56. WESTERHOFF P., YOON Y., SNYDER S.: Effluent of Endocrine Disruptor, Pharmaceutical, and Personal Care Product Chemicals During Simulated Drinking Water Treatment Processes. Environ. Sci. Technol. 39, 6649-6663 (2005).
57. WEYER P. AND RILEY D.: Endocrine Disruptors and Pharmaceuticals in Drinking Water. American Water Works Association Research Fundation, Denver, Colorado (2001).
58. YAMAGUCHI A., AWANO T., OYAIZU K., YUASA M.: Surface Modified Mesoporous Silicas as Recycable Adsorbents of an Endocrine Disrupter, Bisphenol A. J.Nanosci.Nanotechnol. 6, 1989-1994 (2006).
59. YOON Y., WESTERHOFF P., SNYDER S.A., ESPARZA M.: HPLC-Fluorescence Detection and Adsorption of Bisphenol A, 17β-Estradiol, and 17α-Ethynyl Estradiol on Powdered Activated Carbon. Water Res. 37, 3530-3537 (2003).
60. YOON Y., WESTERHOFF P., SNYDER, S.A., WERT, E.C.: Nanofiltration and Ultrafiltration of Endocrine Disrupting Compounds, Pharmaceuticals and Personal Care Products. J.Membr.Sci. 270 (1-2), 88-100 (2006).
61. ZWEINER C. AND FRIMMEL F. H.: Oxidative Treatment of Pharmaceuticals in Water. Water Res., 34:1881-1885 (2000).

SKUTECZNOŚĆ OZONOWANIA W ROZKŁADZIE KWASU KLOFIBROWEGO I BISFENOLU A W MODELOWYCH ROZTWORACH WODNYCH

Streszczenie

Artykuł zawiera krótką charakterystykę związków zaliczanych do grupy PPCP (Farmaceutyki i produkty pielęgnacyjne) i EDC (związki endokrynnie czynne) wraz z przedstawieniem metod ich usuwania stosowanych w typowych zakładach oczyszczalni ścieków, stacjach uzdatniania wody jak również opisem innych metod analizowanych w warunkach laboratoryjnych. Artykuł przedstawia także wyniki badań rozkładu wybranych związków (kwas klofibrowy, bisfenol A) w modelowych roztworach wodnych przy użyciu zaawansowanej techniki utleniania – ozonowania. O wyborze związków do badań zadecydowała głównie ich powszechność występowania oraz znaczna produkcja. Głównym celem badań jest zaprojektowanie odpowiedniej aparatury wytwarzającej ozon, która może być zastosowana na skalę techniczną. Dodatkowo w artykule opisano mechanizmy migracji tych związków wraz z określeniem ich źródeł w środowisku. Dalsze etapy badań obejmują identyfikację produktów pośrednich rozkładu analizowanych związków, a także poznanie dokładnego mechanizmu zachodzącego podczas stosowania różnych metod degradacji.

CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING REPORTS

No. 4 2010

BRAUNKOHLELAGERSTÄTTEN BEIDERSEITS DER LAUSITZER NEISSE UND IHRE SANIERUNG AM BEISPIEL DES TAGEBAUS BERZDORF

Dietmar Grießl[1], Uwe Bartholomäus[2]

[1] G.U.B. Ingenieur AG Zwickau, Katharinenstr. 11, 08056 Zwickau; Niemcy
[2] G.U.B. Ingenieur AG, Buero Bad Muskau, Bauhof 5 (Schlossvorwerk), 02956 Bad Muskau (Mużakow); Niemcy

Schlagworte: Braunkohlenlagerstätten; Rekultivierung; Tagebau Berzdorf; Deutschland

Zusammenfassung: Am Anfang des Referats werden allgemein Braunkohlenlagerstätten beiderseits der Lausitzer Neisse in Deutschland und in Polen vorgestellt. Am Beispiel des Tagebaus Berzdorf wird im allgemeinen Überblick die Rekultivierung und Sanierung erläutert. Die Schaffung der dauerhaften Sicherheit nach dem Bergbau ist ebenso wichtig wie die Wiedernutzbarmachung für die Menschen, besonders auch für den Tourismus. Die natürlichen und geologischen Bedingungen beiderseits der Neiße sind vergleichbar, so dass sich eine Zusammenarbeit über Grenzen hinweg anbietet.

