

EUROCK '96/TORINO/ITALY
PROCEEDINGS/COMPTEs-RENDUS/SITZUNGSBERICHTE
ISRM INTERNATIONAL SYMPOSIUM/1996.09.2-5

Prediction and Performance
in Rock Mechanics and Rock Engineering
Prévisions et réalisations
en Mécanique et Ingénierie des Roches
Voraussichten und Leistungen
in Felsmechanik und Felsingenieurwesen

Editor / Éditeur / Herausgeber

GIOVANNI BARLA

Department of Structural Engineering, Politecnico di Torino, Italy

VOLUME/TOME/BAND 2



Published for / Publiés pour / Herausgegeben für

AGI – Associazione Geotecnica Italiana

A. A. BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD / 1996

Table of contents
Table des matières
Inhalt

3 *Rock engineering at depth*
Ingénierie des roches à faible profondeur
Das Ingenieurwesen von Gesteinen in geringer Tiefe

3.1 *Rock abrasivity and drillability roadheaders, impact hammers, hard rock TBM's*
Abrasivité des roches et forabilité des machines à creuser, des piqueurs hydrauliques et des tunneliers
Die Schleifbarkeit und Durchbohrbarkeit von Felsen, angemessene Fräsen, Schlaghämmer, TBM-Fräsen

N. Innaurato R. Mancini	Forecasting the rock abrasivity in the civil and mining technological fields Prévision de l'abrasivité des roches dans les domaines civils et miniers Vorhersage der Schleifwirkung der Gestein im Bergbau und im Bauwesen	699
K. Thuro G. Spaun	Introducing the 'destruction work' as a new rock property of toughness referring to drillability in conventional drill- and blast tunnelling Introduction du 'travail destructeur', un nouvel indice de mesure de la résistance et de la plasticité d'une roche concernant la forabilité en percement conventionnel par forage et explosif Einführung der 'Zerstörungsarbeit' als neuen Gesteinskennwert für die Zähigkeit bezüglich der Bohrbarkeit im konventionellen Bohr- und Sprengvortrieb	707
N. Bilgin S. Yazıcı Ş. Eskikaya	A model to predict the performance of roadheaders and impact hammers in tunnel drivages Un modèle sur le creusement des tunnels concernant la performance des machines à creuser et les piqueurs Ein Modell für die Leistungsabschätzung der Teilschnittsvortriebsmaschinen und der Schlagkopfmaschinen im Tunnelbau	715

M. Alber	Prediction of penetration and utilization for hard rock TBMs Prédiction de pénétration et utilisation pour machines à forer Prognosen über Penetration und Ausnutzungsgrad von Festgesteins-Tunnelbohrmaschinen	721
C. Laughton P.P. Nelson	The development of rock mass parameters for use in the prediction of tunnel boring machine performance Définition des paramètres du massif rocheux comme prédiction pour l'utilisation d'un tunnelier pour le creusement des tunnels Die Bestimmung der Parameter von Felsmassen zur Auslegung für die Leistungen von Maschinen für integrale Grabungen TBM	727
L.L. Mishnaevsky Jr S. Schmauder	Analysis of rock fragmentation with the use of the theory of fuzzy sets L'analyse de la destruction de la roche à la base de la théorie des ensembles flous Analyse der Gesteinzerstörung mit Verwendung der Theorie der Fuzzy Mengen	735
C.W. Lee G.J. Bae M.K. Kim	Verification of the bidirectional drilling and blasting method using TBM pilot tunnels Vérification de la méthode bidirectionnelle de forage et de dynamitage utilisant les pilotes de tunnels TBM Bestätigung der bidirektionalen Bohr und Sprengmethode unter Verwendung von TBM Probetunneln	741

3.2 Wellbore stability

Stabilité des forages

Die Stabilität der Bohrungen

H.K. Kutter H. Rehse	Laboratory investigation of factors affecting borehole breakouts Investigation en laboratoire des paramètres qui déterminent les ruptures en parois Laboruntersuchung von Bohrlochausbrüche beeinflussenden Faktoren	751
J.R. Marsden B. Wu J.W. Dennis	Deformation and failure of thick-walled hollow cylinders of mudrock – A study of wellbore instability in weak rock Déformation et rupture de cylindres creux à paroi épaisse en roches argileuses – Etude expérimentale sur l'instabilité des puits de forage en roches tendres Deformation und Bruchverhalten von Holzylindern bestehend aus Tonstein – Eine Studie über Bohrlochinstabilität in unverfestigten Gesteinen	759
L.N. Germanovich A.N. Galybin A.V. Dyskin A.N. Mokhel V. Dunayevsky	Borehole stability in laminated rock Stabilité des forages dans les roches stratifiées Die Stabilität von Bohrungen in Schichtgesteinen	767
N. El-Hassan J. Desrues R. Chambon	Modelling a deep borehole excavation in marls using an advanced constitutive model Modélisation d'un forage profond dans les marnes en utilisant un modèle constitutif avancé Modellierung einer Tiefenbohrung in den Marnen mit Hilfe eines neuen konstitutiven Modell	777

