



Název projektu: Surovinový potenciál vybraných neevropských zemí
z hlediska potřeb českého průmyslu

Číslo projektu: TB050MPO001

Příloha č. 3

k metodice pro stanovování charakteristik
nerostného bohatství vybraných zemí

MODELOVÁ ZEMĚ MALI

ZAJIŠTĚNÍ A ANALÝZA VSTUPNÍCH DAT

Poskytovatel: Technologická agentura České republiky

Hlavní příjemce: G E T s.r.o., Perucká 2540/11a, 120 00 Praha 2 – Vinohrady,
IČ 49702904

Další účastník: GEOMIN s.r.o., Znojemská 2716/78, 586 01 Jihlava,
IČ 60701609

Doba řešení: 15. 1. 2016 – 30. 11. 2016

Administrátor projektu (ARES):

RNDr. Tomáš Pechar (G E T s.r.o)

Řešitelský tým:

G E T s.r.o.

RNDr. Bohumil Brož

Mgr. Jindřich Havránek

Ing. Miloš Ječný, PhD.



Obsah

Základní údaje	4
1 Základní administrativně-geografický popis	4
1.1 Klimatické podmínky	4
2 Aktuální hospodářský a politický vývoj země	5
2.1 Současná hospodářská situace	5
3.1 Očekávaný ekonomický vývoj	7
4.1 Současná politická situace	7
3 Přehled českých subjektů působících na maliském trhu	8
4 Struktura státní správy vztahující se na sektor geologie a těžby nerostných surovin	8
5.1 Oblast geologického průzkumu a dobývání nerostných surovin	9
5 Přehled platné legislativy v oblasti geologie a těžby surovin.....	9
Ekonomické nástroje	11
Sociálně-ekonomické důsledky zavedení horního práva	12
Environmentální dopady	13
5.1 Legislativa pro oblast provádění geologických prací	15
5.2 Stručný přehled báňské legislativy	16
5.3 Výčet environmentálních norem vztahujících se k využívání nerostného bohatství. 17	
6 Geologická a ložisková prozkoumanost.....	19
6.1 Přehled informačních zdrojů a uchovávání geologických informací.....	19
6.2 Aktuální geologická prozkoumanost.....	20
6.3 Aktuální ložisková prozkoumanost.....	25
6.4 Činnost českých subjektů v Mali v oblasti geologie	25
7 Charakteristika nerostného bohatství	25
7.1 Rudní suroviny a popis surovinových typů	29
7.1.1 Zlaté rudy	29
7.1.2 Platina.....	40
7.1.3 Diamanty	40
7.1.4 Rudy Fe	41
7.1.5 Rudy manganu.....	42
7.1.6 Rudy chromu	42
7.1.7 Cín - wolframové (+/- Nb-Ta) rudy	42
7.1.8 Lithium	43

7.1.9	Vzácné zeminy (REE)	44
7.1.10	Uranové rudy	47
7.2	Přehled vybraných nerudných surovin a průmyslových nerostů	48
7.2.1	Fosfáty	48
7.3	Přehled a využívání stavebních surovin	51
7.3.1	Vápence a mramory	51
7.3.2	Drcené kamenivo, kámen pro hrubou a ušlechtilou kam. výrobu	55
7.3.3	Písky, štěrkopísky	60

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1 ZÁKLADNÍ ADMINISTRATIVNĚ-GEOGRAFICKÝ POPIS

Mali je vnitrozemský stát v Západní Africe o rozloze 1 240 192 km² s 15 768 227 obyvatel (odhad 2014), administrativně členěný na 1 distrikt (Bamako) a 8 krajů (regions - Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Tombouctou, Gao, Kidal - viz mapka).



Sousední země jsou na západě Mauretánie, Senegal a Guinea, na jihu Pobřeží Slonoviny a Burkina Faso, na východě Niger a na severu Alžírsko.

Přes 1/3 území tvoří prakticky neobyvatelné aridní pouštní oblasti (Sahara), centrum země (mezi Saharou a řekou Niger) je známo jako oblast Sahel. Východní část země buduje Guinejská pahorkatina s nejvyšší horou Mali Hombori Tondo (1 155 m).

1.1 KLIMATICKÉ PODMÍNKY

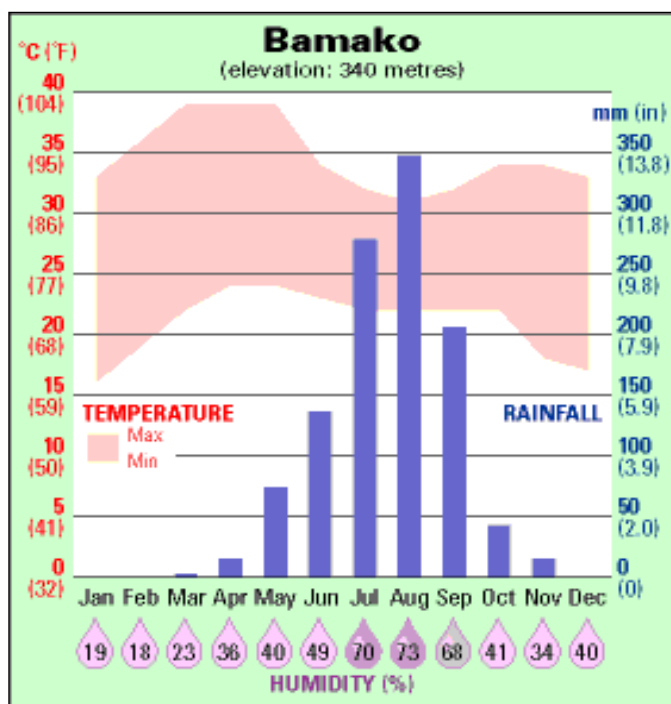
Klima je tropické, v jižní části země monzunové s hlavním obdobím dešťů od června do září, na severu v pouštních oblastech celoročně velmi suché.

Pro období dešťů jsou typické prudké bouřky, doprovázené hustými lijáky s lokálně velmi vysokými srážkovými úhrny (v řádech vyšších desítek mm/m), které mohou způsobit místní povodně. V období dešťů jsou lokální nezpevněné cesty až na výjimky nesjízdné, a to i pro automobily s náhonem na všechna kola. Pohyb v terénu je značně ztížen vlivem vysoké vegetace, velkého množství hmyzu a zaplavení často velkých úseků aluviálních niv a terénních depresí. Velmi vysoká vlhkost vzduchu spolu s vysokými teplotami výrazně snižuje

produktivitu terénních prací, což umocňuje i vysoké riziko nemocí, především malárie, tyfu, paratyfu, žloutenky apod.

Klimatické podmínky tak klíčovým způsobem omezují realizaci terénních geologických prací. Nejvhodnější období pro práci v terénu je v období sucha od konce října do dubna (začátku května), a i v tomto období je nutno terénní práce zajišťovat terénními vozy s náhonem na všechna kola. Ve vrcholném období sucha (únor až duben) jsou významným limitujícím faktorem vysoké denní teploty, běžně překračující 40 °C.

Průměrné měsíční teploty, výše srážek a vlhkost vzduchu v okolí hlavního města Bamako jsou uvedeny v následujícím grafu:



Vegetační pokryv je vyvinut v závislosti na klimatických podmínkách: jižní část země tvoří převážně savana, severní část má polopouštní a pouštní charakter.

2 AKTUÁLNÍ HOSPODÁŘSKÝ A POLITICKÝ VÝVOJ ZEMĚ

2.1 SOUČASNÁ HOSPODÁŘSKÁ SITUACE

Maliská ekonomika vykazuje v posledních letech oproti předchozímu období velmi nevyrovnaný růst hrubého domácího produktu – viz tabulka.

Vývoj HDP Mali v letech 2009-2015 (*odhad)

Zdroj: Global Finance Magazine, International Monetary Fund World Economic Outlook database

2009	2010	2011	2012	2013	2014*	2015*
4,5 %	5,8 %	2,7 %	0,0 %	1,7 %	5,9 %	4,8 %

Tato situace (především pak výrazný pokles v letech 2011-2013) je způsobena především vnitropolitickým vývojem v zemi, který kulminoval v roce 2012 vojenským pučem a ozbrojeným povstáním islamistických skupin na severu země. HDP na obyvatele zůstává nadále velmi nízký (720 USD – odhad za rok 2015) a řadí tak zemi mezi dvacet nejchudších států světa (Světová banka, 2015). Ještě horší hodnocení vykazuje země z hlediska výše dosaženého indexu HDI (Human Development Index, UNDP 2015), který ji řadí na 179 místo ze 188 hodnocených zemí světa. Zahraniční dluh Mali v roce 2015 pak činil 42,55 % HDP.

Největší význam v současném exportu zaujímá zlato. Jeho podíl na celkovém vývozu země vzrostl z 2,9 % v roce 1994 přes 21 % v roce 2006 až na současných 80 % (odhad 2014). Další významné exportní komodity tvoří tradičně bavlna (7,1 %) a dobytek (3,7 %). Největší počet pracovních sil je vázán v zemědělství (cca 80 %), v obchodu a službách (cca 15 %), průmyslu a těžbě (kolem 5 %). Slibně se rozvíjející sektor turismu byl v roce 2012 prakticky umlčen a situace se ani přes zlepšující se bezpečnostní situaci v turisticky atraktivních regionech (Bamako, Djenné, Mopti, Dogoni) výrazně nezlepšila.

Dle informací pracovníků Direction Nationale de la Géologie et des Mines (DNGM, 2015) tvořily příjmy z vývozu nerostných surovin (dominantně zlata) více než 3/4 z veškerého exportu země a v rámci těžebních podniků bylo vygenerováno přes 8 000 pracovních míst.

Nejvíce zahraničních investic v poslední dekádě plynulo právě do otvírky, těžby a úpravy ložisek zlata, dále pak do stavebnictví, rozvoje telekomunikací, obnovy silniční a železniční sítě a segmentu drobného podnikání. K největším investorům tradičně patří Jihoafrická republika, Francie, Austrálie (těžební průmysl), Kanada, nově pak i Čína (stavebnictví, obchod).

Na druhou stranu je země zcela závislá na dovozu pohonných hmot (nafta, benzín), automobilů, strojů, pneumatik a náhradních dílů, základních stavebních surovin (cement, ocelové konstrukční prvky, sklo, keramika) a naprosté většiny spotřebního zboží.

Z tohoto hlediska, vzhledem k vnitrozemské pozici Mali, hraje klíčovou roli 1 228 km dlouhá železnice spojující Bamako s Dakarem (Senegal), která byla v roce 2003 zprivatizována kanadsko-francouzským konsorciem Canac-Getma (Transrail). Po převzetí belgickou společností Vecturis (2007) přestala železnice v roce 2010 prakticky fungovat. V loňském roce dosáhly vlády Mali a Senegalu dohody s čínskou společností China Railway Construction Corp (International) o obnově zanedbaných částí trati. Smlouva se společností Transrail byla ukončena a železnice přešla do správy nově zřízené společnosti Dakar Bamako Ferroviaire.

Velmi významná jsou silniční spojení s hlavními západoafrickými přístavy: 1 225 km dlouhá silnice mezi Abidjanem (Pobřeží Slonoviny) a Bamakem a 1 353 km dlouhá, nyní již

asfaltová silnice mezi Dakarem a Bamakem. Jsou také vybudovány nové asfaltové silnice mezi velkými městy v zemi a na jihu je dokončeno propojení do Burkiny Faso.

Významnou je pro Mali rovněž letecká doprava. Z celkových 35 letišť jsou v současnosti dvě mezinárodní (Bamako a Gao). Vnitrostátní letecké linky dále spojují letiště v Mopti, Timbouctou a Kayes. Na letišti Senou v Bamaku byla před několika lety zahájeno jeho rozšíření a celková modernizace, částečně hrazená vládou USA (Millenium Challenge Account). Po ukončení tohoto programu v roce 2013 v reakci na tehdejší politický vývoj a rostoucí nestabilitu zůstal tento projekt nedokončen.

Jako vnitrozemský stát nemá Mali žádný námořní přístav, ale má 1 815 km říčních toků, z nichž některé úseky řek Niger a Senegal jsou hlavně v období dešťů (červen/červenec – listopad/prosinec) splavné pro středně velké až velké nákladní lodě. Řeka Senegal je pak celoročně splavná z Kayes do St. Louis v Senegal, kde ústí do Atlantického oceánu.

Elektrická energie se podílí 1 % na celkové spotřebě energie, 99 % je kryto spotřebou dřeva, dřevného uhlí a dovážené nafty. Centrum (Bamako a okolí) je zásobováno elektrickou energií z vodní elektrárny Selingue na řece Balé (44 MW). Výroba elektrické energie se v posledních letech zlepšila uvedením do chodu 5 turbín po 40 MW na přehradě Manantali na řece Baffin (přítok řeky Senegal). Dodávky elektrické energie a vody zajišťuje společnost EDM (Energie du Mali).

3.1 OČEKÁVANÝ EKONOMICKÝ VÝVOJ

Střednědobé makroekonomické vyhlídky jsou dobré a ekonomika by měla dle prognóz pokračovat v růstu HDP ve výši 5,1 % v roce 2016, hlavně díky zemědělství a službám, ale i v důsledku očekávaného návratu rozvojových projektů a dalšího přílivu investic. Ty jsou předpokládány především ve stavebnictví a ve službách.

Humanitární a bezpečnostní situace je v severní části země stále velmi nejistá. Nelze vyloučit nepředvídatelné útoky a lokální atentáty islamistických a teroristických skupin, proti kterým aktivně vystupují mírové síly OSN (MINUSMA), místní armáda a policie. Ozbrojené konflikty na severu přetrvávají i mezi různými ozbrojenými skupinami.

4.1 SOUČASNÁ POLITICKÁ SITUACE

Mali je od získání nezávislosti na Francii v roce 1972 poloprezidentská republika, současným prezidentem je Ibrahim Boubacar Keita. Prezidentského úřadu se ujal v září 2013 a jeho hlavním slibem bylo sjednocení země po vzpouře, vojenském puči vedeném kapitánem Sanogo v roce 2012 a islámským povstalcům na severu a východě státu (Kidal, Gao atd.).

Keita se narodil v roce 1945 ve městě Koutiala na jihu Mali, od roku 1994 do roku 2000 byl předsedou vlády a v letech 2002-2007 předseda Národního shromáždění. V souladu s ústavou země z roku 1992 je prezident hlava státu a vrchní velitel ozbrojených sil. Prezident je volen v přímých všeobecných volbách na 5 let, a to maximálně po dvě funkční období. Prezident jmenuje předsedu vlády jako hlava vlády a stojí v čele Rady ministrů (předseda vlády + v současné době dalších 27 ministrů), která přijímá návrhy zákonů a předkládá je Národnímu shromáždění ke schválení.

Národní shromáždění (Assemblée Nationale) má 160 členů, kteří jsou voleni na pětileté funkční období, 147 členů je volených ve volebních obvodech v Mali a 13 členů volí Malijci v zahraničí. Národní shromáždění je jediným zákonodárným orgánem země. Shromáždění se schází na dvou řádných zasedáních ročně. Vede diskuzi a hlasuje o legislativních úpravách navržených vládou nebo některým z jeho členů a má právo na otázky ministrům vlády o vládních opatřeních a sektorových politikách. V současné době je ve shromáždění zastoupeno osm politických stran, agregovaných do čtyř parlamentních skupin. Většinu tvoří poslanci ze strany ADEMA (Aliance za demokracii v Mali), ale menšinové strany jsou zastoupeny ve všech výborech a ve vedení shromáždění.

Dle zprávy renomované nevládní organizace Human Rights Watch za rok 2016¹ se situace v oblasti lidských práv v Mali zhoršila v důsledku výrazného nárůstu násilí a zhoršení bezpečnosti, bez ohledu na červnový podpis mírové dohody mezi vládou a povstaleckými skupinami, jejímž cílem je ukončit vojenskou a politickou krizi na severu země. Útoky a násilí se postupně šíří ze severu na jih země, ale i do hlavního města Bamako.

V průběhu celého roku byly časté případy krádeží a rostoucí kriminality, pokračovaly střety mezi ozbrojenými skupinami a sebevražedné útoky ozbrojených islamistických skupin na mírové síly OSN, malijské jednotky a v menší míře i na civilní obyvatelstvo. Násilí vážně narušilo dodávky humanitární pomoci. Vláda na tyto útoky reagovala vojenskými operacemi, které v několika případech vyústily v zatýkání, popravy, mučení a věznění podezřelých osob.

V červnu Rada bezpečnosti OSN obnovila mandát MINUSMA a autorizovala působení mírových jednotek o počtu 12 680 osob, včetně 40 vojenských pozorovatelů. Alžírsko vedlo mírové rozhovory, podporované členskými státy Africké unie, Hospodářského společenství západoafrických států (ECOWAS), Evropské unie, OSN a Organizace islámské spolupráce.

Výcviková mise EU v Mali (v jejímž rámci aktivně působí specialisté armády ČR) nadále provádí výcvik maliských vojáků a v únoru letošního roku zahájila rovněž výcvik policie, četnictva a národní gardy.

3 PŘEHLED ČESKÝCH SUBJEKTŮ PŮSOBÍCÍCH NA MALISKÉM TRHU

Na maliském trhu v současné době přímo nepůsobí žádné české subjekty. V oblasti geologického průzkumu zde v posledních letech působila českými investory ovládaná firma Mamico Sarl, která v letošním roce utlumila svou činnost. Nadále však vlastní dvě poměrně rozsáhlé průzkumné licence na zlato (Kalako, Tiecourala) v regionu Sikasso.

4 STRUKTURA STÁTNÍ SPRÁVY VZTAHUJÍCÍ SE NA SEKTOR GEOLOGIE A TĚŽBY NEROSTNÝCH SUROVIN

Veškeré kompetence v sektoru využívání nerostných surovin jsou v současné době přiděleny jedinému ústřednímu orgánu státní správy – ministerstvu dolů, sídlícímu v novém vládním komplexu administrativních budov v Bamaku na adrese Cité administrative B N°3 (<http://www.mines.gouv.ml>). Současným ministrem je pan Tiémoko Sangaré, původní profesí

¹ <https://www.hrw.org/world-report/2016/country-chapters/mali>

geodet vystudovaný v bývalém Sovětském svazu, předseda jedné z vládních stran l'ADEMA-PASJ.

Ministerstvo dolů je zřizovatelem několika státních rozpočtových organizací, které jsou mu přímo podřízeny:

AUREP (L'autorité pour la prospection de la recherche pétrolière au Mali) – úřad pro průzkum a výzkum ropy v Mali, který má za úkol rozvíjet průzkum a těžbu uhlovodíků na území Mali,

BEECDB (Bureau d'évaluation, de certification et d'expertise des diamants) - úřad pro vyhodnocování, certifikaci a expertizu diamantů,

DNGM (Direction Nationale de la Géologie et des Mines) – národní ředitelství pro geologii a těžbu (státní geologická služba), které provádí veškeré výzkumné práce a zpracovává studie potřebné pro rozvoj sektoru, připravuje opatření vztahující se k reorganizaci struktury, rozvíjí moderní pracovní metody a zvyšuje kvalitu nabízených veřejných služeb.

PDRM (Programme pour le développement des ressources minérales) – úřad pro rozvoj zdrojů nerostných surovin při geologické službě především provádí státem hrazený základní ložiskový průzkum, za úplatu pak provádí i průzkum pro ostatní subjekty.

5.1 OBLAST GEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU A DOBÝVÁNÍ NEROSTNÝCH SUROVIN

Ústředním orgánem státní správy pro celý proces využívání nerostných surovin (tj. od průzkumu, přípravu ložisek k těžbě, jejich těžbu, sanaci a rekultivaci) je ministerstvo dolů, které výkonem všech působností (státním geologickým průzkumem, geologickým mapováním, shromažďováním geologických informací o území Mali, odborným dohledem a kontrolou nad dobýváním a úpravou nerostných surovin, prioritně průmyslové těžby zlata) pověřilo geologickou službu DNGM (národní ředitelství pro geologii a doly - Direction Nationale de la Géologie et des Mines) jako jemu podřízenou servisní rozpočtovou organizaci.

Všechny organizace, podnikající v průzkumu a těžbě ložisek nerostných surovin v rámci ministerstvem dolů stanovených průzkumných a těžebních licencí, jsou mimo jiné povinné DNGM předkládat čtvrtletní a roční zprávy s výsledky provedených prací.

Orgánem dohledu nad lomy s průmyslovou těžbou je báňský úřad (v praxi tuto funkci vykonává divize dolů národního ředitelství geologie a dolů - La Division Mines Direction Nationale de la Géologie et des Mines), pro lomy místního významu místně příslušné La Collectivité Territoriale, které mohou v případě potřeby požádat o odbornou asistenci úředníky národního ředitelství geologie a dolů (DNGM).

5 PŘEHLED PLATNÉ LEGISLATIVY V OBLASTI GEOLOGIE A TĚŽBY SUROVIN

V úvodu je nutno konstatovat, že základy současné horní legislativy země vznikly koncem minulého století (1999) na základě doporučení a přímé asistence světové banky, která v tomto období prostřednictvím IFC, IDA/IBRD investovala do tvorby horního práva, informatiky, transformace státních institucí regulujících a podporujících těžbu nerostných surovin v zemi

přes 100 mil. USD. Mezinárodními odborníky na problematiku horních kodexů je maliské horní právo v rámci rozvojových zemí Afriky hodnoceno jako velmi moderní, odpovídající principům trvale udržitelného rozvoje, často se používá termínu „třetí generace horního práva“ (současně s legislativou Tanzanie a Madagaskaru).

Poslední platná úprava z roku 2012 až na malé změny a upřesnění v zásadě pouze upravuje jednotlivé kategorie nerostných surovin a mění (výrazně zvyšuje) systém úhrad a plateb za průzkumné a těžební licence.

Využívání nerostných surovin v Mali upravují následující zákony a předpisy:

- zákon č. 2012-015/P-RM ze dne 27. 2. 2012 (Code Minier – horní zákon),
- dekret č. 2012-311/P-RM ze dne 21. 6. 2012, který upravuje podmínky a způsoby využití horního zákona,
- zákon 04-037/P-RM ze 4. 7. 2004, upravující režim průzkumu, těžby, transportu a rafinace uhlovodíků (ropy a zemního plynu).

Nerostné suroviny, podléhající hornímu režimu na území Republiky Mali, patří státu, nicméně držitelé těžebních koncesí získávají do vlastnictví nerosty, které vytěží. Práva na tyto nerosty tvoří vlastnictví, které je odlišné od vlastnictví spojeného s povrchovou těžbou.

Ložiska nerostných surovin, spadajících pod horní režim, jsou rozdělena do pěti skupin:

- Skupina 1: diamant, smaragd, safír, beryl, jadeit, opál, granát, alexandrit, andalusit, chalcedon, křemen, turmalín, korund,
- Skupina 2: zlato, stříbro, sloučeniny platiny, měď, olovo, molybden, zinek, titan, vanad, zirkonium, niob, tantal, wolfram, lithium, cín, kobalt, nikl a kovy vzácných Zemin (REE),
- Skupina 3: železo, mangan, chrom, bauxite,
- Skupina 4: uran, thorium, asfaltové břidlice, černé uhlí, lignit, rašelina, uhlí,
- Skupina 5: fosfáty, sádrovec, fluorit, vápence, dolomity, kamenná sůl, diatomity, kaolín, sklářský písek, jíly a laterity.

Předlohou pro formulaci horního práva byla legislativa Ghany s podobným nerostným bohatstvím (zlato) jako země, která dokázala přilákat zahraniční kapitál a profitovat z těžby nerostných surovin. Mezinárodní finanční instituce už od konce 80. let silně podporovaly maliskou vládu v provedení řady reformních kroků, zvyšujících atraktivitu důlního podnikání pro zahraniční investory. V roce 1991 Mali poprvé s asistencí Mezinárodní rozvojové asociace (IDA), světové banky a světové obchodní organizace (WTO) významně liberalizovalo horní zákon z roku 1963 (první po získání samostatnosti), především ve vazbě na poskytnutí garancí těžebním subjektům, zavedením celních výhod a různých tax. Zavedení úspěšných liberálních reforem v Ghaně a velmi pozitivní reakce zahraničních těžebních společností vedla maliskou vládu k pozměnění horního práva ve směru k dalšímu atraktivnějšímu využití nerostných surovin (především zlata) formou větších pobídek pro nové investory. Primárním cílem bylo dosáhnout podstatného zvýšení příjmů z těžby nerostných

surovin na celkovém HDP země zavedením jasných, jednoduchých a transparentních mechanismů.

