do 6 % s priemerom 5 %.

Obsah CaO je vo forme uhličitanov (schránky fosílií) kolíše od 4—25 %, prevažne 7—13 %, s priemerom 10 %. Obsah MgO sa pohybuje od 0,2—6,2 %, prevažne 2,6—3,8 % s priemerom 3,2 %. K₂O dosahuje v priemere ložiska 1,90 % Na₂O len 0,38 %. Jednotlivé K₂O dosahuje až 3 %. Na₂O do 2,2 %.

V súčte obsah alkálií dosahuje jednotlivo až 3,7 %, obsah SO_3 v priemere dosahuje 1,28 %, P_2O_5 0,1 až 0,35 %, v priemere ložiska 0,14 %.

Chemické vlastnosti ílov ložiska a základné a extrémne vypočítané surovinové zmesi s vápencami ložiska Vajarská, ako aj vypočítané potencionálne zloženie slinkov, sú uvedené v tabuľkovej časti.

Elúvia a limnické fácie neogénu v oblasti Ipelskej kotliny ojedinele poskytujú suroviny vhodné na výrobu bieleho cementu, hlavne v kombinácii s vápencami ložiska Vajarská (Rohožník). Zvlášť výhodné, ako sialitická korekcia pri výrobe bieleho cementu, sú kremité kaolínové piesky z lokalít Zlámanec, Vyšný Petrovec, Dobroč a početné výskyty v Lučeneckej kotline.

Chemické zloženie sedimentov z ložiska Horná Prievrana v Ipelskej kotline ilustrujú analýzu vrtu HPV-16 — základná hornina a výplav pod 60 mikrónov. Výsledky znázorňuje tento prehľad:

Ipelská dolina — íly pre výrobu bieleho cementu vzorka HPV-16 — výplav 40 %

Číslo vzorky	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	s. ž.	K_2O	Na_2O	H_2O 300	L 0,05 %
1	53,18	29,42	2,44	9,88	2,51	0,23	3,44	52,87
2	56,66	27,03	2,07	0,06	2,34	0,24	2,90	46,28
3	55,45	27,41	1,81	8,80	2,95	0,24	2,23	14,98
4	64,26	22,54	1,48	6,15	3,36	0,27	1,16	27,01
5	62,93	22,80	1,37	6,60	3,38	0,25	0,92	22,23
6	60,86	24,85	1,40	7,05	3,20	0,28	1,14	22,26
7	67,98	20,62	1,40	5,97	2,57	0,23	1,03	33,26
8	62,95	24,21	1,48	6,82	3,33	0,23	1,19	36,76
9	60,59	25,10	1,40	7,10	3,55	0,27	1,02	55,64
10	61,53	25,23	1,44	7,25	3,20	0,18	0,78	68,70
11	53,37	27,30	1,59	7,68	3,74	0,23	1,06	63,19
12	61,46	25,10	1,63	6,85	3,62	0,19	1,39	39,59

Záver:

Slovensko sa v súčasnosti zúčastňuje na celoštátnej produkcii cementu podielom 40 %. Výhľadove, najmä po roku 1980, bude podiel klesať a ustáli sa približne na 37 %, za predpokladu vybudovania dvoch nových cementární. Po roku 1980 ráta sa s dovozom cementu na Slovensko v množstve 3—5 % ročnej produkcie, hlavne v komunikačne priaznivých okrajových okresoch. Trvale bude prebytkový stredoslovenský kraj a nedostatkový východoslovenský a západoslovenský.

Je možné, že podľa reálnej dopravnej situácie v období 1975—1980 bude potrebné revidovať plán výhľadových cementární. Predmetom rokovania budú oblasti severovýchodného Slovenska a Žitný ostrov. Ukazuje sa potreba, aby geologický prieskum v predstihu, urobil v tejto oblasti surovinovú štúdiu a etapu VP.

