

Marek ČÁSLAVSKÝ*, Jakub JIRÁSEK**, Martin SIVEK***

OBSAH VODY V UHELNÝCH SLOJÍCH ČESKÉ ČÁSTI HORNOSLEZSKÉ PÁNVE⁺

CONTENT OF WATER IN COAL SEAMS OF THE CZECH PART OF THE UPPER SILESIAN BASIN

Abstrakt

V předloženém článku se autoři zabývají prostorovým vývojem obsahu vody v uhelných slojích české části hornoslezské pánve. Byly sestaveny mapy plošného vývoje obsahu vody v jednotlivých vrstevních jednotkách. Hloubkový vývoj obsahu vody v pánvi byl sledován v řezech, ale také v jednotlivých průzkumných vrtech. Potvrdila se závislost obsahu vody ve slojích na hloubce jejich pohřbení (Schürmannovo pravidlo). V prostorovém vývoji obsahu vody se však neprojeví zóny zvýšeného prouhelnění, které byly vymezeny dříve analýzou vývoje obsahu prchavé hořlaviny v pánvi. Nízké hodnoty obsahu vody v černém uhlí brání využití tohoto parametru pro modelování historie prouhelnění v černouhelných pánvích.

Abstract

In the submitted article the authors are concerned with the spatial distribution of water content in coal seams in the Czech part of the Upper Silesian Basin. To observe the surface distribution of water content, maps of coal seams in specific stratal units were made. The depth distribution of water content in the basin was observed in sections and also in particular exploratory boreholes. The dependence of water content in the seams on the depth of seam burial was confirmed (Schürmann rule). However, in the spatial distribution of water content, any zones of increased degree of coalification delimited earlier by the analysis of the distribution of volatile matter content in the basin were not proved. Low values of the content of water in hard coal prevent from using this parameter for modelling the history of coalification in hard coal basins.

Key words: analytical water content in non-washed sample (W^a), coalification, history of coalification, Schürmann rule, Czech part of the Upper Silesian Basin.

Úvod

Obsah vody v uhlí je parametr reagující, obdobně jako např. obsah prchavé hořlaviny či odraznost vitrinitu, na stupeň prouhelnění uhelné hmoty. Úbytek vody v uhlí s rostoucí hloubkou je znám jako tzv. Schürmannovo pravidlo: „V daném místě klesá v hnědouhelných slojích klidného uložení obsah vody se vzrůstající hloubkou“ (Schürmann 1927). Jak vyplývá z citace, bylo Schürmannovo pravidlo definováno pouze pro hnědá uhlí. Lze proto očekávat, že úloha tohoto parametru u černých uhlí bude do značné míry odlišná od role a významu, jaké má uvedený parametr pro uhlí hnědá. Posoudit uvedené rozdíly a zjistit možnosti využití tohoto parametru pro geologické interpretace vývoje černouhelných pánví, byly hlavní cíle našeho výzkumu. Soustředili jsme se přitom především na následující dílčí problémové okruhy:

1. ověřit rozsah platnosti Schürmannova pravidla pro černá uhlí české části hornoslezské pánve,
2. zjistit prostorové rozložení hodnot obsahu vody v uhelných slojích ve vrstevních jednotkách české části hornoslezské pánve a ověřit, zda se v něm projevují zóny zvýšeného prouhelnění, které byly definovány na základě analýzy prostorového vývoje obsahu prchavé hořlaviny V^{daf} (M. Sivek et al. 2003),

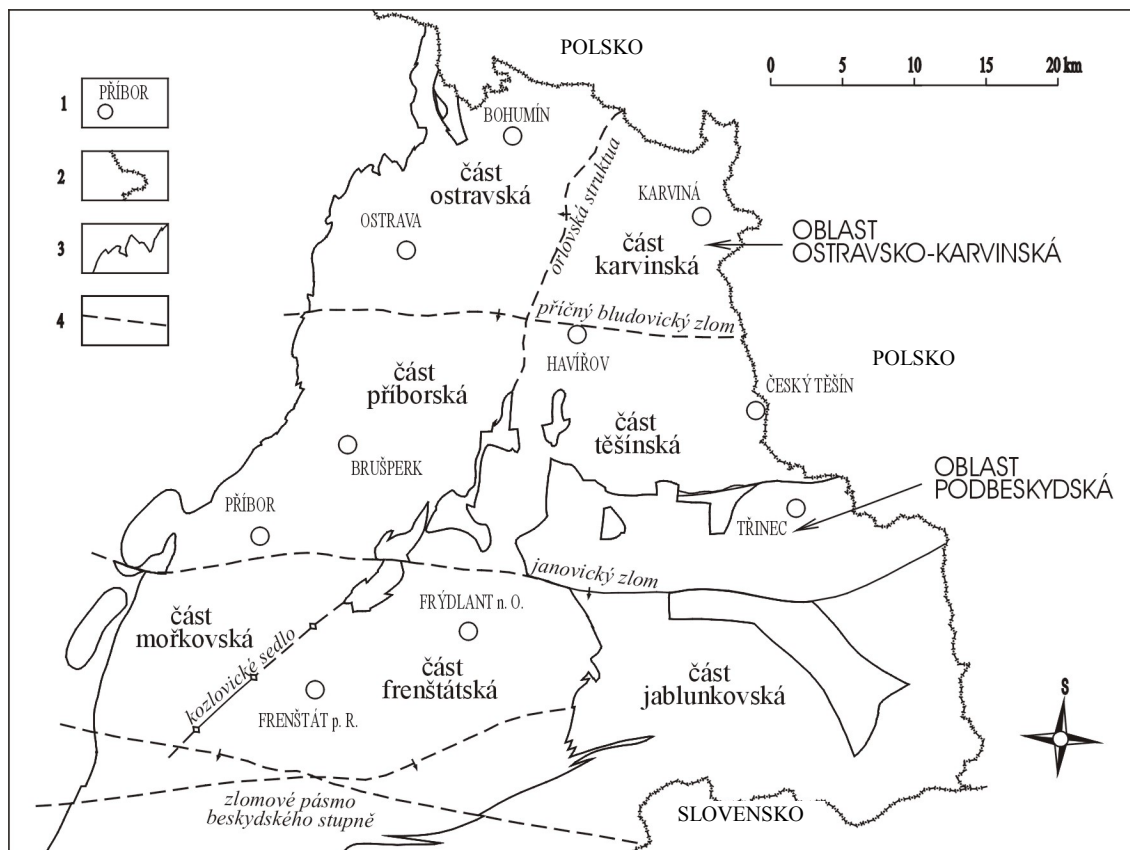
* Ing., Ph.D., HGF VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

** Ing., Ph.D., HGF VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

*** Prof. Ing., CSc., HGF VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

+ Tento článek byl vypracován za finanční podpory interního grantového projektu, který financovala Hornicko-geologická fakulta VŠB-Technická univerzita Ostrava, v návaznosti na projekt GAČR č. 105/01/0325

3. v případě, že se nepotvrdí u prostorového vývoje hodnot obsahu vody v uhlí obdobné závislosti jako u obsahu prchavé hořlaviny, zjistit zda neexistují jiné příčiny, na kterých je vývoj obsahu vody v uhelné hmotě závislý.



Obr. 1: Územní členění české části hornoslezské pánve (M. Dopita et al. 1997, upraveno),
1 – sídla, 2 – státní hranice, 3 – posterozní hranice pánve a vrstev, 4 – významné struktury

Fig. 1: Regional division of the Czech part of the Upper Silesian Basin (M. Dopita et al. 1997, modified),
1 – settlements, 2 – frontiers, 3 – post erosion boundary of the basin, 4 – significant structures

Naší snahou bylo doplnit znalosti o prostorovém vývoji obsahu vody v uhelných slojích české části hornoslezské pánve a posoudit možnosti využití sledování vývoje obsahu vody v uhelných slojích pro určení příčin prouhelnění, případně i pro řešení dalších otázek historie vývoje uhelných pánví.

Určování obsahu vody v uhlí a několik poznámek k metodice sledování obsahu vody v uhelných slojích české části hornoslezské pánve

Voda má pro vznik a vývoj uhelné hmoty zásadní význam a doprovází uhlí ve všech stádiích jeho vývoje. Voda obsažená v uhlí ovlivňuje celou řadu jeho vlastností, přičemž v řadě případů se jedná o vlastnosti velmi významné pro technickou praxi. Přehled nejdůležitějších vlastností, které jsou obsahem vody ovlivňovány, uvádí J. Víték (1970). Mezi nimi uvádí i takové, které mají nepochybně značný význam nejen pro vývoj prouhelnění v pánvích, ale i pro technickou praxi (např. koeficienty tepelné a teplotní vodivosti se zvyšují působením vody v uhlí až na dvojnásobek, obsah vody značně ovlivňuje dobu koksování, rychlost sorpčních procesů na povrchu uhlí i jeho skutečnou měrnou hmotnost).

Laboratorní stanovení vody v uhlí se řídí normou ČSN 44 1377 „Stanovení obsahu vody“, podle které se v uhlí rozlišují následující druhy vody:

1. Hrubá voda (W_{ex}) – část veškeré vody paliva, která se vypaří ze vzorku při sušení do stavu na vzduchu proschlého.

2. Zbylá voda (W_h) – část veškeré vody paliva, která zůstane ve vzorku po dosažení stavu na vzduchu proschlého.
3. Veškerá voda (W_t) – celkový obsah hrubé a zbylé vody.
4. Obsah vody v analytickém stavu (W^a) – ve vzorku o zrnitosti pod 0,2 mm.

Při analýzách vzorků se většinou obsah veškeré vody nestanovuje a určuje se pouze obsah vody v analytickém stavu. Protože vzorky s vyšším obsahem popela (A^d) jak 10 % jsou plaveny, mohlo by jejich použitím dojít k nepřesnostem. Proto byly pro účely této studie použity vzorky v neplaveném stavu (hodnota obsahu analytické vody v neplaveném vzorku (W^a), dále jen hodnota obsahu vody).