1. BRAUNKOHLELAGERSTÄTTEN BEIDERSEITS DER LAUSITZER NEIßE

Die Lausitzer Neiße ist der westlichste Fluss, der Wasser dem Oder-Einzugsgebiet zuführt. Sie bildet heute die Staatsgrenze zwischen Polen und Deutschland. Unter den heutigen Bedingungen der gemeinsamen Mitgliedschaft von Deutschland und Polen in der Europäischen Union und des freien Grenzverkehrs wird sie zunehmend nicht mehr als Grenzfluss sondern als verbindender Fluss wahrgenommen. Entsprechend bricht die Naturforschung, die Geologie und die Betrachtung von Lagerstättenbildungen oder Wasser nicht an der Grenze ab, wie das über Jahrzehnte üblich war.
Diese Naturelemente sind beiderseits der Neiße ähnlich. Die Probleme und Anforderungen an den modernen Bergbau und an die Rekultivierung sind vergleichbar. In diesem Artikel sollen Erfahrungen eines deutschen Ingenieurbüros vorgestellt werden.

Die Lausitzer Neiße quert ein Braunkohlengebiet, dessen Lagerstätten sich auf einer Ost-West-Linie in tertiären Lockergesteinen gebildet haben. Wichtige Lagerstätten werden hier genannt. Sie werden bestimmten Lagerstättentypen zugeordnet, die wesentlichen Einfluss auf die Bergbautechnologie und die Rekultivierung haben.

Beckenlagerstätten:

Lagerstätten: Turów, Olbersdorf, Berzdorf.

Tiefe Tagebaue; viele Flöze und Bänke übereinander (Berzdorf: 140 m tief, 14 Bänke, Turów: um 240 m tief mit 8 Bänken); Abbau geht in die Tiefe. Abbautechnik des Abraumes sind Bagger mit Zug- oder Bandbetrieb.

Flözlagerstätten mit flachliegenden Flözen:

Beispiele: Kohlfurt / Węglinic, Reichwalde, Pechern, Nochten, Sorau / Żary, Jänschwalde, Gubin und Brody.

Sich flächenmäßig weit erstreckende Flöze. Tiefe von fast oberflächennah bis etwa 100 m Tiefe abgebaut. Ein oder zwei Flöze im Abbau. In Deutschland schwenken die Tagebaue über große Flächen. Abraum wird mit Förderbrücken über den Kohleschnitt hinweg gefördert.

„Faltenbogen-Lagerstätten"; steil gestellte Flöze im Muskauer Faltenbogen

Historische Abbaustellen: Krauschwitz, Gruben um Weißwasser, Kromlau, Döbern, Babina in Łęknica, Tuplice.

Sattel- und Muldenstruktur. Schmale und lang gestreckte Abbaue. Sehr kleinflächig und dicht nebeneinander. Tiefbau und Tagebau ineinander übergehend. Heute besteht kein aktiver Bergbau mehr. Im Muskauer Faltenbogen begann um 1850 der Braunkohlenbergbau der Lausitz, weil die gestauchten Flöze an der Oberfläche ausstrichen.

Der Muskauer Faltenbogen ist seit November 2009 der erste Geopark in Polen.

2. SANIERUNG UND REKULTIVIERUNG DES TAGEBAUS BERZDORF

Die Rekultivierung wird am Beispiel des Tagebaus Berzdorf beschrieben. Der Tagebau Berzdorf liegt südlich der Stadt Görlitz, im Gebiet zwischen dieser Stadt und dem Stadtteil Hagenwerder. Die minimale Entfernung zur Neiße beträgt 1.000 m.

Die Beckenlagerstätte liegt in einem tertiären Becken, das in paläozoische Graniten / Granodioriten und jüngeren Basalten eingelagert ist. Das Becken senkte sich an einer Grabenstruktur mit vielen tektonischen Störungen ein.

Die Lockergesteine liegen auf den verwitterten, tonigen und kaolonisierten Zersetzungsschichten der Festgesteine auf. Viele Gleitflächen sind ausgebildet, die den Bergbau im Tagebau durch Rutschungen erschwerten, besonders an der Westböschung, wo die Randböschung fast am Festgestein anliegt. Aber auch die Zwischenmittel zwischen den Kohleflözen haben Gleitflächen.

Bis jetzt ist der ehemalige Tagebau die größte offene Grube in Deutschland, die saniert wird.