P.A. Nawrocki M.B. Dusseault R.K. Bratli	Semi-analytical models for predicting stresses around openings in non-linear geomaterials Des modèles semi-analytiques pour résoudre les contraintes autour des trous circulaires dans les géomatériaux non-linéaires Ein semi-analytisches Modell zur Vorherbestimmung von Spannungen um Öffnungen in nichtlinearen Geomaterialien	785
M. Brignoli S. Zaho F. Zausa D. Giacca F.J. Santarelli	Basin scale rock mechanics and wellbore stability Mécanique des roches à l'échelle de bassin et stabilité des forages Felsmechanik auf Beckenmaßstab und Bohrungsfestigkeit	793
X. Li C. P.Tan J.C. Roegiers	Collaborative development of a wellbore stability analysis software with determination of horizontal stress bounds from wellbore data Développement d'un logiciel contenant un critère pour la détermination de limites des contraintes horizontales in-situ à partir de données de forage, et utilisé pour l'analyse de la stabilité des puits Gemeinschaftsentwicklung von Software für Standsicherheitsanalyse bei Erdölbohrungen mit Ermittlung der horizontalen Spannungsgrenze gemäß Bohrungsdaten	801

3.3 *Rock mass classifications in tunneling*

Classification du massif rocheux pendant le creusement des tunnels

Die Klassifizierung von Felsmassen im Tunnel

I. Jašarević M.S. Kovačević	Analyzing applicability of existing classification for hard carbonate rock in Mediterranean area Analyse d'applicabilité des classifications existantes pour les roches carbonées solides de la Méditerranée Analyse der Anwendbarkeit von bestehenden Einordnungsverfahren an harten karbonatischen Gesteinen im Mittelmeerraum	811
L. M. Hansen	Actual conditions of an eighty year old, totally unsupported tunnel compared with rock support design using current rock classification systems Des conditions courantes d'un tunnel, qui a quatre-vingt ans et qui n'est pas supporté de tout, comparées avec la conception de la roche supportée utilisant des systèmes courants de la classification de la roche Die Verhältnisse in einem 80-jährigem altem Zuleitungsstollen ohne Ausbau in Vergleich mit Ausbau, wie auf laufende Gebirgsklassifizierung basiert ist	819
C. Dinis da Gama	Correlation between rock mass classes, convergence rates and support densities for underground coal mine excavations Corrélation entre les classes de massif rocheux, vitesses de convergence et densités de soutènement des excavations dans une mine de charbon Korrelation zwischen Gebirgsklassen, Konvergenzgeschwindigkeiten und Ausbaudichten für Untertagekohlebergwerkshohlräume	825

3.4 *Predictions and computations for tunnels and underground openings*

Prévision et calcul pour les tunnels et les cavités souterraines
Vorab-Bestimmungen und Berechnungen für Tunnel und große unterirdische Hohlräume