Základní funkce státu v tomto klíčovém odvětví ekonomiky Mali jsou v souladu s doporučeními světové banky (přechod státu z role vlastníka/těžaře nerostných surovin do role regulátora a administrátora těchto aktivit) definovány v rovině podpory dosažení hlavního cíle (tj. vybudování a modernizace základní infrastruktury, tvorba legislativního prostředí napomáhající dalším investicím, propagace těžebního průmyslu, zvýšení informovanosti o surovinovém potenciálu země atd.).

Principy trvale udržitelného rozvoje jsou v horním právu země zakotveny a definovány ve vazbě na jeho tři hlavní pilíře – ekonomický, sociální a environmentální. V dalším textu uvádíme jednotlivé nástroje a přístupy maliského horního práva, které mají zajišťovat vzájemnou rovnováhu těchto dílčích pilířů.

Ekonomické nástroje

Navzdory naléhavým požadavkům státu na zvýšení příjmů státního rozpočtu vláda Mali s cílem přilákat zahraniční investory do odvětví těžby nerostných surovin v současném horním zákonu zvýšila rozsah osvobození z plateb poplatků a daní. Paralelně se změnou své role (z pozice těžaře do pozice regulátora a propagátora) maliská vláda horním zákonem garantuje vlastnictví horních oprávnění všem subjektům. V této souvislosti je nutno poznamenat, že studie Světové banky *Review of Legal and Fiscal Frameworks for Exploration and Mining*² kritizuje skutečnost, že horním právem není garantována exkluzivita prospekčních práv a právo prioritního udělení průzkumné licence na zájmové území. Dalším kritizovaným nedostatkem je nepřevoditelnost průzkumných práv na třetí subjekt, přičemž těžební práva lze třetí osobě postoupit či převést. Stejně jako v případě horního práva Tanzanie, Mali poskytuje speciální práva pro účel provedení feasibility study po ukončení etapy průzkumu ložiska.

Podle výše citované analýzy je jedním z nevýznamnějších pozitivních nástrojů pro investory v průběhu etapy průzkumu právo pokračovat z této fáze osvojení ložiska do jeho těžby (využití) – kontinuální exkluzivitu pronájmu území.

Ve vazbě na roční poplatky z plochy území, horní právo se řídí principem jejich růstu v závislosti na délce trvání průzkumné licence. Těžební společnosti jsou oprávněny volně nakládat s finančními výnosy z těžby nerostných surovin (konverze do jiné měny, transfer).

Těžební subjekty s operacemi v Mali jsou povinny státu odvádět následující daně a poplatky:

- daň z příjmu (35 %)
- daň z dividend (12,5-18 %)
- poplatek z vydobytých nerostů (royalty): 3 %
- dovozní clo (5-10 %)
- exportní clo (žádné)

² Naito, K., Remy, F., Williams, P. (2001): *Key Building Blocks of Mining Law Reforms*, in *Review of Legal and Fiscal Frameworks for Exploration and Mining*, (London, UK: World Bank Group Mining Department, Mining Journal Books Ltd, 2001)

- daň z přidané hodnoty (osvobození v prvních třech letech produkce)
- daňové prázdny (žádné)
- omezení výměny cizí měny (žádné)
- externí účet (povolen)
- daňová stabilita (zaručena, ale délka není specifikována)
- spoluúčast státu (do výše 20 %)

V průběhu průzkumné fáze ověření ložisek nerostných surovin platí příslušná společnost (vlastník průzkumných oprávnění) na základě rozhodnutí maliského ministerstva financí pouze některé poplatky ve vztahu k soukromým aktivitám na území v majetku státu. Tyto společnosti jsou rovněž osvobozeny od dovozních cel a plateb daní z obratu, které by mohly neúměrně zvyšovat cenu průzkumných prací.

Podpora přílivu privátních investic do těžebního průmyslu je dále vyjádřena vládním seznamem daňových výjimek a pobídek pro těžební společnosti, který mohou uplatnit v průběhu prvních tří účetních let od zahájení produkce nebo těžby.

Společnosti, které splňují tuto podmínku, jsou osvobozeny od:

- daně z příjmu pro specialisty
- daně z příjmu společnosti
- daně z nemovitostí
- registračních a zakládacích poplatků
- daně z přidané hodnoty a daně z poskytnutých služeb
- daně ze zákonných pojištění
- poplatky za horní oprávnění.

Sociálně-ekonomické důsledky zavedení horního práva

Jedním z největších problémů aplikace horního práva v roce 1999 byl rozvoj velkokapacitní průmyslové těžby zlata nadnárodních společností v oblastech, ve kterých bylo zlato tradičně těženo primitivní technologií místním obyvatelstvem (artisanální těžba). Důsledkem obdobně jako v Tanzanii je, že tyto komunity přicházejí o hlavní zdroj svých příjmů, neboť tvorba přímých pracovních příležitostí v těžebním průmyslu je pro místní obyvatelstvo vzhledem k jejich nízkému vzdělání velmi omezená.

Současně platí, že těžební projekty ve vlastnictví maliských subjektů jsou omezené svou velikostí a rozsahem, neboť maliské subjekty nejsou schopné zajistit extrémně nákladné investice, nutné k zahájení těžebních operací průmyslového rozsahu.

Velmi konkrétní zjištění a závěry vlivu průmyslové těžby zlata uvádí studie Gosselina a Touré z North-South Institute v Ottavě z roku 2000³, která se zabývá rozborem sociálně-ekonomických impaktů těžby zlata na dole Sadiola v regionu Kayes:

³ Gosselin C., Touré B. (2000): *Cohérence des politiques et interventions canadiennes dans la lutte contre la pauvreté: Le cas du Mali. 109 str. - L'Institut Nord-Sud/The North-South Institute. Ottawa. Kanada.*

- **vynucené přestěhování původních obyvatel** – dvě vesnice (Sadiola a Farabagouta) s celkovým osídlením okolo 1 100 obyvatel musely být s ohledem na zajištění důlních operací přestěhovány. Studie uvádí, že ačkoliv přesídlení proběhlo v souladu se standardy Světové banky, populace nezískala žádný nárok na půdu ani na finanční kompenzaci od maliské vlády. Po zahájení těžby se populace obce Sadiola zvýšila trojnásobně a tento nárůst byl spojen s růstem pohlavních chorob a AIDS, který zde dosáhl nejvyšší úrovně v celém regionu Kayes.

- **regionální rozvoj** – těžba ložiska měla velmi omezený dopad na rozvoj regionu Kayes, zkvalitnění vzdělání a zlepšení zdravotní dostupnosti se projevilo pouze lokálně v okolí ložiska. Několik obchodníků z Kayes bylo zapojeno do zásobování dolu a jeho zázemí potřebným materiálem, který byl na místo dopravován převážně dopravci ze Senegalu. Silnice mezi Kayes a Sadiolou byly zbudovány primárně pro zajištění potřeb těžební společnosti spíše než pro rozvoj místní populace. Daňové výnosy a příjmy vybrané vládou Mali z velké části zůstaly v hlavním městě Bamako.

- **sociální fond** – ve snaze předejít rozkladu sociální struktury místního obyvatelstva po ukončení těžby a uzavření dolu, těžařská společnost AngloGold na dole Sadiola připravuje projekt rýžování zlata z aluviálních sedimentů, který by měl vytvořit kolem 300 pracovních míst pro lokální populaci.

Tento projekt byl v plném rozsahu realizován a přinesl velmi dobré výsledky. Společnost AngloGold založené družstvo podporovala jak odborně (vymezení míst vhodných pro tradiční těžbu zlata), tak svým vybavením (analýzy vzorků rudnin a produktů, testování a dodávka zařízení na úpravu zlata), organizováním vzdělávacích kurzů (zaměřených na hygienu a bezpečnost práce a ochranu životního prostředí) a tréninkem místních pracovníků družstva při semi-mechanizovaných těžebních a úpravárenských činnostech.

Environmentální dopady

Maliské horní právo dává vládě možnost se velmi efektivně vyrovnat s nežádoucími ekologickými riziky, které mají přímou či nepřímou vazbu na průmyslovou těžbu a zpracování nerostných surovin. Vzhledem ke klimatickým podmínkám v zemi se především jedná o odlesňování, destrukci původní fauny, destrukci půd a erozi, možnou kontaminaci povrchových a podzemních vod těžkými kovy a chemikáliemi používanými při úpravě rud, znečištění vzduchu kouřem a prachem, velkoplošné vymizení divokých zvířat v důsledku trhacích prací v povrchových dolech a silné industrializace území.

Detailní požadavky na ochranu životního prostředí jsou uvedeny v hlavě VIII, kapitole III „Ochrana životního prostředí a kulturního dědictví“ horního zákona a v nařízení vlády č. 99-255/P-RM z 15. 19. 1999, v platném znění. Součástí žádosti o udělení (nebo obnovení) těžební licence musí být v souladu s článkem 15, písmeno g) studie dopadů těžby na životní prostředí, která musí obsahovat:

- studii EIA zpracovanou v souladu s environmentálními směrnici,
- technickou zprávu s plánovanými aktivitami včetně očekávaných impaktů do okolních ekosystémů
- pohotovostní plán zajištění bezpečnosti v případě vzniku mimořádné události
- přehled očekávaných výdajů na zahlazení následků hornické činnosti
- netechnicky zaměřenou svodnou zprávu k dokumentaci, mající vazbu na dopady těžby na životní prostředí
- analýzu alternativních řešení

- stručný popis metody /metod, které budou použity při navázání kontaktů a konzultací s místními komunitami a organizacemi, očekávané následné výsledky
- analýza očekávaných nákladů a přínosů
- navazující plán monitoringu impaktů
- feasibility study u lomů, jejichž roční produkce převyšší 1 mil. m³
- doklad, že před zahájením prací byl proveden expertní archeologický posudek

Z analýzy Světové banky (Naito et al. 2001)⁴ vyplývá, že Mali do horního práva implementovalo jeden z nejrozsáhlejších systémů ochrany životního prostředí. Není pochyb o tom, že nové horní právo je ve vztahu k environmentální ochraně velmi striktní, problematické jsou možnosti vlády Mali vynutit, posilovat a vyhodnocovat tyto požadavky.

Ložiska stavebních surovin v Mali (v horním zákoně definovaná jako konstrukční materiály (BTP), spolu se štukatérskými materiály, materiály pro keramickou výrobu, materiály pro půdní kultivaci a ostatními podobnými substancemi (s výjimkou rašeliny, fosfátů, nitrátů, alkalických a podobných solí, nacházejících se na stejných nalezištích) podléhají regulačnímu systému řízení lomů (článek 6 horního zákona).

Pro ložiska stavebních surovin platí stejné podmínky vlastnictví, jaké jsou uvedeny v platném zákonu o soukromé a státní půdě Mali, tj. jsou součástí pozemku, na kterém se nacházejí. Všechny fyzické nebo právnické osoby mohou provádět průzkum, výzkum a těžbu těchto ložisek do té doby, dokud jim patří vlastnická práva k příslušnému pozemku nebo mají uzavřen pronájem s majitelem.

Vlastník soukromého pozemku, kterému je jinou fyzickou či právnickou osobou předložena žádost o otvírku lomu na tomto pozemku, má tři možnosti rozhodnutí (článek 104):

- může odmítnout,
- může předmětný pozemek prodat žadateli,
- může za specifických podmínek uvedených níže žadateli svůj pozemek na určitou délku pronajmout.

V případě, že se jedná o pozemky ve vlastnictví státu, může stát žádost o otvírku lomu buď zamítnout, nebo akceptovat za stanovených podmínek; v takovém případě se doba pronájmu uzavírá na období 10 let pro lomy s průmyslovou těžbou (jejich definice viz níže) a tato smlouva je obnovitelná (pokud se žadatel nerozhodne jinak). Pro místní lomy musí být délka smlouvy o pronájmu větší než 2 roky a po jejím ukončení se může majitel pozemku postavit proti jejímu prodloužení.

Po ukončení smlouvy o pronájmu, bez ohledu na důvody, majitel pozemku je oprávněn požadovat rehabilitaci území do původního stavu. Pokud je smlouva o pronájmu ukončena z důvodu selhání majitele, pak je tento povinen těžaři kompenzovat náklady spojené s vyklizením pozemku.

⁴ Naito, K., Remy, F., Williams, P. (2001): *Key Building Blocks of Mining Law Reforms, in Review of Legal and Fiscal Frameworks for Exploration and Mining*, (London, UK: World Bank Group Mining Department, Mining Journal Books Ltd, 2001)

Pokud je zájmové území s očekávaným ložiskovým vývojem stavebních surovin ve vlastnictví státu, na základě žádosti navrhovatele mu může být udělena rekognoskační licence (L' autorisation d' exploration) v souladu s články 23-26 horního zákona.

Na základě roční výše produkce se lomy dělí na dvě skupiny (článek 100):

- místní (tradiční) lomy (les carrières artisanales), u kterých výše roční produkce není vyšší než 10 000 m³,
- lomy s průmyslovou těžbou (les carrières industrielles) s roční těžbou překračující 10 000 m³.

Veškerá zařízení potřebná pro zajištění těžebních operací, úpravu a manipulaci s produkty jsou považována za satelitní zařízení a společně s lomy obou výše uvedených skupin spadají pod ustanovení prováděcího nařízení č. 99-255/P-RM z 15. 9. 1999, v platném znění (viz kapitola II, sekce I, článek 6-7).

Průmyslové lomy, které počítají ve své realizační studii s těžbou, která přesáhne dvacet pět tisíc (25 000) m³/rok a které vytvořily minimálně patnáct (15) stálých placených míst v rámci těžebních prací a při přepravě materiálu a které investovaly minimálně sto padesát milionů (150 000 000) franků, mohou získat na základě společné vyhlášky ministrů pověřených důlní těžbou a financí daňové a celní výhody a to po dobu tří (3) let od jejího vstoupení v platnost (v souladu s ustanoveními článků 127,128,130,133 a 134 horního zákona).

Žádná těžba nesmí být prováděna v hloubce větší než 50 m a v okruhu 100 m:

- od nemovitostí ohraničených zdí, vesnic, příbytků a studní bez předchozího souhlasu vlastníka nebo jeho dědiců,
- po obou stranách silnic, vodovodů a kolem všech veřejných objektů a objektů občanské vybavenosti bez souhlasného stanoviska báňské správy a příslušných dotčených resortů.

V případě, že během své aktivity vlastních horních oprávnění způsobí změnu kvalitativních /kvantitativních vlastností podzemní vody, používané místním obyvatelstvem, je zodpovědný jim požadované dodávky vody v příslušné kvalitě zajistit.

Produkce v lomech nemůže být zahájena bez schválení plánu využití ložiska (místní lomy) nebo udělení příslušné licence (obdobu našeho plánu otvírky a přípravy dobývání) pro lomy s průmyslovou těžbou.

5.1 LEGISLATIVA PRO OBLAST PROVÁDĚNÍ GEOLOGICKÝCH PRACÍ

Mali stejně jako drtivá většina dalších zemí nemá samostatný geologický zákon; projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací upravují zákony a předpisy, které tvoří součást horního práva:

- zákon č. 2012-015/P-RM ze dne 27. 2. 2012 (Code Minier – horní zákon),
- dekret č. 2012-311/P-RM ze dne 21. 6. 2012, který upravuje podmínky a způsoby využití horního zákona,
- zákon 04-037/P-RM ze 4. 7. 2004, upravující režim průzkumu, těžby, transportu a rafinace uhlovodíků (ropy a zemního plynu).

Horní zákon rozlišuje dvě základní etapy průzkumu s odlišným systémem udělování příslušných koncesí:

- **rekognoskační licence** (L'autorisation d'exploration) - uděluje ji ředitel DNGM na dobu 3 měsíce bez možnosti dalšího obnovení. Jedná se o soubor aktivit, jejichž cílem je odzkoušet potenciál určité geografické zóny. Může zahrnovat pozemní práce a / nebo letecký průzkum. Pozemní práce spočívají především v odběru vzorků pro chemickou a mineralogickou analýzu půdy a hornin, jsou vyloučeny takzvané těžké práce, jako je budování šachet, rýh, provádění sond atd. Letecké průzkumné metody mohou obsahovat vizuální rekognoskaci hlavních geologických, morfologických a strukturních rysů území, dále letecké fotografování a geofyzikální průzkumné metody.
- **průzkumná licence (permis de recherche)** - uděluje ji ministr dolů na základě kladného stanoviska tzv. mezirezortní komise (tj. orgánu, tvořeného zástupci všech dotčených ministerstev), podmínkou je mj. předložení projektu geologických prací na celou dobu trvání včetně finančního rozpočtu. Je udělována na dobu maximálně 3 let s možností jejího obnovení, max. však 2x, a to na dobu vždy nejvýše dvou let.

Tato licence má výlučný charakter, tj. umožňuje jejímu majiteli jako jediné právnické osobě provádět v daném průzkumné práce za účelem ověření ložiskových anomálií, struktur a těles příslušné skupiny ložisek.

5.2 STRUČNÝ PŘEHLED BÁŇSKÉ LEGISLATIVY

Prováděcí dekret č. 2012-311/P-RM k novele horního zákona z roku 2012 přináší výrazné zvýšení poplatků za jednotlivé druhy průzkumných licencí a těžebních koncesí, což především pro oblast průzkumu a těžby rud (skupiny nerostů 1, 2) představuje poměrně vysoké finanční prostředky.

Přidělování všech důlních koncesí, povolení otvírky nebo těžby v dolech a v lomech, povolení k řemeslné těžbě (minier artisanale), jejich převod, stejně tak jako jejich obnova podléhá následujícím správním poplatkům a daním:

- a) Daň z udělení nebo obnovy povolení otvírky nebo těžby v lomu:
Otevření řemeslného lomu (carrière artisanale): 5 000 až 10 000F
Těžba v průmyslovém lomu (carrière industrielle): 500 000 F
- b) Ve fázi výzkumu bez ohledu na rozlohu a skupinu rud:
Daň za vystavení nebo obnovu povolení k průzkumu 4 000 000 F
Daň z udělení povolení k výzkumu bez ohledu na plochu 5 000 000 F
Daň z obnovy povolení k výzkumu použitá při každé obnově: 5 000 000 F
- c) Ve fázi těžby:
Daň za vystavení a obnovu průkazu na řemeslnou těžbu: 2 500 až 10 000F

Daň za vystavení nebo obnovu povolení k těžbě v menším dole (petite mine) nezávisle na skupině rud.....	15 000 000 F
Daň za vystavení nebo obnovení povolení k těžbě rud skupiny 1 a 2 nezávisle na ploše:	100 000 000 F
Daň za vystavení nebo obnovení povolení k těžbě rud skupin 3, 4 a 5 nezávisle na ploše	20 000 000 F

Držitelé povolení k průzkumu, povolení k výzkumu a povolení k těžbě a povolení k těžbě v menším dole jsou povinni uhradit následující správní poplatek z plochy příslušné licence:

a) V případě povolení výzkumu, povolení průzkumu rud skupiny 1 a 2:

1 000 F/ km² po dobu prvního období platnosti,
500 F/ km² po období následujícím po první obnově,
1000 F/ km² na období následující po druhé obnově

b) V případě povolení k výzkumu, povolení k průzkumu na rudy skupin 3, 4 a 5:
500 F/ km² po dobu prvního období platnosti,
750 F/ km² po období následujícím po první obnově,
1 000 F/ km² na období následující po druhé obnově a následujících obnovách.

c) V případě povolení k těžbě rud skupiny 1 a 2 100 000 F/ km²

d) V případě povolení k těžbě v menším dole a to rud skupiny 1 a 2 . 50 000 F/km²

e) V případě povolení k těžbě rud skupin 3, 4 a 5 20 000 F/km²

f) V případě těžby v menších dolech rud skupin 3 a 5 10 000 F/km²

Báňské produkty skupiny 1 a 2 podléhají zvláštní dani, která se nazývá „Zvláštní daň na některé produkty (ISCP)“, a to v sazbě 3 % spolu s dodatečnou dávkou nazývanou daň ad valorem v sazbě 3 % (Článek 109). Sazba daně ad valorem v případě rud skupin 3, 4 a 5 se aplikuje v sazbě 1 %.

5.3 VÝČET ENVIRONMENTÁLNÍCH NOREM VZTAHUJÍCÍCH SE

K VYUŽÍVÁNÍ NEROSTNÉHO BOHATSTVÍ

V ústavě Mali z roku 1992 je zakotveno právo občanů na čisté životní prostředí a povinnost každého životní prostředí chránit. Následující tabulka uvádí základní přehled obecně závazných právních norem, souvisejících s environmentální problematikou využívání nerostných surovin, respektive s procesem posuzování vlivů záměrů těžby a úpravy nerostných surovin na životní prostředí (studie EIA).

Obecně závazné normy v oblasti ochrany ŽP

Právní norma	Datum	Název
Décret No. 94-004	09 mars 1994	Portant création de l'Office du Niger
Décret No. 96-050/P-RM	14 février 1996	fixant les modalités de classement et de déclassement de réserves de faune, sanctuaires et des zones d'intérêt cynégétique
Décret No. 96-188/P-RM	01 juillet 1996	Portant organisation de la gérance des terres affectées à l'Office du Niger
Décret No. 00-022/P-RM	19 janvier 2000	fixant les modalités de classement et déclassement des forêts, bosquets et périmètres de protection dans les zones forestières de l'état
Décret No. 01-394/P-RM	06 septembre 2001	Modalités de gestion des déchets solides
Décret No. 01-395/P-RM	06 septembre 2001	Modalités de gestion des eaux usées et gadoues
Décret No. 01-396/P-RM	06 septembre 2001	Modalités de gestion des pollutions sonores
Décret No. 01-397/P-RM	06 septembre 2001	Modalités de gestion des polluants de l'atmosphère
Décret No. 03-226/P-RM	30 mai 2003	Fixant les modalités d'organisation et de fonctionnement de l'AMADER
Décret No. 04-145/P-RM	13 mai 2004	Etablissant les responsabilités institutionnelles des agences du GRM eu égard à l'environnement et aux ressources naturelles
Décret No. 06-258/P-RM	22 juin 2006	Fixant les conditions d'exécution de l'audit d'environnement
Décret No. 07-135/P-RM	16 avril 2007	Fixant la liste des déchets toxiques
Décret No. 08-346/P-RM	26 juin 2008	Relatif à l'étude d'impact environnemental et social
Loi No. 92-013/AN-RM	17 septembre 1991	Instituant une normalisation au plan national et un système de contrôle qualité pour assurer la préservation de la santé, et la protection de la vie et de l'environnement
Loi No. 95-031	20 mars 1995	Fixant les conditions de gestion de la faune sauvage et de son habitat
Loi No. 95-032	20 mars 1995	Fixant les conditions de la pêche et de la pisciculture
Loi No. 95-034/AN-RM	12 avril 1995	Portant code des collectivités territoriales
Loi No. 86-91/AN-RM	01 août 1996	Portant code domanial et foncier
Loi No. 01-004/AN-RM	27 février 2001	Portant institution de la Charte Pastorale
Loi No. 01-020	30 mai 2001	Contrôle des pollutions et des nuisances
Loi No. 02-006	31 janvier 2002	Portant Code de l'eau
Loi No. 02-013	03 juin 2002	Instituant le contrôle phytosanitaire
Loi No. 03-006	21 mai 2003	Portant création de l'AMADER
Loi No. 05-011	11 février 2005	Créé par la loi N°05-011 du 11 février 2005, l'office de la protection des végétaux est un établissement public à caractère administratif
Ordonnance No. 98-027/P-RM	25 août 1998	Création de la Direction Nationale de l'Assainissement du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (DNACPN)
Ordonnance No. 99-032/P-RM	19 août 1999	Portant Code minier en République du Mali
Ordonnance N°02-049/P-RM	29 mars 2002	Créé au sein du Ministère de l'Environnement l'Agence du Bassin du Fleuve Niger (ABFN)

Účastníky řízení při využívání přírodních zdrojů je značné množství veřejných institucí a dotčených orgánů státní správy (na úrovni státu, úrovni regionální i lokální). Opomenout však nelze ani územní samosprávu a veřejnost – nevládní organizace - organisations non gouvernementales (ONG), občanská sdružení, odbory a další.

