

## प्रतिकूल वातावरण में जल संसाधन संरचनाओं का निर्माण - एक चुनौतीपूर्ण कार्य

राजेन्द्र प्रसाद पाठक

कच्छल प्रभाकर

मुरारी रत्नम

ऐ०के० धवन

केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला  
नई दिल्ली

### सारांश

भारत की अधिकतर जल संसाधन विकास परियोजनाएं उत्तर एवं उत्तर पूर्व के राज्यों में चल रही हैं। यह क्षेत्र हिमाचल पर्वत श्रंखला के अन्तर्गत आता है तथा एक नवोदित पर्वत श्रृंखला होने के कारण यह क्षेत्र कई भूगर्भीय आश्चर्यों से युक्त है, जो कि जल संसाधन परियोजनाओं के निर्माण में बाधा डालती है। मेघालय राज्य के जैन्तिया हिल्स जनपद में मिन्टडू नदी पर प्रस्तावित मिन्टडू-लेस्का जल विद्युत परियोजना (84 मेगावाट) को पर्यावरण मंत्रालय सहित अन्य संबद्ध विभागों द्वारा मंजूदी दे दी गयी है। इस परियोजना में 59 मी० ऊँचे बांध 3.667 किमी लम्बी सुरंग पेनस्टोक्स एवं पावर हाऊस का निर्माण किया जाना है। यह पर्वतीय क्षेत्र कोयला निक्षेप के लिए प्रसिद्ध है, यहां पर सतही कोयला खनन वैज्ञानिक तरीकों के विपरीत किया जा रहा है। इन खदानों से निकलने वाला अम्लीय खदान अपवहन (ए०एम०डी) सीधे मिन्टडू नदी में आता है। जिसकी वजह से नदी जल अम्लीय हो गया है। इन प्रतिकूल परिस्थितियों में कंक्रीट संरचनाओं का निर्माण करना सिविल अभियन्ताओं के लिए एक चुनौती-पूर्ण कार्य है। इस संबंध में केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, नई दिल्ली द्वारा किये गये जल गुणवत्ता प्रेक्षण के आधार पर विशेष सीमेन्ट के प्रयोग तथा जल गुणवत्ता में सुधार हेतु जल ग्रहण क्षेत्र में कुछ स्थानों पर चूना उपचार के सुझाव दिये गये हैं।

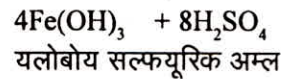
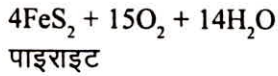
### 1. प्रस्तावना :

जल संसाधन बहुत भारत का पूर्वोत्तर क्षेत्र आर्थिक दृष्टि से अत्यन्त पिछड़ा है। इसका मुख्य कारण जल संसाधन के इष्टतम दोहन एवं उचित प्रबंधन का अभाव है। यह मुख्यतः विशाल पर्वतीय भू भाग है जो उत्तर में हिमाच्छादित हिमालय से शुरू होता है। समतल भूमि आसाम, त्रिपुरा तथा मणिपुर में ही पायी जाती है और बाकी चार राज्य पूरी तरह पहाड़ी हैं। यह क्षेत्र अधिकतम वर्षापात क्षेत्र है। विश्व में सबसे अधिक वर्षा का स्थान जगत प्रसिद्ध चेरापूंजी इसी क्षेत्र में अवस्थित है। यह क्षेत्र प्रचुर जल सम्पदा से संपन्न है परन्तु उचित जल प्रबंधन के अभाव में कुछ क्षेत्रों में गर्मी के दिनों में पानी की भयंकर कमी तथा मैदानी क्षेत्रों में वर्षाऋतु में बाढ़ की समस्या रहती है। इस क्षेत्र में केन्द्र तथा राज्य सरकारों द्वारा जल संसाधन विकास के लिए कई परियोजनाओं पर विचार किया जा रहा है। मेघालय राज्य विद्युत परिषद