Obsah vody v uhlí je jedním ze základních znaků jeho jakosti. Obsah veškeré vody slouží k obchodním přepočtům podle příslušných dohod. Obsah vody v analytickém stavu se používá k přepočtům jednotlivých hodnot znaků jakosti na bezvodý stav. Metodika stanovení obsahu analytické vody je obsažena v normě ISO 11 722 (ČSN 44 1360) „Tuhá paliva – Černá uhlí – Stanovení vody v analytickém vzorku sušením v dusíku“.

Obsah vody s rostoucím stupněm prouhelnění klesá (klesá i obsah veškeré vody (W_t), M. Dopita et al., 1997), tento stav však není nevratný. U černého uhlí se dlouhodobým stykem s atmosférou obsah vody postupně zvětšuje na příklad v důsledku tzv. zvětrávání uhlí, a to v závislosti na typu uhlí (Šplíchal 1967). Největší přírůstky obsahu vody v důsledku zvětrávání nastávají u uhlí pálavých, nejmenších u uhlí žírných a koksových. Uhlí plynová a antracitová vykazují střední hodnoty přírůstku obsahu vody v důsledku zvětrávání. Vyšší obsahy vody (2-9 %) jsou pouze v alterovaném uhlí při kontaktu s tělesy pestrých vrstev a v oxidovaném uhlí na výchozech slojí na povrch karbonu (J. Řehák 1966, Z. Klika 1998). Obsah vody v uhlí závisí také podstatně na vnějších podmínkách, zejména na teplotě a tenzi vodních par okolí. Změny těchto vnějších podmínek mají za následek i značné změny obsahu vody v uhlí. Jestliže předpokládáme, že voda v uhlí (s výjimkou vody přimíšené) je převážně vázána na povrchu uhelné hmoty jednak adsorpčními silami, jednak kapilárními silami, pak v obou případech musí být množství této vázané vody závislé na relativní vlhkosti vzduchu.

Jelikož obsah vody závisí na řadě vnějších podmínek, jsou správné výsledky analýz podmíněny dodržováním zásad odběru, předběžné úpravy a skladování vzorků. Nesprávnou manipulací se vzorky mohou totiž vznikat ve výsledcích analýz obsahu vody chyby, které zejména u černých uhlí, jejichž obsahy vody jsou samy o sobě nízké (přibližně pod 2 % hmotnosti), mohou představovat významný problém.

Pro modelování vývoje obsahu vody v uhelných slojích české části hornoslezské pánve (dále též ČHP) jsme měli k dispozici 12 500 hodnot obsahu analytické vody v neplaveném vzorku (W^a) lokalizovaných v 757 dokumentačních bodech. Rozdělení dokumentačních bodů podle litostratigrafických jednotek je uvedeno v tab. 1. Z tabulky vyplývá, že nejvíce dokumentačních bodů bylo k dispozici ve vrstvách sedlových (165), nejméně ve vrstvách doubravských (10), kde počet bodů byl nižší než počet potřebný pro vytvoření statistického souboru. Při hodnocení počtů dokumentačních bodů je však nutno mít na paměti, že jednotlivé vrstevní jednotky mají v pánvi různě velký plošný posterozní rozsah výskytu.

Tab. 1 Počet dokumentačních bodů ve vrstvách ostravského a karvinského souvrství ČHP

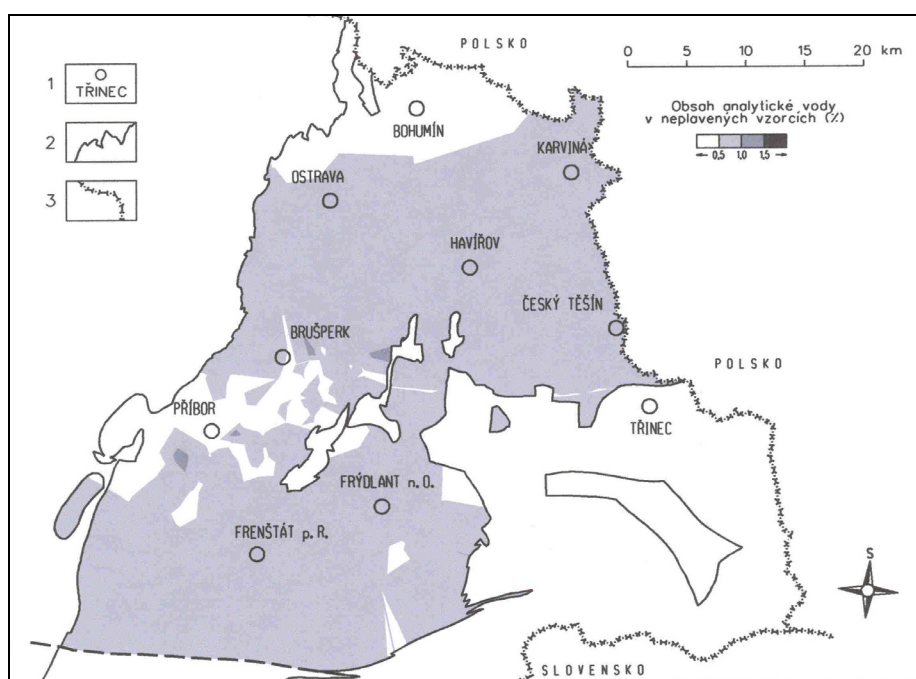
Tab. 1 Number of documentation points in the members of the Ostrava and Karviná Formation of the Czech part of the Upper Silesian Basin

	litostratigrafické jednotka	počet dokumentačních bodů
karvinské souvrství	doubravské vrstvy	10
	sušské vrstvy	82
	sedlové vrstvy	165
ostravské souvrství	porubské vrstvy	163
	jaklovecké vrstvy	62
	hrušovské vrstvy	124
	petřkovické vrstvy	151

Rozložení dokumentačních bodů v ploše pánve je nerovnoměrné. Platí to zejména pro uhelné sloje petřkovických, hrušovských a částečně i jakloveckých vrstev v karvinské části ČHP, kde se projevuje nedostatek dokumentačních bodů. Proto musela být v tomto případě (ale i v některých dalších) použita metoda extrapolace.

Pro sledování prostorového obsahu vody v uhlí a určení geologických příčin tohoto vývoje byly sestaveny mapy vývoje obsahu vody, které byly zpracovány pro jednotlivé litostratigrafické jednotky ČHP. Podkladem pro zpracování těchto map byly výsledky analýz z povrchových a důlních geologicko-průzkumných vrtů. Sledován byl jednak plošný, jednak hloubkový vývoj obsahu vody, který byl znázorněn v šesti řezech vedených přes ČHP. Metodické postupy přípravy dat a jejich zpracování byly totožné s postupy použitými v práci M. Sivka et al. (2003) a M. Čáslavského (2005). Vývoj obsahu vody s hloubkou (platnost Schürmannova pravidla) byl sledován po jednotlivých litostratigrafických jednotkách ČHP a také ve vybraných vrtech. Pro popis vývoje hodnot byly použity běžné statistické metody.

Geologie ČHP byla popsána v řadě prací. Proto v předloženém článku se uvedenou problematikou nezabýváme a odkazujeme na podrobný popis geologie české části hornoslezské pánve v monografii M. Dopity et al. (1997), případně na přehled geologie pánve v práci M. Sivka et al. (2003). Současně používané územní členění české části hornoslezské pánve je znázorněné na obr. 1.



Obr. 2: Obsah vody v uhelných slojích petřkovických vrstev, 1 - sídla, 2 - posterozní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 2: Water content in coal seams of the Petřkovice Member, 1 – settlements, 2 – post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

Plošný vývoj obsahu analytické vody v uhelných slojích vrstevních jednotek české části hornoslezské pánve

Pro sledování plošných změn obsahu analytické vody v neplaveném vzorku (W^a) byly sestaveny mapy vývoje tohoto parametru v ČHP pro jednotlivé vrstevní jednotky. Kromě uvedených map, které v předložené práci prezentujeme ve zjednodušené verzi, byly pro popis a interpretaci vývoje obsahu vody ve vrstevních jednotkách české části hornoslezské pánve použity i výsledky statistického hodnocení datových souborů, které bylo zpracováno pro ověření platnosti Schürmannova pravidla v české části hornoslezské pánve a je podrobně popsáno v samostatné kapitole této práce věnované uvedenému problému.

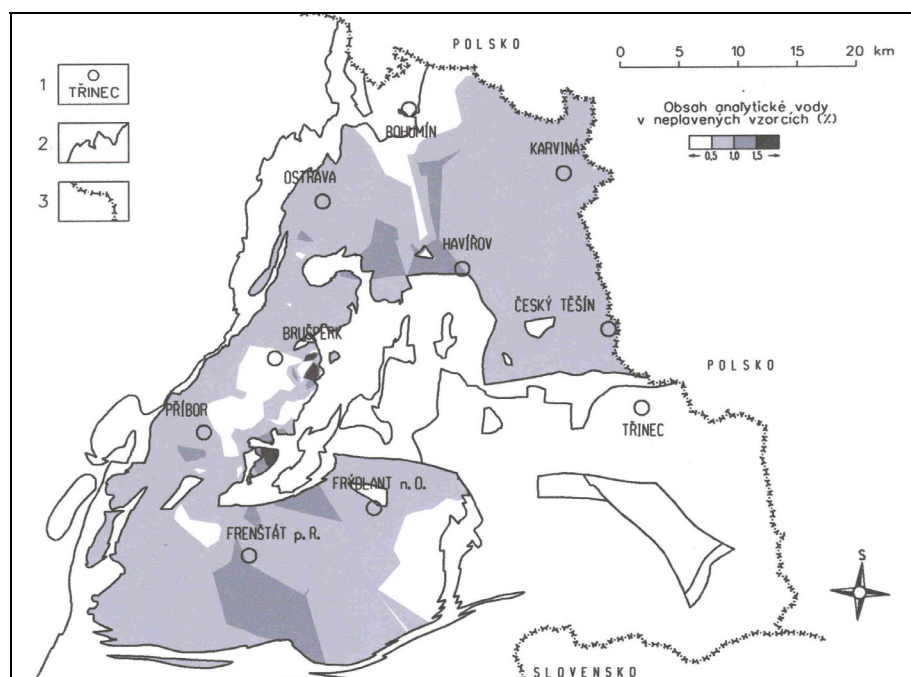
Petřkovické vrstvy (obr. 2)

V uhelných slojích petřkovických vrstev se obsah vody pohybuje od hodnoty 0,14 % do 1,77 %. Hodnota 1. kvartilu je 0,47 %, 3. kvartilu 0,78 %, medián je 0,62 %.