Mimo ministerstva dolů a ministerstva životního prostředí, hygieny a udržitelného rozvoje (Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement durable (MEAD) a jeho odborů, pověřených řízením a správou problematiky životního prostředí jsou to dále:

ministerstvo zemědělství, chovu dobytka a rybářství, ministerstvo zdravotnictví, ministerstvo infrastruktury a dopravy, ministerstvo energie a vody, ministerstvo bydlení a rozvoje měst, ministerstvo pro podporu žen, dětí a rodiny, ministerstvo sociálního rozvoje, solidarity a seniorů, ministerstvo kultury, řemesel a cestovního ruchu.

6 GEOLOGICKÁ A LOŽISKOVÁ PROZKOUMANOST

6.1 PŘEHLED INFORMAČNÍCH ZDROJŮ A UCHOVÁVÁNÍ GEOLOGICKÝCH INFORMACÍ

Hlavním zdrojem geologických informací v zemi je archív národního ředitelství pro geologii a těžbu (Direction Nationale de la Géologie et des Mines), ve kterém by měly být uchovávány veškeré publikované i nepublikované zprávy, rukopisné mapy a posudky, včetně zákonem požadovaných ročních a čtvrtletních zpráv o průzkumu z jednotlivých průzkumných licencí (permis de recherche).

Ve skutečnosti se zde nachází pouze zlomek těchto materiálů, neboť jsou z větší části zapůjčeny pracovníkům DNGM a jejich přátelům, kteří je více či méně používají jako úplatný zdroj informací pro zájemce.

Je paradoxní, že stát při udělení průzkumné licence jejímu majiteli garantuje získání všech informací o výsledcích předchozích průzkumů a dalších dat z licencovaného území. Dokonce je hodnota této informace finančně oceněna a držitel průzkumné licence se podpisem smlouvy se státem zavazuje, že v případě budoucí těžby ložiska tuto částku formou splátek v dohodnutém časovém harmonogramu uhradí.

Další zdroje dat, ať už se jedná o nepublikované zprávy, různé studie, písemné dokumentace technických prací nebo výsledky chemických analýz lze často nalézt v archívech společností, provádějících těžbu ložisek zlata. Tyto archívy jsou dobře vedené a často obsahují velmi cenné informace, které jsou v archívu DNGM považovány za ztracené.

6.2 AKTUÁLNÍ GEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

Geologická prozkoumanost vychází z úrovně geologické zmapovanosti země a měřítka, ve kterém je geologické mapování prováděno.

V Mali existuje řada geologických map různého stáří a měřítek, často jsou k nim přiloženy i vysvětlivky. Přehled těchto podkladů je uveden níže, v řazení od přehledných měřítek až k měřítkům podrobnějším:

Geologické mapy

Měřítko 1 : 1 500 000

- République du Mali. Carte géologique, Girard P. coord., Kilborn-Tecsult Inc/Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako, 1997
- République du Mali. Carte géologique, Bassot J.P., Diallo M.M., Traore H., BRGM/Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako, 2 listy, vysvětlivky, 137 p., 1981

Měřítko 1 : 1 000 000

- Carte géologique de reconnaissance du bassin des Iullemeden, Greigert J., BRGM/Direction des Mines et de la Géologie, Niamey, in: Greigert J., Description des formations crétacées et tertiaires du bassin des Iullemeden, Rép. Niger, Dir. Mines Géol., Publ., 2. 1966. 234 p., 1961
- Carte géologique de l'Adrar des Iforas (Sahara central), Karpoff R., Serv. Géol. Prosp. Min., Dakar, in: KARPOFF (R.) - La géologie de l'Adrar des Iforas. Bull. Serv. Géol. Prosp. Min., 30. Dakar, 1960. 265 p., 1960
- Carte géologique provisoire. Détroit soudanais et extrémité méridionale de l'Adrar des Iforas, Radier H., Serv. Géol. Prosp. Min., Dakar, in: Radier H., Contribution à l'étude géologique du Soudan oriental (A.O.F.), Bull. Serv. Géol. Prosp. Min., 26. Dakar, 1959. 2 vol., 556 p., 1959

Měřítko 1 : 500 000

Carte de compilation géologique, Girard P. coord., Kilborn-Tecsult Inc/Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako, 1997

- list Aïr Ounane, NF-30-SO
- list Ansongo / Tahoua, ND-31-NO/ND-31-NE
- list Araouane, NE-30-NO
- list Bamako, ND-29-SE
- list Bobo Dioulasso, NC-30-NO
- list Chegga, NG-30-SO
- list Elloul, NE-30-NE
- list Ichourad, NF-30-SE
- list In Dagouber, NF-30-NE
- list In Guezzam, NE-31-NE

- list Kayes, ND-29-NO
- list Kidal, NE31-NO
- list Kita, ND-29-SO
- list Mopti, ND-30-NO
- list Nara, ND-29-NE
- list San / Ouagadougou, ND-30-SO/ND-30-SE
- list Tabankort, NE-31-SO
- list Taoudéni, NF-30-NO
- list Tessalit, NF-31-SO
- list Tilia, NE-31-SE
- list Tombouctou, NE-30-SO

Carte géologique de l'Adrar des Iforas, Fabre J., Centre Géologique et Géophysique de Montpellier/CNRS, Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako, 1 list, vysvětlivky, 85 p., 1982

Carte de l'Afrique de l'Ouest au 1:500.000 version géologique, Hombori (Est) Ansongo (Ouest), Brosse J.M., Centre régional de télédétection de Ouagadougou / IGN / GDTA, 1 list, 1979

Carte géologique du Gourma, Républiques du Mali, de Haute-Volta, du Niger, Reichelt R., BRGM, in: Reichelt R., Géologie du Gourma (Afrique occidentale)... Mémoire BRGM, 53, 213 p., 1967

Carte géologique de reconnaissance, Bobo-Dioulasso-Ouest, list NC-30 NO, O-29, Palausi G., Arnould M., BRGM, Direction des Mines et de la Géologie, Ouagadougou, 1962 in: PALAUSI G., Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des formations primaires au Soudan méridional et en Haute-Volta. Bull. Serv. Géol. Prosp. Min., 33. Dakar, 209 p., 1959

Carte géologique de reconnaissance, Bougouni-Est , list NC-29 NE, E-28, Goloubinow R., Spindler J.P., Dars R., Palausi G., Direction des Mines de l'A.O.F., 1962

Carte géologique du nord du bassin de Taoudenni, Villemur J.R., Rouaix S., BRGM, 4 listy, 1962

Carte géologique et hydrogéologique de la boucle du Niger, Défossez M., BRGM, 2 listy, in: Défossez M., Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la boucle du Niger. Mémoire BRGM, 13. 1962. 174 p., 1962

Formations sédimentaires de la Mauritanie méridionale et du Mali nord-occidental, Bense C., BRGM, 2 listy, 1962

Carte géologique de reconnaissance de l'AOF, Direction Mines A.O.F., Dakar

- list ND-30 NO, O-64, Mopti-Ouest, Palausi G., 1 list, 1959
- list ND-30 SO, E-86, Tombouctou-Est, Palausi G., 1 list, vysvětlivky 28 p., 1959
- list ND-30 NO, E-65, Mopti-Est, Palausi G., 1 list, vysvětlivky 41 p., 1957
- list ND-30 SO, E-44, San-Est, Palausi G., 1 list, 1957

- list ND-30 SO, O-43, San-Est, , Palausi G., 1 list, vysvětlivky 21 p., 1957
- list NC-29 NE, O-27, Bougouni-Ouest, 1948
- list ND-29 NO, E-61, Kayes-Est, 1948
- list ND-29 NO, O-60, Kayes-Ouest, 1948
- list ND-29 SO, E-40, Kita-Est, 1948
- list ND-29 SO, O-39, Kita-Ouest, 1944
- list ND-30 NO, O-64, Mopti-Ouest, 1959
- list ND-30 SO, E-86, Tombouctou-Est, 1959
- list ND-30 NO, E-65, Mopti-Est, 1957
- list ND-30 SO, E-44, San-Est, 1957
- list ND-30 SO, O-43, San-Ouest, 1957
- list NC-29 NE, O-27, Bougouni-Ouest, 1948
- list ND-29 NO, E-61, Kayes-Est, 1948
- list ND-29 NO, O-60, Kayes-Ouest, 1948
- list ND-29 SO, E-40, Kita-Est, 1948
- list ND-29 SO, O-39, Kita-Ouest, 1944
- list ND-30 NO, O-64, Mopti-Ouest, 1959
- list ND-30 SO, E-86, Tombouctou-Est, 1959
- list ND-30 NO, E-65, Mopti-Est, 1957
- list ND-30 SO, E-44, San-Est, f1957
- list ND-29 SO, O-39, NKita-Ouest, 1944

Carte géologique du plateau de Bandiagara et de la plaine du Gondo (1934)

Měřítko 1 : 200 000

Projet SYSMIN (2003-2006)

Cartes géologiques, géochimiques, géologiques et géophysiques au 1/200.000 du birimien malien: Bamako Est/Doïla, Bamako Ouest, Bougouni, Douentza/Djibo, Kankossa, Kayes/Bakel, Kéniéba/Bafing Makana, Kossanto/Dalafi, Massigui, Niéllé (Kadiolo), Tienko (Manankoro), Tingrela (Kadiana), Yanfolila) et des feuilles de Sirakoro et Bafing-Makana

4 cartes géologiques, géochimiques, géologiques et géophysiques au 1/200.000 des feuilles de (Yélimané, Sandaré, Bafoulabé et de Nioro du Sahel)

Projet Inventaire Minier et Cartographie Géologique de l'Adrar des Iforas et du Gourma Oriental - PCAGAIG (1998-2006)

8 geologických map (Anefif-Kidal, Aoukenek-Adjelhoc, Intebezas, Tabankort-Talatai, Taouant, Tessalit, Tin Essako Timetrine, Tin Zawatène a Adrar des Iforas)

Carte de compilation géologique, Girard P. coord., Kilborn-Tecsult Inc/Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako, 1997

- list Ansongo / Téra ND-31-XIX
- list Bamako-Ouest, ND-29-IV
- list Bambara-Maoudé, ND-30-XXII

- list Bougouni, NC-29-XXIII
- list Douentza, ND-30-XVI
- list Gao, NE-30-VI
- list Gourma-Rharous, NE-30-V
- list Hombori, ND-30-XXIII
- list In Délimane, ND-31-XX
- list Kadiana (Tingréla), NC-29-XVIII
- list Kadiolo (Niellé), NC-30-XIII
- list Manankoro (Tienko), NC-29-XVII
- list Massigui, NC-29-XXIV
- list Mondoro (Djibo), ND-30-XVII
- list N'Tillit / Dori, ND-30-XXIV/ND-30-XVIII
- list Râs El Mâ, NE-30-II
- list Sirakoro, ND-29-III
- list Tombouctou-Ouest, NE-30-III
- list Yanfolila, NC-29-XXII

Géologie et gisements de la région de Bougouni, République du Mali (1994)

Carte géologique du Mali occidental, Klöckner Industrie-Anlagen, Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako, 1989

- list ND-28-XVIII et ND-29-XIII, Kayes
- list ND-29-VII, Kossanto
- list ND-29-XIX, Kankossa (Bouli)

Carte géologique du Mali, list NC-29-XXIV, Massigui, Claessens L.W., et al., Dir. Nat. Géol. Mines, Bamako, 1 list, 1988

Carte photogéologique du Mali occidental, Laboratoire de Géologie Dynamique, Université Saint Jérôme, Direction Nationale de la Géologie et des Mines, 1986-1988

- list ND-29-IV, Bamako Ouest, 1988
- list ND-29-V, Bamako Est, 1988
- list NC-30-XIII, Kadiolo, 1987
- list NC-29-XXII, Yanfolila, 1987
- list ND-29-I, Kéniéba, 1987
- list ND-29-II Bafing-Makana, 1987
- list NC-29-XXIII, Bougouni, 1986
- list ND-28-XVIII, Bakel, 1986
- list ND-29-III, Sirakoro, 1986
- list ND-29-IX, Kita, 1986
- list ND-29-VII, Kossanto, 1986
- list ND-29-VIII Bafoulabé, 1986
- list ND-29-X, Kolokani, 1986
- list ND-29-XI, Banamba, 1986
- list ND-29-XIII, Kayes, 1986

- list ND-29-XIV, Sandaré, 1986
- list ND-29-XIX, Bouly, 1986
- list ND-29-XV, Diéma, 1986
- list ND-29-XVI, Doubala, 1986
- list ND-29-XVII, Mourdiah, 1986
- list ND-29-XX, Yélimané, 1986
- list ND-29-XXI, Nioro du Sahel, 1986
- list ND-29-XXII, Ballé, 1986
- list ND-29-XXIII, Nara, 1986

A geological map of the Ti-N-Essako area, Adrar des Iforas, Republic of Mali (1980)

Carte photogéologique, Lacot, Scanvic, Institut Français du Pétrole (IFP), 1958

- list Ansongo
- list Bambara-Maoundé
- list Délimane
- list Djibo
- list Douentza
- list Hombori
- list In Tillit (In Abao)

Hydrogeologické mapy

Měřítko 1 : 500 000

Les ressources terrestres au Mali/Mali land and water resources, USAID - TAMS/Ministère chargé du Développement Rural, volume I: Atlas (33 cartes); Volume II: Rapport technique (350 p.); Volume III: Annexes, 1983

Měřítko 1 : 1 000 000

Hydrogéologie du Soudan oriental, Roure J., Service Hydraulique, Bamako, 1957

Ložiskové mapy

Měřítko 1 : 500 000

Projet SYSMIN (2003-2006)

Cartes métallogéniques du Sud et de l'Ouest du Mali

6.3 AKTUÁLNÍ LOŽISKOVÁ PROZKOUMANOST

Současná úroveň informací o nerostných surovinách země je velmi nerovnoměrná a je z velké části závislá na přítomnosti zlatonosných struktur nebo hornin birimien jako jednotky, na kterou jsou ložiska zlata prostorově i geneticky vázána. Tyto části země mají proveden letecký geofyzikální průzkum včetně výsledků v příslušných mapách a databázích, digitální geologické a geochemické mapy včetně řady účelových studií.

Rozsah těchto oblastí je znázorněn v následujících obrázcích, které dokumentují mapování projektu SYSMIN a přehled platných průzkumných licencí.

V ostatních částech země, především na Sahaře s. od řeky Niger mezi Mopti a Gao až ke státním hranicím s Mauretánií, Alžírskem a Nigerem jsou informace velmi kusé či chybí. To je dáno absencí dopravní infrastruktury a komplikovanými bezpečnostními poměry, které v tomto obrovském teritoriu dlouhodobě panují.

6.4 ČINNOST ČESKÝCH SUBJEKTŮ V MALI V OBLASTI GEOLOGIE

V roce 2003 provedla společnost GIS-Geoindustry posouzení ložiska vápence Astro v provincii Kayes na západě země, jehož součástí byl dle webových stránek společnosti i výpočet zásob a studie proveditelnosti, zpracovaná pro společnost Africa Invest z Dakaru⁵.

V období 2008-2012 byl ve dvou regionech země (provincie Kayes a Koulikoro) realizován projekt české rozvojové spolupráce zaměřený na surovinové zajištění rozvoje infrastruktury v regionu hlavního města Bamako (písky, štěrkopísky, drcené kamenivo a kámen pro hrubou a ušlechtilou výrobu) a v provincii Kayes (vápence a cementářské suroviny)⁶. O další využití především ověřeného ložiska štěrkopísků Kirina v nivě řeky Niger západně od Bamaka má v současné době zájem několik českých investorů.

7 CHARAKTERISTIKA NEROSTNÉHO BOHATSTVÍ

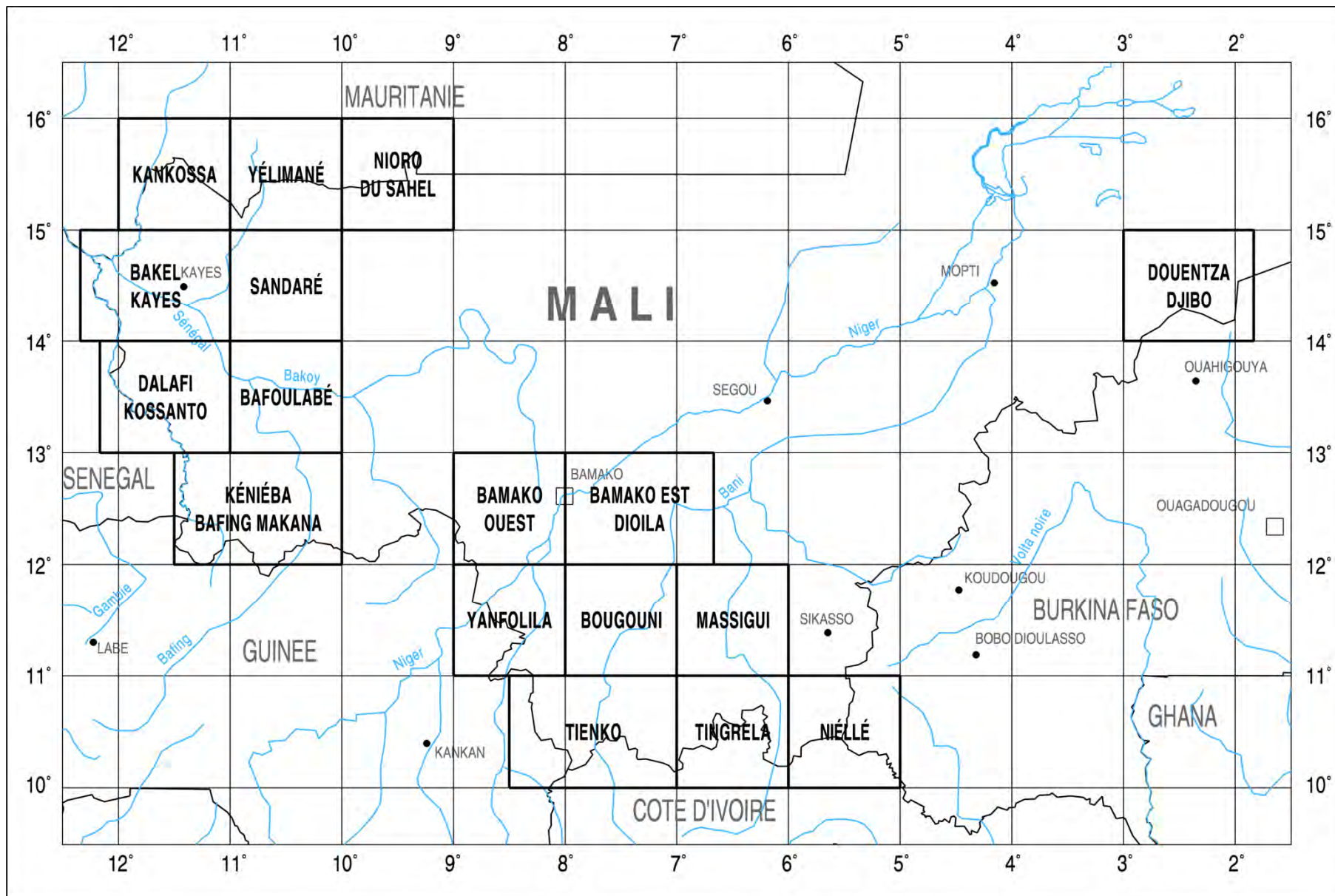
Obecně lze konstatovat, že Mali díky své pestré geologické stavbě disponuje značným surovinovým potenciálem, který však dosud není vzhledem k omezenému stupni prozkoumanosti zcela objasněn a v současné době s výjimkou těžby zlatých rud a drobné produkci sádrovce a kamenné soli není využíván. Základní prvky geologické stavby země jsou znázorněny na přiložené geologické skice.

Území Mali budují dvě základní strukturně-geologické jednotky: západoafrický štít v západní části země a tuaregský štít na východě, k jejichž spojení došlo v průběhu tzv. pan-africké orogeneze (600-650 mil. let), které jsou místy překryty mladšími sedimentárními formacemi (Taoudeni basin), pronikáných bazickými a granitoidními intruzemi.

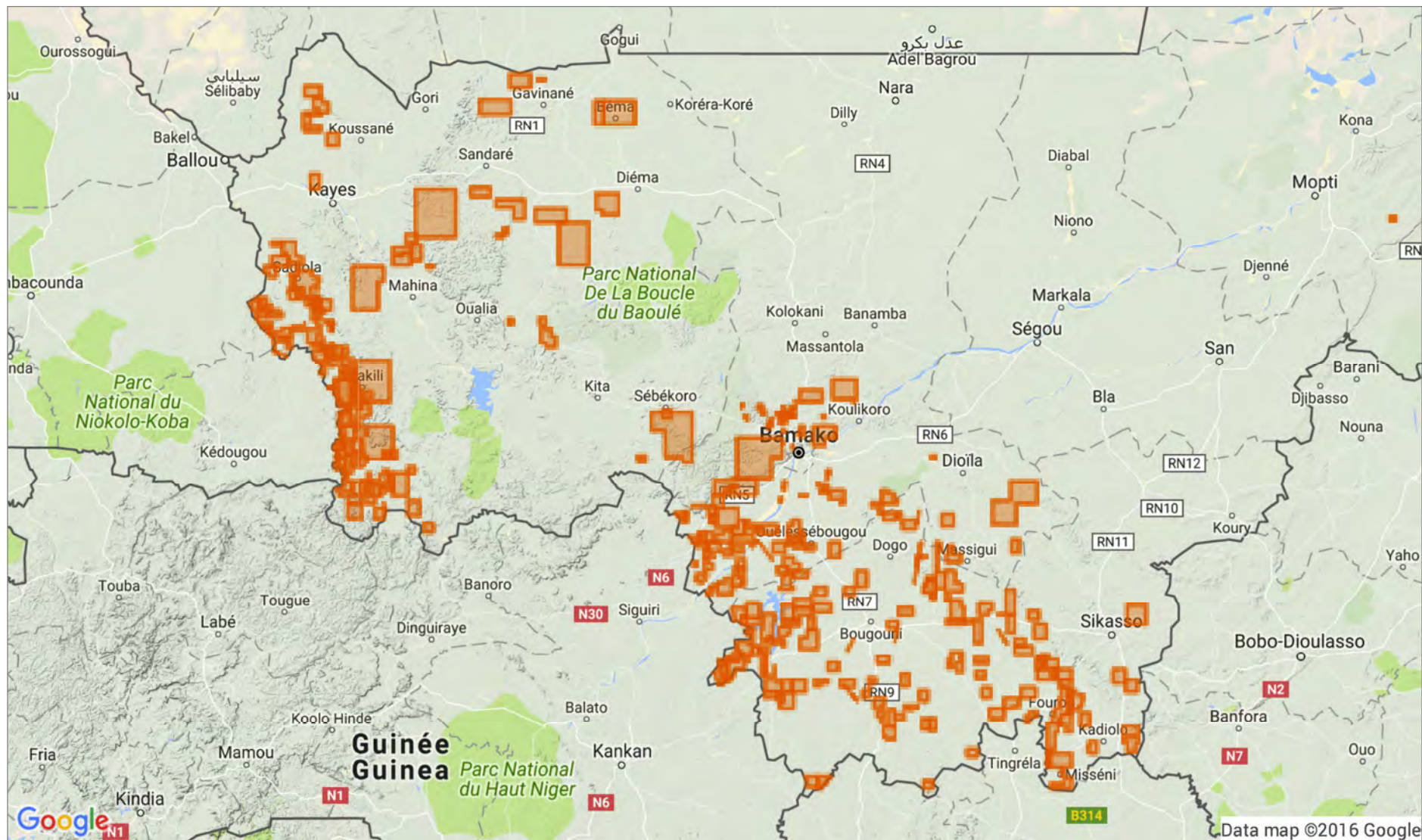
⁵ <http://www.geoindustry.cz/reference/zahranici/>