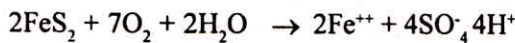
द्वारा जैन्तिया पहाड़ी जनपद में मिन्टडु, लामू एवं लाची की नदियों के संगम स्थल के पास प्रस्तावित 84 मेगावाट की परियोजना केन्द्र सहित राज्यों के सभी विभागों द्वारा सशर्त स्वीकृति दे दी गयी है। इस विषय में मुख्य रूप से पर्यावरण प्रबंधन पर ध्यान दिया जाना आवश्यक है। इस परियोजना का समस्त जलग्रहण क्षेत्र (चित्र 1) 350 वर्ग किमी में फैला है तथा प्रस्तावित परियोजना क्षेत्र 181.16 हैक्टेयर तक सीमित है। भौगोलिक दृष्टि से यह भू-भाग पहाड़ियों से युक्त है जिनकी ऊँचाई समुद्र तल से 565 मीटर से 1372 मीटर के लगभग है। इस क्षेत्र में औसत वार्षिक वर्षा भी लगभग 7630 मिमी. होती है। इस क्षेत्र में पहाड़ी ढलान में पानी का वहाव तेजी से होने के कारण मृदा अपरदन कम होता है। जल ग्रहण क्षेत्र में कुछ स्थानों पर कोयले के भण्डार हैं जिनसे कोयले का उत्पादन भी किया जा रहा है। जल ग्रहण क्षेत्र में कोयला खदानों से कोयला खनन तथा खदानों से निकाले गये कोयले के पाटने वाले स्थानों से निकलने वाला अम्लीय खदान अपवाहन नदी एवं नालों की जलगुणवत्ता को प्रभावित कर रहा है। जलगुणवत्ता में गिरावट के कारण नदी जल में जलीय जीवन भी न के बराबर है। जल की गुणवत्ता में परिवर्तन इस नदी पर बांध के निर्माण तथा खदानों से निकलने वाले अम्लीय जल का उपचार करने से ही संभव है। परन्तु इस अम्लीय जल में कंक्रीट बांध का निर्माण कार्य भी एक चुनौतीपूर्ण विषय है। इस प्रपत्र में नदी जल की गुणवत्ता सुधारने एवं कंक्रीट बांध के निर्माण हेतु दिये गये सुझावों का वर्णन किया गया है।