Nejnižší obsahy vody jsou na Příborsku, kde klesají i na hodnoty pod 0,2 %. Běžně se obsahy vody v této oblasti pohybují do 0,6 %. Největší obsahy vody, které přesahují hodnotou 1 %, jsou na Příborsku a v okolí Frýdku-Místku. V karvinské a těšínské části pánve se obsah vody pohybuje od 0,4 % do 0,8 %, v průměru 0,6 %. Je však třeba uvést, že pro tuto část pánve máme k dispozici málo dat a modelování obsahu vody bylo založeno na extrapolaci. Ve frenštátské části se obsah vody pohybuje většinou od 0,6 % do 0,8 %, lokálně i pod 0,5 %.

Hodnotíme-li celkově obsah vody v petřkovických vrstvách můžeme říci, že převažují obsahy vody od 0,4 % do 0,6 %.

V plošném vývoji hodnot obsahu vody v uhelných slojích petřkovických vrstev nebyly pozorovány obdobné trendy jako v případě vývoje obsahu prchavé hořlaviny. V sestavených mapách se neprojevuje žádná z definovaných zón zvýšeného prouhelnění v pánvi (M. Sivek et al. 2003). Z vývoje obsahu vody nelze ani jednoznačně usuzovat na geologické příčiny, na nichž by obsah vody v uhelných slojích mohl záviset. Vše však nasvědčuje tomu, že prostorový vývoj obsahu vody ve slojích této vrstevní jednotky je výsledkem fáze pohřbení (preorogenní fáze) prouhelňovacího procesu. Je pravděpodobné, že nízké hodnoty obsahu vody v uhlích po proběhlé fázi pohřbení, již neumožnily, aby byl do nich promítnut vliv případných mladších fází prouhelňovacího procesu v ČHP.



Obr. 3: Obsah vody v uhelných slojích hrušovských vrstev, 1 - sídla, 2 - posterozní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 3: Water content in coal seams of the Hrušov Member, 1 – settlements, 2 – post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

Hrušovské vrstvy (obr. 3)

Obsah vody v uhelných slojích hrušovských vrstev se pohybuje od 0,18 % do 5,23 %. Medián má hodnotu 0,65 %, 1. kvartil 0,47 %, 3. kvartil 0,86 %.

Nejnižší obsahy vody jsou na východě Frenštátska, kde klesají až na hodnoty nižší jak 0,2 % a v příborské části ČHP, kde se obsahy vody pohybují místy pod 0,4 %. V této oblasti se však vyskytují i areály s nejvyššími obsahy vody v hrušovských vrstvách, kde obsah vody převyšuje 1,4 %.

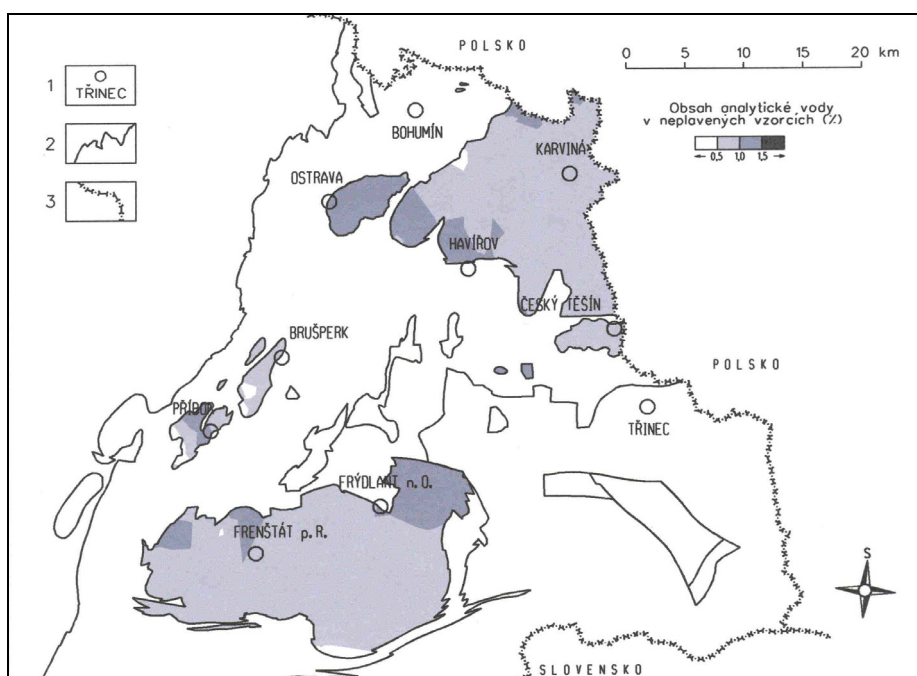
Obsah vody v ostravské části se pohybuje od 0,4 % do 1,2 %. Pro karvinskou část jsme měli k dispozici, jako v případě petřkovických vrstev, málo údajů. Průměrný obsah vody se zde pohybuje od 0,6 % do 0,8 %. Ve frenštátské části pánve se hodnoty obsahu vody pohybují od hodnot menších než 0,2 % do 1,2 %.

Ze srovnání s petřkovickými vrstvami vyplývá, že v hrušovských vrstvách došlo k nárůstu obsahu vody. Převažují obsahy vody v rozsahu 0,6 % až 1,0 %. V hrušovských vrstvách, podobně jako ve vrstvách petřkovických, nelze pozorovat existenci zón zvýšeného prouhelnění (M. Sivek et al. 2003). Vývoj je obdobný jako v petřkovických vrstvách. I zde nelze pro plošný vývoj hodnot obsahu vody v uhelných slojích nalézt jednoznačnou geologickou interpretaci jeho příčin.

Jaklovecké vrstvy (obr. 4)

Minimální hodnota obsahu vody v uhelných slojích jakloveckých vrstev je 0,23 %, maximální hodnota 1,91 %. Medián má hodnotu 0,8 %, 1. kvartil 0,64 % a 3. kvartil 0,98 %.

Areály s nejnižšími obsahy vody jsou na jihovýchodě frenštátské části, na východě a západě karvinské části a na Příborsku. V těchto areálech se obsah vody pohybuje od 0,4 % do 0,8 %. Naopak nejvyšší obsahy jsou v ostravské části, na jihozápadě karvinské části pánve a na severovýchodě a severozápadně Frenštátska. Dalším takovým místem je Příborsko. V těchto oblastech jsou obsahy vody vyšší jak 1 %.



Obr. 4: Obsah vody v uhelných slojích jakloveckých vrstev,
1 - sídla, 2 - posterozní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 4: Water content in coal seams of the Jaklovec Member,
1 – settlements, 2 – post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

Celkově se dá říci, že obsah vody v jakloveckých vrstvách se většinou pohybuje od 0,6 % do 1 %. Obsahy vody s největšími hodnotami se nacházejí v ostravské části pánve.

Jaklovecké vrstvy jsou nejstarší vrstevní jednotkou v ČHP, ve které vývoj obsahu vody v uhlí vykazuje v některých areálech určité interpretovatelné závislosti. Takové areály leží na jihu ostravské a petřvaldské brachystruktury, kde v blízkosti reliéfu karbonu prokazatelně nacházíme zvýšené hodnoty obsahu vody. To platí i pro jihozápadní oblast karvinské části a nakonec (do určité míry) i pro severní část Frenštátska. Nicméně ani v jakloveckých vrstvách nenacházíme žádné projevy zón zvýšeného prouhelnění, jak byly definovány na základě vývoje obsahu prchavé hořlaviny v pánvi (M. Sivek et al. 2003).

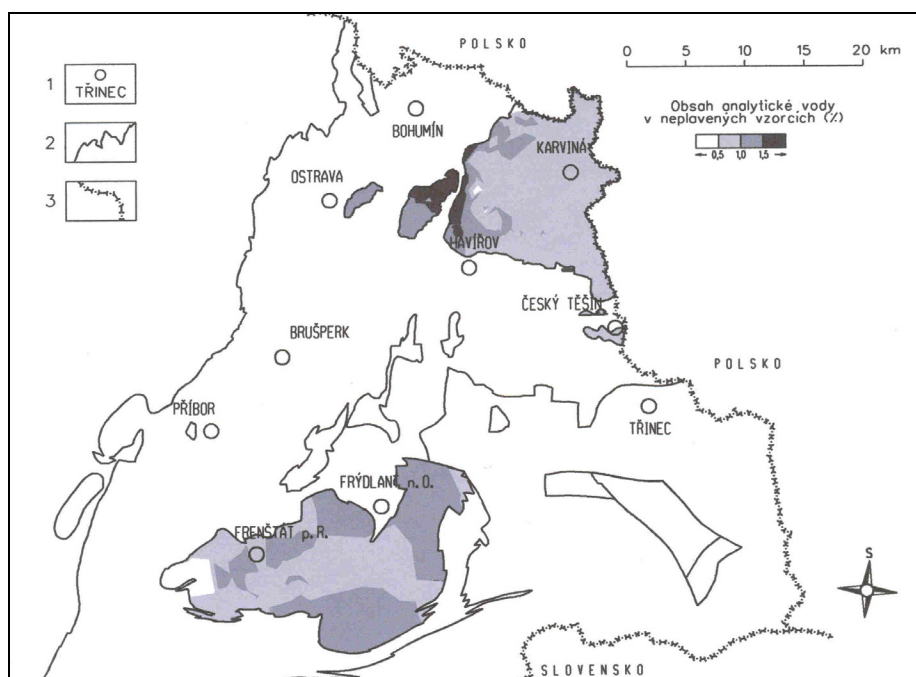
Porubské vrstvy (obr. 5)

Hodnoty obsahu vody v uhelných slojích porubských vrstev se pohybují od 0,1 % do 3,24 %. Medián má hodnotu 0,85 %, 1. kvartil 0,7 % a 3. kvartil 1,07 %.