A. I. Sofianos A. P. Kapenis	Effect of abutment compliance on the stability of an underground bedded roof formation Effet de la cession d'un aboutement à la stabilité d'une poutre de toit souterraine Der Einfluss der Nachgiebigkeit eines Widerlagers an die Stabilität einer unterirdischen Firstenkappe	833
G. Beer H. F. Schweiger	Numerical simulation of tunnel construction – An assessment of two computational models Simulation numérique du progression du tunnel – La comparaison de deux méthodes de calcul Numerische Simulation im Tunnelbau – Vergleich von zwei Berechnungsmethoden	839
G. Berardi R. Berardi	Opening deformability and lining design in deep tunneling: Predictions, remarks and design suggestions Déformabilité du fouille et projet du revêtement pour galeries profondes: Prédiction, réflexions et indications Verformbarkeit der Bughube und Projekt der Auskleidung für Tiefgalerien: Voraussicht, Kommentare und Projektsanweisungen	847
D. Nguyen-Minh C. Guo	Recent progress in convergence confinement method Progrès récents dans la méthode convergence confinement Eine verbesserte Anwendung der Kennlinienmethode	855
F. Tonon A. Mammino A. Bernardini	A random set approach to the uncertainties in rock engineering and tunnel lining design Une approche Random Set pour les incertitudes des études d'ingénieur des roches et pour le 'design' des revêtements d'un tunnel Die Theorie Random Set zur Anwendung im Bereich Tiefbau und Gesteine, zur Beseitigung der darin auftretenden Zweifel und für das Design einer Tunnelverkleidung	861
H. Gerçek M. Geniş	A comparative study of the effect of in situ stress field on the stability of underground openings Une étude comparative des effets de contrainte in situ sur la stabilité des ouvertures souterraines Eine vergleichende Studie von dem Wirkung des Spannungsfeldes an Ort und Stelle für die Stabilität von Untertagehöhlen	869
P. Longuemare F. Schneider A. Onaisi I. Shahrour	Study of the behaviour of a petroleum reservoir during depletion using an elasto-plastic constitutive model Étude du comportement d'un réservoir pétrolier lors de la déplétion à l'aide d'un modèle de comportement élastoplastique Untersuchung des Verhaltens eines Behälters während der Produktion unter Verwendung eines elasto-plastischen Modells	875

3.5 *Rock reinforcement, support and lining design*
Conception du renforcement, du soutènement
et du revêtement des roches
Methoden zur Verstärkung, Abstützung und Verkleidung

M. Blümel	Performance of grouted bolts in squeezing rock La capacité portante du boulon pour roches dans le sol expulsible Tragvermögen von Felsbolzen im druckhaften Gebirge	885
Y. Jiang T. Esaki Y. Yokota	The mechanical effect of grouted rock bolts on tunnel stability Les effets mécaniques des piliers rocheux bétonnés sur la stabilité des tunnels Die mechanische Wirkung von vermörtelten Felsbolzen auf die Tunnelstabilität	893
A. Rodino M. Barale	Numerical simulation of reinforcement elements and jointed rock mass interaction Simulation numérique de l'interaction entre les éléments de renfort et les massifs rocheux Wechselwirkungen zwischen Abstützelementen und zusammengefügteten Felsmassen	901
N. N. Fotieva G. B. Kireeva K. E. Zalessky	Design of multi-layer tunnel linings in transversely isotropic rock Calcul des blindages composées des tunnels situés dans le massif transversal isotrope Die Berechnung der mehrschalen Verkleidung von Tunneln im transversal-isotrop Massiv	909
Yu. A. Fishman A. V. Kolichko V. E. Lavrov	Designing of rock supports of tunnels on the basis of generalized data on thickness of distressed zone Projet d'un soutènement des tunnels à base des données généralisées sur l'épaisseur de la zone décomprimée Die Projektierung des Tunnelausbaus auf der Grundwage der verallgemeinerten Angaben von der Dicke der Entlastungszone	915

3.6 *Large caverns*
Les grandes cavités
Große Höhlen

V. S. Hope G. Barla C. R. I. Clayton	Class 'A' predictions of the locations of major rock discontinuities at a storage cavern site, using seismic tomography Prédictions a priori des lieux de fractures importantes d'une caverne d'entreposage avec la méthode tomographique avec les ondes sismiques Vorausbestimmung der Lage größerer Gesteindiskontinuitäten in einer Kaverne mittels seismischer Tomographie	925
--	--	-----

