

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. Uhelňá 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. Porézní 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

9. Hydraulické štěpení	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. Použité štěpící kapaliny a propant	45
9.4. Celkové zhodnocení hydraulického štěpení	47
9.4.1. Srovnání výsledků v jednotlivých vrtech	47
10. Technicko-ekonomické předpoklady budoucí těžby	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
11. Shrnutí dosažených výsledků a perspektivy využívání uhelného metanu v České republice	53
12. Doporučení dalšího postupu pro orientovaný výzkum v České republice	55
Literatura	56

Contents

Preface	60
1. Introduction	61
2. The current state of progress in exploration and utilization of coal bed methane abroad and in the Czech Republic	61
3. Occlusion of methane related to rock textures in coal seams	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
4. Geology of the broader environs of the Upper Silesian Basin	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
5. Hydrogeology and hydrogeochemistry	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
6. Drilling-technical section	84
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
7. Hydrodynamic research and evaluation	86
7.1. Hydrodynamic investigations of exploration boreholes and their evaluation	86
7.1.1. Outline of investigations carried out	86
7.1.2. Hydrodynamic parametres of coal seams under natural conditions	87
7.1.3. Hydrodynamic parametres 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
8. Evaluation of logging including assessment of individual methods to solve the goal of the project . .	94
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
9. Hydraulic fracturing	97
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 propanant used	100
9.4. Summary evaluation of hydraulic fracturing	102
9.4.1 Comparison of results from individual boreholes	102
10. Technical-economic preconditions for future CBM extraction in the Czech part of the Upper Silesian Basin	104
10.1. Assessment of feasibility of the project.	104
10.2. Characterization of the CBM model source – input parametres	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
11. Summary of results achieved and the perspectives for future utilization of coal bed methane in the Czech Republic	110
12. Recommendations for future research on coal bed methane in the Czech Republic	112