Na Slovensku pre výrobu cementu sú najvhodnejšie vápence stredného triasu — ladínu. Ojedinele prichádzajú do úvahy aj vápence karbónu (Gemer), jury,

Ipeľská dolina — íly pre výrobu bieleho cementu vzorka HPV-16 — výplav 40 %

Metráž	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₃	MnO	s. ž.	K ₂ O	Na ₂ O
5,0— 5,50	70,83	17,18	1,44	0,57	0,61	0,99	0,03	0,12	0,03	6,00	2,02	0,22
6,3-- 7	74,48	14,87	1,25	0,85	0 51	0,95	0,05	0,05	0,05	5,12	1,60	6,18
7— 8	76,32	13,94	1,04	0,57	0,41	1,00	0,05	0,03	0,04	4,52	1,90	0,18
8— 9	79,63	11,95	0,90	0,42	0,61	0,69	0,03	0,02	0,03	3,52	1,96	0,18
9—10	81,40	11,10	0,74	0,42	0,51	0,60	0,04	0,01	0,05	3,01	1,48	0,18
10—11	82,02	10,23	0,65	0,42	0,61	0,94	0,06	0,03	0,05	3,19	1,57	0,18
11—12	86,77	7,49	0,74	0,57	0,20	0,58	0,04	0,02	0,04	2,30	0,86	0,16
12—13	80,23	11,73	0,82	0,57	0,30	0,61	0,05	0,01	0,04	3,40	1,56	0,16
13—14	63,23	19,74	1,12	0,57	0,51	0,61	0,04	0,02	0,05	5 50	2,46	0,16
14—15	69,92	18,77	1,05	0,71	0,51	0,69	0,05	0,02	0,05	5,52	2,46	0,16
15—16	69,29	19,21	1,11	0,57	0,61	0,62	0,04	0,02	0,05	5,60	2,64	0,18

Analýza: Laboratórium G. P. Turč. Teplice, 1965.

Cementáreň	Rok započatia ťažby	Ť a ť b a									
		1900	1910	1920	1930	1940	1950	1955	1960	1965	1970
Ladce	12. 11. 1889 →	85	105	110	104	43	228	270	285	292	507
Lietavská Lúčka	1901 →	12	42	66	135	108	277	376	417	463	549
Skrabské (st.)	1856—1910	200 ton	110 ton	—	—	—	—	—	—	—	—
Bystré	1954 →	—	—	—	—	—	—	80	240	240	244
Horné Srnie	1891 — 1914	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—
	1928 →	—	—	—	69	140	238	265	307	396	505
Stupava r. 1929	1929 — 1953	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1952 →	—	—	—	19	65	99	274	360	404	410
	1929 →	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Banská Bystrica	1957 — 1958 →	—	—	—	—	—	—	—	584	704	1057

Produkcia cementu v slovenských cementárnách v kilotonách

Tabuľka 2

Cementáreň	Značka cementu	1890		1910	1920	1930	1940	1950	1955	1960	1965	1970
Lietavská Lúčka	PC—350 a 450 ŽPC—350 a 450	6	6	32	35	99	80	213	288	329	364	496
Ladce	PC—350 a 450 ŽPC—350 a 450	2,3	21	21	42	105	32	175	246	294	251	376
Horné Srnie	PC—350 ŽPC—350 a 450	—	—	—	—	6	65	183	204	251	319	422
Bystré	PC—350 ŽPC—350 Pucolán—350 Vysokopec—250	—	—	—	—	—	—	—	55	317	304	347
Stupava	PC—350 a 450 ŽPC—350 a 450 Cest. cement—450	—	—	—	—	14	49	76	211	265	279	270
Banská Bystrica	PC—350—450 ŽPC—350 a 450 Vysokopec—250 Hydraul. pojivo—250	—	—	—	—	—	—	—	—	561	674	800

Por. číslo	Cementáreň	Stratigrafické zaradenie suroviny									
		Trias		Jura	Krieda spod.	Krieda bradl. pásmo			Paleog.	Neogén	Kvartér
		Werfén	Ladín			spodná	stredná	vrchná			
I.	Ladce			JKl n		JKl n	JKl n				+
II.	Lietavská Lúčka		VT ₂		Kn						+
III.	Horné Srnie			J _{2c}				pK ₃ cpm			—
IV.	Stupava			vJ ₁						pN ₁ ²	—
V.	Bystré		Vt ₂					mK ₃ cpm			+
VI.	Banská Bystrica		Vt ₂		Kn						+
VII.	Turňa nad Bodvou	bvTlc	Vt ₂							pN ₁ ²	+
VIII.	Záhorie		Vt ₂							pN ₁ ²	—
IX.	Galmus		Vt ₂						Pe		—
X.	Ružomberok		Vt ₂		Kn						+
XI.	Považie			J _{2c}				pK ₃ cpm			—
XII.	Nitra		Vt ₂							Np	—
XIII.	Biely cement Slovensko		Vt ₂							Nla-t ¹	—

kriedy, paleogénu a neogénu (litotamniové vápence). Posledné sú veľmi ľahko meliteľné (Záhorie, Belanské kopce — oblasť Štúrovo).