Y. Mito T. Saitoh I. Hirano	Stochastic block theory for the observational construction of a large underground opening Théorie statistique de roche pour la construction expérimentale de le grand espace souterrain Durch die Observation Stochastik Block Theorie für den Bau von grosser unterirdischer Kaverne	933
L. Richards S. Luo A. Carlsson T. Olsson	Rock engineering aspects of the underground works for the Guangzhou Pumped Storage Project, China Aspects de l'ingénierie de roche des travaux souterrains pour la Guangzhou Pumped Storage Project, Chine Ingenieurwissenschaftliche Aspekte zu den unterirdischen Arbeiten am Fels des Projekts der Pumpstation Guangzhou in China	941
A. Sloan D. Moy D. Kidger	3D modelling for underground excavation at Point 1, CERN Analyse 3D des structures souterrain à Point 1, CERN 3-dimensionale Modellierung für die Ausschachtung im Bereich vom Punkt 1, CERN	957
J. Cai J. Zhao J. A. Hudson X. Wu	Using neural networks in rock engineering systems for cavern performance auditing Utilisation de réseau neurale au système de génie de roche pour vérifier le fonctionnement cavernous Zur Verwendung des nervalen Netzwerks in Felsingenieur System für Prüfung der Höhlenleistung	965
3.7 Monitoring and back analysis		
<i>Monitorage et analyse rétrospective</i>		
<i>Überwachung und Analyse im Nachhinein</i>		
D. L. Millar	Automated back analysis of ground response in rocks and soils via evolutionary computing Automatisation d'une méthode d'analyse rétrospective de la déformation des roches et sols avec amélioration évolutive des ordinateurs Automatisierte Rückanalyse von Erdreaktionen in Fels und Erde durch evolutionäre Berechnung	975
J. Pícha C. Tanimoto K. Kishida R. Hatamochi K. Kunii	Discontinuum stability analysis of large underground cavern based on borehole survey data and field measurements L'analyse de la stabilité du massif discontinue aux environs de la caverne grand fondé aux l'investigations dans les forages et les testes terrain Stabilitätsanalyse der grossen Untergrundkaverne aufgrund der Bohrforschung und Feldmessung	983
M. Sezaki Ö. Aydan T. Kamiyama K. Horikoshi	Performance of Kunimi Tunnel through a fracture zone and its back analysis Comportement du Tunnel de Kunimi à travers une zone de failles et analyse rétrospective Ausführung des Kunimi durch eine Bruchzone und seine Rückanalyse	991

Y. Nishimoto T. Tobase M. Hori T. Sawada	In-situ chamber tests for underground compressed-air storage facilities Essais de vérification de la conception d'une installation souterraine de stockage d'air comprimé Versuche zur Überprüfung der Konstruktion von unterirdischen Druckluft-Speicheranlagen vor Ort	999
P. Grasso K. Rossler S. Maccan S. Xu	The construction, ground reinforcement, and monitoring of a large cavern in poor rock mass in NW Italy Construction, renforcement du massif et surveillance durant la construction d'une caverne de grandes dimensions en roches tendres au Nord-Ouest Bau, Gesteinsverfestigung und messtechnische Überwachung einer Kaverne in Weichgestein in Nordwest Italien	1007
D. Faiella A. Garino R. Ribacchi	Analysis of the behaviour of a large cavern in a strongly fractured rock mass Analyse du comportement d'une grande caverne dans un massif rocheux fracturé Bestimmung des Verhaltens einer wertspannenden Kaverne in geklüftetem Fels	1015

3.8 *Overstressing, squeezing behaviour, tunneling at great depth*
Condition de rupture, fluage et creusement des tunnels
à grande profondeur
Bruchphänomene – Druckverhalten – Tiefliegende Tunnel

J. Brantmark H. Stille	Prediction of squeezing pressure on the Uri Project, Kashmir, India Estimation des pressions dans le projet Uri, Cachemire, Indes Prognose für drückendes Gebirge beim Projekt Uri in Kashmir, Indien	1025
C. D. Ou W. C. Chang	Behaviour of rock mass during excavation of a twin tube roadway tunnel with pilot tunnel in metamorphic rock formation Comportement des sols durant l'excavation des deux tunnels autoroutiers avec le tunnel pilote dans une roche de formation métamorphique Verhalten des Gesteins während des Vortriebs von zwei Straßentunnel mit Pilotunnel in metamorphischen Gebirgsformationen	1033
W. Schubert A. Steindorfer	Advanced monitoring data evaluation for tunnels in poor rock Evaluation des mesures enregistrée dans des tunnels en roche très mouvaie Problemorientierte Auswertung geotechnischer Messungen bei Tunnelvortrieben in Störzonen	1041
D. R. Brox H. Hagedorn	Prediction of in situ stresses based on observations and back analyses, Piora-Mulde exploratory tunnel, Gotthard Base Tunnel Project Prévision de contraintes in-situ sur la base d'observations et d'analyses á posteriori, Galerie de reconnaissance de la Piora-Mulde, Projet du tunnel de base du Gotthard Ermittlung des Spannungszustandes aus Beobachtungen und Rückrechnungen im Sondierstollen Piora-Mulde, Gotthard-Basistunnel	1047

D.Fabre	Modelling of rock temperatures in rock masses	1053
L.Goy	Modélisation de la température du massif rocheux Die Modellierung der Temperaturverteilung in Felsmassen	