Historische Daten Tagebau Berzdorf:

- Tagebaubetrieb von 1922 bis 1997
- Abraumbewegung: 680,0 Mio t
- Rohkohleförderung: 318,0 Mio t
- Landinanspruchnahme: 2.800,0 ha

In Summe wurde in 70 Jahren eine Masse von rund einer 1 Mrd. t bewegt. Der Eingriff in die Natur ist selbstverständlich gravierend, so dass für die Bergbaufolgelandschaft der Großtagebaue heute eigenständige Naturräume ausgewiesen werden.

Im Deutschen wird heute häufiger der Begriff Sanierung verwendet. Ich denke, der Begriff ist ähnlich wie Rekultivierung auf polnisch. Sie gelten für den gleichen Umfang, wie die Recherche in polnischer Literatur ergab. Es sind tiefgreifende komplexe Maßnahmen durchzuführen, die Wasser, Grundwasser, Standsicherheit der Böschungen und des Untergrundes, die Beseitigung von Altlasten, die Nutzbarmachung der Grundstücke und die Anpassung der Infrastruktur betreffen.

Die „G.U.B. Ingenieur AG" war an der Grundlagenermittlung und an der Erstellung des Sanierungsprogramms für den Tagebau Berzdorf beteiligt. Die Tätigkeit, die über 20 Jahre andauert, führt immer wieder zu zwei Grundproblemen:

1. Problem: Grundwasser

Es verfolgt die Bergbautätigkeit vom Anfang bis zum Ende weit nach dem Bergbau, das heißt der Entwässerung vor dem ersten Aufschluss, über den Aufschluss, über die aktive Phase der Rohstoffförderung, das Ende des aktiven Bergbaus, den Bau der dauerhaften Kontur, den Grundwasserwiederanstieg bis zum nachbergbaulichen (postmontanen) Endzustand. Die Bedingungen sind in Raum und Zeit ständig wechselnd.

2. Problem: Dauerhafte Sicherheit der Böschungen und gekippten Massen

Die Böschungen und Oberflächen der Abraummassen und Böschungen in angeschnittenen Randbereichen müssen auf Dauer und für jedermann sicher sein. Das ansteigende Grundwasser verursacht eine neue Kräftesituation im Lockergestein. Die Folge können Grundbruch, Setzungen und Rutschungen auf Gleitflächen sein.

Die Flutungsphase ist ein kritischer Prozess. Die Bewertung der Grundwasserstände und der Standsicherheit muss in allen Phasen erfolgen, nicht nur für den Endzustand.

Die Grube hat drei Arten von Böschungssystemen:

- Randböschungssystem mit Stützkippe im Westen;
- Gewachsene Böschung mit Kohle und oberflächennahem Grundgebirge (Festgesteine) im Osten;

- Natürliche Böschungen aus Lockergestein, mit vor geschütteten Kippenböschungen und Innenkippen im Süden.

Grob skizziert die technische Lösung für den Tagebau Berzdorf:

- Stützanschüttungen zur Sicherung von rutschungsgefährdeten Böschungen.
- Abflachung der anderen Böschungen und Verfüllung von Teilen des Liegenden.
- Flutung des Restloches mit Fremdwasser aus Neiße und Pließnitz.
- Schrittweise Außerbetriebnahme der bergbaulichen Wasserhaltung.

Insgesamt wurde und wird in Berzdorf verwirlicht:

- Erdbauarbeiten zur Gestaltung der Böschungen und Gewässerkontur, teilweise mit Tagebau-Großgeräten (Schaufelradbagger – Bandanlage oder Zug - Absetzer) und zum anderen mittels normaler Baumaschinen und Dumpern, weil Fremdmassen per LKW wegen der Materialeigenschaften zugeführt werden mussten (Sand, Kies).
- Bau der Uferkontur als spezielle Erdbauarbeiten. Gestaltung gegen Auskolkungen, Erosion und Wellenschlag. Bei großen Wasserflächen ist Wellenschlag um 1 m bei Sturm einzuplanen. Maßnahmen: Flache Böschungsneigung bei 1:18; Steinschüttung oder Gabionen, falls das Gelände steiler ist.
- Sonderfall „Rutschung P“: Eine Böschung, die während der Bergbauphase gerutscht ist, wurde nicht saniert. Sie wird zur freien Wirkung der Natur überlassen. Jetzt ist hier ein Naturschutzgebiet. Der Mensch darf nicht hinein. Kleine Massenumlagerungen finden noch statt.
- Bau der Wasserzuleiter aus Pließnitz (offenes Gewässer) und Neiße (Rohrleitung) und eines Ableiters als Wasserbauarbeiten.
- Erst in den letzten Jahren wurde deutlich, dass der Bau einer Abführung des Oberflächenwassers an den hohen rekultivierten Westböschungen ganz wichtig ist. Stark befestigte Gräben mit steilem Gefälle wurden gebaut, die derzeit weit sichtbar sind.
- Genauso wichtig ist die Schaffung einer dauerhaften Vegetation mittels technischen Maßnahmen. Es ist für die Rekultivierung häufig schädlich, wenn man sich auf die natürliche Sukzession verlässt. Dann wird vieles wieder zerstört und neue Gefahren entstehen.
- Parallel zur Flutung laufen heute noch Filterbrunnen der bergbaulichen Entwässerung, um die Potenzialunterschiede zwischen Wasserstand im See und Grundwasserstand im Boden in engen Grenzen zu halten.

