

# Obsah

1. Úvod	9
2. Průzkum a využití uhelného metanu v zahraničí a v Česku	9
3. Vazba plynu v uhelných slojích a horninových strukturách	12
3.1. Uhelná sloj jako nízkopotenciální zásobník plynu	12
3.2. Formy a vazby plynu v uhlí	13
3.3. Sorpční procesy včetně sorpce metanu a oxidu uhličitého	14
3.4. Porézni systém uhlí a hornin	14
3.5. Propustnost a pórovitost uhlí a horninových struktur	15
3.6. Plynopropustnost uhlí a hornin	16
3.7. Filtrační vlastnosti hornin	18
4. Geologie širší oblasti hornoslezské pánve	19
4.1. Úvod	19
4.2. Přehled geologické stavby a jejího vývoje	19
4.3. Litologická charakteristika území	20
4.3.1. Český masiv	20
4.3.1.1. Krystalinikum	20
4.3.1.2. Paleozoikum	20
4.3.2. Tektonika variského strukturního patra	24
4.3.3. Předmiocenní vývoj paleoreliéfu epivariské platformy na Ostravsku	24
4.3.4. Západní Karpaty	25
5. Hydrogeologie a hydrogeochemie	26
5.1. Hydrogeologické rozčlenění a prozkoumanost	26
5.2. Kolektory karpátu	27
5.3. Kolektory karbonu	27
5.4. Hydrogeologie ve vrtech programu CBM	28
6. Vrtně-technická část	29
6.1. Vrtné práce	29
6.2. Konstrukce vrtů	30
6.3. Technika vrtání a jádrování	30
6.4. Komplikace na vrtech programu CBM	31
6.5. Shrnutí	31
7. Hydrodynamický výzkum a jeho zhodnocení	31
7.1. Hydrodynamický výzkum na vrtech a jeho zhodnocení	32
7.1.1. Přehled provedených prací	32
7.1.2. Testování hydrodynamických parametrů slojí v přirozeném stavu	32
7.1.3. Testování hydrodynamických parametrů naštěpených slojí	33
7.1.4. Dlouhodobé produkční testy v jednotlivých vrtech	33
7.1.5. Hydrodynamické hodnocení čerpacích zkoušek	35
7.2. Hydrodynamický výzkum na interferenčním uzlu sond CBM-2 a CBM-6 až CBM-11, jeho zhodnocení a modelování	35
7.2.1. Interferenční test	36
7.2.2. Posouzení výsledků matematického modelování interferenčního uzlu	36
7.2.3. Prognóza těžby plynu podle výsledků modelování	37
7.3. Celkové zhodnocení hydrodynamického výzkumu	38
8. Zhodnocení karotážních prací včetně posouzení vhodnosti použitých metod	39
8.1. Použité karotážní metody a jejich srovnání z hlediska vhodnosti použití	39
8.2. Zhodnocení provedených karotážních měření	40
8.2.1. Zhodnocení kvalitativní interpretace karotážních měření	40
8.2.2. Zhodnocení kvantitativní interpretace karotážních měření	40
8.3. Posouzení použitých karotážních měření	41

<b>9. Hydraulické štěpení</b> .....	42
9.1. Přehled realizovaných prací .....	42
9.2. Způsob otevření štěpených intervalů .....	42
9.2.1. Posouzení vhodnosti způsobu otevření štěpených horizontů .....	43
9.2.2. Posouzení vhodnosti použití různých typů perforace .....	44
9.3. Technologie provádění hydraulického štěpení .....	44
9.3.1. Použitá metodika .....	44
9.3.2. Použitá technika a její výkony .....	45
9.3.3. Použitě štěpící kapaliny a propant .....	45
9.4. Celkové zhodnocení hydraulického štěpení .....	47
9.4.1. Srovnání výsledků v jednotlivých vrtech .....	47
<b>10. Technicko-ekonomické předpoklady budoucí těžby</b> .....	49
10.1. Účel a možnosti hodnocení .....	49
10.2. Charakteristika modelového zdroje CBM – vstupní parametry .....	49
10.3. Modelové technické řešení úpravy a přepravy plynu .....	49
10.4. Náklady na vybudování modelového zdroje .....	50
10.5. Očekávané výnosy .....	50
10.6. Náklady na provoz a likvidaci .....	51
10.7. Ukazatele ekonomické efektivity modelového podnikatelského záměru .....	51
10.8. Zhodnocení výsledků a analýza rizik .....	52
<b>11. Shrnutí dosažených výsledků a perspektivy využívání uhelného metanu v České republice</b> .....	53
<b>12. Doporučení dalšího postupu pro orientovaný výzkum v České republice</b> .....	55
<b>Literatura</b> .....	56