3.9 Mining applications

Applications minières

Anwendungen im Bergbau

G.J.Sweby J.W.Kloko	Rock engineering investigation into aspects of current mining practice, and proposed new mining method for a Namibian base metal mine Enquête du domaine de l'ingénierie des roches concernant certains aspects de l'exploitation actuelle et d'une nouvelle méthode d'exploitation proposée pour une mine de métaux de base en Namibie Gesteinstechische Untersuchung gewisser Aspekte der heutigen Abbaumethode und einer vorgeschlagenen neuen Methode zum Abbau von Nichtedelmetallen in einem Bergwerk in Namibia	1063
G.Güler	Measurement and prediction of the rockmass of the Ventersdorp Contact Reef stopes Mesurage et prédiction du comportement du massif autour des chantiers d'abattage du Ventersdorp Contact Reef Messen und Vorhersagen des Felsverhaltens im Bereich der Stollen des Ventersdorp Contact Reef	1071
R.W.O.Kersten A.R.Leach	The calibration of material models in FLAC for deep gold mine problems Le calibration du modèles de matériaux dans FLAC Kalibration des Material Modells in FLAC	1079
V.Merrien -Soukatchoff D.Thibodeau F.Wojtkowiak J.P.Piguet	Modelling of large underground cavities reinforced by cable-bolts in different geological and geomechanical configurations Modélisation des excavations minières de grandes dimensions renforcées au boulonnage par câbles dans différentes configurations géologiques et géomécaniques Die Modellierung von großen durch Hohlverschraubung stabilisierten Mineralhohlräumen unter verschiedenen geologischen und geomechanischen Bedingungen	1085
H.Kuula	Stability analysis of cemented rockfill pillar at the Pyhäsalmi Mine, Finland Analyse de stabilité de piliers de remblai rocheux cimentés à la mine de Pyhäsalmi, Finlande Stabilitätsanalyse von zementierten felsgefüllten Stützpfeilern in der Pyhäsalmi Grube, Finnland	1093

L.Gündüz A.Şentürk	The assessment of support characteristics of cemented backfills Évalué les systèmes d'analyse ciment déchets Die Bewertung von Ausbaucharakteristiken von zementierten Rückfüllungen	1101
J.Sjöberg B.Leijon S. D. McKinnon	Empirical assessment of failure behaviour of stopes and sill pillars in Swedish cut-and-fill mines Évaluation empirique des caractéristiques de rupture du chantier d'abattage et des piliers horizontaux dans des mines en calotte avec remblayage en Suède Empirische Bewertung des Bruchverhaltens von Abbau und horizontaler Erzpfeilern in schwedischen Bergbaubetriebe mit Firstenstoßbau	1109

3.10 *Salt rock mechanics*
Mécanique des roches salines
Die Mechanik von Salzbildungen

L.Thorel M.Ghoreychi K.Su	Instantaneous plasticity and damage of rock salt applied to underground structures Endommagement et plasticité instantanés du sel gemme appliqués aux structures souterraines Augenblickliche Plastizität und Beschädigung des Steinsalzes angewandt an unterirdische Bauwerke	1119
P.Berest B.Brouard G.Durup	Behavior of sealed solution-mined caverns Comportement des cavernes dans le sel après fermeture Das Verhalten von verschlossener soltechnisch hergestellten Kavernen	1127
V.I.Smirnov N.S.Hachaturjan E. M. Shafarenko	The simulation of the behaviour of underground reservoirs in rock salts including clay partings Modèles des réservoirs souterrains dans les dépôts de sel de roche avec les intercalations de l'argile Modellierung des Verhaltens von Kavernen im Steinsalz, das tonige Zwischenlagen enthält	1133
T.You H.Henrion G.Vouille S. M. Tijani J.Nunez Farfan	3D geomechanical simulations of leached cavern: Are they mandatory? Simulation géomécanique des cavités salines: Les modélisations 3D sont-elles indispensables? Geomechanische Simulation und saline Hohlräume: Kann man auf 3D-Modelle verzichten?	1139

3.11 *Induced seismicity in deep mining*
Sismicité induite dans les mines profondes
Durch Erzabbau in großer Tiefe induzierte seismische Phänomene