## 2. अम्लीय खदान अपवाहन (ए०एम०डी०) तथा इसका उपचार :

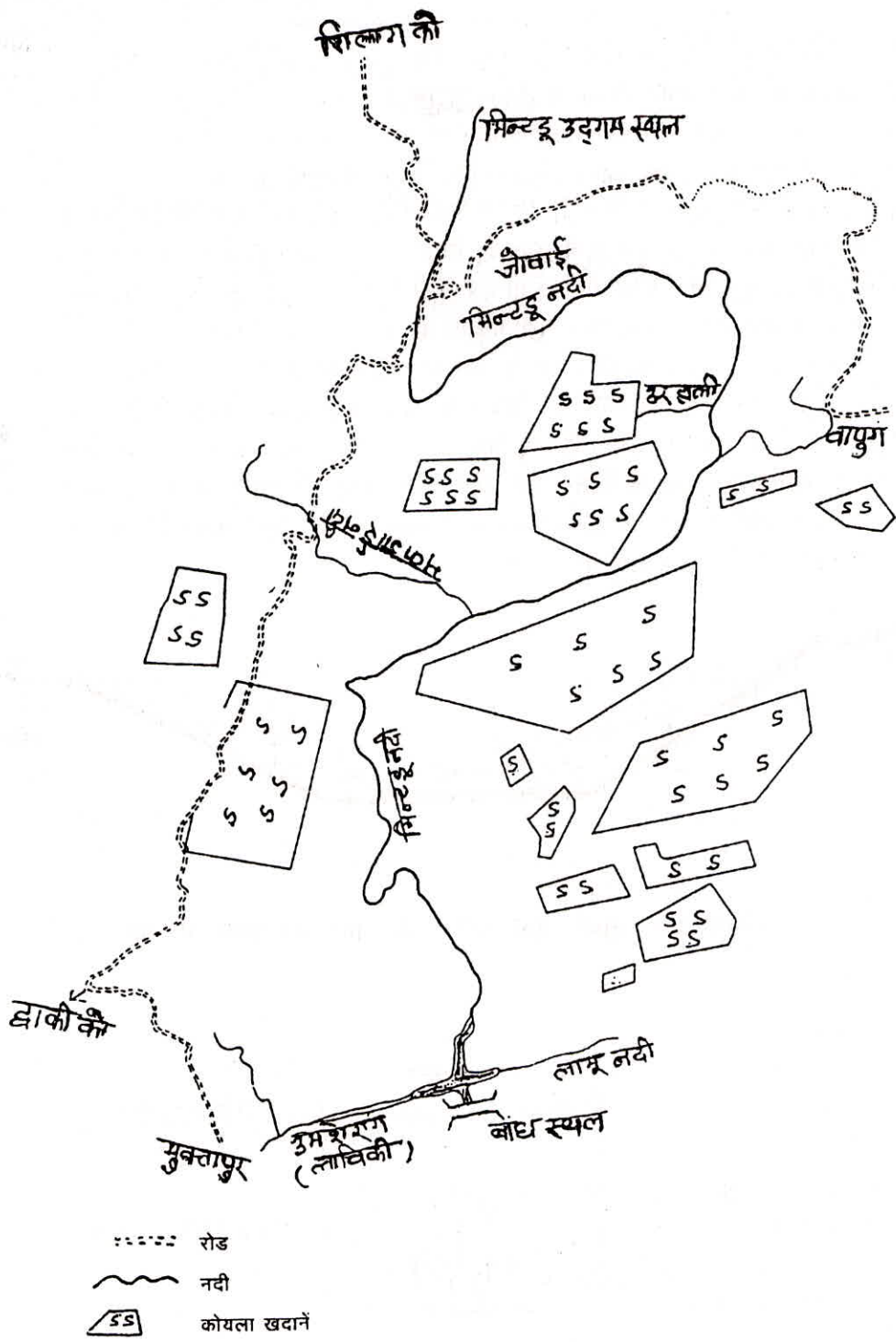
सतही अथवा गहरी खदानों से निकलने वाले अपवाह को जिसमें अम्लियता एवं घुलनशील धातुओं की मात्रा बहुत अधिक होती है, को अम्लीय खदान अपवाहन कहते हैं। ए०एम०डी० की संभावना की प्रक्रिया भूविज्ञान, जलविज्ञान एवं खनन में प्रयोग की जा रही तकनीक पर निर्भर करता है। यह प्रक्रिया जटिल भू रासायनिक तथा सूक्ष्म जीवाणुओं के द्वारा संचालित होती है। कोयले में आयरन पाइराइट मिनरल जब जल के सम्पर्क में आते हैं तो सल्फ्यूरिक अम्ल तथा घुलनशील धातुओं का उत्पादन करते हैं। यह रासायनिक प्रक्रियायें इस प्रकार संपादित होती हैं।



उपरोक्त प्रतिक्रिया में एक अणु पाइराइट आक्सीकृत होकर दो अणु अम्लीयता के उत्पन्न करता है



विश्व में अधिकतर खनन से जुड़ी कम्पनियां रासायनिक उपचार को प्रयोग करते हैं। इन रासायनिक उपचारों में अम्लीयता को क्षारीय रसायन जैसे कि  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  या एनहाइड्रस  $\text{NH}_3$  के द्वारा उभयोरोध किया जाता है। ये रसायन पी एच को एक स्तर तक बढ़ा देते हैं जिससे कि धातुओं की घुलनशीलता कम हो जाती है तथा अवक्षेप के रूप में नीचे बैठ जाते हैं। ये रसायन बहुत महंगे साबित होते हैं, इनके द्वारा उत्पादित धातुयुक्त आपक के निपटान में समस्या आती है तथा जल गुणवत्ता अत्यधिक क्षारीय हो जाती है।