Areál s nejnižším obsahem vody se nachází na východě Karvinska, kde hodnoty obsahu vody se pohybují mezi 0,6 % a 0,8 %, lokálně i pod 0,5 %. Menší plocha s nízkým obsahem vody se nachází také při západním okraji a ve středu frenštátské části pánve. Na západě se hodnoty obsahu vody pohybují od 0,4 % do 0,6 %, v centrální části od 0,6 % do 1,0 %.

Areály s nejvyššími obsahy jsou v prostoru petřvaldské brachysynklinály, kde obsah vody je vyšší jak 1,4 %. Tento trend pokračuje i v ostravské části, kde se obsah vody pohybuje od 1,2 % do 1,4 %. Také na Frenštátsku můžeme pozorovat areály se zvýšenými obsahy vody, kde hodnoty se pohybují od 1,0 % do 1,4 %. Nacházejí se na severovýchodě, jihovýchodě a severu Frenštátska.

Obsah vody v uhelných slojích porubských vrstev se většinou pohybuje od 0,8 % do 1,2 %.



Obr. 5: Obsah vody v uhelných slojích porubských vrstev,
1 - sídla, 2 - posterozní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 5: Water content in coal seams of the Poruba Member,
1 – settlements, 2 – post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

V plošném vývoji obsahu vody v uhelných slojích porubských vrstev nacházíme některé podobné trendy jako v podložních vrstvách jakloveckých. I v porubských vrstvách lze nalézt oblast zvýšených hodnot obsahu vody v jižních částech výskytu těchto vrstev v ostravské a petřvaldské brachystrukturu, která pokračuje v jihozápadní oblasti karvinské části pánve. Patrný je rovněž trend ubývání obsahu vody VSV směrem na Karvinsku. Některé vzdáleně podobné rysy s vývojem obsahu vody v jakloveckých vrstvách má i oblast Frenštátska. Zatímco o geologické interpretovatelnosti uvedených vývoji mohou existovat pochybnosti, je zcela zřejmé, že ani v porubských vrstvách nenacházíme v prostorovém vývoji obsahu vody projevy zón zvýšeného prouhelnění, které byly vymezeny na základě prostorového vývoje obsahu prchavé hořlaviny v pánvi (M. Sivek et al. 2003).

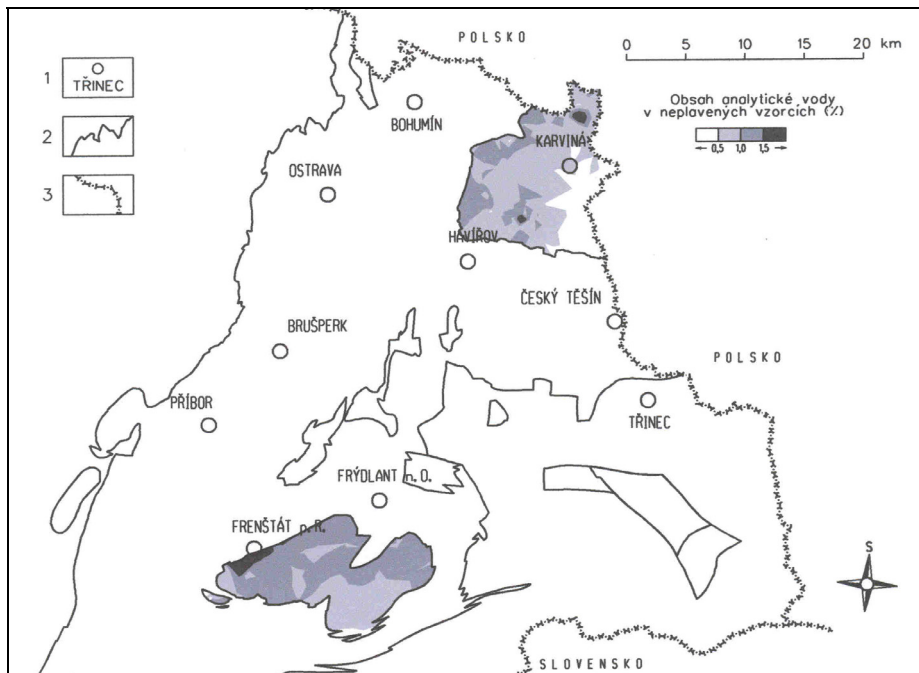
Sedlové vrstvy (obr. 6)

V uhelných slojích sedlových vrstev byla zjištěna minimální hodnota obsahu vody 0,27 %, maximální pak 3,37 %. Medián má hodnotu 0,96 %, 1. kvartil 0,8 % a 3. kvartil 1,15 %.

Nejmenší obsahy vody v sedlových vrstvách se vyskytují na východě karvinské části, kde se obsah vody pohybuje mezi 0,2 % a 0,6 %. Největší obsahy vody se pak nacházejí ve frenštátské části pánve, kde je obsah vody větší jak 1,0 %. Na severozápadě Frenštátska narůstá na hodnotu 1,5 %, jihovýchodním směrem klesá na hodnoty 0,8 % až 1,0 %.

V karvinské části se nacházejí největší obsahy vody při jejím západním okraji, kde hodnota obsahu vody dosahuje více jak 1,4 %. Areál zvýšených hodnot obsahu vody můžeme nalézt ještě na severu a jihu této části pánve, jedná se však o samostatné výskyty. Obsah vody na Karvinsku se většinou pohybuje od 0,6 % do 1,0 %. Východním směrem pak, jak jsme již uvedli, dochází k poklesu obsahu vody.

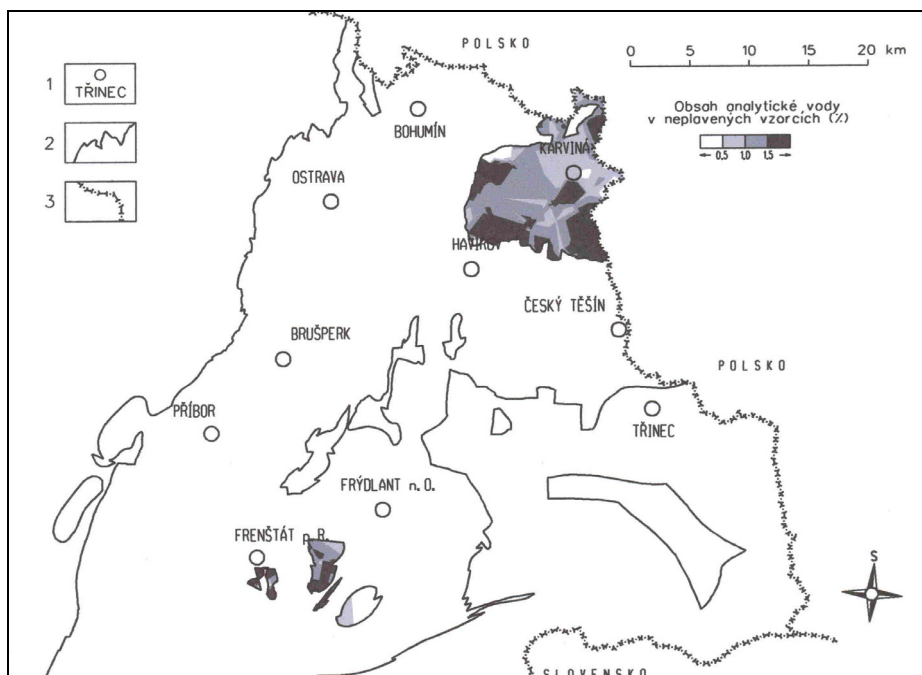
V sedlových vrstvách jsou ve frenštátské části ČHP nejvíce zastoupeny obsahy vody od 1,0 % do 1,4 %, kdežto v karvinské části jsou obsahy vody poněkud nižší a pohybují se od 0,6 % do 1,0 %.



Obr. 6: Obsah vody v uhelných slojích sedlových vrstev,
1 - sídla, 2 - posterozní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 6: Water content in coal seams of the Saddle Member,
1 – settlements, 2 – post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

V plošném vývoji obsahu vody v uhelných slojích sedlových vrstev nacházíme některé podobné rysy jako v podložních porubských vrstvách. I v sedlových vrstvách na Karvinsku lze nalézt oblast zvýšených hodnot obsahu vody lemující jejich západní a severozápadní erozivní hranici. Podobně jako v porubských vrstvách je i v sedlových vrstvách na Karvinsku patrný trend ubývání obsahu vody VSV až VJV směrem. Podobné rysy vývoje obsahu vody s podložními porubskými vrstvami existují i v oblasti Frenštátska. Zatímco o způsobu geologické interpretace uvedených vývoje mohou existovat různé názory (například na vliv blízkosti reliéfu karbonu na vývoj obsahu vody ve slojích), nelze mít pochyby o tom, že ani v sedlových vrstvách nenacházíme žádné projevy zón zvýšeného prouhelnění jak byly definovány na základě vývoje obsahu prchavé hořlaviny v pánvi (M. Sivek et al. 2003), mimo jiné také proto, že sedlové vrstvy se v podstatě vyskytují mimo oblast uvedených zón.