⁶ Lhotský P. et al. (2012): *Vyhodnocení surovinového potenciálu stavebních surovin Mali pro surovinovou podporu rozvoje místní infrastruktury. - Závěrečná zpráva o realizaci projektu ZRS. MS MPO. Praha.*

Mali – mapové listy 1 : 200 000 zpracované v rámci projektu SYSMIN v letech 2003-2006



Mali – průzkumné licence platné ke dni 16. 11. 2016 (<http://mali.revenuesystems.org/>)



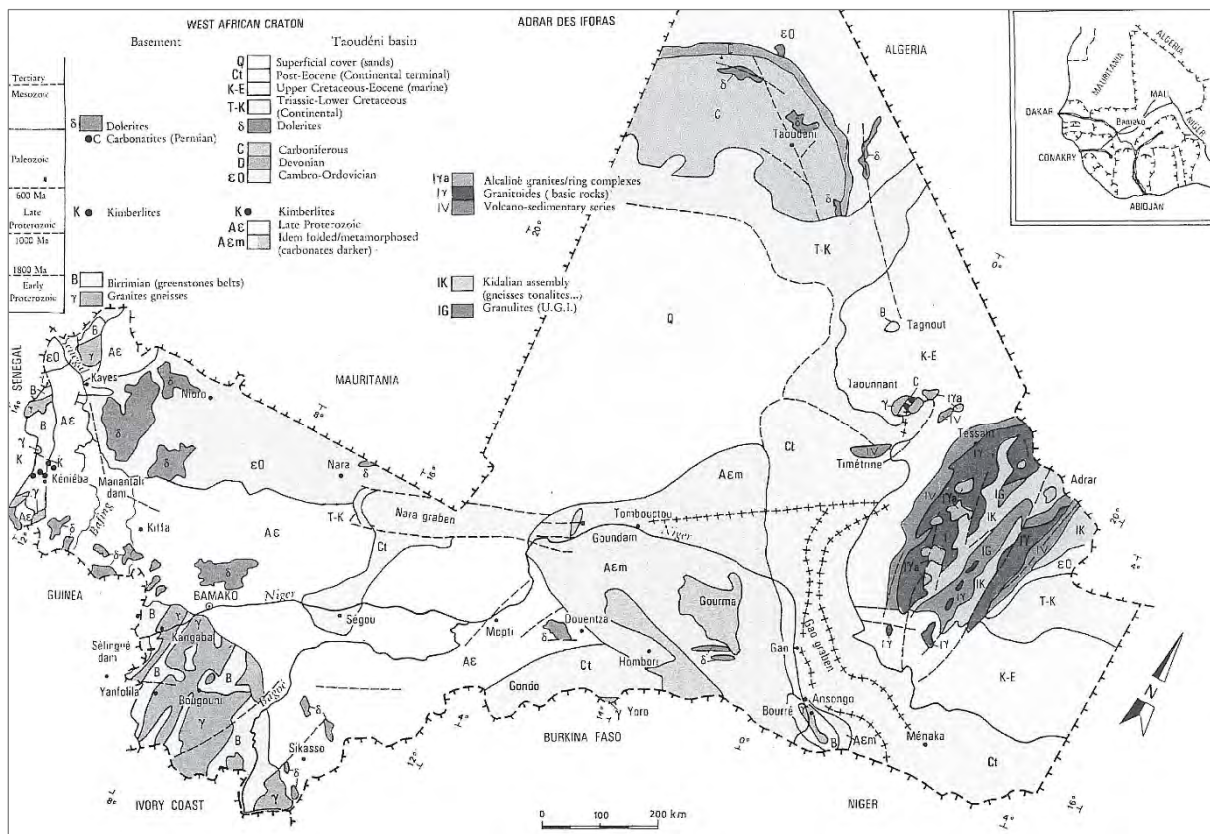
Výchozy krystalinických hornin západoafrického štítu (staré přes 2 000 mil. let) vystupují na povrch ve dvou rozsáhlých oblastech: Bougouni (zhruba 40 000 km²) a Kéniéba (20 000 km²) na jihu a jihozápadě země. V oblasti Bougouni se na jejich petrografickém složení podílejí ruly, granitoidy a pruhy nízkometamorfovaných vulkano-sedimentárních hornin (andesity až bazalty) birimienského stáří (výskyt průmyslově velmi významné zlatonosné mineralizace typu greenstone belt). Pro oblast Kéniéba je charakteristická převaha metasedimentů (ruly, turmalinizované pískovce, slepence, podřadně mramory), malé množství granitoidních intruzí a intruze mladších (1 000 mil. let), drobných kimberlitových trubek (známo cca 20 těles), z nichž některé mohou být diamantonosné.

Velmi staré horniny (archaikum – proterozoikum) jsou zastoupeny v bloku Iforas – Gourma, který je považován za aktivní okraj tuaregského štítu. V centrální části pohoří Ardar se nacházejí granulity, ruly a kvarcity, v jejich nadloží jsou vyvinuty ruly, kvarcity, vápence a slepence. Při východním a západním okraji pohoří Ardar jsou zastoupeny vulkanosedimentární horniny (bazické až přechodné typy vulkanismu). V průběhu tzv. panafrické orogeneze do západní části pohoří Ardar intrudovaly četné granodioritové a dioritové masívy, v kambriu dále menší tělesa alkalických až hyperalkalických granitů.

Sedimentární horniny pánve Taoudeni spodnopaleozoického až křídového stáří jsou vyvinuty téměř na 2/3 území Mali a dosahují mocnosti až 3 000 m. V jejich petrografickém složení převažují pískovce (jih země), karbonatické horniny, grafitické břidlice a jíly s ložisky sádrovce. Převážně v období permu až jury do této sekvence intrudovaly v oblasti mezi Sikasso a Kayes žíly a lakolity doleritů, jejichž zvětráváním se vytvořila rozsáhlá ložiska bauxitů.

Velké území Mali na severu a ve středu země je pokryto recentními písečnými dunami. Podél řeky Niger v centrálním Mali jsou uloženy mocné kvartérní aluviální písčité sedimenty, tvořící tzv. vnitrozemskou deltu. V menším rozsahu jsou obdobné písky/štěrkopísky vyvinuty podél dalších větších řek (Senegal, Bagué). Pro jižní část země je charakteristická přítomnost mocných lateritických sedimentů, vzniklých v důsledku tropického zvětrávání hornin krystalinika.

Geologická skica Mali s rozšířením hlavních formací



Z hlediska významu a využití ložisek nerostných surovin jsou v současné době nejperspektivnější birimienské vulkanosedimentární formace, neboť jsou na ně geneticky vázána průmyslově velmi významná a v současnosti intenzívně těžená primární ložiska zlata typu greenstone belt, do budoucna mohou být velmi významná i na ně vázaná ložiska železa (páskované rudy jaspilitového typu).

Velké naděje jsou v posledních letech rovněž vkládány do možného objevu průmyslově významných ložisek ropy a zemního plynu v málo prozkoumaných sedimentárních pánvích na severu země (Taoudeni, Gao, Iullemeden, Tamesna, Nara). V roce 2004 byla na vládní úrovni přijata příslušná legislativa a zřízena státní organizace na podporu výzkumu ropy a plynu AUREP (L' autorité pour la prospection de la recherche pétrolière au Mali).

7.1 RUDNÍ SUROVINY A POPIS SUROVINOVÝCH TYPŮ

7.1.1 Zlaté rudy

Těžba zlata v Mali má velmi dlouhou historii a lze předpokládat, že rýžováním byl tento kov získáván už od prehistorických dob. Během vrcholného období malijské říše v 14. století byla intenzívně těžena rýžoviska podél řeky Falémé (která nyní tvoří hranici se Senegalem). Toto zlato upozornilo evropské a arabské panovníky na nerostné bohatství regionu a pomohlo rozvinout politické, kulturní a obchodní vazby se zbytkem světa. Zhroucením říše Songhai na konci 16. století skončila dominanci regionu v africkém a světovém obchodu se zlatem.

Novodobá komerční těžba zlata v Mali byla zahájena v roce 1970. První průmyslový důl Kalana na jihu země byl objeven po rozsáhlém průzkumném programu státní společnosti Société Nationale de Recherche et d'Exploitation Minière (SONAREM) s významnou podporou expertů z tehdejšího Sovětského svazu (Boltrukevitch 1973).

V současné době se vedle velkých nadnárodních společností (AngloGold Ashanti – doly Sadiola, Yatela, Rangold Resources – doly Loulo, Morila, Syama – viz přehledná mapka níže), orientovaných především na velkoobjemovou povrchovou těžbu s celkovou roční produkcí kolem 50 tun zlata primitivní těžbou zlata zabývají statisíce místních obyvatel („exploration artisanale“). Jejich produkce je mnohonásobně nižší, kvalifikované odhady se přesto pohybují v řádech 3-6 tun Au ročně.

Celková roční produkce mírně nad 50 t Au tak v posledních letech řadí Mali na 3. místo v Africe (za Jihoafrickou republikou a Ghanou), důl Loulo pak svou roční výrobou přes 20 t zlata patří do první desítky největších světových zlatodolů.

V současné době je v Mali aktivních 6 velkých zlatých dolů, největším v poslední dekádě byla Sadiola se známými zásobami 120 t zlata, největší roční produkci zlata dosahuje Loulo (přes 21 t v roce 2015). Lokalizace hlavních zlatodolů a jejich celkové zásoby jsou uvedeny na následujícím obrázku.

Celkové ověřené zásoby zlata v Mali byly v roce 2015 odhadovány na cca 600 t, což při průměrné roční těžbě kolem 50 t reprezentuje 12 let jejich životnosti⁷, potenciál zlatonosných oblastí s výskyty greenstone belt v birimieniu je však mnohem vyšší.

Většina maliských ložisek zlata je stejné geneze jako ložiska v okolních zemích západní Afriky a jsou klasifikována jako orogenní zrudnění. Obecně platí, že jednotlivé zlatonosné žíly, žilníky či vtroušené sulfidické rudy jsou lokalizovány v rámci střížných zón, které se vyvinuly podél zlomových systémů spojených s pozdními fázemi orogeneze zemské kůry v hloubkovém intervalu 6-12 km (Groves et al., 1998)⁸.

V poslední době, především s rozvojem těžby a průzkumu jednotlivých ložiskových objektů, byla rozpoznána složitější metalogeneze zlata v birimieniu se zdokumentovanými novými styly zrudnění jako jsou zlatonosné hydrotermální systémy související s drobnými granitoidními intruzemi nebo zlatonosná skarnová ložiska (McFarlane et al. 2011)⁹.

Z následujícího obrázku je zřejmé, že hlavní maliské zlatodoly (Sadiola, Yatela, Loulo a Goukoto) se nacházejí jižně od města Kayes na západě země u hranic se Senegalem, v nevelké oblasti s výskytem hornin birimieniu nazývané jako zóna (tektonické okno) Kenieba – Kédougou. Druhá, velmi významná produkční oblast s hlavními ložisky Morila a Syama a dalšími, do těžby nově připravovanými ložisky (Kodiaran, Kalana) se nachází na jihu země mezi Bougouni a Sikasso.

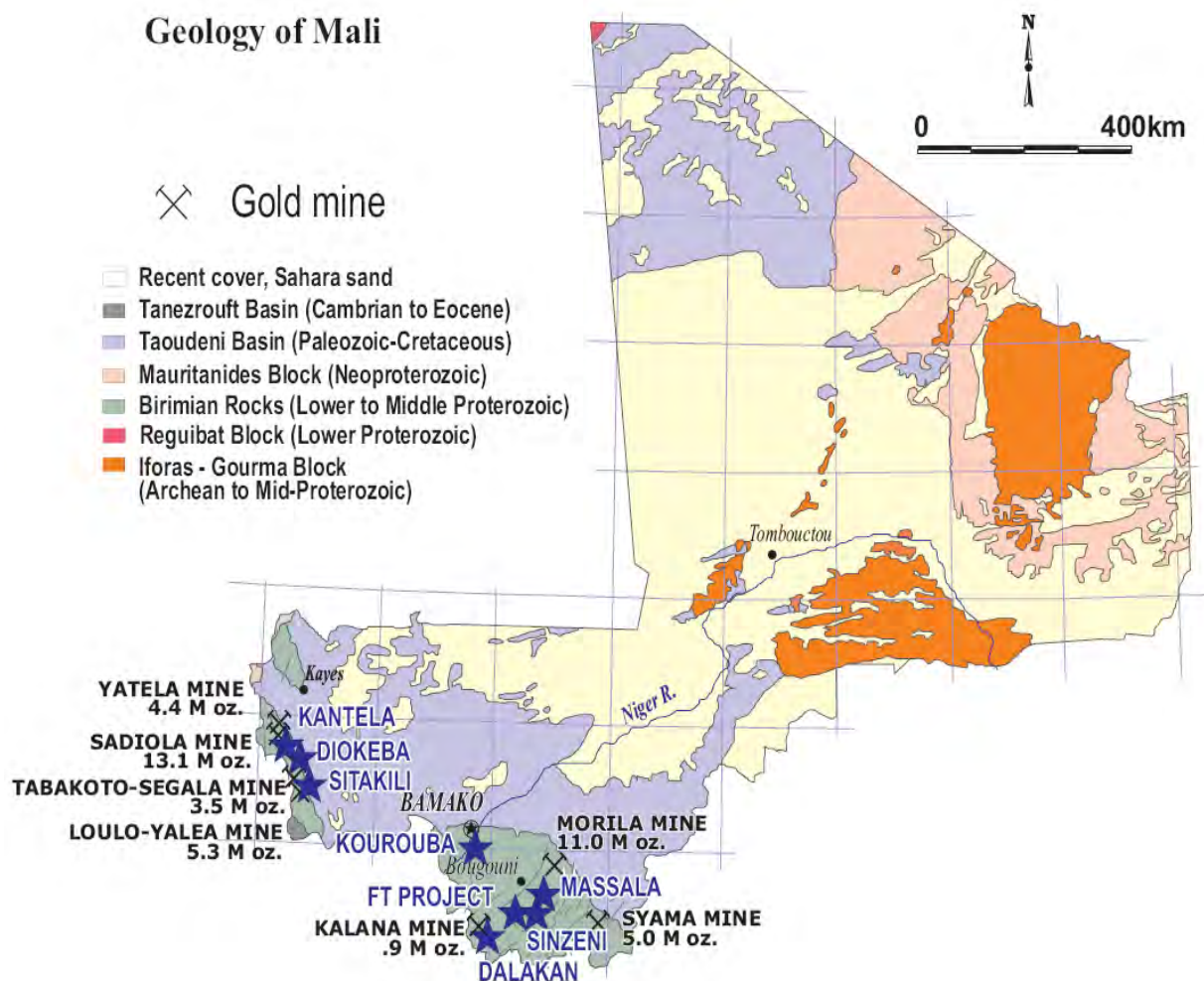
⁷ <http://www.reuters.com/article/mali-gold-estimate-idUSL5N0XH1SM20150420>

⁸ Groves D.I., Goldfarb R.J., Gebre-Mariam M., Hagemann S.G., Robert F. (1998): *Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. Ore Geol Rev 13: 7-27.*

⁹ McFarlane C., Mavrogenes J., Lentz D., King K., Allibone A., Holcombe R. (2011): *Geology and intrusion-related affinity of the Morila gold mine, southeast Mali. Econ. Geol. 106: 727-750.*

Produkce zlata jednotlivých dolů v loňském roce včetně jejich majetkové struktury je spolu s odhady jejich produkce v roce 2016 včetně předpokládané výše artisanální těžby a drobných producentů uvedena v následující tabulce (Reuters, březen 2016, údaje v kg Au):

	2015	2016
Činné doly		
Syama (Resolute Mining 80 %, vláda 20 %)	7 845,485	7 451,171
Sadiola (AngloGold Ashanti 41 %, lamgold 41 %, vláda 18 %)	6 124,385	5 212,000
Morila (AngloGold Ashanti 40 %, Rangold 40 %, vláda 20 %)	4 706,122	2 791,000
Loulo – Goukoto (Rangold 80 %, vláda 20 %)	21 355,972	2 1801,000
Yatela (AngloGold Ashanti 40 %, lamgold 40 %, vláda 20 %)	668,452	310,000
Tabakato / Segala (Endeavour Resources 80 %, vláda 20 %)	5 416,242	5 506,067
Nově otevírané doly		
Kodieran (Wassoul'Or)	0	5 486,570
Kalana (SOMIKA SA)	355,898	239,000
Nampala (Robex)	29,972	62,202
Domorodá těžba, malé doly (odhad)	4 000,000	4 000,000
Celkem	50 502 528	52 859 010

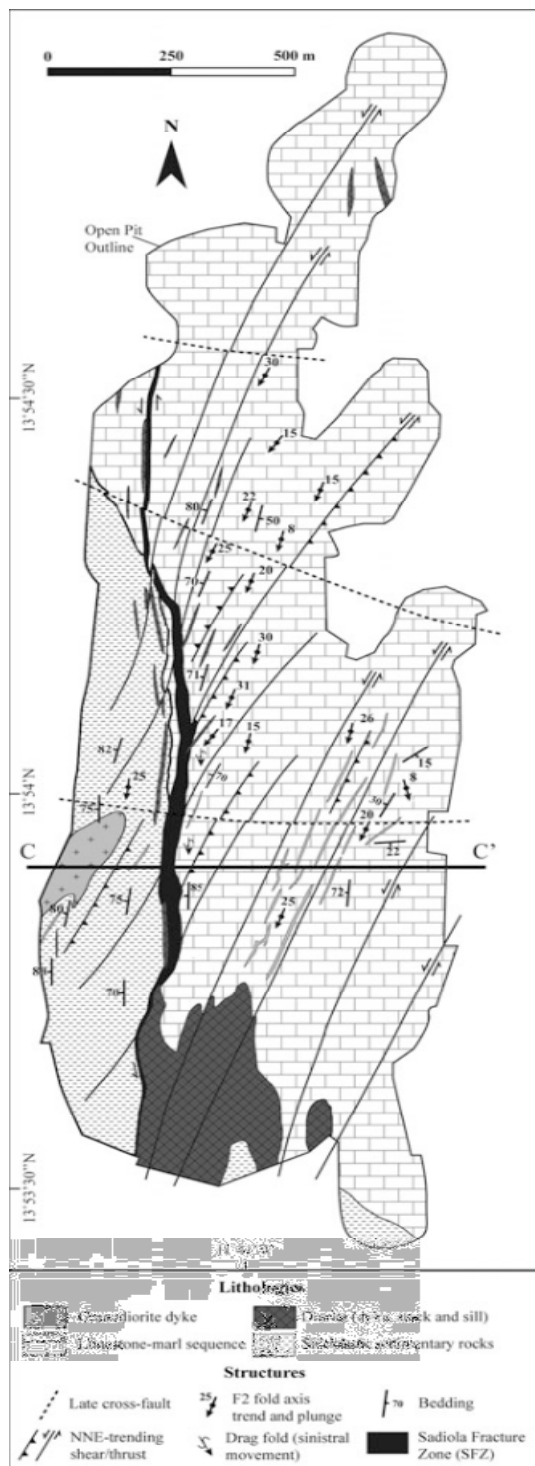


Západní Mali

Největší ložisko v této oblasti **Sadiola** s celkovým potenciálem 13,1 mil. uncí zlata (přes 400 tun) bylo objeveno maliskými geology geochemickou prospekci koncem 80. let a následně zprivatizováno. Nachází se ve střední části tohoto tektonického okna a je budováno převážně sedimentárními horninami formace Kofi, které jsou proniknuty četnými felsitickými intruzivami. Zrudnění se vyskytuje ve všech hlavních horninových typech (mramor, droba, diorit a křemen-živcový porfyr) a je prostorově spjata s komplexními alteračními pochody. Ložisko je lokalizováno podél několik km dlouhé zlomové zóny Sadiola („SFZ“), která se nachází na kontaktu křehce deformovaných drob a plasticky postižených karbonátových hornin (viz geologická situace hlavního dolu)¹⁰. Zlato se vyskytuje rozptýlené spolu se sulfidy As a Sb, dominuje arsenopyrit, pyrhotin, pyrit, antimonit a gudmundit. Primární zlato je velmi jemnozrnné, dominantně menší než 15 mikrometrů, pouze vzácně jeho zrna dosahují velikosti 50 mikronů. Obsahy zlata v rudě se pohybují od 2 g/t do 20 g/t.

¹⁰ Bouabdellah M., Slack J. F. (Editors, 2016): *Mineral Deposits of North Africa. Mineral Resource Reviews*. 594 str. ISBN 978-3-319-31731-1. Springer International Publishing. Switzerland

Ložisko Sadiola bylo intenzivně zvětralé do hloubky až 220 metrů. Těžební operace v minulosti byly soustředěny na tyto povrchově těžitelné a dobře upravitelné oxidické rudy, jejichž vyčerpání se předpokládá již v letošním roce, nejpozději v roce 2018. Významné množství zásob primárních sulfidických rud se nachází v hloubkovém pokračování ložiska a v současné době je předmětem jednání hlavních akcionářů. Případná těžba těchto tvrdších partií ložiska má potenciál zvýšit jeho produkci až o 3 miliony uncí Au a prodloužit tak životnost dolu až o 10 let.



Ložisko je těžené povrchově, v současné době existuje pět otevřených jámových lomů. Hlavní lom nedávno ukončil těžbu oxidických rud, které jsou v současné době těženy v jv. se nacházejících satelitních rudních tělesech FE3 a FE4.

Úpravna dolu Sadiola se skládá ze dvou identických paralelních okruhů s celkovou roční kapacitou cca 5,3 milionu tun oxidických rud. Ruda je po drčení a velmi jemném mletí podrobena kyanidovému loužení metodou CIP, zlato je absorbováno na aktivní uhlí, finálním produktem jsou zlaté ingoty. V roce 2002 byla úpravna modernizována, čímž bylo dosaženo zvýšení výtěžnosti z původních přibližně 65 % na 75 %. V roce 2008 byl přidán gravitační obvod, kterým jsou získávány hrubší „nuggety“ z propadu z cyklonů v mlecím okruhu.

V roce 2015 bylo na ložisku vyčísleno celkem 23,55 mil. t zásob rudy (probable reserves) o průměrné kovnatosti 2,08 g/t Au, což představuje 48,98 t zlata. Z tohoto množství je však více než 43 t zlata vázáno na primární sulfidické rudy (s prům. kovnatostí 2,09 g/t Au). Vedle těchto zásob je vykazováno téměř 50 mil. t rudy ve zdrojích (resource) s prům. obsahem 1,78 g/t Au, což představuje 87,83 t Au (kovu)¹¹.

25 km severněji, resp. 50 km jz. od hlavního města provincie Kayes leží menší ložisko **Yatela**, které je v současné době prakticky vytěžené. Bylo otevřeno povrchovým jámovým lomem a celkové zásoby představovaly 4,4 mil. uncí zlata (136,4 t).

Na konci roku 1997 tuto těžební licenci koupili IAMGOLD a Anglo American. V letech 1998 a 1999 byla provedena studie proveditelnosti,

¹¹ 2014 AngloGold Ashanti's Mineral Resource and Ore Reserve Report, 97-102. (www.anglogoldashanti.com)

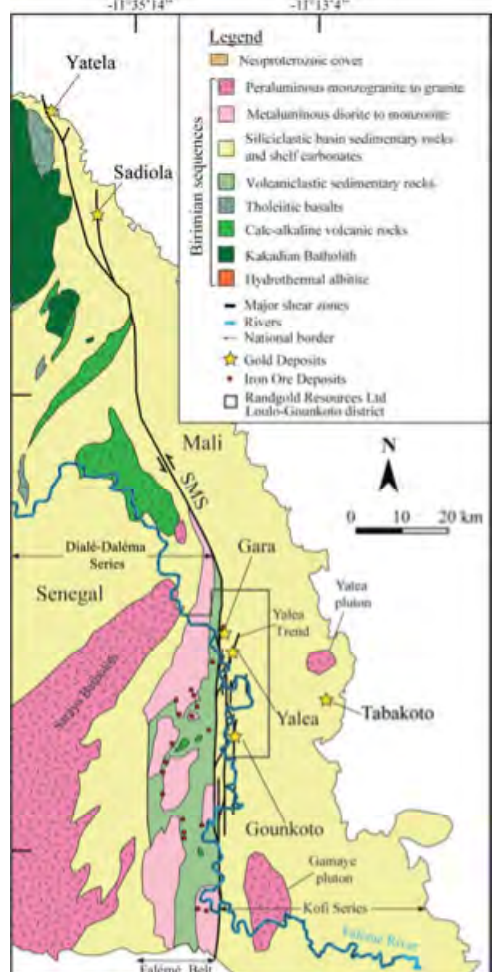
otvírkové práce na ložisku byly zahájeny v roce 2000 a vlastní těžba v roce 2001. V současné době je zlatodůl vlastněn společnostmi AngloGold Ashanti (40 %), IAMGOLD (40 %) a vládou Mali (20 %), AngloGold Ashanti důl provozuje.