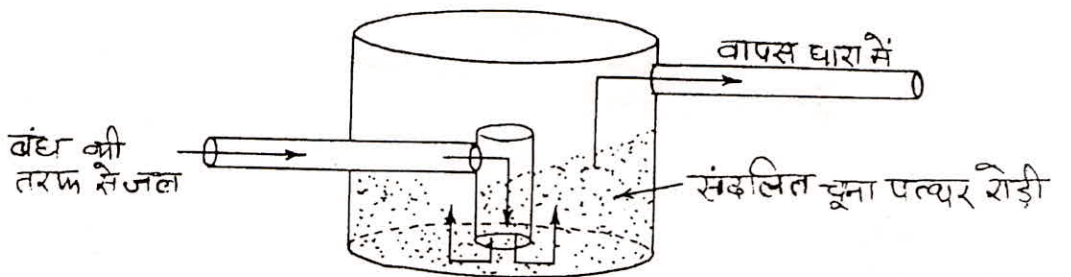


चित्र 1 : मिन्दरू नदी का जल ग्रहण क्षेत्र

सन् 1978 के बाद कई निश्चेष्ट उपचार की तकनीक प्रकाश में आयी। सर्वप्रथम प्राकृतिक स्फेग्नम मोस का प्रयोग कर जल की गुणवत्ता को सुधारा गया। यह विधि परिस्थितिकी पर कोई विपरीत प्रभाव नहीं डालती, परन्तु इस विधि की अपनी सीमायें हैं। निश्चेष्ट उपचार में प्रयोग की जाने वाली अन्य विधि खुला चूने पत्थर के मार्ग का निर्माण कर आसानी से उपचार किया जा सकता है। खुला चूना पत्थर का मार्ग दो तरीकों से बनाया जा सकता है। प्रथम विधि में चूने के पत्थर से एक अपवहन गड्ढे का निर्माण किया जाता है तथा इस गड्ढे में ए एम डी को संग्रह किया जाता है। दूसरी विधि में चूने के पत्थरों को एक प्रभावित नाला/धारा में रख दिया जाता है। जिससे चूने के पत्थरों को घुलते रहने के कारण पानी में क्षारीयता बढ़ जाती है। जिससे पी एच भी बढ़ जाती है परन्तु  $FeCO_3$  तथा  $Fe(OH)_3$  अवक्षेपों के चूने के पत्थरों की सतह पर जम जाने से उदासीनीकरण की यह प्रक्रिया धीमी पड़ जाती है अतः अधिक मात्रा में चूने के पत्थरों की आवश्यकता पड़ती है। जल का तीव्र प्रवाह एवं जल की अस्थिरता इस विधि को अधिक कारगर बनाती है। इस विधि को चित्र 2 में दर्शाया गया है। पथान्तर कुओं का निर्माण भी जल की क्षारीयता बढ़ाने का एक उपाय है। इस विधि में जल को एक पाईप के द्वारा डाऊन स्ट्रीम में निर्मित कुएँ में प्रवाहित किया जाता है जिसमें छोटे-छोटे टुकड़ों में चूने के पत्थरों को रखा जाता है, पाईप के द्वारा अपवहन प्रवाहित करने से जल पूरी शक्ति के साथ कुएँ में आता है तथा जल को अस्थिर रखता है। इस विधि को चित्र 3 में दर्शाया गया है।



चित्र 2 : खुला चूना पत्थर का मार्ग का क्रॉस सेक्सन



चित्र 3 : पथान्तर कुवें का योजनाबद्ध दृश्य

मिन्टडू लेस्क जल विद्युत परियोजना के भौगोलिक संरचना के आधार पर खुला चूना पत्थर के मार्गों के द्वारा उपचार का सुझाव दिया गया है इसमें मुख्य रूप से उरहाली तथा वापुग नाला पर उपचार किया जाना बहुत आवश्यक है।

### 3. मिन्टडू नदी जल एवं इसकी सहायक नदियों के जल की गुणता :

जल गुणवत्ता से संबंधित कुछ मुख्य परीक्षणों के परिणाम सारिणी -1 में दिये गये हैं।

### 4. अम्लीय नदी जल का कंक्रीट बांध पर पड़ने वाला दूरगामी प्रभाव एवं उपचारी उपाय :

सारिणी -1 में नदी जल के परीक्षण परिणामों से पता चलता है कि बांध स्थल पर मिन्टडू नदी का जल कंक्रीट के निर्माण (मिक्सिंग एवं क्यूरिंग) हेतु अनुपयुक्त है। परन्तु लामू एवं लाचिकी सहायक नदियों का जल निर्माण हेतु उपयुक्त है। जल की पी एच संख्या 6.0 से अधिक ही कंक्रीट के लिए उपयुक्त होती है। अम्लीय खदान अपवहनों से सल्फ्युरिक अम्ल का नदी जल से मिश्रण होने के बाद भी सल्फेट की मात्रा नदी जल में न के बराबर है। अतः कंक्रीट सल्फेट की प्रतिक्रिया