Mit diesen ganz wichtigen Arbeiten wird die Sicherheit des beendeten Braunkohlentagebaus geschaffen.

3. NACHNUTZUNG FÜR DIE MENSCHEN

Das staatliche Programm zur Braunkohlensanierung in Ostdeutschland, das nach der Wiedervereinigung geschaffen wurde, beinhaltet auch Maßnahmen zur Wiedernutzbarmachung für den Menschen, denn er braucht eine Perspektve.

Im Tagebau Berzdorf werden Baulichkeiten errichtet, die man nicht unbedingt für die nachbergbauliche Sicherheit benötigt:

- Rundweg, befahrbar für Fahrräder, 20 km um den gesamten Berzdorfer See.
- Nutzung des Sees für den Wassertourismus mit Häfen (Kontur bei Tauchritz vorhanden), Marina und Anlegestellen.
- Badestrände müssen gebaut werden und aus der Sicht der Sicherheit frei gegeben werden. Das kann man nicht spontan machen.
- Fahrgastschifffahrt.
- Golfplatz.(Planung)
- 4 Aussichtspunkte und ein Aussichtsturm.
- Dafür notwendige Infrastruktur: Straßenanbindung, Parkplätze, Versorgung und Entsorgung, geänderter öffentlicher Nahverkehr.
- Anfangsproblem: viele Fahrradtouristen, aber keine Toiletten.
- Hotels, Gaststätten und Imbiss. Hier werden besonders private Investoren erwartet. Eine Vernetzung mit Bestehendem ist notwendig.
- Ein Schaufelradbagger des ehemaligen Tagebaus steht beim Bahnhof Hagenwerder als Museum. Er ist das einzige Tagebau-Großgerät, das nicht verschrottet wurde.

Viele Arbeiten der bergbaulichen Sanierung und der nachfolgenden Nutzung sind ineinander übergreifend.

Der Bergmann hat vom Tagebau Berzdorf gesprochen. Das ist auch diesem Artikel anzumerken. Zunehmend wird daraus der Berzdorfer See. Eigentlich ist er heute schon vorhanden.

Der Artikel soll aufzeigen, dass nicht nur ein Loch mit Wasser zu füllen ist.

Trotzdem sind hier ein paar Seedaten:

- Seevolumen: 330,0 Mio m³
- Wasserfläche: 9,6 km² ≈ 960 ha
- max. Wassertiefe: 72,5 m
- Uferlänge: 15,5 km

Damit ist es der drittgrößte und tiefste künstliche See in einem ehemaligen Braunkohlentagebau in Sachsen.

4. ZUSAMMENARBEIT ÜBER GRENZEN HINWEG

So wie der Einstieg in den Artikel gewählt wurde, nämlich die beidseitigen Braunkohlelagerstätten entlang der Lausitzer Neiße, soll ein konzeptioneller

Gedanke zur touristischen Entwicklung im Raum Görlitz / Zgorzelec aufgezeigt werden, der zur „Europa-Stadt“ passt. Man kann den Berzdorfer See und die Talsperre Witka als Konkurrenz betrachten oder möglicherweise ergeben sich Ergänzungen und Synergien. Der Kreis kann mit der Altstadt von Görlitz, Altstadt von Zgorzelec, mit der Landeskrone und vielleicht zukünftig mit dem Stift Radomierzyce größer gezogen werden. Schließlich ergibt sich der beste Blick auf die Görlitzer Altstadt vom Neißeufer von Zgorzelec aus. Der Horizont der touristischen Entwicklung des Berzdorfer Sees darf nicht am deutschen Ufer der Lausitzer Neiße beendet sein.