Ložisko se nachází ve stejné geologické jednotce jako větší Sadiola, mineralizace je tvořena jemným zlatem a rozptýleným pyritem na zlomové linii mezi karbonátovými horninami a diority, častá je jejich albitizace, sericitizace a dolomitizace. Ekonomická mineralizace je silně lateriticky zvětralá (max. do hloubky 220 m) a překrývají ji mladší sedimentární pískovce a břidlice.

Úprava vytěžených rud probíhala jejich drcením, peletizací a standardním kyanidovým loužením na haldách (heap leaching). O zlato obohacený roztok kyanidu byl dopravován na úpravnu Sadiola, kde byl zpracován až do konečného produktu – zlatých ingotů. Průměrná výtěžnost zlata byla 85 %.

Hornická činnost byla ukončena v září 2013 a až do konce roku 2014 pokračovalo loužení dříve vytěžené rudy. Produkce zlata bude ukončena na konci roku 2016. Začátkem roku 2019 by měla být dokončena rekultivace celého prostoru tak, aby bylo možno se v roce 2020 vzdát těžební licence.

Komplex ložiskových těles **Loulo-Goukoto** je jedním z největších zlatonosných revířů v západní Africe. Tato vlnková loď společnosti Randgold Resources se v současné době skládá ze tří hlubinných dolů Loulo, Yalea a Gara a z povrchového velkolomu Goukoto. Výroba zlata byla na ložisku Loulo zahájena zpracováním



povrchově těžitelných rud v roce 2005 a následně přechodem na podzemní těžbu. Ložisko Goukoto bylo nalezeno až v roce 2009 na základě vyhodnocení provedeného leteckého elektromagnetického průzkumu regionu a produkce zlata z něj byla zahájena v červnu 2011.

Hlavní známé ložiskové objekty jsou:

Gara (stávající zásoby 1,5 mil. uncí s kovnatostí 4,15 g Au/t),

Yalea (zásoby 2,9 mil. uncí s kovnatostí 5,82 g Au/t),

Goukoto (zásoby 2,8 mil. uncí s kovnatostí 5,1 g Au/t)

Ložisková struktura **Gara** dosahuje směrné délky přes 1,2 km při průměrné mocnosti zrudnělé zóny 5-20 m.

Geometrie rudního tělesa je kontrolována plastickými vrásovými a křehkými zlomovými strukturálními prvky s vývojem mladších křemen – ankerit – turmalín – pyritových zlatonosných smykových žil s rozptýleným sulfidickým zrudněním v jejich okolí.

Pro ložisko je typická silná turmalinizace původních hornin, vých. a záp. od rudní zóny se nacházejí vápence s organickou příměsí, opuky a jílovité a vápnité pískovce (obr. výše).

Ložisko **Yalea** je vyvinuto na stejnojmenné střížné zóně cca 2 km dlouhé a v průměru 10 až 40 m mocné s výplní silně alterovaných, křehce až křehce – plasticky deformovaných hornin s generelním úklonem na povrchu 60° k východu, který se směrem do hloubky zvyšuje.

Mineralizace je převážně tvořena vtroušenými sulfidy (pyrit, arsenopyrit, chalkopyrit), které jsou vázány na tmel hydrotermální a tektonické brekcie podél kontaktu mezi jílovitými a arkózovitými horninami. Silné hydrotermální alterace okolních hornin jsou pozorovatelné do vzdálenosti 50-100 m od zrudnělé struktury a skládají se ze dvou hlavních fází: počáteční fázi albit – karbonát (ankerit) -křemenné, předcházející hlavní mineralizační fázi události (D2 / D3 brzy); a pozdější sericitizaci, chloritizaci a hematitizaci. Zlato je obvykle jemnozrné (<10 um); hrubší zrna do velikosti 50 um jsou prostorově vázané na arsenem bohatý pyrit (do 3 hm. % As). Zlato má velmi vysokou ryzost v rozmezí od 920 až 990 (průměr 950)¹².

Ložisko **Goukoto** se nachází v jižní části revíru, cca 30 km od ložiska Gara (viz obrázek výše). Rudní těleso se nachází v rámci 2 km dlouhé střížné zóny s.-j. směru, pro jeho mineralogické složení je charakteristické překrytí několika dílčích hydrotermálních fází.

Silně zbrídlíčenatělé semi-pelitické a karbonátové horniny dokladují přítomnost řady přeměn, reprezentovaných (od nejstarších po nejmladší): (1) ranou albit – ankerit – křemennou fází s podřízenou turmalinizací; (2) fáze magnetit – chlorit ± turmalín; (3) rozptýlená sulfidická mineralizace se zlatem; (4) nahrazení magnetitu a remobilizace zlata; (5) poslední, prostorově omezená fáze hematit – sericit – chlorit.

Rudní minerály reprezentují pyrit a As-pyrit (2 hm. % As), doprovázené v menším až stopovém množství chalkopyritem, arsenopyritem, pyrhotinem, tennantitem, kobaltinem, gersdorffitem, scheelitem a monazitem. Ryzí zlato je velmi vysoké ryzosti (> 980), vyskytují se i Au ± Ag teluridy včetně calaveritu (AuTe₂), sylvanitu (Ag, Au) Te₂, a petzitu (Ag₃ AuTe₂).

V nadloží ložiska Goukoto je vyvinuta rozptýlená sulfidická mineralizace, vázaná na až 20 m mocnou polohu dolomitického vápence. Tento méně významný typ obsahuje Ni-pyrit (do 13 hm. % Ni), Ni-bohatý kobaltin, clausthalit (PbSe) a chalkopyrit, s menším zastoupením galenitu, sfaleritu a dalších sulfidů s příměsí niklu. Zlato se vyskytuje ve všech hlavních sulfidických generacích.

V roce 2015 bylo celkem zpracováno 4 543 kt rudnin s průměrným obsahem 4,8 g Au / t, a to včetně 1 973 kt rudy z Goukoto, v roce 2014 pak 4 396 kt rudnin s průměrným obsahem 5,0 g Au/ t. Další rozšíření úpravny v roce 2016 by mělo navýšit její celkovou roční kapacitu na 4 600 kt rudy.

Celková výtěžnost zlata v roce 2015 byla 90,1 % shodná jako v roce 2014, kapacita využití úpravny v roce 2015 vzrostla na 92,3 % oproti 91,7 % v roce 2014. Zlato je získáváno konvenční kyanizací rmutu a jeho zachytávání metodou CIL (carbon in leach) v kombinaci s gravitační koncentrací hrubšího zlata.

¹² Bouabdellah M., Slack J. F. (Editors, 2016): *Mineral Deposits of North Africa. Mineral Resource Reviews*. 594 str. ISBN 978-3-319-31731-1. Springer International Publishing. Switzerland

Na základě celkového objemu a kvality současných zásob má celý komplex Loulo – Goukoto předpokládanou životnost minimálně do roku 2027. Ta může být za předpokladu pozitivních výsledků posouzení hlubinné těžby ložiska Goukoto a řady nových satelitních ložisek ještě delší¹³.

Jižní Mali

Další ložisko světového významu **Morila** se nachází přibližně 180 kilometrů jihovýchodně od Bamaka nedaleko vesnice Sanso a bylo prozkoumáno a připraveno do těžby jihoafrickou společností Randgold. Důl byl uveden do provozu v říjnu 2000 a od zahájení produkce bylo vyrobeno více než 6 mil. uncí zlata (cca 186 tun) a vyplaceno více než 2 miliardy USD hlavním akcionářům (AngloGold Ashanti 40 %, Randgold 40 %, maliská vláda 20 %).

Rudní revír Morila se nachází v oblasti Bougouni, pro kterou jsou charakteristické vulkanosedimentární horniny pronikane velkými granitoidními batolity a četnými menšími bazickými intruzemi (viz obrázek)¹⁴.

Pro geologickou stavbu vlastního ložiska je charakteristická přítomnost metasedimentárních hornin sz. směru, do kterých na V a SV intruduje žulové těleso Massigui a na JZ granitoidní masív Doubalaokoro (granodiority, monzogranity). Metasedimentární horniny v blízkosti ložiska Morila mají kontaktně metamorfní minerální asociace, typické pro amfibolitovou metamorfní facii včetně četných amfibolů v metamorfovaných bazaltech a cordierit s andalusitem v metasedimentech.

Hlavní rudní těleso na jeho s. straně omezuje strmá porucha (viditelná na s. stěně jámového lomu Morila), která upadá k severu. Posun podél této poruchy je významný, protože severně se vyskytující metasedimenty vykazují nižší metamorfní stupeň (facie zelených břidlic) a ani hlubokými vrty se v nich nepodařilo zastihnout významné zrudnění.

McFarlane et al. (2011)¹⁵ identifikoval dvě etapy vrásnění spjaté s deformacemi D2 a post-D2:

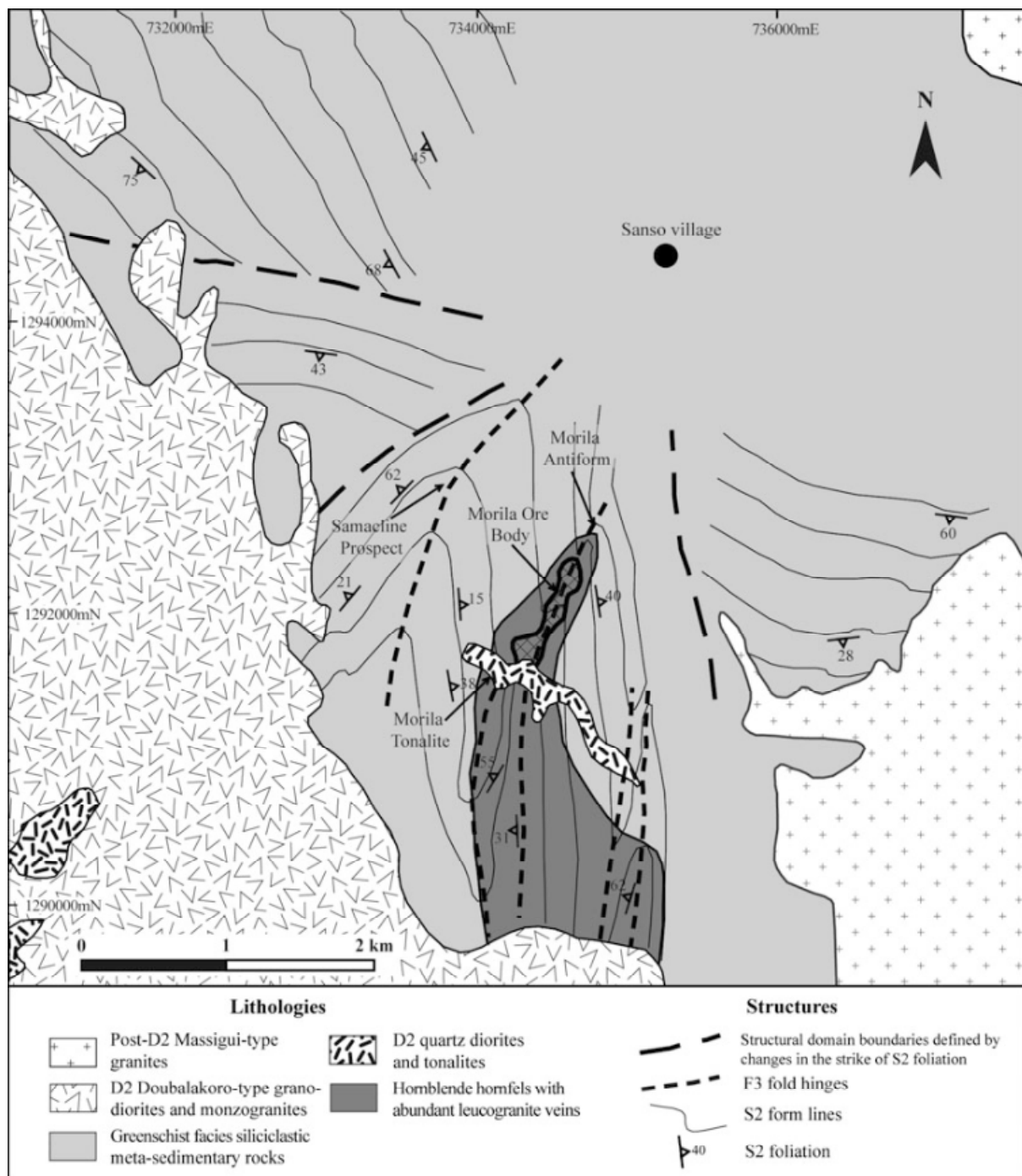
1. ležaté izoklinální vrásy F2, které jsou doprovázené silnou břidličnatostí S2,
2. více rozšířené, vzpřímené, otevřené vrásy F3 N s osami směru S až SSV.

Nejbohatší zrudnění na ložisku Morila s kovnatostí > 10 g / t se koncentruje v oblasti uzávěrů vrás F3 a je místně nazývané jako Morila antiform.

¹³ www.randgoldresources.com/loulo-goukoto-mining-complex

¹⁴ Bouabdellah M., Slack J. F. (Editors, 2016): *Mineral Deposits of North Africa. Mineral Resource Reviews. 594 str. ISBN 978-3-319-31731-1. Springer International Publishing. Switzerland*

¹⁵ McFarlane C., Mavrogenes J., Lentz D., King K., Allibone A., Holcombe R. (2011): *Geology and intrusion-related affinity of the Morila gold mine, southeast Mali. Econ. Geol. 106: 727-750.*



Geologicko-strukturní mapa revíru Morila

Zrudnění na ložisku Morila je charakterizováno několika rysy, které jsou odlišné od ostatních orogenních ložisek zlata v birimieniu. Patří mezi ně především:

1. sub-horizontální morfologie (stratabound) rudních těles, která kontrastuje se strmě uloženými rudními tělesy tabulovitého tvaru, typickými pro orogenní ložiska zlata vázaná na střížné zóny,

2. syn-metamorfní stáří zrudnění (orogenní Au-mineralizace zpravidla vzniká po období vrcholné metamorfózy,

3. středně vysoká salinita rudních roztoků, což je zřetelně odlišné od nízké salinity (< 10 hm. % NaCl ekv.) a vysokého obsahu CO₂ fluid, které vytvořily mnoho ložisek zlata v birimieniu (kromě ložiska Gara).

Těžební operace byly ukončeny v roce 2009 a v současné jsou zpracovávány haldy s nízkým obsahem zlata a mineralizované odpady. Vzhledem k jejich objemu se očekává, že prodlouží životnost provozu do roku 2017. Úpravna s roční kapacitou 4,3 mil. t rudy využívá konvenční kyanidovou metodu CIL (carbon in leach) s úvodní gravitační jednotkou na extrakci volného zlata. V roce 2015 bylo zpracováno 3,1 mil. t rudnin a získáno 122 374 uncí zlata (cca 3 806 kg)¹⁶.

Ložisko **Syama** se nachází v jižní části země, důl je vzdálen asi 30 km od hranic s Pobřežím Slonoviny, 75 km jz. od Sikassa a zhruba 300 km jv. od hlavního města Bamako. Většinovým vlastníkem je od roku 2004 australská společnost Resolute Mining Ltd. (80 %), 20% podíl připadá maliskému státu.

Rudní revír se nachází v horninách birimieniu, Au-mineralizace je vázána na poměrně málo mocnou (0,5 až 2,0 km), ale regionálně rozsáhlou vulkanosedimentární sekvenci tvořenou bazalty, andezity, pískovci a vápnitými břidlicemi s průniky žil lamprofytů. Tato sekvence je na východě ohraničena slepenci a pískovci a na západě pískovci a vápnitými břidlicemi.

V oblasti ložiska je vyvinuta 35 až 40 m hluboká zóna lateritického zvětrávání s oxidickými rudami, která překrývá primární sulfidickou mineralizaci, vyvinutou do hloubky nejméně 500 m (viz obr. níže, znázorňující řez ložiskovou strukturou v prostoru hlavního jámového lomu).

Známé vytěžitelné zásoby oxidických rud jsou vyčísleny na 3,0 mil. tun s průměrným obsahem 3,2 g Au/t. Geologické zásoby sulfidických rud do hloubkové úrovně 320 m pod povrchem reprezentují 21 mil. tun s průměrným obsahem 4,02 g Au/t.

Oxidické rudy se na povrchu nacházejí ve dvou formách:

jako množství starých odvalů a hlušiny v okolí 3-15 m hlubokých historických dobývek, rozšířených ve směrné délce 800 m podél ložiskové struktury, s výklizy a materiálem až 200 m od starých důlních děl;

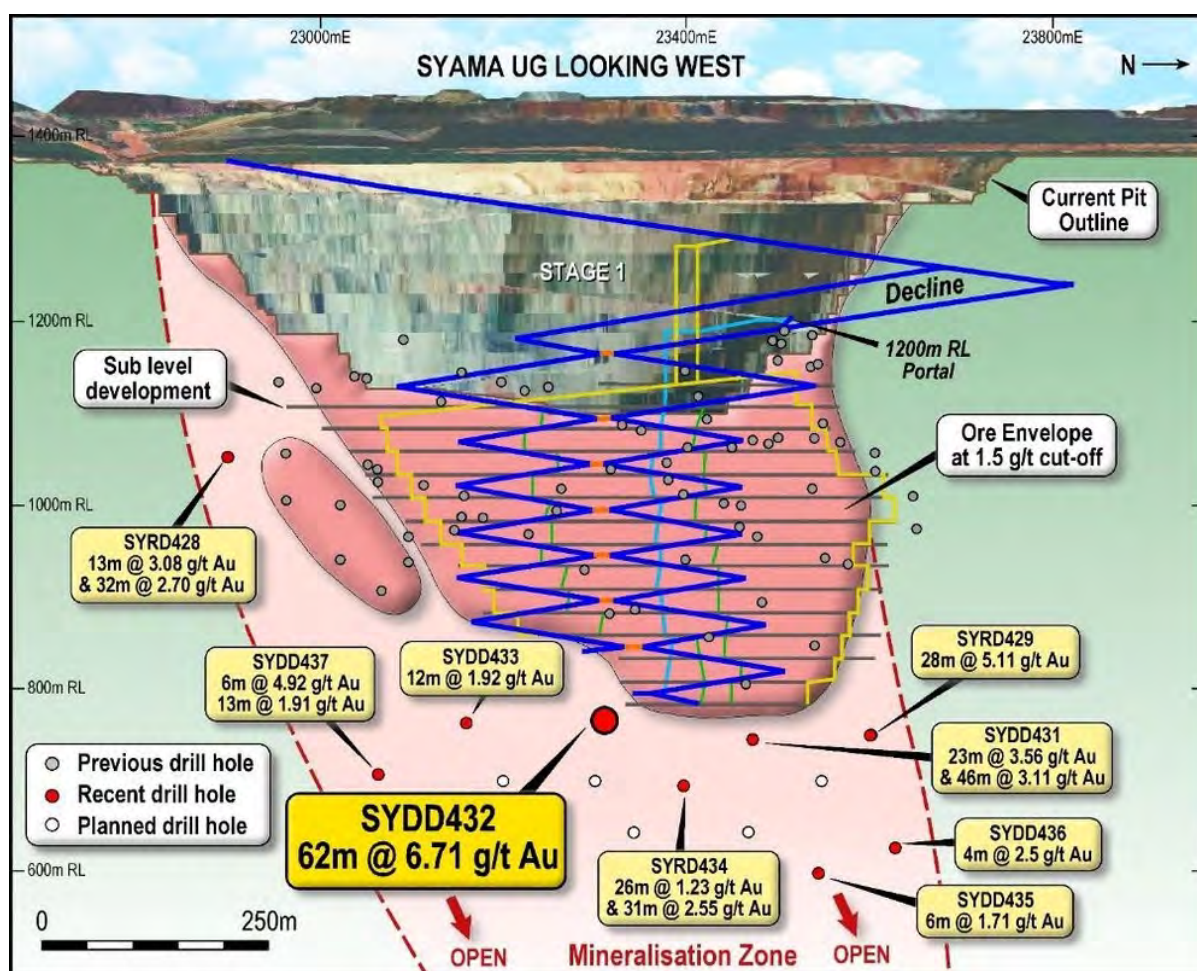
lateritické nebo saprolitické rudy, ležící bezprostředně pod historickými pracemi až k zóně primární sulfidické mineralizace.

Primární sulfidická mineralizace se nachází v čočkovitých tělesech ankerit-křemenných žilníků, zón ankerit-křemenných žilek a brekciových těles. Pyrit je hlavním zlatonosným minerálem a nachází se nepravidelně v ankerit-křemenných žilkách a v klustech brekcií. Přednostním, ale ne výhradním horninovým typem, na který je mineralizace vázána je

¹⁶ www.randgoldresources.com/morila-gold-mine

chloritovaný bazalt, v zóně zlatonosného zrudnění postižený řadou hydrotermálních alterací (ankeritizace, albitizace a sericitizace).

Zrudnění ložiska Syama je podobné jako u jiných proterozoických ložisek zlata typu greenstone belt v birimieniu západní Afriky, a to jak z hlediska jeho tektonické pozice, hydrotermálních alterací okolních hornin, charakteru mineralizace a mineralizovaných struktur.



Ložisko Syama - řez hlavní ložiskovou strukturou s projektovanou podzemní těžbou primárních sulfidických rud (Zdroj: Burzovní zpráva společnosti Resolute mining Ltd. z 1. 8. 2016: Syama Drilling Results: Deep high grade intercepts at Syama confirm major extension)¹⁷

Moderní využití ložiska zahájila v roce 1994 společnost BHP, a to lomovou těžbou a zpracováním oxidických rud. V roce 1996 bylo ložisko odkoupeno společností Rangold, která zde vzhledem k nízkým cenám zlata těžbu v roce 2001 ukončila. V tomto období (1994-2001) bylo získáno přes 1,5 mil. uncí Au. V roce 2004 získala ložisko společnost Resolute Mining

¹⁷ www.rml.com.au/uploads/7/2/0/8/72081691/160801-rsg-asx-syama_drilling_results_confirm_major_extension.pdf

Ltd., která zahájila produkci v roce 2006 po přestavbě a modernizaci stávající úpravny BHP a Rangold. Úprava sulfidických rud má kapacitu 2,2 mil. t rudy ročně, společnost předpokládá během následujících dvou let její rozšíření na 2,4 mil. t. Paralelní úpravna oxidických rud zpracovává zbytkové rudy ložiska a z nově ověřených satelitních lomů. Její roční kapacita byla konstruována na 1 mil. t rudy, provedené modernizace v současné době umožňují ročně zpracování 1,3-1,5 mil. t rudy.

V současné době probíhají přípravné práce, jejichž cílem je v souladu se závěry provedené definitivní studie využitelnosti ložiska (2015) přechod na jeho hlubinnou těžbu primárních sulfidických rud s otvírkou systémem dvou paralelních úpadních šachtic pro velké nákladní automobily.

Předpokládaná roční produkce je 2,4 mil. t rudniny, což při celkovém objemu 23,9 mil. t zásob o prům. obsahu 2,8 g Au/t představuje 2,2 mil. uncí zlata (téměř 70 t Au). To při existenci dalších 20 mil. t zdrojů o stejné průměrné kovatosti s celkovým obsahem 1,8 mil. uncí zlata představuje celkem 4 mil. uncí (cca 125 t Au). Životnost ložiska je předpokládána min. do roku 2028.