Sialiticky komponent poskytujú aj doteraz nepužívané bridlice karbónu (Gemmer) s obsahom SiO_2 56 %, vo veľmi jemných frakciách a ílovej zložky Al_2O_3 okolo 28 %, Fe_2O_3 okolo 4–6 %, CaO 1–1,5 %, MgO 1,5–2,5 %, prípadne grafitické bridlice, s vyšším SiO okolo 64 % a nižším obsahom Al_2O_3 okolo 21 %. Bridlice werfenu (seis — kampil) možno výhľadove brať do úvahy pre cementáreň Turňa. Majú obdobné chemické a technologické vlastnosti ako boli zistené orientačným geologickým prieskumom v oblasti Silická Jablonica, pre alternatívu Turňa nad Bodvou, kde boli overené i laboratórnymi výpalmi slinku. Výpal slinku tohto typu surovín vyžaduje rotačné pece.

Prevádzkovo osvedčené typy sialitickej zložky sa vyskytujú v kremitých vápencoch (bridliciach) neokomu (Lietavská Lúčka, Banská Bystrica) cenoman — turónu (Ladce) a vrchnej kriedy (Horné Srnie, Bystré).

Sedimenty paleogénu sa uvažujú pre cementáreň IX — Spišská Nová Ves. Íly neogénu sú spracovávané v cementárni Stupava a výhľadove v cementárni Rohožník — Vajarská.

V ďalšej etape geologického prieskumu a prieskumu cementárskych surovín na Slovensku bude potrebné na vedeckom princípe sledovať všetky chemicko-technologické vlastnosti surovinových typov jednotlivo i v používanej skladbe, avšak v úzkej spolupráci s výskumným ústavom CEVA Trenčín i výrobnými závodmi.

Geologicky definovateľné typy surovín bude potrebné vyhodnotiť po stránke technologickej a súhrnne po stránke ekonomickej, najmä v otázke účasti na kvalite výrobku a výrobných nákladov.

Pri očakávanom trende výroby vysokohodnotných cementov, bude potrebné urýchlene vyriešiť otázku zvyšovania silikátových modulov a to: buď cestou pridávania kremičitého piesku, kde náklady na mletie nie sú priaznivé, buď cestou využitia ložísk peliticko-detritických sedimentov, karbónu, permu, werfenu (zeisu), keupru-liasu a ojedinelých horizontov neogénu, v ktorých je prevaha jemných frakcií kremeňa a vyznačujú sa optimálnou meliteľnosťou.

Pri známej vysokej spotrebe energie na mletie suroviny, na požadovanú jemnosť a jej vysokom podiele na celkových výrobných nákladoch na mletie suroviny, otázka mletia nemôže zostať neriešenou.

Osobitným problémom zostáva zavedenie výroby bieleho cementu, ktorý sa dosiaľ v ČSSR nevyrába, napriek tomu, že geologický prieskum môže zabezpečiť niekoľko vhodných lokalít. Najvhodnejšia kvalita overená geologickým prieskumom je lokalita Rohožník.

Pre výrobu bieleho cementu prichádzajú do úvahy hlavne vysokopercenťové vápence ladinu, s kombináciami so surovinou typu HPV-16 a kaolinických pieskov z Ľpeľskej kotliny, prípadne s dovážanými ílami z ložiska Unanov — v priestore Znojmo — Břeclav a korekciou pieskami z ložiska Šajdíkové Humence — Rohožník. Pre výstavbu cementárne prichádza do úvahy v prvej alternatíve oblasť Tisovec — Gombasek, v druhej alternatíve cementáreň Rohožník — Vajarská.

Možná je i ďalšia skladba surovín a to v kombinácii reiflinských vápencov s konkréciami rohovca, s kaolínmi typu KK, bez korekcie kremičitým pieskom.