Obr. 7: Obsah vody v uhelných slojích sušských vrstev,
1 - sídla, 2 - posterozní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 7: Water content in coal seams of the Suchá Member,
1 – settlements, 2 – post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

Sušské vrstvy (obr. 7)

V uhelných slojích sušských vrstev byla zjištěna nejnižší hodnota obsahu analytické vody v neplaveném vzorku 0,35 %, největší hodnota pak 5,18 %. Medián má hodnotu 1,11 %, 1. kvartil 0,85 % a 3. kvartil 1,52 %.

Nejnižší obsahy vody v sušských vrstvách jsou na severovýchodě karvinské části pánve, kde obsah vody klesá na hodnoty 0,4% až 1,0 %. Další taková plocha, ale daleko menší, leží při severozápadním okraji výskytu sušských vrstev na Karvinsku. Jinak pro karvinskou a frenštátskou část ČHP se obsah vody většinou pohybuje nad 1,0 %, místně obsah vody dosahuje i hodnot vyšších jak 1,4 %.

Plošný vývoj sušských vrstev, lze s ohledem na jejich posterozivní rozsah výskytu, sledovat pouze na Karvinsku. Na rozdíl od podložních vrstevních jednotek pozorujeme v sušských vrstvách více polaritu vývoje obsahu vody v uhelných slojích ve směru SV-JZ než polaritu ve směru Z-V, či tomuto směru blízkou. Areál vysokých hodnot obsahu vody odpovídá jižnímu křídlu dětmarovického výmolu. V nejhlubší části této pravděpodobně tektonicky založené struktury obsah vody klesá na své minimální hodnoty v rámci celé vrstevní jednotky. V severním křídle dětmarovického výmolu naopak obsah vody v uhelných slojích sušských vrstev opět roste. V sušských vrstvách nenacházíme projevy zón zvýšeného prouhelnění, jak byly definovány na základě vývoje obsahu prchavé hořlaviny v pánvi (M. Sivek et al. 2003), mimo jiné proto, že současný plošný výskyt sušských vrstev, obdobně jako vrstev sedlových, se nachází mimo definované zóny zvýšeného prouhelnění.

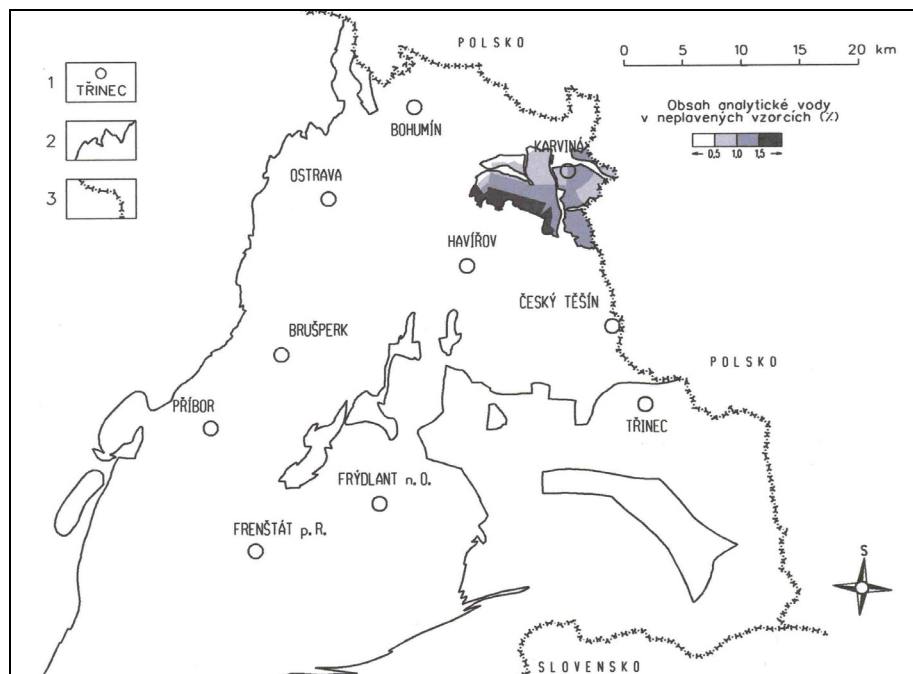
Doubravské vrstvy (obr. 8)

V uhelných slojích doubravských vrstev byla zjištěna minimální hodnota obsahu vody 0,27 % a maximální hodnota 1,5 %. Medián má hodnotu 1,22 %, 1. kvartil 0,81 %, 3. kvartil 1,37 %.

V doubravských vrstvách se vyskytují dva areály s nízkými obsahy vody. Jeden je na severozápadě, kde obsah vody klesá na hodnoty 0,2 % až 0,8 %. Druhý je na východě, kde obsah vody klesá až na hodnoty blízké 0,5 %.

Oblast s největším obsahem analytické vody je na jihu doubravských vrstev. Hodnoty obsahu vody v této oblasti jsou vyšší jak 1,4 %.

Posterozivní rozsah výskytu doubravských vrstev v ČHP je relativně malý. Je omezen pouze na malou plochu karvinské části pánve. Přesto lze v plošném vývoji obsahu vody v doubravských vrstvách nalézt řadu podobných rysů jako v podložních vrstvách sušských. V plošném rozsahu vývoje doubravských vrstev pozorujeme oblast zvýšených hodnot obsahu vody odpovídající jižnímu křídlu dětmarovického výmolu. Severně od této oblasti pak existuje oblast nízkých obsahů vody, která se přibližně nachází v osní části dětmarovického výmolu. Do dnešního plošného rozsahu výskytu doubravských vrstev nezasahuje žádná z dříve definovaných zón zvýšeného prouhelnění v ČHP.



Obr. 8: Obsah vody v uhelných slojích doubravských vrstev,
1 - sídla, 2 - posterozivní hranice pánve a vrstev, 3 - státní hranice

Fig. 8: Water content in coal seams of the Doubrava Member,
1 – settlements, 2 - post erosion boundary of the basin and member, 3 – frontiers

Platnost Schürmannova pravidla pro černá uhlí české části hornoslezské pánve

Statistické analýzy datových souborů hodnot obsahu analytické vody (W^a) v neplaveném vzorku byly prováděny po jednotlivých litostratigrafických jednotkách. Pro každou z nich byly stanoveny minimální a maximální hodnota, 1. a 3. kvartil a medián. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce na obr. 9. Toto grafické a tabelární zpracování poskytuje informaci o rozložení hodnot v jednotlivých vrstvách a současně podává i základní informaci o závislosti obsahu vody s rostoucí hloubkou v ČHP. Světle šedé pole v tabulce na obr. 9 znázorňuje rozsah zpracovávaného souboru, jeho minimální a maximální hodnoty. Černé pole je pak vymezeno 1. a 3. kvartilem. V něm leží i medián příslušného statistického souboru.

Z tabulky je patrný pokles obsahu vody s hloubkou. Jde o hloubku „stratigrafickou“, protože sledování změn obsahu vody vůči skutečné hloubce odebraných vzorků (na příklad ve vrtech) by nedávalo smysl, s ohledem na erozi jednotlivých vrstveních jednotek v pánvi, změny jejich mocností a podobně. Takové šetření lze provést pouze v rámci jednoho vrtu, respektive v určitém bodě pánve. Z tabulky na obrázku č. 9 vyplývá významná změna hodnot mediánů obsahu vody v jednotlivých vrstveních jednotkách. Zatímco medián v doubravských vrstvách má hodnotu 1,22 %, dochází ve starších vrstvách k poklesu této hodnoty až na hodnotu 0,62 % ve vrstvách petřkovických. Černé pole vymezené hranicemi 1. a 3. kvartilu (tabulka na obr. 9) zřetelně graficky znázorňuje tento klesající trend obsahu vody v uhelných slojích s hloubkou. Porovnáme-li uvedený graf s obdobným grafem pro hodnoty obsahu prchavé hořlaviny (např. M. Čáslavský 2005), pozorujeme podstatně menší rozptýlení hodnot obsahu vody proti rozptýlení hodnot obsahu prchavé hořlaviny v jednotlivých litostratigrafických jednotkách. Z uvedeného grafu je rovněž patrné, že u všech litostratigrafických jednotek (s výjimkou doubravských vrstev, ve kterých však jsme neměli k dispozici dostatečný počet hodnot) lze pozorovat tendenci k výskytu hodnot větších než medián souboru. Rozptýlení hodnot kolem mediánu souboru jsou tak

vyšloveně asymetrické. Je možné, že tato asymetrie signalizuje tendence k nárůstu hodnot obsahu vody v určitých plochách proti jeho primárnímu stavu, a že tyto tendence jsou silnější než tendence k poklesu obsahu vody. K vysvětlení pravděpodobné příčiny tohoto jevu a dalších otázek týkajících se závislosti mezi obsahem vody v uhelných slojích a historií geologického vývoje české části hornoslezské pánve se vrátíme v dalším textu této práce.