7.1.2 Platina

Jediný známý výskyt platinové mineralizace v Mali se nachází jižně z od obce Touban nedaleko od Kadiolo v jižní části Mali. Zrudnění je reprezentováno sperylitem jako součást chudé Ni-Cu sulfidické mineralizace v ultrabazických horninách malého masivku (1 km²), vyskytujícího se v rámci tzv. Eburneanského žulového batolitu. V roce 1973 zde BRGM provedlo 6 vrtů za účelem ověření Ni-Cu zrudnění, platina však nebyla vyhodnocena.

Prognózně zajímavou oblastí z hlediska přítomnosti Pt mohou být ultrabazické horniny masívu Adrar des Iforas na východě Mali, jejich bližšímu ověření brání mimo jiné složité bezpečnostní poměry v této části země.

7.1.3 Diamanty

Jediná známá diamantonosná provincie v Mali je v oblasti Kéniéba v západním Mali, v blízkosti hranice se Senegalem. Kimberlitová tělesa se nacházejí na kontaktu mezi metamorfovanými horninami západoafrického štítu a mladšími sedimentárními mladoproterozoickými sekvencemi. Od objevu prvních diamantů místními těžaři zlata bylo dosud nalezeno několik stovek kamenů, které jsou většinou šperkařské kvality, největší známý kámen vážil 232,7 karátů. V následném průzkumu se postupně angažovaly společnosti DFMG (Francie), SONAREM, Diamond Syndicace (Mali / Francie) a před necelými 10 roky BGS (British Geological Survey). Nedošlo k ověření předpokládaných aluviálních ložisek, nicméně bylo objeveno přes 20 kimberlitových trubek, z nichž nejméně osm je diamantonosných. Kimberlity se nacházejí v horninách krystalinika, v pískovcích i v mladších sedimentárních formacích. Tvoří kruhová nebo eliptická tělesa poměrně malých rozměrů od 0,3 ha (5,0 x 90 metrů) pro nejmenší (Kéniéba) po 17 ha (550 x 550 m) pro největší (Kobato). Obsahy diamantů jsou nízké, většinou neekonomické: nejbohatší kimberlitová trubka Cirque nord poskytla 3 kameny o celkové hmotnosti 7,7 karátů, trubka Bilali sud pak jeden kámen o hmotnosti 3,04 cts.

Ostatní perspektivní oblasti pro průzkum ložisek diamantů v Mali jsou:

1. Kalana-Yanfolila na jihu země, kde bylo v poslední době nalezeno několik diamantů v náplavech při těžbě aluviálního zlata;
2. oblast Adrar des Iforas na východě země, kde byl v oblasti jižně od Tin Zaouatene objeven Mg-ilmenit jako typický doprovodný minerál diamantonosných kimberlitů;
3. oblast Assadjé, západně od Adrar des Iforas na východě země, kde jsou známy karbonatitové komplexy.

7.1.4 Rudy Fe

Všechna známá ložiska a výskyty Fe-rud se nacházejí na západě země, převážně jako oolitické, hematit-jaspilitové a magnetitové (skarnové) rudy vázané na proterozoické horniny birimieny. Z těchto tří hlavních typů jsou nejvýznamnější:

Ložiska oolitických rud v oblasti Bafing-Bakoye

Tato oblast se nachází v povodí řek Bafing - Bakoye asi 100 km jižně od města Kita, v blízkosti hranice s Guineou. Jednotlivá rudní tělesa jsou rozptýlena v ploše 100 x 15 až 20 km, představují je výchozy oolitických železných rud, které byly postiženy zvětráváním a lokálně jsou supergenně obohacené. Mineralizované polohy mají průměrnou mocnost 0,5-7,0 m a obvykle jsou překryty 0,5-2,0 m mocnou polohou pevných lateritů (tzv. lateritic hardcap).

Oolity jsou složeny z hematitu, který obvykle obklopuje zrna křemene a občas obsahuje povlaky goethitu. Některé polohy obsahují také masivní rudy, převážně složené z martitizovaného magnetitu (ložisko Kouragué).

Obsahy železa v rudách se v závislosti na jejich mineralogickém složení obvykle pohybují mezi 50-60 % Fe, v magnetitových rudách dosahují 60-67 % Fe při průměrných obsazích 0,03 % P, < 5 % SiO₂ a 3 % Al₂O₃. Některé z ložisek byly prozkoumány společnostmi SONAREM (Mali) a BRGM (Francie) a celkové pravděpodobné zásoby (probable reserves) jsou odhadovány na 146 mil. t rudy. Celkem je v celé oblasti Bafing-Bakoye odhadováno cca 1 000 mil. t zdrojů Fe rud, z nichž zhruba polovina by mohla být dobré kvality.

Výskyty v oblasti Diamou

Tyto výskyty Fe rud se nacházejí jv. od města Kayes, podél železnice Bamako-Dakar na vzdálenost asi 50 km. Doposud byly ověřeny pouze výchozy hematitových jaspilitů, vyskytující se v blízkosti obce Diamou v délce 8 km s variabilní mocností 3-23 m (v průměru 11 m). Ověřené zdroje jsou reprezentovány 150 mil. t rud nízké kovatosti (31,85 % Fe a 43 % SiO₂).

Výskyt Djidian-Kéniéba

Tento výskyt Fe rud skarnového typu se nachází v blízkosti řeky Falémé (tvořící senegalskou hranici), nedaleko od ložiska zlata Loulou, asi 30 km severozápadně od města Kéniéba. Skarn s magnetitem se nachází v horninách birimieny (svrchní proterozoikum), na kontaktu vápenců s granity masívu Djidian-Kéniéba. Průzkumem ověřené zásoby jsou odhadovány na cca 10 mil. t rudy s průměrnými obsahy 40 % Fe a 17 % SiO₂. Tato struktura představuje nejsevernější výběžek ložiska Fe rud Falémé v sousedním Senegal, jehož využití se předpokládá.

Obdobné, ekonomicky málo významné výskyty skarnových těles s hojným magnetitem byly zjištěny geology společnosti GET s.r.o. při rekognoskačním ověření významu mramorů a vápenců v oblasti mezi železnicí Bamako-Dakar u města Bafoulabé a Nioro du Sahel u hranic s Mauretánií (Sandaré, Bendougou, Sibindi atd.).

7.1.5 Rudy manganu

Ložisko Ansongo

Toto ložisko se nachází asi 20 km jihovýchodně od obce Ansongo, v blízkosti řeky Niger a silnice Gao-Niamey. Budují jej zvětralé a druhotně obohacené polohy metamorfovaných Mn-silikátů (tzv. gonditů) ve vulkanosedimentárních horninách birimieny, obdobného charakteru jsou i ostatní manganová ložiska západoafrického štítu (N'suta v Ghaně, Tamboa v Burkině Faso, které se nachází 120 km jižně atd.).

Ložisková struktura Ansongo je známá v délce 20 km a Mn-rudy tvoří 3 skupiny nízkých hřebenů: Takavasita, Agaula a Tondibi, z nichž každý obsahuje několik mineralizovaných poloh s nepravidelnou intenzitou jejich zvětrání a sekundárního obohacení.

Nejlepší ruda, tvořící většinu zásob na ložisku, se vyskytuje v hřebenu Takavasita a obsahuje až 50 % Mn. Tato bohatá ruda se skládá z psilomelanu a manganitu, podřadně je zastoupen limonit a goethit. Obsahy Mn v chudších rudách se pohybují mezi 30-40 % Mn, na jejich složení se podílí granát, křemen, amfibol, psilomelan, polianit, goethit a limonit.

Dvě nejbohatší rudní čočky, vyskytující na hřebenu Takavasita, byly vrtně a štolově ověřeny v délce 550 a 120 m při průměrné mocnosti 15, resp. 20 m. Odhadnuté zásoby (probable reserves) jsou 1,3 mil. t rudy s obsahem 40-50 % Mn a 2 mil. t s obsahem < 40 % Mn. Celkové zásoby hřebene Takavasita včetně dalších hřebítků s přítomností menších rudních čoček jsou odhadovány na 3,1 mil. t rudy s obsahem nad 40 % Mn a 4,5 mil. t chudších rud s obsahy 30-40 % Mn. V dalších dvou hřebenech se nacházejí pouze rudy s nízkými obsahy Mn mezi 30-40 % Mn, jejichž celkové zásoby jsou velmi nízké, odhadované na 0,7 mil. t.

V horninách birimieny na jihu a jihozápadě Mali se lokálně nacházejí obdobné indicie a výskyty těchto silikátových Mn rud, které vzhledem k omezené velikosti a charakteru mineralizace mají minimální ložiskový potenciál.

7.1.6 Rudy chromu

Průmyslově významná ložiska chromových rud nejsou v Mali známa. Přesto existují prognózně nadějně oblasti, a to ve východních Mali, kde jsou výskyty Cr-rud známy ze dvou oblastí:

- oblast Timétrinearea, nacházející se cca 370 km severně of Gao, kde se vyskytují páskované chromové rudy (chromity, max. několik metrů dlouhé vtroušeniny) v serpentinizovaných ultrabazických horninách (harzburgity);

- v oblasti Adrar des Iforas, kde byl chromit zjištěn obdobně jako v oblasti Timétrinearea v bazických a ultrabazických horninách.

7.1.7 Cín - wolframové (+/- Nb-Ta) rudy

Cín (+ W, Nb-Ta) se v Mali vyskytuje ve třech oblastech: Kéniéba a Bougouni (západoafrický štít) a Adrar des Iforas na východě. V této souvislosti je nutno zdůraznit,

že v Mali dosud nebyl proveden systematický průzkum těchto nerostných surovin (jedinou výjimkou je rekognoskace Sn-nosných rozsypů v oblasti sv. od Bougouni, provedená společností BUMIFOM v roce 1955) a potenciál těchto kovů zůstává nejasněn.

V oblasti Kéniéba jsou výskyty těchto kovů soustředěny ve dvou pásmech:

- severovýchodní okraj žulového masivu Saraya asi 50 km sz. od města Kéniéba, kde se nacházejí následující výskyty:

- a) pegmatitová struktura Mania slabě mineralizovaná kolumbo-tantalitem a kasiteritem,
- b) výskyt Samonokoro tvořený křemennou žílou s turmalínem a s obsahem scheelitu.

- nejsevernější část žulového masívu Gamaye-Moussala je obklopena rozsáhlou zónou turmalinizace, ve které se vyskytuje řada pegmatitových žil (Fadougou, Gamaya atd.), obsahujících kasiterit a \pm kolumbo-tantalit.

V oblasti Bougouni cca 200 km j. od Bamaka je známo několik pegmatitových žil s kasiteritem a kolumbo-tantalitem nebo scheelitem, které jsou lokalizovány v okolí malých žulových masívků sv. od města mezi obcemi Dogo a Massigui, například: Séríba (kasiterit, lze jej nalézt také v náplavech s. od masívu), Diguidigui (Sn), Diele (Sn, Nb, W), Kongolikoro (Sn, Nb-Ta), atd. Většina známých žil je poměrně malá, s výjimkou oblasti Diele.

V Adrar des Iforas jsou zastoupeny alkalické a hyper-alkalické granity (včetně ringových komplexů) obdobné stavby a složení jako ložiskově významné komplexy Jos Plateau v Nigérii, Herberton v Austrálii atd.) se známými ložisky cínu, příp. i Nb/Ta mineralizace. Ložiskové indikátory, jako jsou zóny albitizace a greisenizace byly dosud nalezeny pouze v masívech Tahrmet (spolu s kasiteritem) a Tin Tiraounine. Niobová mineralizace (pyrochlor) je rovněž známa z karbonatitových těles oblasti In Imanal záp. od Adrar des Iforas, jejichž popis je uveden v kapitole 7.1.9 společně s rudami vzácných zemin (REE).

7.1.8 Lithium

Přestože systematický průzkum nebyl v zemi dosud proveden, jsou všechny dosud známé ložiskové výskyty lithia reprezentovány spodumenem, vázaným na albitovou zónu v diferencovaných Li-pegmatitech, nacházejících se v horninách birimien v převážně v oblasti města Bougouni, ale i v blízkosti města Kéniéba (Sodiguinda, v blízkosti Gamaye, asi 30 km jz. od Kéniéba).

V oblasti Bougouni, byly Li-pegmatity nalezeny ve třech pásmech: Bougouni (nejdůležitější), Chiobougou a Gouna-Bilakala.

V zóně Bougouni jsou tyto pegmatity vyvinuty v 20 km dlouhém pruhu jižně od města, na obou stranách řeky Baoulé, mezi obcemi Sogola a Sinsinkourou. Pět pegmatitových těles, od západu k východu Sogola, Dialakolo, Gouanala, Kola a Sinsinkourou, bylo v letech 1964 až 1965 a 1971 až 1972 prozkoumáno společností SONAREM rýhami a jádrovými vrty. V oblasti Sogola bylo nalezeno 16 dílčích pegmatitových žil, v dalších lokalitách pouze jediné těleso, ale někdy i značné směrné délky a mocnosti. Pegmatitová žíla v Sinsinkourou byla ověřena ve směrné délce 1 350 m při mocnosti 0,8-2,5 m, struktura u obce Gounala má délku 150 m a je 3 až 11 m mocná. Celkové zdroje lithia jsou v pegmatitech oblasti Bougouni

odhadovány na 265 tis. t spodumenu s průměrným obsahem 6,5 % Li_2O , resp. 16 tis. t Li_2O , z čehož 14,8 tis. t obsahuje ložisková oblast Sogola.

Další obdobná diferencovaná pegmatitová tělesa se spodumenum byla nalezena poblíž Chiobougou, asi 90 km vých. od Bougouni a tři žíly v oblasti Gouna, asi 80 km jihových. od Bougouni. Hlavní žíla v oblasti Gouna má směrnou délku 500 m při kolísající mocnosti 15 až 50 m. Zásoby, odhadnuté do hloubky 100 m, jsou odhadnuty na 4 mil. t rudy s kovnatostí 0,5 až 1,5 % Li_2O .

Další, pravděpodobně významný, ale dosud neověřený zdroj lithia je znám v oblasti Bougouni, v těsné blízkosti asfaltové silnice Bamako – Bougouni, asi 170 km od vlakového nádraží v Bamaku.

7.1.9 Vzácné zeminy (REE)

Vzácné zeminy se vyskytují na východě Mali v oblasti Taoumant (Assadjé), která se nachází záp. od pohoří Adrar, 460 km s. od města Gao na těžce přístupném a bezpečnostně problematickém řídké osídleném území. Jejich ložiskové výskyty jsou vázány na tělesa karbonátů, která patří do alkalické provincie s několika ringovými komplexy permského stáří (± 260 mil. let, viz obr. na další stránce).

Čtyři nejjižnější ringové komplexy, In Imanal, Anezrouf, Adiounedj a In Amadial, obsahující karbonátů byly v letech 1983-1984 částečně ověřeny projektem OSN¹⁸ (geologické mapování, rýhy, omezené množství vrtů), objem provedených práce však nebyl dostatečný pro přesné vymapování rozsahu a petrografického charakteru jednotlivých těles karbonátů, nebo jejich mineralogického složení. Tyto ringové masívy, které se nachází asi 110 km záp. od města Tessalit, mají složitou vnitřní strukturu. Základní horninu reprezentuje nefelinický syenit, hojně zastoupené jsou fenity jako výsledek intenzivní feldspatitizace alkalických hornin. Karbonáty se v nich nacházejí v různých morfologických formách (čočky, žíly atd.) o různé velikosti.

Komplex In Imanal se skládá ze dvou masívů: jeden tvoří kruhovou strukturu o průměru 3 km, druhý, který se nachází na JV, je podlouhlého tvaru (1,8 x 0,4 km). Druhé těleso petrograficky reprezentuje v podstatě karbonát, bylo ověřené 3 vrty s ložiskově negativními výsledky. Hlavní masiv, ověřený rýhami a cca 30 vrty hloubky 70-200 m, obsahuje několik karbonátových těles (viz obrázek níže). Některé z těchto objektů jsou poměrně rozsáhlé, jako těleso „A“, jehož výchozy se nacházejí v ploše 500 x 300 m, těleso „B“ má plošný rozsah 650 x 370 metrů a „D“ 370 x 170 m.

Karbonátové těleso „A“ obsahuje nejlepší ložiskové výsledky, neboť je převážně budováno fero-karbonáty bohatými na prvky vzácných zemin a P_2O_5 . Jeden velkoobjemový vzorek, považovaný za zcela reprezentativní, vykázal následující, velmi vysoké obsahy REE: 4,61 % La, 5,36 % Ce, Nd 0,7 %, 0,25 % Pr a 1,8 % Eu_2O_3 . Tyto výsledky byly potvrzeny jádrovými vrty, které ověřily několik poloh s mineralizací pyrochloru a apatitu, s obsahy cca 0,5 % Nb a 20 - 30 % P_2O_5 . Obohacení o apatit bylo rovněž zdokumentováno v exokontaktní zóně tohoto tělesa, což představuje poměrně zajímavé nahromadění fosfátů.

¹⁸ Sine (1987): *Mineral Resources in Mali*. 64 str., UNDP/DTC/DMLI/85/007. Bamako

Karbonatitové těleso „B“ bylo prozkoumáno jedním vrtem (IM-06) do hloubky 200 m a obsahuje slabou mineralizaci pyrochloru a obsahy 0,2-0,5 % Nb₂O₅) a vzácných zemin s výjimkou neodymu (0,3 % Nd v 5 m úseku). Těleso „D“ rovněž obsahuje pyrochlor a několik zón ferokarbonatitů obohacených prvky vzácných zemin.

Další **masív Anezrouf** o průměru 2 km (ověřený 12 průzkumnými vrty) obsahuje několik malých (max. 200 x 100 m) výchozů karbonatitů a slepé karbonatitové těleso, nalezené vrtem AZ-01 v hloubce 35 m. Velikost a morfologie tohoto tělesa, mineralizovaného pyrochlorem (s nízkými obsahy 0,1-0,2 % Nb) a apatitem, není známá. Některé žíly s apatitem uvnitř tělesa jsou bohaté na yttrium (obecně > 0,1 % Y) a okolní horniny (rodbergity a fenity) obsahují vysoké obsahy prvků vzácných zemin (asi 10 % TR₂O₃ v délce 30 m).

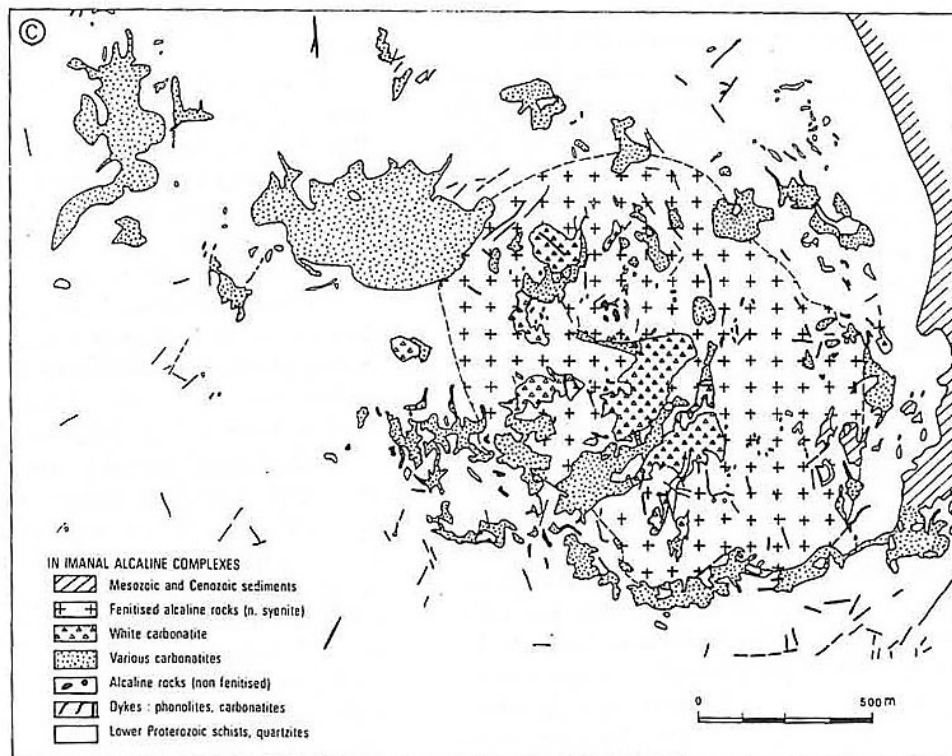
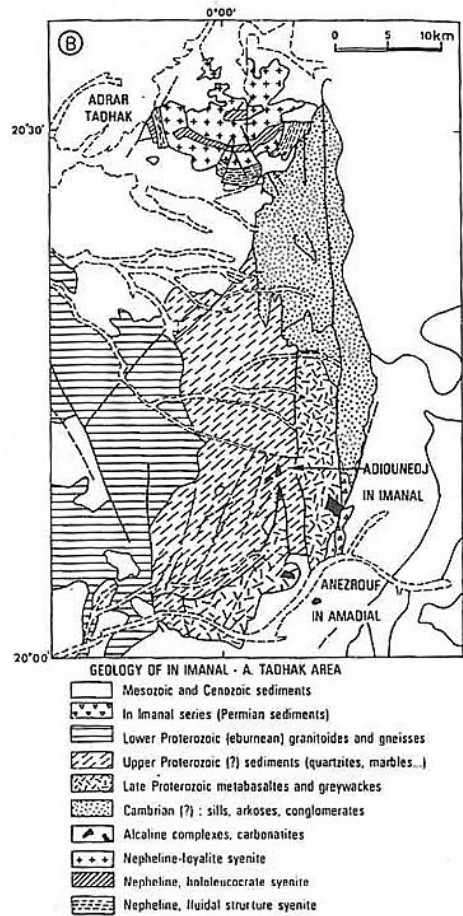
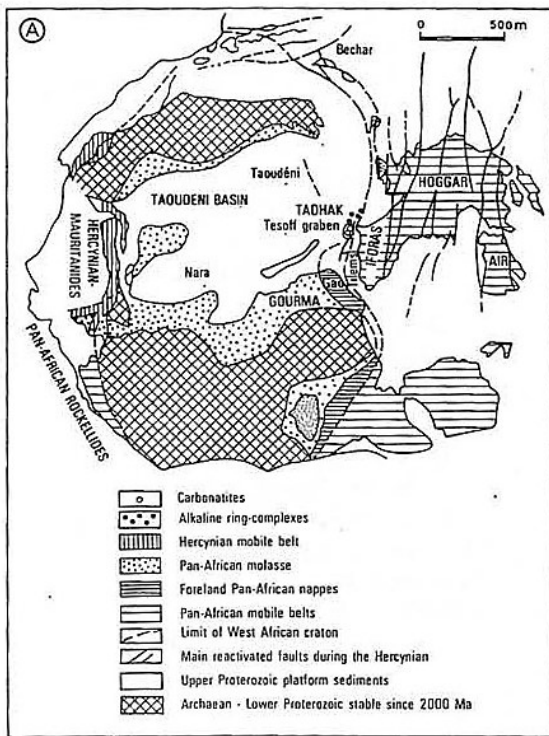
Masív Adiounedj o průměru 1,5 km je tvořen především fenitizovanými alkalickými horninami. Obsahuje několik karbonatitových žil a dvě na povrch nevycházející tělesa, z nichž jedno bylo orientačně vrtně ověřeno. Chemické analýzy potvrdily mineralizaci vzácných zemin, vázaných na synchizit, zejména neodymu, lanthanu a ceru (2-3 % La + Ce).

Dvě malé výchozy karbonatitů v masívu Amadial, který má průměru 0,8 km, nebyly dosud prozkoumány.

Další výskyty nerostných surovin jsou uváděny z alkalického masívu Tadhak, který se nachází asi 40 km od výše uváděných karbonatitových těles:

- velké lupeny biotitu v poměrně rozsáhlém tělese glimmeritu (o průměru několik set metrů);
- masivní nefelín: poměrně velká tělesa, která by mohla být použitelná v keramickém průmyslu;
- 3. zirkonium (vázané na baddeleit) v pyroxenitech uvnitř masívu.