Výroba bieleho cementu v ČSSR sa odsúva jednak pre nedoriešené surovinové a technologické otázky, ale hlavne pre nedostatok tradície v používaní bieleho cementu.

Ukázalo sa, že v niektorých výrobniach svetových značiek bielych cementov —

v období prvých dvoch až piatych rokov — nastávalo obmedzovanie kapacity výroby pre nedostatočný odbyť.

Potom zasa nasledoval rýchly vzrast spotreby, ktorý mnohonásobne prekročil percento prírastku výroby portlandského cementu.

Výroba bieleho cementu patrí medzi znaky vyspelého hospodárstva. Výhladove môže riešiť šedosť a fádnosť našich stavieb a nakoniec i nedostatok kvalitných rezaných dosák a obkladačiek z konglomerovaných blokov.

Využitie všetkých poznatkov o geologicko-technologických vlastnostiach jednotlivých typov cementárskych surovín na Slovensku a úspešná spolupráca s laboratóriami cementární, môže prispieť k výrobe kvalitnejšieho cementu pri nižších výrobných nákladoch ako doteraz.

Doporučil: Jozef Michel

Geologický prieskum, n. p.,
Spišská Nová Ves

LITERATÚRA

- ŽABKA, 1950: Možnosti výstavby cementárne v širšom okolí Banskej Bystrice.
ŽABKA, 1:58: Základný geologický výskum ložiska cement. surovín Banská Bystrica.
ŽABKA, 1958: Orientačný výskum cement. surovín oblasť Rožňava — Turňa nad Bodvou-Mokrance.
ŽABKA, 1958: Základný výskum cement. surovín na Západnom Slovensku v oblasti Stupava — Rohožník.
ŽABKA, 1967: Súhrnné výsledky geologického prieskumu cement. surovín na Slovensku v rokoch 1947—1967.
MICHEL — ŽABKA, 1965: Prieskum ložiska Ladce.
Pramene — správy a štúdie nachádzajú sa v archíve G. P. Spišská Nová Ves. Manuscript.

Cement Raw Materials of Slovakia

ALEXANDER ŽABKA

The paper includes the author's results of the geological investigation of cement raw materials of Slovakia in the years 1950—1970.

In the first third of this period the author participated in investigation of raw material resources of older cement works, which required complement of resources for the planned capacity of the cement work for further 30 years for reasons of post-war reconstruction or enlargement of production capacity.

During these works the author obtained valuable information for investigation of raw material bases of new cement works in Czechoslovakia and abroad.

With detailed treatment of positive and negative sides of older cement works conditions for optimum location of new cement works and choice of raw material types were formed. The need of complex solution, not only from geological but mainly chemical, technological and economic sight have been shown. Having obtained orientational data about the properties of the raw materials in three-four alternative solutions, with gradual exclusion of less favourable localities, the definitive site of construction of the cement works was chosen on the basis of the study of geological conditions, the quality of the raw materials, the amount of exploitable resources with regard to climatic, geographical and economic influences (low charges of production, communication, energetic influences (low charges of production, communication, energetic base, extent of following investments and marketing area). After definitive location of the cement works project detailed investigation of the deposit was carried out by aid of progressive exploration works. Geological problems were solved by means of classical core-drilling and shallow pits. After solution of stratigraphy, tectonics, chemistry and technology of fundamental types of deposits detailed deposit investigation was carried out, focused on physical-chemical properties

and chemical composition of the defined types of the deposit. Parallely to them mineralogical composition and the content of harmful substances were traced. The position of the sources of potable and economic water was solved and investigation of foundation soil for construction of objects carried out. Having obtained geological and raw material information, on the basis of economic analysis optimum composition of the raw material, the plan of exploitation and way of production process, capacity of the plant and the type of producing equipment of the cement works were chosen.

The knowledge from detailed investigation of the deposit was the base for the choice of conception of exploitation and of machine equipment of the quarry.

Distribution of exploration works corresponded to the variability of the deposit, wherein closer distribution of exploration network in the parts of the deposit for a 1-3-10 years plan of exploitation was made by the types of drilling and exploitation machines, taken into consideration in definitive exploitation of the deposit. This made possible evaluation of suitability of the individual types and capacity data for the project of equipment of the quarry were obtained.