WESTPHAL	A		souvrství karbonské	svrchní	Vrstvy doubravské		0,27	0,81	1,22	1,37	1,5
				spodní	Vrstvy sušské		0,35	0,85	1,11	1,52	5,18
NAMUR	svrchní	G	souvrství karbonské	spodní	Vrstvy sedlové		0,27	0,8	0,96	1,15	3,37
		R		svrchní	Vrstvy porubské		0,1	0,70	0,85	1,07	3,24
	spodní	E ₂	souvrství ostrovské	svrchní	Vrstvy jaklovecké		0,23	0,64	0,80	0,98	1,91
		E ₁		spodní	Vrstvy hrušovské		0,18	0,47	0,65	0,86	5,23
	spodní	E ₁	souvrství ostrovské	spodní	Vrstvy petřkovické		0,14	0,47	0,62	0,78	1,77
		G ₀		souvrství hradecko-kyjovické	Vrstvy kyjovické		0	1	2	3	4
VISÉ							Minimum	1. kvartil	Median	3. kvartil	Maximum

Obr. 9: Statistické charakteristiky souboru analýz: obsah analytické vody v neplaveném vzorku (W^a)

Fig. 9: Statistical properties of the file of the analysis: analytical water content in non-washed sample (W^a)

Z vyhodnocení sestavného grafu a výsledků provedeného statistického rozboru vyplývá, že Schürmannovo pravidlo platí i pro černá uhlí ČHP. Přesto jeho využití u černých uhlí je podstatně složitější, protože obsahy vody v těchto uhlích jsou již primárně tak nízké, že se procesy, které vedou ke snížení hodnot obsahu vody (další fáze prouhelňování) nepromítají, ale zaznamenány jsou pouze procesy, které mají za následek jejich zvýšení. Situace je navíc komplikována tím, že hodnoty obsahu vody v černém uhlí se v podstatě pohybují na úrovni velikosti chyby stanovení tohoto parametru. Možnosti využití Schürmannova pravidla u černých uhlí se proto jeví jako značně omezené.

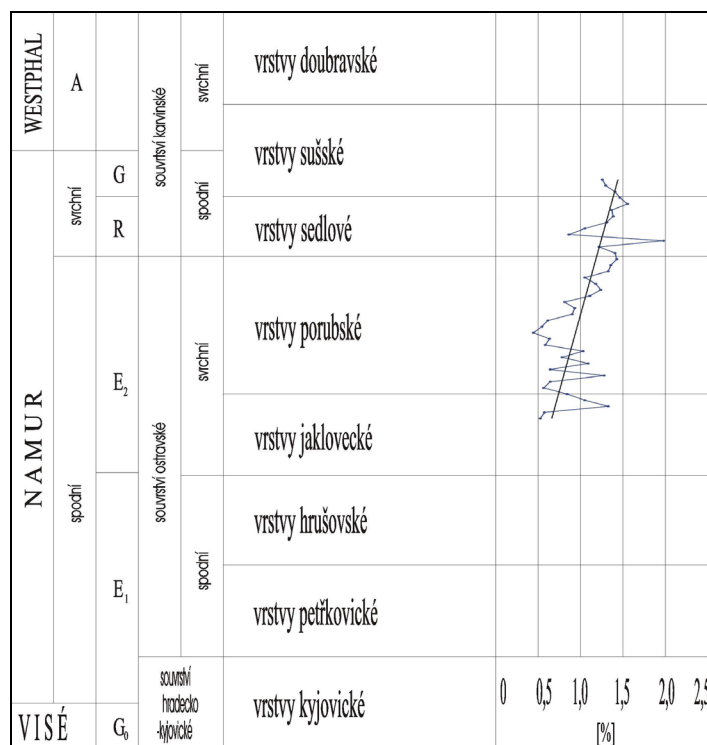
Hloubkový vývoj obsahu analytické vody v uhelných slojích vrstevních jednotek české části hornoslezské pánve

Pro dokreslení výsledků získaných v rámci ověřování platnosti Schürmannova pravidla v ČHP byl sledován vývoj obsahu analytické vody v uhlí na rostoucí hloubce také ve čtyřech příčných (Z-V) a dvou podélných řezech (S-J) vedených přes plochy obsahu vody v uhlí v jednotlivých litostratigrafických jednotkách (M. Čáslavský 2005). Vyhodnocení uvedených řezů přineslo následující poznatky o hloubkovém vývoji obsahu vody v uhelných slojích české části hornoslezské pánve.

1. Ve většině řezů můžeme pozorovat úseky, kde křivky vývoje obsahu vody v jednotlivých vrstevních jednotkách mají vzájemný vývoj, který ne vždy odpovídá Schürmannovu pravidlu.
2. Obecně platí, že obsahy vody v uhelných slojích starších vrstevních jednotek jsou v daném místě pánve nižší než v mladších. Existuje však řada lokálních odchylek od tohoto zjištění. Zdá se, že současný obraz distribuce hodnot obsahu vody je především výsledkem preorogentické fáze prouhelňovacích procesů v pánvi, pozměněným takovými postorogentickými procesy, které vedou ke zvýšení obsahu vody v uhlí (například blízkost reliéfu karbonu).
3. V okolí některých tektonických poruch dochází ke zvýšení obsahu vody, neplatí to však v celé ploše tektonické struktury.

4. Složitý obraz prostorového vývoje obsahu vody v uhelných slojích české části hornoslezské pánve způsobuje, že pro některé úseky řezů nelze nalézt dostatečně jasnou interpretaci příčin, na nichž je obsah vody v uhelných slojích závislý.

Vysvětlení zákonitostí prostorového vývoje obsahu vody v uhlích ČHP jsme se rovněž pokusili nalézt pomocí studia vývoje obsahu vody ve vybraných vrtech. Pro analýzu byly vybrány vrty, které ověřily co největší stratigrafický rozsah produktivního karbonu ČHP. Pozornost byla zaměřena na frenštátskou a karvinskou část pánve, protože vývoj prouhelnění v obou těchto částech je do značné míry odlišný.



Obr. 10: Obsah analytické vody (W^a) ve slojích zastižených vrtem Lazy199/XXXIX (DP Lazy)

Fig. 10: Content of the analytical water (W^a) in coal seams in the borehole Lazy 199/XXXIX (allotment Lazy)

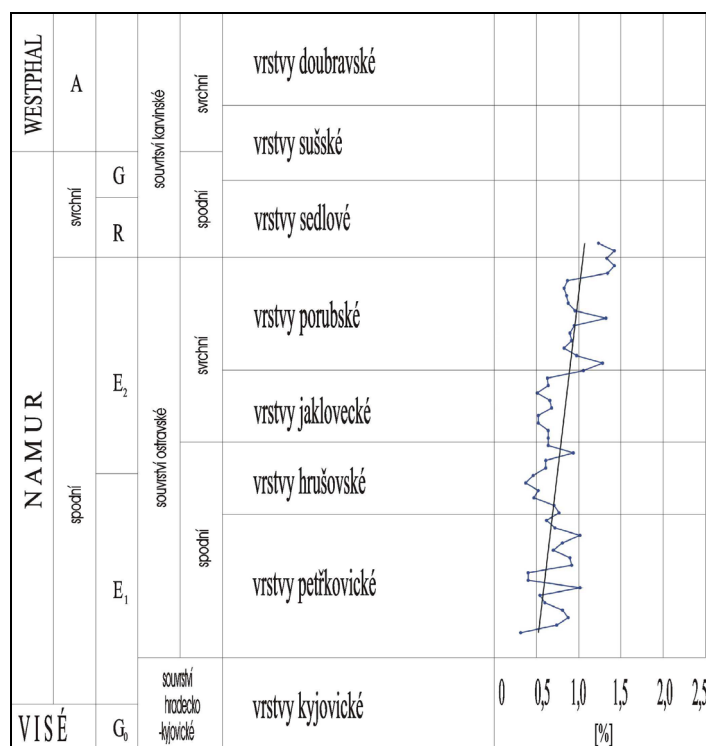
Na Frenštátsku i Karvinsku se na prouhelnění podílela preorogenetická prouhelňovací fáze (fáze pohřbení), avšak na Frenštátsku byl následně obraz prouhelnění pravděpodobně pozměněn postorogenetickou fází vzniklou inkorporací této části pánve do soustavy karpatského orogénu. Obě části pánve jsou navíc zajímavé tím, že jde o jediné dva areály v ČHP, kde se vyskytují uhelné sloje sedlových vrstev na větší ploše. Problematika srovnání vývoje slojí v obou těchto částech pánve byla vždy středem zájmu, a to nejen z hlediska geologického a báňsko-technického, ale i z hlediska vývoje chemicko-technologických vlastností. Zjištěné charakteristiky vývoje obsahu vody v uhelných slojích s hloubkou na Karvinsku a Frenštátsku dokumentujeme ve vrtech :

1. vrt č.199/XXXIX v dobývacím prostoru Lazy – Karvinsko (obr. 10),
2. vrt č. NP 539 v dobývacím prostoru Trojanovice – Frenštátsko (obr. 11).

Do grafů byly vyneseny hodnoty obsahu vody v jednotlivých slojích zastižených vrty. Těmito body, které reprezentovaly hodnoty jednotlivých analýz byly proloženy regresní křivky, který zobrazily závislost obsahu vody s rostoucí hloubkou. Z analýzy zpracovaných vybraných vrty a jejich srovnání vyplynulo, že vztah obsahu vody a hloubky má v různých místech pánve odlišný vývoj, což se projevuje tím, že regresní přímky mají odlišné rovnice (v grafické části obrázků se tato skutečnost projevuje rozdílnými hodnotami směrníku regresních přímek).

Z obou příkladů vyplývá, že s rostoucí hloubkou dochází k poklesu obsahu vody v uhelných slojích. Toto zjištění potvrzuje poznatky z předchozích částí této práce, přičemž z analýzy vyplynuly i následující závěry:

1. Zmenšování obsahu vody s hloubkou vykazuje četné odchylky od proložené regresní křivky. Obecný trend zmenšování obsahu vody s rostoucí hloubkou platí, avšak lze pozorovat případy, kdy podložní sloj má v daném místě vyšší obsah vody než sloj nadložní (obr. 10, 11).
2. Běžné jsou i případy, kdy v určitém hloubkové úseku vrtu (u skupiny slojí) pozorujeme zvyšování hodnot obsahu vody s hloubkou, aby pak u dalších podložních slojí se hodnoty vody opět zmenšily a přizpůsobily se obecnému trendu poklesu obsahu vody směrem do hloubky.
3. Sledováním vývoje obsahu vody ve vybraných vrtech na Karvinsku a Frenštátsku byl zjištěn odlišný hloubkový vývoj obsahu vody v obou jmenovaných částech pánve (obr. 12). Potvrdily se tak závěry, které získali autoři při modelování vývoje prchavé hořlaviny v obou citovaných částech pánve (v tisku).