तालिका 1 : जल गुणवत्ता के परीक्षण परिणाम

जल नमूने की अवस्थिति	परीक्षण का नाम						
	पी एच	सल्फेट, पी पी एम	केल्शियम पी पी एम	मैग्नीशियम पी पी एम	अमोनियम पी पी एम	क्लोराईड पी पी एम	अम्लीयता (केल्शियम कार्बोनेट) पी पी एम
मिन्टडू नदी, बांध स्थल	4.86	16.1	2.0	3.8	0.0	1.4	12.2
लामू	7.34	7.9	10.0	2.2	0.0	1.5	5.8
मिन्टडू नदी लामू एवं लाचिकी से मिलने से पूर्व	4.21	8.1	2.8	1.4	0.0	1.3	17.0
लाचिकी (उमरसेरागं)	7.32	8.6	6.8	2.2	0.0	1.7	4.4
बन्द कोयला खदान	2.43	85.3	2.4	3.4	0.0	0.8	149.3
उरहाली	2.86	19.9	1.6	1.2	0.0	1.2	62.1
मिन्टडू नदी उरहाली से मिलने के बाद	5.18	6.8	2.0	1.7	0.0	2.8	7.9
मकजाई	6.02	0.0	2.0	1.9	0.0	1.3	6.5
शांगफू लोहे का पुल	3.31	5.1	1.2	1.0	0.0	1.1	24.8
वापुगं वार्ड किनारे	5.73	26.4	5.6	7.1	0.0	3.0	18.6
मिन्टडू नदी स्रोत स्थान पर	6.77	0.0	2.8	1.9	0.0	2.1	6.8

से मुक्त रहेगा। सभी अन्तर्राष्ट्रीय मानकों के अध्ययन जिनमें मुख्यतः युनाईटेड स्टेट्स ब्यूरो आफ रिक्लेमेशन, फ्रेन्च नेशनल कोड पी 18, इन्टरनेशनल कमीशन आन लार्ज डेम्स बुलेटिन- 71 तथा भारतीय मानक आई एस: 456 के अनुसार परीक्षण परिणामों की व्याख्या करने से पता चलता है कि कंक्रीट के सम्पर्क में आने पर यह जल कंक्रीट को लीचिंग प्रक्रिया द्वारा नष्ट कर देगा। अतः जहां सामान्य परिस्थितियों में साधारण पोर्टलेन्ड सीमेन्ट का प्रयोग होता है वहीं इन प्रतिकूल परिस्थितियों में ब्लेन्डेड सीमेन्ट जैसे कि पोर्टलेन्ड पोजोलाना सीमेन्ट, पोर्टलेन्ड स्लेग सीमेन्ट तथा सिलिका फ्यूम युक्त साधारण पोर्टलेन्ड सीमेन्ट का प्रयोग उपयोगी साबित होगा।

#### 5. निष्कर्ष एवं अनुमोदन :

नदी जल के अम्लीय होने के कारण कंक्रीट पर पड़ने वाले दुष्प्रभावों के लिए बचाव के उपाय करना आवश्यक है। जल ग्रहण क्षेत्र में जल की गुणवत्ता को सुधारने के लिए कुछ स्थानों पर चूने के पत्थरों द्वारा उपचार किया जाना आवश्यक है। नदी जल की औसत अम्लता को पी एच 4.0 मानते हुए कंक्रीट के लिए बहुत खतरनाक समझा जाना चाहिए अतः इससे बचाव के लिए निम्न उपाय किये जाने आवश्यक है :-

- (1) अच्छे घनत्व का कंक्रीट
- (2) भारतीय मानक आई एस 456-2000 में सारिणी 5, 6 एवं 7 के अनुसार न्यूनतम सीमेंट की मात्रा, प्लेन कंक्रीट के लिए 260-300 कि०ग्रा० प्रति घन मीटर तथा प्रतिबलित कंक्रीट के लिए 340 कि०ग्रा० प्रति घन मीटर प्रयोग की जानी चाहिए।