Die Erfahrungen der „G.U.B. Ingenieur AG“ bei der Sanierung und Rekultivierung von Braunkohlentagebauen, bei der weiteren relativ umweltverträglichen Entwicklung von modernen Tagebauen sowie auch bei der Nachfolgenutzung und Bergbaufolgelandschaft sind bestimmt auf polnische Bedingungen übertragbar, soweit das Natur und Technik betrifft. Verwiesen sei auf:

- den ähnlichen geologischen Aufbau, ähnliche Abbautechnologie und Umgang mit Halden in den Tagebauen Berzdorf und Turów.
- Setzungsfließen von gleichförmigen Sanden in Kippen beim Grundwasseranstieg sowie Technologien zur Verdichtung dieses Materials.
- Möglicherweise ungenügende Sicherung der älteren Restlöcher und Halden im Muskauer Faltenbogen beiderseits der Neiße.

Die G.U.B. ist aber auch an polnischen Erfahrungen interessiert. Hier sehen wir ein Potenzial für Kooperationen.

Tab. 1: Braunkohlenlagerstätten beiderseits der Lausitzer Neisse (Auswahl)

Name	**Typ und Geologie**	**Förderung und Technik**	**Nachbergbauliche Nutzung**
Turów (PL)	Beckenlagerstätte; tiefer Tagebau; 8 Flöze	Großbagger, Förderbandanlagen; Förderung bis 2030; große Außenhalde bei Diałoszyna	Nicht bekannt
Olbersdorf (D)	Beckenlagerstätte; Tagebau	Großbagger mit Zugbetrieb und Förderbandanlagen; Beendet 1991	Rekultivierung abgeschlossen. 1999 Landesgartenschau Sachsen. „Olbersdorfer See”. Erholungsgebiet.
Berzdorf (D)	Beckenlagerstätte; tiefer Tagebau; 14 Flöze	Großbagger mit Zugbetrieb und Förderbandanlagen. Beendet 1997.	Jetzt in Rekultivierung; „Berzdorfer See”; Tourismus im Aufbau; Erholungsgebiet.

Name	**Typ und Geologie**	**Förderung und Technik**	**Nachbergbauliche Nutzung**
Goerlitz-Moys / Zgorcelec (PL)	Beckenlagerstätte; Tiefbau.	Historische Förderung bis 1920	
Kohlfurt / Węglinic (PL)	Flach liegende Flöze; Tiefbau und Tagebau nebeneinander	Historische Förderung bis 1945	Nicht rekultiviert
Reichwalde (D)	Flach liegende Flöze; 2.Lausitzer Flöz; Tagebau; Einzugsgebiet der Elbe	Förderbrücke; Förderung bis 2030	Rekultivierung ist geplant. Jetzt Teilrekultivierung der bereits verkippten Flächen.
Pechern (D)	Flach liegende Flöze; 2.Lausitzer Flöz; Tagebau;	Historischer Tiefbau bis 1920; möglicherweise Abbau in Zukunft.	
Bärwalde (D)	Flach liegende Flöze; 2.Lausitzer Flöz; Tagebau; Einzugsgebiet der Elbe	Förderbrücke. Beendet 1995.	Jetzt in Rekultivierung; „Bärwalder See”; größter künstlicher See in Sachsen; Tourismus; Erholungsgebiet.
Krauschwitz (D)	„Faltenbogen-Lagerstätten“; Tagebau	Historische Förderung bis 1945	Motor-Cross auf Halden
Gruben um Weisswasser (D)	„Faltenbogen-Lagerstätten“; Tagebau und Tiefbau nebeneinander.	Abbau bis 1970	Frühere Rekultivierung in Teilen
Nochten (D)	Flach liegende Flöze; 1. und 2. Lausitzer Flöz; Tagebau. 2/3 Einzugsgebiet der Elbe und 1/3 Einzugsgebiet der Neisse / Oder.	Förderbrücke; Förderung bis 2030	Rekultivierung ist geplant. Jetzt Teilrekultivierung der bereits verkippten Flächen. Aussichtsturm bei Weisswasser.
Kromlau (D)	„Faltenbogen-Lagerstätten“; Tagebau und Tiefbau nebeneinander.	Abbau bis 1960	Erste Rekultivierung nach Plan. Kleiner See zur Erholung und Camping.
Tschernitz (D)	„Faltenbogen-Lagerstätten“; Tagebau und Tiefbau nebeneinander.	Historische Förderung bis 1945	--