Obr. 11: Vývoj obsahu analytické vody (W^a) ve vrtu NP 539 (DP Trojanovice)

Fig. 11: Development of the analytical water content in the borehole NP 539 (allotment Trojanovice)

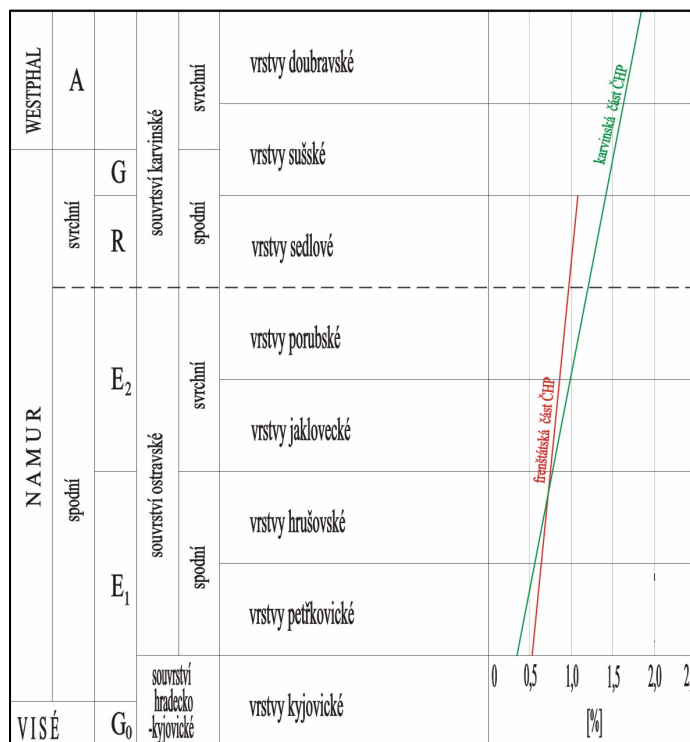
Tyto závěry nejsou překvapivé. Potvrzují určitou podobnost vývoju obsahu vody a obsahu prchavé hořlaviny v uhelných slojích s hloubkou. V případě obsahu vody je však nejistota při hledání jejich příčin nesrovnatelně větší.

Diskuse

K získaným výsledkům počítačového modelování vývoje obsahu analytické vody v neplavených vzorcích uhelných slojí v ČHP připojujeme několik poznámek.

1. Obsah vody v uhelných slojích s hloubkou klesá, takže v ČHP obecně platí Schürmannovo pravidlo. Od jeho ideálního znění však v případě černých uhlí ČHP existuje řada lokálních odchylek. Důvody těchto odchylek přesně neznáme. Je však možné, že mohou být částečně identické s důvody, které způsobují obdobné odchylky v hloubkovém vývoji obsahu prchavé hořlaviny (rozdílná tepelná a teplotní vodivost hornin aj.). Na druhé straně však nelze zapomenout, že u více prouhelných černých uhlí klesá obsah vody na tak nízké procentuální hodnoty, které jsou v podstatě totožné s chybami stanovení daného parametru. To také vysvětluje skutečnost, že u starších vrstevních jednotek pozorujeme podstatně monotónnější vývoj hodnot obsahu vody než u jednotek mladších. Hranici této změny lze v ČHP klást mezi hrušovské a jaklovecké vrstvy. Důsledkem tohoto stavu je skutečnost, že s poklesem hodnot obsahu vody klesá schopnost tohoto ukazatele reagovat na další události v historii vývoje pánve, které mají za následek snížení obsahu vody v uhlí. Současně však u více prouhelných uhlí je ztížen zpětný nárůst

obsahu vody např. v důsledku zvětrávání (B. Šplíchal 1967). Proto teprve v mladších vrstvách (počínaje jakloveckými vrstvami) pozorujeme změnu tohoto stavu a v prostorovém vývoji hodnot obsahů vody se začíná projevovat jejich pestřejší vývoj. Nelze ovšem vyloučit ani jiné možné příčiny tohoto jevu, jako na příklad rozdílné vlastnosti (porosita) průvodních hornin ve vztahu k hloubce, případně jiné.



Obr. 12: Srovnání vývoje obsahu vody s hloubkou v karvinské a frenštátské části ČHP

Fig. 12: Comparison of the development of the water content with depth between Karviná and Frenštát part of the Upper Silesian Basin

2. Sledováním vývoje obsahu vody ve vybraných vrtech na Karvinsku a Frenštátsku byl zjištěn odlišný hloubkový vývoj obsahu vody (a tedy i prouhelnění) v obou jmenovaných částech pánve (obr. 12). Obdobné rozdíly ve vývoji prouhelnění v obou částech pánve zjistili autoři i při modelování vývoje prchavé hořlaviny (v tisku).
3. V sestavených mapách a řezech nebyla pozorována závislost mezi zónami zvýšeného prouhelnění stanovenými na základě prostorového vývoje obsahu prchavé hořlaviny (M. Sivek et al. 2003) a obsahem analytické vody v ploše pánve. Příčiny tohoto jevu přesně neznáme. Může se však jednat o již zmíněný důsledek nízkých hodnot obsahu vody u více prouhelněných uhlí, které již nejsou schopny se s dalším růstem prouhelnění zmenšovat. Pro toto vysvětlení by hovořil i charakter vývoje obsahu vody u nejstarších vrstevních jednotek pánve a jejich srovnání s jednotkami mladšími.
4. Velkým problémem využití obsahu vody v uhelných slojích pro poznání vývoje prouhelnění v pánvi a nakonec i pro jejich historii je skutečnost, že obsah vody v uhlí není nevratným parametrem (jako na příklad odraznost vitrinitu, obsah prchavé hořlaviny). Obsah vody, který dosáhl určité hodnoty v důsledku prouhelněvacích procesů, se může opět zvýšit např. procesy větrání, ale i jinými okolnostmi, kterým je uhelná sloj v období sedimentární i postsedimentární historie pánve dlouhodobě vystavena.
5. Modelování vývoje obsahu vody v uhelných slojích ČHP potvrdilo tvrzení některých autorů, že zvýšené obsahy vody mají také alterovaná uhlí v okolí těles pestrých vrstev i oxidovaná uhlí v blízkosti výchozů slojí na povrch karbonu (J. Řehák 1966, Z. Klika 1998). Nepřímě bylo také potvrzeno pozorování J. Vítka (1970) o vlivu stupně prouhelnění na sorpční schopnost černých uhlí k vodě a CH₄.
6. V řezech byly pozorovány zvýšené obsahy analytické vody v blízkosti některých tektonických poruch. Tento nárůst obsahu vody se však projevoval pouze u některých poruch. Pozorování rovněž ukazují, že tomu tak nemusí být v celé délce tektonické poruchy. Pro poznání příčin a důvodů tohoto jevu by bylo

zapotřebí podrobnějšího studia. Především však podstatně hustší síť dokumentačních bodů v okolí tektonických poruch.

7. Z map obsahů vody v jednotlivých vrstevních jednotkách vyplývá, že plochy zvýšených obsahů vody v mladších vrstevních jednotkách (počínaje jakloveckými vrstvami) se v naprosté většině případů vždy nějakou svou částí přimykají k posterozní hranici výskytu příslušné vrstevní jednotky. Toto pozorování by potvrdzovalo závěry vyslovené např. J. Řehákem (1966) či Z. Klikou (1998) o zvyšování obsahu vody v blízkosti výchozů na povrch.
8. Velmi zajímavé je zjištění určité podobnosti mezi vývojem některých sousedních vrstevních jednotek ve vrstevním sledu. Obdobný vývoj obsahu vody existuje mezi vrstvami petřkovickými a hrušovskými, mezi jakloveckými, porubskými a sedlovými, mezi sušskými a doubravskými vrstvami. Hlavním projevem podobnosti vývoje v jednotlivých skupinách vrstev jsou kromě podobného plánu vývoje obsahu vody, především velmi podobné hlavní směry poklesu obsahu vody. Příčiny tohoto jevu přesně neznáme, je však možné, že důvodem může být to, že obsah vody u jednotlivých skupin vrstevních jednotek byl ovlivňován shodnými a identicky působícími vlivy.
9. Vývoj obsahu vody ve všech vrstevních jednotkách vytváří představu, že jeho dnešní obraz byl vytvořen ve dvou fázích. V první z nich došlo k poklesu obsahu vody v uhlí, pravděpodobně jako projev fáze pohřbení uhelné hmoty. Projevy dalších prouhelňovacích fází pak pravděpodobně vyšší hodnot obsahu vody (pravděpodobně z důvodů jejich velmi nízkých hodnot) již neovlivnily. Následné změny obsahu vody pak byly způsobeny nikoliv úbytky, ale naopak přírůstky obsahu vody ve vymezených oblastech pánve. Jejich příčiny můžeme hledat na příklad v blízkosti reliéfu karbonu, případně v jiných vlivech.

Závěr

Získané výsledky potvrdily složitý vývoj obsahu vody v ČHP, jehož příčiny známe jen neúplně. Ačkoliv byla potvrzena platnost Schürmannova pravidla v pánvi a poznány některé zákonitosti prostorového vývoje obsahu vody v pánvi, zůstává skutečností, že obsah vody není pro poznání historie vývoje černouhelných pánví příliš vhodným parametrem. Ačkoliv neznáme všechny důvody tohoto stavu, je velmi pravděpodobné, že významnou roli mezi nimi bude sehrávat existence relativně nízkých hodnot obsahů vody v černém uhlí. Tím se černá uhlí podstatně liší od méně prouhelňovaných hnědých uhlí, u kterých je použití obsahu vody pro vytvoření obrazu historie prouhelňovacích procesů a historie vývoje uhelných pánví nesrovnatelně širší a přesnější. To je nepochybně jeden z důvodů, proč se s parametrem obsahu vody střetáváme v geologických studiích černouhelných pánví relativně málo.