A. A. Kozyrev V. A. Maltsev V. I. Panin M. V. Akkuratov V. V. Zakharov	An experimental study of regularities of geological medium deformation for prediction of mining-induced earthquakes in large-scale mining Les investigations expérimentales de la régularité de déformation de la milieu géologique pour la prévision du tremblement de terre provoqué par les gros travaux miniers Experimentelle Untersuchungen von Gesetzmäßigkeiten der Deformation des geologischen Mediums für die Prognose der durch menschliche Tätigkeit verursachten Erdbeben bei großtechnischen Bergbauarbeiten	1155
R. Stewart S. Spottiswoode	Multiparameter seismic risk assessment for deep-level mining Technique d'évaluation de risque sismique de mines à niveau profond Eine Multiparameter Bestimmung des seismischen Risikos für tiefe Bergwerke	1163
D. A. Beck B. H. G. Brady D. R. Grant	Analysis of seismicity and rock deformation during open stoping of a deep orebody Etude sur la sismicité et sur l'état des contraintes des roches lors de l'exploitation d'un réservoir profond Analyse von seismischen Verhalten und Deformationszuständen von Felsmassen bei der Gewinnung von tiefliegenden Erzen	1171
S. J. Webber	Rockburst risk assessment on South African gold mines: An expert system approach Evaluation du risque d'explosion du rocher dans les mines d'or en Afrique du Sud: Approche à travers un système d'expertise Die Bewertung von Spannungsschlägen in den Gruben Südafrikas: Ein Verfahren mit Erfahrungssystem	1179

3.12 *Risk assessment in underground excavations*
Evaluation du risque dans les excavations souterraines
Risikoanalyse bei unterirdischen Grabungen

R. J. Pine P. N. Arnold	Application of risk assessment methods to underground excavations Application des méthodes d'évaluation de risques aux excavations souterraines Anwendung von Risikobewertungstechniken auf Ausgrabungen und Ausschachtungen	1189
Y. Jiao J. A. Hudson	Predicting hazards in rock engineering using critical mechanism pathway analysis Prédiction des hasards d'ingénierie des roches avec la méthode "critical mechanism pathway analysis" Die ingenieurwissenschaftliche Analyse von Risiken in Gesteinen mit der Methode "critical mechanism pathway analysis"	1197

J.N.van der Merwe	Requirements for successful rock engineering prediction in mining Conditions pour des prédictions fiables en génie des roches dans le domaine de l'exploitation minière Anforderungen für erfolgreiche gesteintechnische Voraussagen im Bergbau	1205
-------------------	--	------

4 *Environmental rock engineering*
Ingénierie des roches dans le cadre de l'environnement
Das Ingenieurwesen von Gesteinen und Umgebung

4.1 *Flow in a single fracture*
Écoulement dans une fracture individuelle
Der Fluß im Einzelbruch

K. Kostakis	Investigation of two-phase flow in a single rough fracture	1215
J.P.Harrison	Investigation de l'écoulement à deux phases dans une fracture rugueuse	
A.T.Young	Die Untersuchung der Zweiphasenströmung in einer rauhen Klüfte	
I.W.Yeo	Design and analysis of an experimental system to measure directional	1223
R.W.Zimmerman	permeabilities of a rock fracture under normal and shear loading	
M.H.de Freitas	Conception et analyse d'une système expérimentale pour mesurer la perméabilité directionnelle d'une fracture dans la roche sous chargement normale et de cisail- ment Entwurf und Analyse eines Experiments zur Messung richtungsabhängiger Durchlässigkeiten in einer Felskluft unter Normal- und Schubbeanspruchung	

4.2 *Fluid flow in fractured rock masses*
Écoulement fluide dans un massif rocheux fracturé
Der Fluß in gesprungenen Felsmassen

J.Hadjigeorgiou	An integrated strategy for field data collection, three-dimensional	1231
R.Therrien	joint representation and modelling of fluid flow in fractured rock masses Une approche intégrant l'échantillonnage in situ, la représentation tridimensionnelle de joints et la modélisation de l'écoulement en milieu fracturé Integrierung von in situ Messungen, dreidimensionale Beschreibung und Strömungsmodellierung in klüftigen Gesteinen	
K.Kikuchi	In-situ experiment on seepage flow in jointed rock masses	1237
Y.Mito	and the 3-D seepage flow analysis: Application to radial flow	
M.Nakata	Expérience in situ sur l'écoulement suintant dans des roches jointes et l'analyse du l'écoulement suintant à trois dimensions: Application à l'écoulement radiale In situ-Test bei der Durchsickersflut in der spaltigen Gesteinsmechanik, und die Analyse bei der 3-D Durchsickersflut: Die Verwendung gegen radiale Flut	