Beside classical core-drilling works with suitable water circulation, rotary core-drilling with air circulation was employed, which made possible higher representative drill core recovery and investigation of deposits disturbed tectonically. Denser drilling was made by rapidly proceeding rigs on full bottom with equipment for catching of core in the form of crushed and dusty material. Conditions of overburden were solved by means of channel trenches and on larger surfaces by means of bulldozers. Investigation of subsurface karstification of limestone deposits and the relief of the karren below the overburden was carried out by aid of pressure-regulated stream of water. Beside common analytical works raw material tests were made on model production equipments. Raw material samples of 100 kg to 4000 tons in weight for operational experiments in cement works were taken from experimental quarries, which fulfilled the function of preparation of exploitation levels on the one hand and furnished the control of exploration works and parameters for occasional coefficients of correction in systematic deviations of calculation of the chemical composition from the properties of the exploited raw material on the other hand. The deviations are caused by the natural properties of some raw material types and also by the present state of investigation apparatuses and works. For instance, using of drilling with pressure circulation in Lower Cretaceous rocks with rhythmic alternation of thin limestone layers and folded clayey-siliceous shales. In this complex the contents of CaO were overestimated, in contrast to blind shafts by 2-4%. On the contrary, using of air circulation, with drilling in limestones with irregular layers of dolomites, in dependence on the intensity of karstification of the deposit and the number of diachyses, underestimates the content of MgO . This phenomenon is caused by different drillability of limestones and dolomites on the basis of different brittleness of rock. During drilling the dolomites have higher portion of dusty fractions, which escape by side-ways into drilled karst spaces. Differences between chemical composition of full undisturbed core and drilled dust caught in dust removing equipment of the drilling rig have been also found out. Systematic overestimation of SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3 is evident here, mainly with investigation of parts disturbed tectonically, where the joints and karst phenomena are filled in with secondary clay. Distortion increases with the depth of the exploration work, what may be explained by abrasion of drilling dust from the annulus below the drill bit, on its way to the surface. Investigation of optimum crushability and combustibility of the raw material appeared also to be important. As an example of possible saving of electric energy for crushing of the raw material with the change of the raw material base of the cement works with capacity of 1 million tons of clinker per year may serve the attained saving for one year of operation 6,000,000 KWh.

The paper also presents a survey of raw material bases of older cement works in Slovakia as Ladce, Lietavská Lúčka, Horné Srnie, Stupava and also the new cement works Ladce II, Turňa nad Bodvou, Banská Bystrica and Rožňov.

In the course of history of cement production in Slovakia the criteria for choice of the site of the cement works were changing. The oldest cement works are these from Skrabské from the year 1856- for Romanic cement, where the construction was conditioned by the megascopic appearance of the raw material with Italian and English raw materials from production places of that time.

Construction of further 3 cement works in Ladce, Lietavská Lúčka, Horné Srnie, was conditioned by the construction of the railway line Košice—Bohumín. The criteria for the choice of the raw material corresponded to the situation of technique and energetic possibilities of that time. The cement works Bystré and Stupava are so called conjunctural ones. Moreover, they are situated in areas with little perspective of resources and thus also of restricted possibility to increase capacity. The cement works of Stupava were founded for building of Bratislava after World War I, however, with difficulties in raw material production has kept up to now. The cement works in Bystré were build up in the year 1954 to moderate the lack in cement in reconstruction of destroyed areas of eastern Slovakia after World War II. The cement works of Banská Bystrica, but mainly of Ladce II, Turňa nad Bodvou and Rohožník have location and raw material base solved on the basis of complex suitability evaluation.

The paper provides for data about employed and perspective types of cement raw materials for production of common Portland and white cement.

From geological view the largest resources of suitable limestones furnishes the Middle Triassic (Anisian—Ladinian), with content of CaO more than 50%. Resources of siliceous silty limestones with content of CaO about 42% represents the Lower Cretaceous, Neocomian. As sialitic correction. Neogene clays are suitable, mainly from the Vienna Basin and Quaternary loams. Sialitic raw materials for the white cement suitable in natural conditions are found in the Lučenec Basin, with suitability of the most of exploitable deposits of high-percentual limestones.