Name	Typ und Geologie	Förderung und Technik	Nachbergbauliche Nutzung
Doebern (D)	„Faltenbogen-Lagerstätten"; Tagebau und Tiefbau nebeneinander.	Historische Förderung bis 1945	Erste Rekultivierung nach Plan. Kleiner See zur Erholung und Camping.
„Babina" w Łęknicy (PL)	„Faltenbogen-Lagerstätten"; Tagebau	Abbau bis 1980	Nicht rekultiviert
Tuplice (PL)	„Faltenbogen-Lagerstätten"; Tagebau und Tiefbau nebeneinander.	Historische Förderung bis 1945	?
Sorau – Lohs / Żary, Kunice, Łaz (PL)	„Faltenbogen-Lagerstätten"; Tagebau und Tiefbau nebeneinander.	Abbau bis 1970	?
Jaenschwalde (D)	Flach liegende Flöze; 2. Lausitzer Flöz; Tagebau. 2/3 Einzugsgebiet der Elbe und 1/3 Einzugsgebiet der Neisse / Oder.	Förderbrücke; Abbau bis 2030	Rekultivierung ist geplant. Jetzt Teilrekultivierung der bereits verkippten Flächen.
Gubin und Brody (PL)	Flach liegende Flöze; 2. Lausitzer Flöz; Fortsetzung Lagerstätte Jänschwalde nach Osten.	Abbau vielleicht in Zukunft	

ZŁOŻA WĘGLA BRUNATEGO PO OBU STRONACH NYSY ŁUŻYCKEJ I ICH REKULTYWACJA NA PRZYKŁADZIE KOPALNI ODKRYWKOWIEJ BERZDORF

Streszczenie

Na początku referatu daje ogólnym zarysem złoż węgla brunatiego po obu stronach Nysy Łużyckej w Niemczech i Polskie. Rekultywacja przedstawi się przykładem kopalni odkrywkowej Berzdorf w ogólnych zarysach. Jednoczesno tworzenia trwałego bezpieczeństwia po górnistwe jest ważne tworzyć rewitalizacja dla ludzi, często na zakresie turystyki. Przyrodnie i geologycnie warunki są podobne po obu stronach Nysy, tak ze nadaje się współpraca ponadgraniczna.

CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING REPORTS

No. 4 2010

IMMERSED TUNNEL TECHNOLOGY: A BRIEF HISTORY OF ITS DEVELOPMENT

Sławomir Łotysz

Uniwersytet Zielonogórski

Summary: The first tunnel made of segments, which were sunken and then merged under water, was built in 1896. It was a passage for conducting sewerage under Boston Harbor. The first tunnel for passenger traffic was constructed ten years later, also in the United States. Since then more than one hundred immersed tunnels of different size and length have been built worldwide. But the rise of "build-and-sink" technology is much older than that. Before the Boston Harbor tunnel was built the method has been theoretically elaborated in numerous patents and subsequent proposals. After that practically verified and perfected to the present form. Today's "build-and-sink" technology allows constructing floating immersed tunnels, buried in a sub aqueous trench or simply laid on the bottom. The case of immersed technology is shown as an example of a technique, which was invented ahead of its time.

Key words: immersed tunnel, sunken tunnel, subaquanous tunneling

1. INTRODUCTION

In 1854 Charles Dickens, in his weekly journal "Household Words" wrote: "...Of all bores, one of the strangest, if it ever come to anything, will be the purposed tunnel or tube to be laid along the bed of a river or sea, or at any rate to be immersed in the water of the river or sea – not like the Thames Tunnel".

We are not quite sure which of the proposed tubes he referred to. At the time there were several proposals of tunneling The Thames, and some of them suggested laying the tubes on the river bed. When Dickens wrote his words, the famous Thames Tunnel had been in use for some ten years, and underwater drilling was not an established practice yet. In fact boring in hard rock seemed to be so natural; the miners had been practicing it for centuries, but drilling in soft soil, like under The Thames, was something different. Marc Brunel, probably the most celebrated engineer of all times, found a solution; it was a protective shield that was pushed forward by hydraulic jacks. Brunel used to say that he was inspired by a worm making holes in the planks of wooden ships in the London docks. Those worms used to line their tunnels with an excretion hardening in

Civil and Environmental Engineering Reports

2010 Number 4

University of Zielona Góra Press, Poland