Surovinový potenciál vybraných neevropských zemí z hlediska potřeb českého průmyslu
 Modelová země Mali – zajištění a analýza vstupních dat



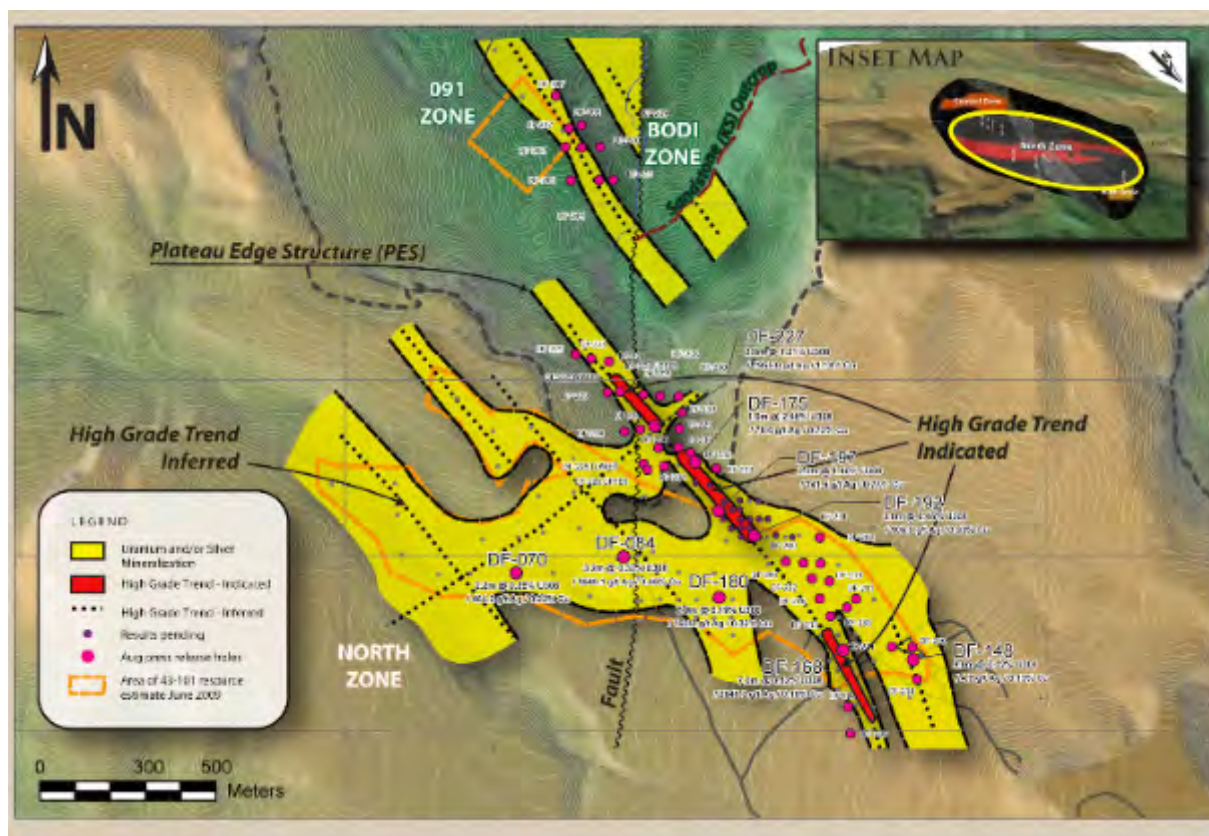
7.1.10 Uranové rudy

Nejvíce prozkoumané je v současné době ložisko Falea v jihozápadní části Mali, 250 km západně od Bamaka, které získala od společnosti Denison Mines kanadská firma GoviEx Uranium Inc. (<http://www.goviex.com>, Denison ještě vlastní 24,6% podíl společnosti GoviEx). Ložisko bylo objeveno francouzskou firmou Cogema v roce 1970. Společnosti patří tři licence: Bala, Madini a Falea o celkové ploše 225 km².¹⁹

Většina U-mineralizace na ložisku se nachází v subhorizontálně uložených pískovcích, jejichž podloží a nadloží budují jílovité horniny. Zrudnění je interpretováno jako „uncorformity“ typ, protože je spojováno s diskordancí mezi pískovci formace Kania a podložními horninami birimienu.

Byly identifikovány čtyři hlavní mineralizované oblasti – zóny Sever, Střední, Východní a zóna Bodi.

Uran se na ložisku nachází společně s mědí a stříbrem. Poslední výpočet zásob / zdrojů (kompatibilní s kanadskou normou NI 43-101) z konce roku 2015 je uveden v tabulce níže.



¹⁹ <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/uranium-in-africa.aspx>

Falea (stav zásob k 26. 10. 2015)²⁰:

Kategorie	tun	U ₃ O ₈	Cu	Ag	U ₃ O ₈	Cu	Ag
	(tis. t)	(%)	(%)	(g/t)	(Mlb)	(Mlb)	(Moz)
Indicated	6,88	0,115	0,161	72,8	17,4	24,4	16,11
Inferred	8,78	0,069	0,200	17,3	13,4	38,7	4,9

7.2 PŘEHLED VYBRANÝCH NERUDNÍCH SUROVIN A PRŮMYSLOVÝCH NEROSTŮ

7.2.1 Fosfáty

Ložiska fosforitů eocenního stáří se nacházejí v téměř 400 km dlouhé zóně mezi údolím Tilemsi (obec Asselar) a hranicí s Nigerem na záp. země, sz. od města Gao v aridní oblasti j. od masívu Adrar des Iforas. Přes složitou, jen velmi zvolna se zlepšující bezpečnostní situaci, velkou odlehlost a naprostou absenci základní infrastruktury se právě fosfáty mohou stát další nerostnou komoditou, která přispěje k diverzifikaci těžebního sektoru Mali.

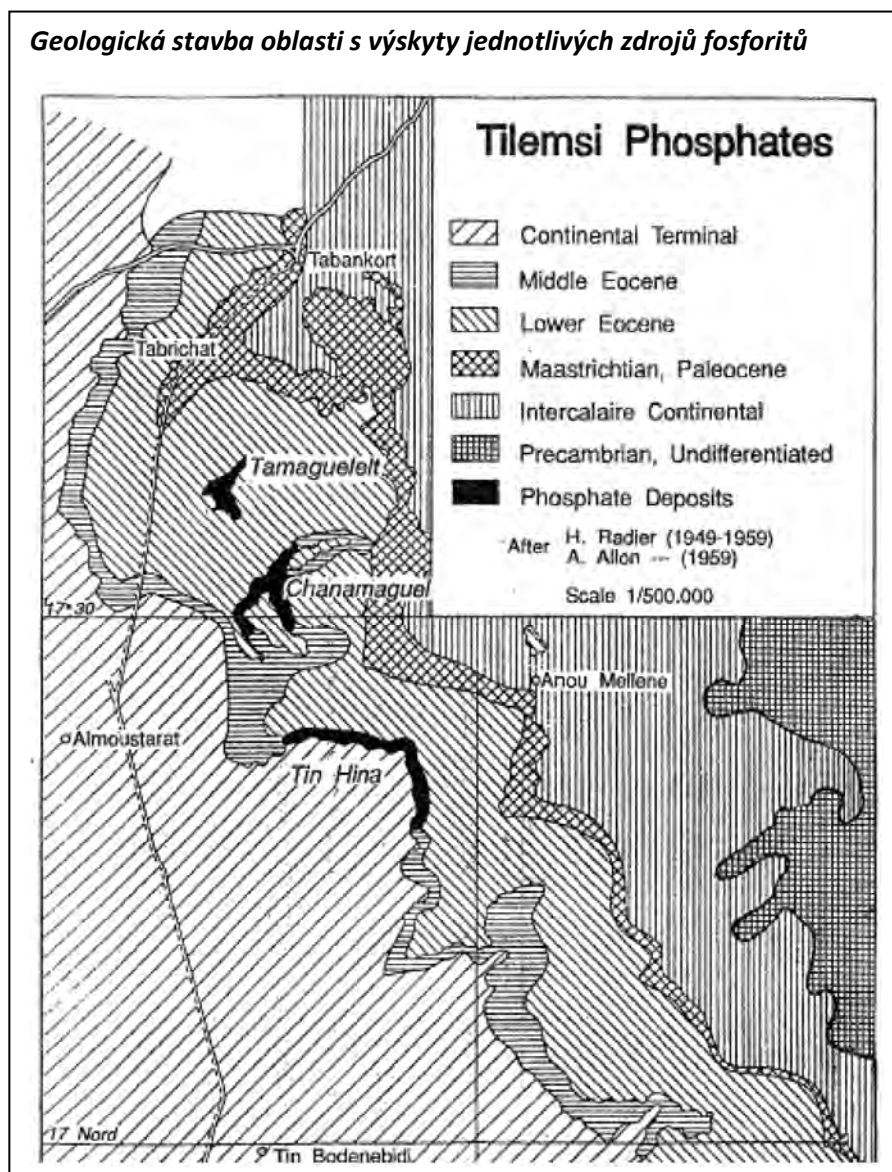
Z ložiskového hlediska jsou vyčleňovány tři hlavní oblasti s výskytem fosforitů²¹ (viz schematická mapa se základní geologickou stavbou dále v textu):

- a) Tilemsi – západní (pravý) břeh – fosfority (převážně hrubé koprolity) tvoří málo mocnou vrstvu (0,1-0,4 m) a malé čocky nebo rozptýlené fragmenty,
- b) Tilemsi – východní (levý) břeh – horniny s fosfority jsou lépe odkryté, ale ve velkých plochách silně erodované, s variabilními mocnostmi a obsahy P₂O₅. V této ploše jsou známy tři hlavní ložiskové akumulace, označované jako:
 - Tamaguilel plateau o rozsahu 7 km² obsahuje největší známou ložiskovou akumulaci fosforitů. Mineralizovaná vrstva má průměrnou mocnost 1,8 m (na sz. je mocnější, v průměru 2,2 m, na jv. mocnost klesá až na 0,5 m). Obsahy P₂O₅ kolísají v závislosti na stratifikaci a petrografickém charakteru suroviny – od 17,5 % u jemnozrnných fosforitů po 31,5 % u hrubě zrnitých.
 - Tagit N´Overane plateau (oblast jv. od Tamaguilel, oddělená 8 km širokou fluvialní depresí) obsahuje jednak málo mocný (0,8-1,0 m) ekvivalent rud oblasti Tamaguilel nebo fosforitovou vrstvu v jílech se sádrovcem, která se nachází 3-5 m v nadloží jílu (tzv. „papírová“ formace)
 - Výskyty v okolí Samit s oblastí označovanou jako Tin Hina (mocnost 1,6 m při obsazích 21,6 % P₂O₅) a Agueulgueul North (mocnost 0,6 m, obsah 26 % P₂O₅).

²⁰ Falea NI 43-101 RPA Report: October 26, 2015.

²¹ Notholt A.J.G. et al.: (1989): *Phosphate deposits of the world, Volume 2: Phosphate rock resources*. 226-232. IGCP 156: *Phosphorites*. ISBN 10 0-521-67333-X. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

- c) Jižní hranice Adrar des Iforas – velmi málo mocná sedimentární sekvence s omezenou přítomností přepracovaných fosforečných koprolitů laténského stáří, sledovatelná na vzdálenost 180 km.



V posledních letech získala na velkou část území se známými výskyty fosforitů 3 průzkumné licence kanadská společnost Great Quest Fertilizer Ltd. (Tilemsi (417 km²), Tarkint Est (589 km²) a Aderfoul (200 km²)²², která v roce 2015 rovněž zpracovala předběžné ekonomické vyhodnocení těžby těchto surovin v prostoru ložiska Tilemsi.

Tato studie²³ je založena na výsledcích vrtného průzkumu (sít' vrtů 500 x 500 m), kterými bylo ověřeno 50 mil. t zdrojů fosforitů (inferred resource) s prům. obsahem 24,3 % P₂O₅ a obsahem okrajového vzorku („cut off“ 10 % P₂O₅) ve třech ložiskových oblastech: Tin Hina, Alfatchafa a Tarkint Est.

²² <http://www.greatquest.com/pages/projects/phosphate>

²³ http://198.61.166.45/projects/greatquest/2015-04-10_RPEA_Amended.pdf

Základní ložiskové parametry zdrojů, zvažovaných v tomto těžebním záměru jsou uvedeny v následující tabulce:

Oblast	Zdroje (t)	Obsah % P ₂ O ₅	Těžební ztráty %	Zdroje vhodné pro lomovou těžbu (t)	Obsah % P ₂ O ₅	Skrývkový poměr
Tilemsi	8 367 000	27,3	2,5	8 362 000	26,6	6,4 : 1
Tarkint Est	7 444 000	29,1	2,5	7 440 000	28,4	7,24 : 1
Celkem	15 811 000	28,1	2,5	15 802 000	27,5	6,8 : 1

Předložený pilotní záměr těžby a zpracování fosforitů z ložiska Tilemsi vychází z následujících předpokladů:

Projekt	Fáze I (pilotní)
Cena	23,07 mil. USD
Roční objem zpracované suroviny	40 tis. t
Produkce	25,2 tis. t granulované fosfáty (high grade) 10,4 tis. t granulované fosfáty (medium grade) 96 691 t NPK vyrobené z granulovaných fosfátů obou kvalit
Cena produktů	USD 330/ t granulované fosfáty (medium grade) USD 450/ t granulované fosfáty (high grade) USD 45 / t NPK
Odpady	4,4 tis. t/rok materiálu s nízkým obsahem P (5 % P ₂ O ₅)
Výrobní ceny	USD 119,22 /t NPK Těžební náklady: USD 29,87 / t vytěžené suroviny Transport: USD 74,48 /t vytěžené suroviny Úprava: USD 75,13/ t NPK
Obrat	19,12 mil. USD / rok Fosfáty (high grade) 11,3 mil. USD Fosfáty (high grade) 3,4 mil. USD servis (míchání NPK) 4,4 mil. USD
IRR	29,54 %
NPV při DR 12 %	14,02 mil. USD
Diskontovaná návratnost	4,16 roku

V další fázi je předpokládáno navýšení těžby na 400 tis. t ročně při životnosti projektu 20 let.

7.3 PŘEHLED A VYUŽÍVÁNÍ STAVEBNÍCH SUROVIN

Ložiska a surovinové zdroje vhodné pro rozvoj průmyslu stavebních surovin Mali mají ve střednědobém a dlouhodobém horizontu velmi významnou roli, a to zejména ve vazbě na surovinové zajištění programů obnovy a rozvoje infrastruktury, modernizace a rozvoje bytového fondu, především pak v dynamicky se rozvíjející sídelní aglomeraci Bamako. Jedním ze základních limitujících faktorů, v současné době podmiňujících realizaci zvažovaných investičních záměrů, je velmi vysoká dovozní závislost země na základních stavebních surovinách a komponentech (100 % import cementu, konstrukčních ocelových prvků do železobetonů, plochého skla, izolačních materiálů, keramických výrobků atd.), dalším negativním faktorem je až na výjimky velmi nízká kvalita v současnosti používaných místních stavebních materiálů (v regionu Bamako jsou jako základní materiál do betonů používány netříděné písky, těžené ručně několik desítek km od města z koryta řeky Niger nebo ručně lámáné prokřemenělé pískovce z řady drobných lůmků v okolí města s velmi kolísavými technologickými parametry).

V krátkodobém a střednědobém horizontu lze důvodně očekávat, že v souvislosti s realizací pilotních investic do modernizace infrastruktury (EU financované projekty výstavby silnic Bamako - Nouakchott (Mauretánie), Bamako - Conakry (Guinea), Mopti - Tombouctou), modernizace a rozšíření mezinárodního letiště Bamako - Senou (zahájeno s pomocí USA) a realizace soukromých staveb obytné i administrativní povahy poptávka po základních stavebních surovinách v tomto regionu dále významně poroste.

Analýza současného stavu využívání stavebních surovin v Mali musí být mimo jiné opřena o rozbor geologické stavby území Mali (podmiňující existenci ložisek tohoto typu nerostných surovin) a aktuální úroveň využívání hlavních stavebních materiálů, tj. surovin na bázi vápenců a mramorů vhodných k výrobě cementu (vápna), vhodných horninových typů pro výrobu drceného kamene a kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu, písků a štěrkopísků (betony, omítky) a jílovitých sedimentů (cihlařské suroviny). Je zřejmé, že se jedná o široké spektrum nerostných materiálů, z nichž pouze malá část má celostátní význam (vápence, mramory, dekorativní kámen), ostatní jsou vzhledem k prodejním cenám a dopravním nákladům regionální povahy.

7.3.1 Vápence a mramory

Z celostátního pohledu lze za hlavní negativní faktor označit absenci vlastní cementářské produkční kapacity, dále vápenky jako výrobce vápna pro potřeby důlního průmyslu (neutralizace produktů úpravy zlatých rud s roční spotřebou přes 1 mil. t vápna). Z nejnovějších publikovaných údajů (www.maliweb.net) vyplývá, že roční dovoz cementu do Mali převyšuje objem 1,5 mil. t (z Pobřeží Slonoviny a ze Senegalu) při aktuální prodejní ceně kolem 150 EUR/t.

Jediná cementárna, uvedená do provozu v rámci sovětské pomoci v roce 1969 v Diamou (Kayes region) s kapacitou 50 tis. t cementu ročně byla zastavena v roce 1996, aniž by produkce v tomto období dosáhla její projektované kapacity (v roce 1970 vyprodukovala své maximum 36 345 t cementu, v roce 1996 pouze 15 480 t).

Nejblíže k zahájení produkce (plánováno je dosažení 1 mil. t cementu ročně) má nově budovaná cementárna Diamond cement Mali SA v blízkosti ložiska Astro (provincie Kayes)

s indickou majoritou (70 % indický Wacem, 22 % maliská vláda a 8 % maliští operátoři). V současné době podnik nemá hotovou rotační pec a produkuje cement z dováženého slínku, který prodává v Mali za dohodnutou cenu 87 500 CFA /t (cca 135 USD)²⁴.

Vzhledem k realizaci prioritního programu obnovy a modernizace infrastruktury země, doprovázeného řadou projektů bytové výstavby (státní a soukromé administrativní budovy, státem dotované sociální čtvrti v Bamaku) je nutno výstavbu cementárny / vápenky v Mali, založené na zpracování místních surovin vnímat jako jednu z pilotních výzev v sektoru průmyslu stavebních hmot.

Vápence a mramory, vhodné pro výrobu cementu a vápna, se na území Mali nacházejí ve 4 hlavních oblastech:

- v západním Mali mezi Kayes, Bafoulabé a Nioro (skupina Kiffa kambro-ordovického stáří),
- v centrálním Mali mezi Douentza, Hombori a Goundam (formace Irma skupiny Hombori),
- v severním Mali sev. od Taoudéni (stromatolické vápence skupiny El Mreiti-Hank),
- ve východním Mali podél údolí Tilemsi, sev. od Gao (až 20 m mocná poloha vápenců stáří svrchní křída - eocén).

Vzhledem k velmi problematické dopravní dostupnosti posledních dvou regionů s výskyty vápenců (sever a východ Mali) je jejich využití ve střednědobém horizontu možné pouze pro lokální potřebu.

Rozvoj cementářského průmyslu země musí v současné době vycházet z vyhodnocení potenciálu komunikačně dostupných surovinových zdrojů, lokalizovaných v západní a centrální části Mali.

V západním Mali bylo v minulosti prozkoumáno několik ložisek, lokalizovaných v blízkosti železnice Bamako – Dakar jv. od města Kayes v okolí vesnice Gangontéry (40 km od Bafoulabé) a Sélinkégni (28 km s. od Bafoulabé).

Na ložisku Gangontéry I (1,5 km sv. od stejnojmenné vesnice) bylo ověřeno 7,06 mil. t zásob o průměrném obsahu 52,23 % CaO a 1,14 % MgO. Od roku 1969 na něm probíhala těžba suroviny pro cementárnu v Diamou a za celé období její činnosti bylo odhadem vytěženo kolem 0,5 mil. t vápence.

4 km jv. od vesnice Gangontéry se nachází pravděpodobně nejvýznamnější ložisko vápenců regionu Kayes – Gangontéry III, nazývané také Astro. Představuje jej 150 m vysoký a 2 km dlouhý kopec o šířce 1,5 km. Prozkoumané zásoby byly vypočteny ve výši 19 mil. t a vyhledané zásoby dosahují 40 mil. t vápence, jehož kvalitativní parametry jsou poněkud horší než u ložiska Gangontéry I (45,0-53,2 % CaO, 0,7-3,02 % MgO). Toto ložisko je hlavní surovinový zdroj pro nově budovanou cementárnu Diamond cement Mali SA o roční kapacitě 1 000 tis. t cementu, jejíž výstavba dosud nebyla ukončena.

²⁴ <http://maliactu.net/mali-diamond-cement-mali-sa-une-cimenterie-ou-une-morgue-pour-les-travailleurs/>

Šedé dolomitické vápence na ložisku Sélinkégni jsou vzhledem k vysokým obsahům MgO (0,7-4,7 %) podle dostupných informací využitelné pouze pro výrobu vápna, případně jako dekorační kámen. Průzkumem bylo ověřeno 10,6 mil. t zásob, ložisko bylo po určitou dobu v omezené míře těženo a surovina byla zpracovávána v Bamaku na výrobu granito-mramorové dlažby a keramiky.

Ložisko Mandibaya (s. od Bafoulabé) má kvalitativně velmi vhodnou surovinu pro cementářské použití (obsah MgO < 3 %), ale pouze 3 mil. t zásob jsou ekonomicky využitelné. Ostatní ověřené zásoby neznámé výše mají velmi vysoký skrývkový poměr (> 1:1), který je v roce 1987 činil ekonomicky nevyužitelnými.

Ložisko Dinguira – Logo, které se nachází v blízkosti stejnojmenné železniční stanice, bylo po dlouhou dobu využíváno k těžbě vápence pro výrobu vápna. Zdejší šedavé vápence mají vysoké obsahy MgO (dolomitické mramory).

Na karbonátové horniny regionu Kayes byl rovněž zaměřen výše uvedený rozvojový projekt společnosti GET a DNGM, který si kromě revize všech ložisek a indicií karbonátových hornin kladl za cíl doověření a nové výpočty zásob/zdrojů karbonátových hornin v nejperspektivnějších plochách tak, aby bylo ve spádové oblasti zajištěno min. 50 mil. t volných zásob karbonátických surovin²⁵.

Na základě výsledků prognózního vyhodnocení se další práce soustředily do dvou nejperspektivnějších ploch s plošně rozsáhlejšími výskyty karbonátových surovin - **Sélinkégni a Nafadji**.

Ověřená tělesa karbonátových hornin v okolí vesnice Sélinkégni jsou velmi nehomogenní, a to jak vertikálně, tak horizontálně. Prostorově (pravděpodobně erozně) je celé těleso rozděleno na tři samostatné části, sev. část tělesa je rozsáhlejší a prostorově větší než části jižní. Mramory s vyšším obsahem CaO resp. CaCO₃ se vyskytují na severu v mocnostech kolem 12 až 22 m a to ve vývoji dvou poměrně samostatných zón – nadložní a podložní. Přibližně uprostřed je vyvinuta zóna dolomitických mramorů, místy až dolomitů o mocnosti od 13 až 27 m. Dolomity převládají v každé části bloku vždy na jihu. Ve dvou samostatných oblastech se nacházejí mramory vysoké bělosti, přesahující i 90 % R 457. Tento typ suroviny je v současnosti velmi žádaný, např. jako plniva a běliva do papírů, nátěrových hmot a plniva do plastů.

V celém území **Sélinkégni** bylo vyhledávacím průzkumem (2010-2011) ověřeno přes 47 mil. tun vyhledaných zásob karbonátů. Z nich pak:

- vápenců 11,4 mil. tun,
- dolomitických vápenců 7,9 mil. tun,
- vápnitých dolomitů pouze 1,6 mil. tun,
- dolomitů 26,3 mil. tun.