## Contents

<b>Preface</b> .....	60
<b>1. Introduction</b> .....	61
<b>2. The current state of progress in exploration and utilization of coal bed methane abroad and in the Czech Republic</b> .....	61
<b>3. Occlusion of methane related to rock textures in coal seams</b> .....	64
3.1. Coal seams as low capacity underground storage of gas .....	64
3.2. Forms of occlusion of gas in coal .....	66
3.3. Processes of sorption involving methane and carbon dioxide .....	66
3.4. Porosity in coal and rock .....	67
3.5. Permeability and porosity of coal and rock textures .....	68
3.6. Gas permeability of coal and rock .....	69
3.7. Filtration features of rocks .....	71
<b>4. Geology of the broader environs of the Upper Silesian Basin</b> .....	72
4.1. Introduction .....	72
4.2. Geological structure and its development .....	73
4.3. Lithological characteristics of the region .....	73
4.3.1. The Bohemian Massif .....	73
4.3.1.1. The Crystalline complex .....	73
4.3.1.2. The Paleozoic .....	74
4.3.2. Tectonic development of the Variscan structural level .....	77
4.3.3. Pre-Miocene evolution of the paleorelief on the Variscan epi-continental platform .....	78
4.3.4. The West Carpathians .....	79
<b>5. Hydrogeology and hydrogeochemistry</b> .....	80
5.1. Hydrogeological classification and the state of knowledge .....	80



5.2. Karpatian aquifers . . . . .	81
5.3. Carboniferous aquifers . . . . .	81
5.4. Hydrogeology in boreholes drilled within the CBM program . . . . .	83
<b>6. Drilling-technical section . . . . .</b>	<b>84</b>
6.1. Drilling operations. . . . .	84
6.2. Structure of wells . . . . .	84
6.3. Drilling and coring method . . . . .	85
6.4. Problems in boreholes drilled during the CBM program . . . . .	85
6.5. Summary. . . . .	86
<b>7. Hydrodynamic research and evaluation . . . . .</b>	<b>86</b>
7.1. Hydrodynamic investigations of exploration boreholes and their evaluation . . . . .	86
7.1.1. Outline of investigations carried out . . . . .	86
7.1.2. Hydrodynamic parameters of coal seams under natural conditions . . . . .	87
7.1.3. Hydrodynamic parameters of coal seams after hydraulic fracturing . . . . .	87
7.1.4. Long-term production tests carried out on individual boreholes . . . . .	88
7.1.5. Hydrodynamic evaluation of pumping tests . . . . .	90
7.2. Hydrodynamic research relating to the interferential node of boreholes CMB-2 and CBM-6 to CBM-11 – evaluation of results and mathematical modelling. . . . .	90
7.2.1. Interferential testing . . . . .	91
7.2.2. Results of mathematical modelling of the interferential node . . . . .	91
7.2.3. Prognosis of the recovery of coal gas based on the modelling. . . . .	92
7.3. Summary evaluation of the hydrodynamic research . . . . .	93
<b>8. Evaluation of logging including assessment of individual methods to solve the goal of the project . . 94</b>	<b>94</b>
8.1. Applied logging methods and their comparative usefulness. . . . .	94
8.2. Evaluation of logging results. . . . .	95
8.2.1. Qualitative interpretation of logging . . . . .	95
8.2.2. Quantitative interpretation of logging data . . . . .	95
8.3. Assessment of utilized logging procedures . . . . .	96
<b>9. Hydraulic fracturing . . . . .</b>	<b>97</b>
9.1. Summary of activities undertaken . . . . .	97
9.2. The opening of selected depth intervals for fracturing procedure. . . . .	97
9.2.1. Consideration of methods suitable for opening the intervals of interest . . . . .	98
9.2.2. Consideration of suitable types of perforation . . . . .	99
9.3. Technology of hydraulic fracturing . . . . .	99
9.3.1. Methodology used . . . . .	99
9.3.2. Efficiency of the technique used . . . . .	100
9.3.3. Fracturing fluids and proppant used . . . . .	100
9.4. Summary evaluation of hydraulic fracturing . . . . .	102
9.4.1 Comparison of results from individual boreholes . . . . .	102
<b>10. Technical-economic preconditions for future CBM extraction in the Czech part of the Upper Silesian Basin . . . . .</b>	<b>104</b>
10.1. Assessment of feasibility of the project. . . . .	104
10.2. Characterization of the CBM model source – input parameters . . . . .	105
10.3. Model technical design – gas treatment and transport. . . . .	105
10.4. Costs for construction of the model CBM source . . . . .	105
10.5. Expected revenues. . . . .	106
10.6. Costs for operation and liquidation . . . . .	107
10.7. Indicators of economic efficiency in the model business plan . . . . .	107
10.8. Assessment of the results and risk analysis . . . . .	108
<b>11. Summary of results achieved and the perspectives for future utilization of coal bed methane in the Czech Republic . . . . .</b>	<b>110</b>
<b>12. Recommendations for future research on coal bed methane in the Czech Republic . . . . .</b>	<b>112</b>