C. Fidelibus G. Barla M. Cravero	Alternative schemes for the assessment of the equivalent continuum hydraulic properties of rock masses Schémas alternatifs pour l'évaluation des caractéristiques hydrauliques du massif rocheux avec le modèle continue équivalent Alternative Schemata zur Bewertung von hydraulischen Merkmalen in Felsmassen mit dem kontinuierlichen Äquivalenzmodell	1243
L. Wei K. Been	Interpretation of fracture transmissivity and flow geometry from hydraulic tests Interprétation de transmissivité de la fracture et l'écoulement géométrie d'épreuves hydrauliques Ermittlung der Klufftransmissivitäten und der Fließgeometrie aus hydraulischen Bohrlochversuchen	1253
J.W. Rudnicki R.J. Finno G. Viggiani M.A. Alarcon M.A. Mooney	Coupled deformation-pore fluid diffusion effects on the development of localized deformation in fault gouge Effets accouplés déformation-pression des pores dans le développement de déformations localisées en zones de faille Die gekoppelte Auswirkung von Verformung und Druck in Poren auf die Entwicklung von lokalisierten Verformungen in Verwerfungsbereichen	1261
Y. Luo B. Davidson M. Dusseault	Measurements in ultra-low permeability media with time-varying properties Les mesures dans les milieux à très faible perméabilité avec paramètres variables Messungen an extrem niedrig-permeablen Medien mit temporär ändernden Eigenschaften	1269

4.3 *Subsidence behaviour of rock structures*

Comportement de la subsidence des structures des roches

Die Subsidenz in Felsstrukturen

V.I. Dimova I.V. Dimov	A statistical approach to the basic inverse problem in land subsidence theory Approche statistique du problème inverse de base dans théorie de la subsidence de la surface terrestre Das statistische Herangehen an der umgekehrten Grundaufgabe in der Theorie der Lenkungsmulde der Erdoberfläche	1279
B.J. Madden J.N. van der Merwe D.C. Oldroyd	Effects on surface structures due to collapsed bord and pillar workings Effets sur structures en surfaces dus à l'effondrement des chantiers de piliers et galeries Die Auswirkung von eingestürzten Fahrdämmen und Pfeilern in Kohlebergwerken auf Oberflächenbau	1283
P. Delage C. Schroeder Y.J. Cui	Subsidence and capillary effects in chalks Subsidence et effets capillaires dans les craies Setzungen und Kapillareffekte in Kreide	1291

J.E.T.Q.de Menezes D.Nguyen-Minh	Application of a mixed boundary and finite element method to rock salt caverns numerical analysis Application d'une méthode mixte d'éléments finis et de frontière à l'analyse numérique des cavernes salines Anwendung der Methode der finiten Elemente und eines Verfahrens der Oberflächendiskretisierung bei der Berechnung von Salzkavernen	1299
F.Homand-Etienne I.Mamane M.Souley P.Gaviglio M.Al Heib	Distinct element modelling and mining induced subsidence: Influence of the major faults Modélisation des affaissements miniers: Influence des failles Die verschiedenen Elemente Methode und Bergbaubodensenkung: Einfluss der Verwerfungen	1305

4.4 Nuclear waste repositories: Rock damage zone characterization

Caractérisation de la zone endommagée près de stockage des déchets radioactifs

Die Lagerung von radioaktivem Abfall und die Kennzeichnung des geschädigten Gebiets

N.Davies D.Mellor	Review of excavation disturbance measurements undertaken within the ZEDEX project: Implications for the Nirex Rock Characterisation Facility Un examen des mesures de la perturbation générée par l'excavation, entreprises dans le cadre du projet ZEDEX: Implications pour l'accès de caractérisation géologique de Nirex (Nirex RCF) Diskussion der Messungen von Störungen im Gebirge, die durch die Streckenauf-fahrung hervorgerufenen wurden, im Rahmen des ZEDEX Projekts: Auswirkungen auf das Nirex Erkundungsbergwerk 'RCF'	1315
O.Olsson G.Bäckblom K.B.Slimane A.Cournut N.Davies D.Mellor	Planning, organization, and execution of an EDZ experiment while excavating two test drifts by TBM boring and blasting, respectively Planning, organisation et exécution d'une expérience EDZ lorsque deux tests d'exploitation par TBM forage et percement, respectivement ont été excavé Planung, Organisierung und Durchfuehrung des EDZ Experimentes während gleichzeitig Vortriebsarbeiten durch TBM-bohren respektive Sprengtechnik durchgeführt wurden	1323
S.J.Emsley O.Olsson C.Cosma L.Tunbridge R.Stanfors L.Stenberg	Integrated characterisation of a rock volume at the Äspö HRL utilised for an EDZ experiment Caractérisation intégrée d'un volume rocheux au HRL, d'Äspö utilisé pour une expérience concernant l'EDZ Charakterisierung eines für ein EDZ Experiment genutzten Gesteinskörpers im Äspö HRL	1329