तालिका 2 : परीक्षण परिणामों की व्याख्या

जल नमूने की अवस्थिति	लेन्जिलियर सूचकांक के आधार पर आक्रामकता का स्तर (आई सी ओ एल डी - 71)	फ्रेन्च नेशनल मानक पी 18-011 - मई 1985के आधार पर आक्रामकता का स्तर *
मिन्टडू नदी, बांध स्थल	अत्यधिक आक्रामक	आक्रामक
लामू	अत्यधिक आक्रामक	सामान्य
मिन्टडू नदी लामू एवं लाधिकी से मिलने से पूर्व	अत्यधिक आक्रामक	बहुत आक्रामक
लाधिका(उमरसेरागं)	अत्यधिक आक्रामक	सामान्य
बन्द कोयला खदान	-	-
उरहाली	अत्यधिक आक्रामक	अत्यधिक आक्रामक
मिन्टडू नदी उरहाली से मिलने के बाद	अत्यधिक आक्रामक	आक्रामक
मकजाई	अत्यधिक आक्रामक	कुछ कुछ आक्रामक
शांगफू लोहे का पुल	अत्यधिक आक्रामक	अत्यधिक आक्रामक
वापुगं वारें किनारे	अत्यधिक आक्रामक	कुछ कुछ आक्रामक
मिन्टडू नदी स्रोत स्थान पर	अत्यधिक आक्रामक	सामान्य

- (3) ब्लेन्डेड सीमेन्ट्स का प्रयोग इन परिस्थितियों में उपयुक्त रहेगा जिसमें पोर्टलेन्ड, पोजोलाना सीमेन्ट्स (फ्लाईएश की न्यूनतम मात्रा 25%) या पोर्टलेन्ड स्लेग सीमेंट (स्लेग की न्यूनतम मात्रा 50%) या सिलिका फ्यूम युक्त साधारण पोर्टलेन्ड सीमेन्ट का प्रयोग किया जाना चाहिए।
- (4) जल/सीमेंट का अधिकतम अनुपात 0.45 रखा जाये।
- (5) प्रतिबलित कंक्रीट में प्रयुक्त स्पात के ऊपर कंक्रीट की मोटी परत दी जाये तथा ऐसे स्पात का प्रयोग किया जाये जो आसानी से संक्षारित न हो।
- (6) बांध कंक्रीट को अम्लीय जल के सम्पर्क से बचाने हेतु कंक्रीट सतह पर पालीमरों की परत लगाकर अथवा झिल्लियों का प्रयोग आवश्यक है।
- (7) टरवाईन ब्लेड्स, गेट्स, पेनस्ट्रोक्स आदि में अच्छी धातु का प्रयोग आवश्यक है।

इस संदर्भ में कंक्रीट पर दूरगामी प्रभावों से संबंधित अन्य अध्ययन एवं प्रयोग केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, नई दिल्ली जारी है।

#### 6. संदर्भ :

- (1) आई एस : 3025-1986, मैथड्स ऑफ सेम्पलिंग एण्ड टेस्ट (फिजिकल एण्ड कौमिकल)
- (2) आई एस : 456-2000, सामान्य एवं प्रतिबलित कंक्रीट-रीति संहिता (चौथा पुनरीक्षण)
- (3) फ्रेन्च नेशनल कोर्ड-पी 18-011, मई 1985
- (4) इन्टरनेशनल कमीशन आन लार्ज डेम्स बुलेटिन 71, एक्सपोजर ऑफ डैम कंक्रीट टु स्पेशल एग्रेसिव वाटर्स - गाइड लाइन्स एण्ड रिकमेंडेशंस, 1989
- (5) पेनीसिलवेनिया डिपार्टमेंट ऑफ इन्वायरमेंटल प्रोटेक्शन (पी ए डी ई पी) 1999 बी, द साइंस ऑफ एसिड माईन ड्रेनेज एण्ड पैसिव ट्रीटमेंट
- (6) हैडिंग आर एस, वाटजफ जी आर एण्ड नारायण आर डब्ल्यू, 1994 पैसिव ट्रीटमेंट ऑफ एसिड माईन ड्रेनेज विद लाइम स्टोन, जनरल ऑफ इन्वायरमेंटल क्वालिटी 23:1338-1345