Poblíž ložiskové oblasti byla vybudována nová lateritová silnice Kati – Gangontéry – Kayes, která umožňuje využití části ověřených zásob vápenců v nově budované indické cementárně společnosti WACEM SARL, založené na těžbě a využití vápenců z blízkého, v minulosti

²⁵ Lhotský P. et al. (2012): *Vyhodnocení surovinového potenciálu stavebních surovin Mali pro surovinovou podporu rozvoje místní infrastruktury. - Závěrečná zpráva o realizaci projektu ZRS. MS MPO. Praha.*

ověřeného ložiska Gangontéry II - Astro. Perspektivitu ložiskové struktury Sélínkégni však negativně ovlivňuje skutečnost, že celá plocha severního tělesa je pokryta staršími prospekčními a těžebními licencemi na kámen a na zlato (firmy STONES SARL (drobná těžba mramorů pro výrobu umělého kamene v Bamaku) a COMIFA SA (zlato, žádné práce nebyly realizovány)).

V prostoru ložiskové oblasti **Nafadji** byla upřesněna pozice všech karbonátových těles v ploše cca 30 km². Geologickým mapováním bylo prokázáno propojení dílčích těles, nalezených v rámci prognózní etapy. Zjištěné mocnosti karbonátových hornin se pohybují ve vyšších desítkách metrů (v průměru 30-60 m), nejvyšší zjištěná mocnost přesahuje 80 m. V nadloží některých těles vystupují magmatické horniny doleritového složení, podloží tvoří slabě metamorfované sedimenty.

Celkový přehled zásob / zdrojů oblasti Nafadji je uveden v následující tabulce.

Nafadji – vyhledané zásoby	typ				celkem karbonátové suroviny (t)
	vápenec (t)	dolomitický vápenec (t)	vápnitý dolomit (t)	dolomit (t)	
Blok u vodopádu	0	5 901 550	0	7 084 000	12 985 550
Těleso východ	365 700	0	1 010 650	6 061 000	7 437 350
Hlavní těleso Sangaro	25 805 700	19 106 500	8 085 000	24 706 000	77 703 200
Celkem	26 171 400	25 008 050	9 095 650	37 851 000	98 126 100

Nafadji – prognózní zdroje	typ				celkem karbonátové suroviny (t)
	vápenec (t)	dolomitický vápenec (t)	vápnitý dolomit (t)	dolomit (t)	
Hlavní těleso Sangaro	100 197 030	65 239 025	17 847 088	0	183 283 143

Na nejperspektivnějším a největším tělese Sangaro jsou ověřeny vyhledané zásoby/zdroje v objemech:

- mramory 33,2 % (25,805 mil. tun),
- dolomitické vápence 24,6 % (19,106 mil. tun),
- vápnité dolomity pouze 10,4 % (8,0850 mil. tun),
- dolomity 31,8 % (24,706 mil. tun).

Kromě vyhledaných zásob/zdrojů ve vlastním tělese Sangaro byly dále v okolních tělesech a v podloží odhadnuty prognózní zdroje mramorů v množství 11,549 mil tun vápenců a dolomitických vápenců a 23,097 mil tun vápnitých dolomitů a dolomitů. V prognózních plochách mezi známými tělesy karbonátů se dále nachází dalších 103,392 mil. tun prognózních zásob. Stupeň ověření těchto zásob je nízký, a to z důvodu zakrytí terénu laterity, sutěmi doleritů, sprašemi a hlínami.

Výsledky průzkumných prací a provedených výpočtů zásob / zdrojů karbonátových surovin vycházely z podmínek využitelnosti v ČR využívaných ložisek a plně potvrdily vstupní indikátory definovaných cílů projektu, tj. že v zájmových plochách existují dosud nevyužívaná významná ložiska, představující primární materiálové vstupy pro projekty obnovy a rozvoje infrastruktury země. Jejich velikost a průmyslový význam je na ložisku Sélinkégni i Nafadji hraniční a případné budoucí využití je možné pouze za předpokladu existence výrobní kapacity (cementárny) v prostoru ložiska Astro u Sélinkégni a vybudování nutné infrastruktury (Nafadji). Při splnění těchto předpokladů lze životnost takové cementárny prodloužit těžbou těchto ložisek v závislosti na její výrobní kapacitě o cca 20-30 let.

V region Kayes je rovněž známa řada ložisek jílu, vhodných jako korekční cementářské materiály (Balandougou se zásobami 1,17 mil. t, Farako s 2,5 mil. t zásob atd.).

Nespornou výhodou ložisek vápenců a dolomitických vápenců v regionu Kayes je jejich dopravní dostupnost (zajišťující distribuci cementu a vápna) a skutečnost, že reprezentují nejbližší surovinové zdroje k hlavním odběratelům (Bamako cca 500 km železnice, silnice, povrchové zlaté doly jako hlavní odběratelé vápna v ročních objemech kolem 1 mil. t se nacházejí 100-200 km j. a jz.).

V centrálním Mali jsou nejvýznamnější ložiska vápenců vázána na horizont formace Irma, patřící do skupiny Hombori (Bah-el-Héri, Mécoré, Dinamou).

Na ložisku Bah-el-Héri se vápence nacházejí na břehu jezera Télé, vzdáleném 20 km od Goundamu (resp. 50 km od řeky Niger). Geologickým průzkumem bylo ověřeno 9,37 mil. t zásob vápenců o průměrné mocnosti 45m, které jsou částečně dolomitizované (průměrné obsahy 50,9 % CaO, 2,6 % MgO, 0,3 % Fe₂O₃, 4,2 % SiO₂). Dolomitické vápence s vyšším obsahem MgO (8 %) jsou vhodné pro výrobu vápna.

16 km j. od Goundamu se nachází ložisko Mécoré, které reprezentuje pokračování pruhu vápenců Bah-el-Héri. Poloha vápenců má průměrnou mocnost 90 m a je uložena téměř vertikálně. Vyhledané zásoby ve výši 2,24 mil. t jsou vhodné pro výrobu cementu (49,8 % CaO, 2,6 % MgO, 4,2 % SiO₂).

Ložisko Dinamou se nachází 30 km s. od vesnice Hombori, komunikačně je dostupné ze silnice Gao – Mopti. Převážně černé, šedé a červené vápence s žilkami kalcitu se nacházejí v přibližně 2,5 km širokém pruhu. Jsou vhodné jako cementářská surovina, mohou být použitelné i pro výrobu leštěných desek a dekoračních předmětů. Tento pruh vápenců lze v terénu sledovat na vzdálenost více než 200 km. V záp. pokračování, přibližně 50 km od obce Douentza v blízkosti silnice Gao – Mopti se nachází ložisko dolomitu Douentza s obsahem MgO kolem 20 % a CaO 30 %.

Dolomitické vápence a dolomity vhodné pro výrobu vápna (12-25 % MgO) jsou rovněž známy z okolí vesnice Finana, j. od Dioila (vých. od Bamaka).

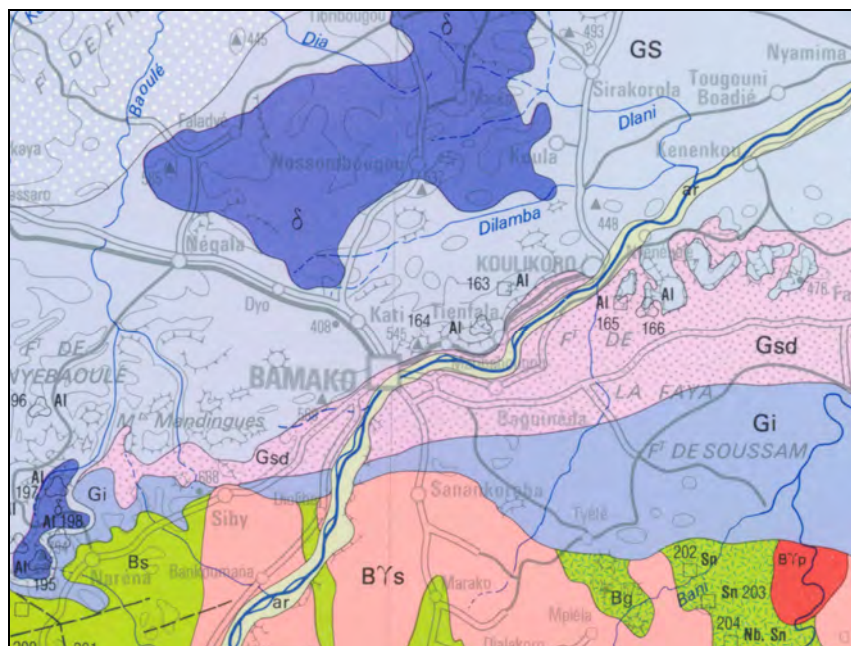
7.3.2 Drcené kamenivo, kámen pro hrubou a ušlechtilou kam. výrobu

Tato skupina stavebních surovin vzhledem k velmi pestré geologické stavbě země reprezentuje petrograficky širokou horninovou škálu, jejíž význam je nejen lokální (drcené kamenivo), ale v některých případech i celostátní (kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu).

Současný stav využívání zdrojů stavebního kamene v Mali je velmi neuspokojivý, a to především z důvodu jejich nedostatečného ověření a absence moderních těžebních a úpravárenských kapacit. Těžba je až na výjimky prováděna ručně či za pomoci jednoduchých střelných prací malého rozsahu, kámen je ručně rozbíjen a tříděn na požadovanou velikost, deponován na skládky a odtud dopravován ke spotřebitelům.

Přehledná geologická mapa širšího okolí Bamaka – (výřez z geol. mapy Mali 1:1 000 000, DNGM 1980)

Vysvětlivky: GS, Gi, Gsd – metamorfity, metasedimenty, Bγs – granitoidy, δ - dolerity



Ve vazbě na vymezenou zájmovou oblast řešení a lokální význam zdrojů drceného kameniva se omezíme na popis současného stavu v širším okolí sídelní aglomerace Bamako.

Geologická stavba zájmového území je poměrně pestrá a v jejím rámci lze vyčlenit několik petrograficky odlišných horninových typů, které jsou svými vlastnostmi vhodné na výrobu drceného kameniva a na využití pro hrubou kamenickou výrobu. Na výřezu z geologické mapy Mali (viz obr. výše) je vidět, že širší okolí celé aglomerace budují metamorfické horniny, magmatické granitoidní intruze (jižní část) a plošně poměrně rozsáhlé svrchnokřídové intruze doleritů (s. a sz. část).

Bezprostředně v periferních oblastech Bamaka jsou řekou Niger obnaženy ploše uložené regionálně metamorfované horniny skupiny Souroukoto svrchně proterozoického až spodně paleozoického stáří, tvořené převážně slídnatými kvarcity a různými typy rul. Hlavně odolné kvarcity jsou primitivně těženy drobnými lůmkami na řadě výchozů z. od města Bamako a slouží jako málo kvalitní místní zdroj drceného kameniva a kamenné dlažby.

Subhorizontálně uložené výchozy slídnatých kvarcitů západně od Bamaka

lokální zdroj stavebního kamene a kamene pro hrubou kamenickou výrobu (foto GET s.r.o., 09/2007)



Surovina je domorodým obyvatelstvem na výchozech rozpojována ručně (pomocí krumpáčů, palic a páčidel – viz obr. výše), ve velmi malé míře i s využitím střelných prací malého rozsahu. Získaný materiál je dále ručně zpracováván (rozbíjen) na požadovaný sortiment (hrubý štěrk, dlažební kámen), ukládán na deponie a odtud distribuován odběrateli. Údaje o výši produkce nejsou známy, z rozsahu a intenzity prací lze odvodit, že těžba v jednotlivých lůmcích nepřesahuje první stovky tun ročně.

Nejbližší (a z dostupných informací jediný) mechanizovaný lom se nachází v lokalitě Tchenou vzdálené cca 15 km sz. od Kati (cca 40 km od Bamaka), byl založen v roce 2004 a je provozován senegalskou společností Somecar Sarl. se sídlem v Bamaku.

Jednoetážový jámový lom o rozměrech přibližně 100 x 100 x 20 m je poměrně nešťastně založen v morfologické elevaci necelé 3 km s. od nové asfaltové silnice Kati – Kita. Celé těleso tvoří svrchnokřídové jemnozrnné dolerity šedé barvy, které mají dobrou kvádrovitou odlučnost (viz foto níže - bloky 0,5-2,0 m).

Surovina je v lomu rozpojována s pomocí clonových odstřelů a lomového bouracího kladiva Caterpillar (nástavba pásového bagru CAT 320), pásovým bagrem CAT 330 nakládána na nákladní vozy a dopravována na drticí a třídící linku, která se nachází ve vzdálenosti cca 1 km, kde jsou produkovány šterkodrtě, používané pro výrobu asfaltových směsí pro nově rekonstruovanou silnici z Kati do Kity (projekt financovaný EU).

Ložisko stavebního kamene Tchenou sz. od Bamaka – dobře viditelná hrubá blokovitost doleritu a nepravidelné skrývky, tvořené laterity (GET s.r.o, září 2007)



Nevhodné založení lomu (jámový o jedné etáži) se negativně projevuje na práci nejen v období dešťů, kdy dochází k zaplavení dna vodou, ale bude klást zvýšené finanční nároky i na jeho případné rozšíření. Nedostatkem je rovněž nedokonalé provádění skrývek nadložních lateritů, které se mísí s těženou surovinou a znehodnocují ji. Na druhou stranu dobrá blokovitost doleritu s velkou pravděpodobností umožňuje vyšší zhodnocení části suroviny – výroba nedostatkových a v Bamaku žádaných produktů hrubé kamenické výroby (obrubníky, dlažební kostky).

V rámci rozvojového projektu „Vyhodnocení surovinového potenciálu stavebních surovin Mali pro surovinovou podporu rozvoje místní infrastruktury“ proběhlo komplexní prognózní ocenění širšího okolí Bamaka na drcené kamenivo, v jehož rámci bylo mj. nalezeno doleritové těleso v blízkosti obce Sokolombougou, s. od Kati.

Provedeným průzkumem a výsledky výpočtu zásob byl jednoznačně potvrzen průmyslový význam tohoto **ložiska doleritů Sokolombougou**²⁶ jako zdroje kvalitního drceného kamene

²⁶ Nekl M. et al. (2011): *Prospection géologique complémentaire du gisement de Sokolombougou. Étape 2011.* MS DNGM. Bamako.

pro celou sídelní aglomeraci hlavního města Bamako. Ověřené zásoby jsou vzhledem k příznivým ložiskovým a hydrogeologickým poměrům, malé mocnosti skrývky, vyhovující technologické kvalitě suroviny, vhodnosti použití a nepřítomnosti střetů zájmů zcela využitelné. Na ložisku nepředpokládáme v souvislosti s jeho navrženou otvirkou stěnovým lomem a zpracováním suroviny v místě (semimobilní drtící linka) významnější střety zájmů. Určitý střet zájmů by mohl nastat v souvislosti se záborem zemědělsky využívané půdy pro těžbu (lateritické půdy nacházející se nad bloky zásob však nejsou vhodné pro zemědělskou produkci) a také v souvislosti s předpokládaným nárůstem objemu nákladní dopravy suroviny na silnici Bamako – Kati – Mourdiah.

Na ložisku Sokolombougou bylo na základě vyhodnocení výsledků provedeného průzkumu celkem vypočteno více než 70 mil. m³ stavebního kamene (doleritu) v kategorii vyhledaných zásob (viz tabulka níže). Další prognózní zásoby (blok P1) v podloží ložiska - bloku 3TB byly celkem vyčísleny na 83 609 786 m³.

Blok zásob	Celková kubatura bloku zásob	Strop/báze výpočtu zásob	Plocha bloku zásob	Průměrná mocnost skrývky	Kubatura skrývky	Průměrná mocnost suroviny	Kubatura suroviny
	(m ³)	(m n.m.)	(m ²)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)
Zásoby vyhledané bilanční volné							
1TB	4 576 124	terén/380	212 796	1,5	319 194	20,0	4 256 930
2TB	51 154 498	terén/370	2 154 655	1,5	3 231 983	22,2	47 922 515
3TB	18 989 962	terén/470	739 739	1,0	739 739	24,7	18 250 223
Celkem	74 720 854		3 107 190	1,4	4 290 916	22,7	70 429 938
Zásoby prognózní							
P1	87 549 322	470/380	984 884	4,0	3 939 536	84,9	83 609 786

Jižně a jihozápadně od Bamaka vystupují na velké ploše tělesa proterozoických granitů různého petrografického složení. Tyto horniny mohou být velmi vhodným zdrojem nejen drceného kameniva, ale v případě dobré blokovitosti i kameniva pro hrubou, případně ušlechtilou kamenickou výrobu. Jejich současná úroveň prozkoumanosti je velmi nízká; v celém území bylo provedeno pouze prognózní ocenění výchozových partií žul v okolí Sibi (Siby) 45 km jz. od Bamaka mezi silnicí Bamako – Sibi (Guinea) a řekou Niger. Zásoby nebyly odhadnuty, ačkoliv se jedná o snadno těžitelné velké ložisko granitů bez nutnosti provádění rozsáhlých skrývkových prací.

7.3.3 Písky, štěrkopísky

Písky a štěrkopísky představují základní stavební suroviny a jsou vyžívány v celé řadě stavebních materiálů a aplikací (betony, zdící prvky, omítky atd.), které vyžadují odlišné kvalitativní parametry. Vzhledem k dynamickému rozvoji infrastruktury a sídelní vybavenosti celé aglomerace kolem hlavního města Bamako jsou již nyní deficitní a ceny neúměrně vysoké (viz níže). Jejich spotřeba dále výrazně roste a i do budoucna je nutno očekávat vysokou poptávku a z toho plynoucí vyšší ceny.

Hlavní zdroje písků a štěrkopísků Mali v současné době představují aluviální náplavy dvou největších řek – Nigeru a Senegalu, přičemž písky Nigeru jsou prakticky jediným zdrojem těženého kameniva pro Bamako a okolí. Jejich těžba v současné době vzhledem k vyčerpání bližších zdrojů probíhá ve vzdálenosti 50-60 jz. km od Bamaka po proudu Nigeru z říčního koryta u města Koulikoro, resp. proti proudu Nigeru v oblasti Bankoubana - Dioliba a je velmi primitivní (písčité říční sedimenty se dobývají ručně v řece do košů a nakládají na dřevěné domorodé lodě). Natěžené písky jsou dopravovány na několik deponií na levém břehu Nigeru na periferii Bamaka a část z nich je ručně sítována (kátrována) na hrubý a jemnější podíl, který je odběratelům prodáván odděleně (viz foto).

Bamako - ruční nakládka říčních písků na deponii u řeky Niger (GET s.r.o., září 2007)



Tyto písky mají velmi variabilní obsahy nežádoucích příměsí a škodlivin (zvýšená jílovitost, obsah humózních částic a lateritických úlomků), takže jejich použití je pro výrobu kvalitních betonů problematické. V této souvislosti je nutno uvést, že v Mali sice formálně existují kvalitativní normy na stavební suroviny (francouzského původu z roku 1960), ale jejich dodržování není nijak kontrolováno.

V rámci rozvojového projektu „Vyhodnocení surovinového potenciálu stavebních surovin Mali pro surovinovou podporu rozvoje místní infrastruktury“ proběhlo komplexní prognózní

ocenění širšího okolí Bamaka zaměřené na identifikaci prognózních zdrojů písků a štěrkopísků s parametry, umožňujícími jejich průmyslovou těžbu a úpravu v ročních objemech produkce cca 500 000 t (tj. prognózní zdroje s předpokládanými objemy suroviny nad 5 mil. m³, zajišťující při výše uvedené roční produkci životnost zásob na cca 20 let).

Následným vyhledávacím a podrobným průzkumem byla dále ověřena vymezená prognózní plocha Kirina cca 40 km jihozápadně od centra Bamaka a cca 2,5 km jihovýchodně od obce Kirina, v prostoru mezi aluviální plošinou a tokem řeky Niger²⁷. V rámci první vyhledávací etapy průzkumu v roce 2010 bylo na ložisku Kirina na ploše 2 344 121 m² vypočteno celkem 6 155 488 m³ geologických zásob štěrkopísku při průměrné mocnosti suroviny 2,6 m.

V roce 2012 byl novým výpočtem zásob celkový objem vyčíslených zásob mírně modifikován, a to z následujících důvodů:

- objem zásob v prostoru recentní aluviální pláže zajišťuje maliskou stranou požadovanou životnost ložiska cca 20 let při předpokládaných ročních objemech kolem 500 tis. t,
- plocha, ve které jsou zásoby klasifikovány jako prozkoumané bilanční volné, je bez střetů zájmů a zásoby jsou bez skrývek. Plocha s těmito prozkoumanými zásobami se omezila pouze na recentní aluviální pláž o velikosti 2,335 km²,
- z provedených vrtných prací byla zjištěna poměrně detailní morfologie skalního podloží, a tím i upřesněna mocnost jak pískové, tak i štěrkové suroviny (zvýšení stupně prozkoumanosti),
- provedenými novými technologickými zkouškami byla ověřena a potvrzena vhodnost veškeré suroviny v prostoru recentní pláže a paralelního říčního ramene jako suroviny široce využitelné jako kameniva do betonů ve frakcích 0-4, 4-8, 8-16 a 16-32 mm, případně jako kameniva do maltových směsí.

Celkový přehled prozkoumaných volných zásob ložiska Kirina se stavem k 10. 10. 2012 je uveden v následující tabulce:

Blok číslo	Plocha (m ²)	Průměrné mocnosti (m)		Kubatura (m ³)	
		písků	štěrků	písků	štěrků
1	486 228	2,75	0,40	1 337 127	194 491
2	376 978	2,72	0,27	1 025 380	101 784
3	454 103	2,28	0,33	1 035 355	149 854
4	446 493	1,72	0,39	767 968	174 132
5	347 713	2,32	0,29	806 694	100 837
6	223 403	2,84	0,44	634 465	98 297
celkem	2 334 918			5 606 989	819 396

²⁷ Havránek J. et al. (2010): *La prospection de la présence du gravier dans le bassin de fleuve Niger de la zone de chalandise de Bamako – les localités prometteuses concernées: Kirina, Kolé et Koulikoro. Étape 2010. – MS DNGM. Bamako.*

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že průzkumné geologické práce provedené v letech 2010 až 2012 ověřily dostatečně množství a kvalitu zásob ložiska. Roční kapacita těžby (Vrána et al. 2012a)²⁸ je uvažována ve výši cca 350-400 tis. tun. Životnost zásob (celkem 5 607 tis. m³ písků a 819 tis. m³ štěrků geologických, resp. vytěžitelných zásob) je při uvedené kapacitě cca 26-27 let. Uvedená doba je však pouze předpokládaná a bude závislá od roční produkce, která bude korespondovat s potřebami trhu v dané oblasti.

Dobývání bude realizováno pomocí lopatových rýpadel s ramenem přizpůsobeným mocnosti suroviny (průměrná mocnost suroviny je cca 2,8 m). Těžba suroviny probíhat jedním těžebním řezem. Pro transport suroviny k násypce technologické linky budou přednostně využívány nákladní automobily (alternativně je možné využít dopravníky).

Zpracovaná předběžná studie proveditelnosti (Vrána 2012)²⁹ ověřuje a shrnuje možnosti realizace výstavby a provozu těžebního závodu (lomu) z hlediska územně-technických, sociálně ekonomických a environmentálních podmínek a vlastností dotčeného území. Vedle uvedeného shrnutí studie dále obsahuje:

- výčet významných vlivů záměru na obyvatelstvo a složky životního prostředí
- identifikace vyvolaných investic
- analýzu aspektů spojených s realizací záměru

Výstavba a provoz těžebního závodu (lomu) významnou měrou přispěje k rozvoji oblasti. Dojde k využití místního zdroje nerostné suroviny a jeho zhodnocení (výroba a distribuce betonu). Přímá saturace stavebního průmyslu v hlavním městě Bamako zajistí minimalizaci negativních doprovodných vlivů, které s sebou nese přeprava surovin na větší vzdálenosti (přepravní náklady významným způsobem ovlivňují cenu surovin, vliv na životní prostředí – hluk a prach z automobilové přepravy).

²⁸ VRÁNA O. et al. (2012): *Étude d'extraction – Gisement des graviers de Kirina (region de Koulikoro)*. – MS DNGM. Bamako.

²⁹ VRÁNA O. et al. (2012): *Étude préliminaire de faisabilité (prefeasibility study) KIRINA (region de Koulikoro)*. – MS DNGM. Bamako.