S. D. Falls R. P. Young	Examination of the excavation-disturbed zone in the Swedish ZEDEX tunnel using acoustic emission and ultrasonic velocity measurements Examen de la zone perturbée par le creusage dans le tunnel suédois ZEDEX en utilisant les méthodes de mesures des émissions acoustiques et des vitesses de propagation ultrasoniques Messungen von Schallemission (SE) und Ultraschallgeschwindigkeit (USG) zur Untersuchung der ausgrabungsgestörten Zone um den schwedischen ZEDEX Tunnel	1337
C. Bauer F. Homand-Etienne K. B. Slimane K. G. Hinzen S. K. Reamer	Damage zone characterization in the near field in the Swedish ZEDEX tunnel using in situ and laboratory measurements Caractérisation de l'endommagement en champ proche dans le tunnel ZEDEX par des méthodes in situ et de laboratoire ZEDEX Strecke Zerstörungzone im Nahbereich Charakterisierung bei in situ Messungen und Labortests	1345
F. Homand-Etienne A. Sebaibi	Study of microcracking of Lac du Bonnet granite Etude de la microfissuration du granite du Lac du Bonnet Untersuchung über Mikrorissen im Granit von Lac du Bonnet	1353

4.5 *Thermal-hydraulic-mechanical coupling* *Couplage thermique-hydraulique-mécanique* *Die thermo-hydraulisch-mechanische Kopplung*

D. A. Gunn S. T. Horseman	Measurement and an application of thermo-physical properties of rocks Mesure des propriétés thermo-physiques des roches et exemple d'application Die Massenheit und die Verendung der thermal-physischen Merkmale von Felsen	1363
H. S. Lee H. K. Lee Y. J. Park K. S. Kwon	The mechanical and hydraulic characteristics of granite and gneiss under temperature variation Caractéristiques mécaniques et hydrauliques de granite et de gneiss en fonction de la variation de température Die mechanische und hydraulische Eigenschaft von Granit und Gneise in Temperatur Änderung	1371
O. Didry K. Su	Assessment of thermo-hydro-mechanical interactions for a fractured rock using a finite difference method Evaluation des couplages thermo-hydro-mécanique d'un massif rocheux fracturé par la méthode des différences finies Beurteilung der thermischen, hydraulischen und mechanischen Wechselwirkungen des rissigen Gebirges mit Hilfe des Finit-Differential-Methodes	1379
Y. Abousleiman M. Bai J. C. Roegiers	Thermoporoelastic coupling in hydraulic fracturing Couplage thermo-poroélastique dans l'hydro-fracturation Die thermisch-porenelastische Kopplung bei hydraulischen Brüchen	1387

R.Glamheden U.Lindblom	Predicted and observed heat transfer around a refrigerated rock cavern Transports de chaleurs prévus et observés autour d'une caverne rocheuse Vorausgesagter und beobachteter Wärmefluß um einer gekühlten Felskaverne	1395
---------------------------	---	------

4.6 *Further developments* *Développement future* *Weitere Entwicklungen*

J.A.Hudson Y.Jiao	Information audits for improving rock engineering prediction, design and performance Vérification afin d'améliorer la prévision, la conception et la réalisation en ingénierie des roches Prüfungen zur Verbesserung der Vorhersage des Projektes und der Leistung im Felsingenieurwesen	1405
H.D.Park	Assessment of the geotechnical properties of the weathered rocks at historical monuments in Korea Evaluation des propriétés géotechniques à propos des roches désagrégées des monuments historiques en Corée du Sud Einschätzung der geotechnischen Eigenschaften der wettergegerbten Steinen in den historischen Denkmälern in Korea	1413
A.H.Zettler R.Poisel G.Stadler	A new system of a grouting control process using a Fuzzy Logic approach Un nouveau système de contrôle du renforcement des roches par injection, basé sur une approche de logique floue Ein neues System zur Kontrolle eines Injektionsprozesses mit Hilfe von Fuzzy Logik	1417
G.Barla M.Naldi	Tunnelling near the San Pellegrino thermal springs (Italy) Creusement de tunnels près de la source thermale de San Pellegrino Terme (Italie) Die Grabung eines Straßentunnels in der Nähe der Thermalquellen San Pellegrino (Italien)	1425
E.Fortier C.Maisons P.Mechler M.Valette	Seismic monitoring: Improvement in hypocenter location using a doublet technique Surveillance sismique: Amélioration de la localisation hypocentrale à partir de la technique des doublets Seismische Überwachung: Verbesserung der hypozentralen Localisierung anhand der Dubletten-Methode	1433

Author index
Index des auteurs
Autorenverzeichnis