Literatura

- [1] Čáslavský, M.: (2005) : Vývoj některých chemicko-technologických parametrů v české části hornoslezské pánve. *Dokt. práce, MS VŠB-TU Ostrava, 108 s.*
- [2] Dopita, M., et al.: Geologie české části hornoslezské pánve. *Min. živ. prostředí České republiky, Praha, 1997, 280 s.*
- [3] Klika, Z. (1998): Geochemistry of coal from region of the red beds bodies of the Upper Silesian Coal Basin. *Ostrava: VŠB-TU, 85 s.*
- [4] Řehák, J. (1966): Kontaktní metamorfóza uhelných slojí na Těšínsku. *Věstník Ústředního ústavu geologického, roč. 41, č. 5, s. 341-346.*
- [5] Schürmann, H.M.E. (1927): Ueber jungtertiäre Braunkohlen in Ost-Borneo. *Braunkohle, 26, s. 609-612, 634-641.*
- [6] Sivek, M., Dopita, M., Krůl, M., Čáslavský, M., Jirásek, J.: Atlas of Chemical-Technological Properties of Coals in the Czech Part of the Upper Silesian Basin). In *Sb. věd.prací VŠB-TU Ostrava (monografie 11), rok 2003, roč. XLIX, řada hornicko-geologická, Ostrava, 2003, 31 s., 71 příloh.*
- [7] Šplíchal, B. (1967): Chemie uhlí. *Ediční středisko VŠB Ostrava, 311 s.*
- [8] Vítek, J. (1970): Vývoj metodiky hodnocení obsahu vlhkosti v uhlí za standardních podmínek a její aplikace na ostravsko-karvinská uhlí. *Publ. č. 14, Ostrava, Vědeckovýzkumný uhelný ústav, Ostrava-Radvanice. 113 s.*
- [9] sine (1978) : Stanovení obsahu vody. ČSN 44 1377.

- [10] sine (2002) : Tuhá paliva – Černá uhlí – Stanovení vody v analytickém vzorku sušením v dusíku. ČSN 44 1360 (ISO 11 722).

Summary

In the submitted article the authors summarise the results of study of the spatial distribution of analytical water content in non-washed samples W^a (henceforth referred to as water content) in coal seams of the Czech part of the Upper Silesian Basin. We concentrated especially on the following partial ranges of problems:

1. to verify the extent of force of the Schürmann rule for hard coals of the Czech part of the Upper Silesian Basin,
2. to find the spatial distribution of values of water content in coal seams in the stratal units of the Czech part of the Upper Silesian Basin and to verify whether the zones of increased degree of coalification that were defined on the basis of analysis of the spatial distribution of volatile matter content (M. Sivek et al. 2003) occur there,
3. in case that any similar dependence is not confirmed in the spatial distribution of values of water content in coal as with the volatile matter content, to find whether or not other causes exist on which the distribution of water content in coal matter depends.

For the purpose of observation of the spatial distribution of water content in coal and determination of geological causes of this distribution, maps of the distribution of water content were compiled for specific lithostratigraphic units of the Czech part of the Upper Silesian Basin. As a basis for the compilation of these maps, results of analyses from surface and mine geological-exploratory boreholes were used. In addition to the surface distribution, the distribution of water content in depth was observed in six sections running across the Czech part of the Upper Silesian Basin and also in particular exploratory boreholes. Methodological approaches to data preparation and processing were identical with procedures used in M. Sivek et al. (2003), where for the description of distribution of values of water content in particular lithostratigraphic units common statistical methods had been employed as well.

For modelling the water content in coal seams of the Czech part of the Upper Silesian Basin, 12 500 values of the content of analytical water in the non-washed sample (W^a) localised in 757 documentation points (Fig. 2) were available. The division of the documentation points by lithostratigraphic units is given in Fig. 2. Most of the documentation points were available in the Saddle Member (165), the fewest documentation points were available in the Doubrava Member (10), where the number of points was lower than the number required for the creation of the statistical set. When evaluating the numbers of documentation points, it is, however, necessary to bear in mind that specific stratal units have various surface post-erosion extents in the basin.

The evaluation of basic data processed by the methods of computer modelling (maps of the distribution of water content in particular stratal units are given in Figs. 3-9), computer graphics and statistics (distribution of water content in chosen exploratory boreholes is given in Figs. 11-12) made it possible to formulate the following conclusions concerning the distribution of water content in coal seams of the Czech part of the Upper Silesian Basin:

1. The content of water in coal seams decreases with depth so that to the Upper Silesian Basin the Schürmann rule (Fig. 10) commonly applies. However, in the case of hard coals of the Czech part of the Upper Silesian Basin many local departures from the ideal version of the rule exist. Reasons for these departures are not known exactly. But it is possible that they may be identical with reasons causing similar deviations in the depth distribution of volatile matter content (different heat and temperature rock conductivities, and others). On the other hand, one cannot forget that in the case of coals of higher ranks the water content drops to so low percentage values that they are, in principle, identical with errors in the determination of the given parameter. This also explains the fact that with older stratal units, the substantially more monotonous distribution of values of water content can be observed than with younger units. In the Czech part of the Upper Silesian Basin, the boundary of this change can be put between the Hrušov and the Jaklovec Member. This state results in the fact that with a decrease in the values of water content, the ability of this parameter to react to the next events in the history of basin development, which lead to a decrease in water content in coal, diminishes. Nevertheless, in the case of coals of higher ranks, the return increase in water content, e.g. due to weathering (B. Šplichal 1967) is made more difficult simultaneously. That is why only in younger layers (from the Jaklovec Member) a change in this state can be observed, and in the spatial distribution of values of water contents the more variegated distribution of them begins to manifest itself. However, one

cannot exclude other possible causes of this phenomenon either such causes as different properties (porosity) of surrounding rocks in relation to the depth, or others.

2. By observing the distribution of water content in chosen boreholes in the Karviná and the Frenštát area, different depth distributions of water content (and thus also degree of coalification) were found in both the mentioned parts of the basin (Fig. 13). The authors also found similar differences in the distribution of the degree of coalification in both the parts of the basin when modelling the distribution of volatile matter (in print).
3. In the compiled maps and sections of water content distribution any zones of increased degree of coalification defined on the basis of the distribution of volatile matter content in the basin (M. Sivek et al. 2003) were not observed. Causes are not known exactly. However, it can be a case of the already mentioned consequence of low values of water content with coals of higher ranks that are not able to diminish with the next intensification of coalification any more. This explanation is also supported by the character of distribution of water content in the oldest stratal units of the basin and the comparison of these units with younger units.
4. A great problem of use of water content in coal seams for understanding the distribution of the degree of coalification in the basin and finally for the history of it is the fact that the water content in coal is not any irreversible parameter (such as vitrinite reflectance, volatile matter content). The content of water that reached a certain value as a result of coalification processes can increase again by e.g. weathering processes and also by other circumstances to which the coal seam is subject in the course of sedimentary and post-sedimentary history of the basin for a long time.
5. Modelling the distribution of water content in the coal seams of the Upper Silesian Basin has confirmed a statement of some authors that altered coals in the surroundings of bodies of red beds and oxidised coals in the vicinity of seam outcrops on the surface of the Carboniferous have increased water contents as well (Řehák 1966, Klika 1998). Moreover, the statement of J. Vitek (1970) concerning the influence of the degree of coalification on the sorption ability of hard coals towards water and CH₄ was confirmed indirectly as well.
6. In the sections, increased contents of analytical water in the vicinity of some tectonic disturbances were observed. This increase in water content manifested itself, however, merely in some disturbances. Observations also show that this does not need to be the case of the whole length of tectonic disturbance. To understand causes of and reasons for this phenomenon, more detailed study would be necessary. However, what is required most is a substantially denser network of documentation points in the surroundings of tectonic disturbances.
7. It follows from the maps of water contents in particular stratal units that the areas of increased water contents in younger stratal units (from the Jaklovec Member) adjoin in the absolute majority of cases always by some part to the post-erosion boundary of occurrence of the relevant stratal unit. This observation would confirm the conclusions drawn, e.g. by Řehák (1966) and Klika (1998) on increasing the content of water in the vicinity of outcrops to the surface.
8. What is very interesting is the finding concerning a certain similarity between the distributions of water content with some stratal units in the sequence of strata. Distributions of water content are similar in the Petřkovice and the Hrušov Member, in the Jaklovec, the Poruba and the Saddle Member, in the Suchá and the Doubrava Member. The main manifestations of this similarity in distribution in particular groups of members are, in addition to a similar plan of water content distribution, especially very similar main directions of drop in water content. Causes of this phenomenon are not known exactly; however, it is possible that a reason can be the fact that water contents in particular groups of stratal units were affected by identical and identically acting influences.
9. The distribution of water content in all the stratal units forms an idea that its present-day picture was created in two phases. In the first of them a decline in the water content in coal occurred, probably as a manifestation of the phase of coal matter burial. Manifestations of other phases of coalification then probably did not influence the values of water content any more (probably owing to their very low values). Subsequent changes in the water content were initiated not by losses, but on the contrary by increases in the water content in the delimited parts of the basin. Their causes can be looked for, e.g. in the vicinity of Carboniferous relief, or in other influences.

The got results have confirmed the complicated distribution of water content in the Czech part of the Upper Silesian Basin, the causes of which are known merely partially. Although the force of the Schürmann rule was confirmed and some regularities of spatial distribution of water content in the basin were understood, the fact that the water content is not a parameter too suitable for understanding the history of coalification and the development of coal basins holds still true. Though we do not know all reasons for this state, it is very probable that relatively low values of water content in hard coal play an important role. In this way hard coals differ

substantially from brown coals of lower ranks, with which the content of water can be used not only for their codification, but also as an auxiliary parameter for studying the history of coalification processes and the history of development of coal basins. This is the reason why we meet the parameter of water content in geological studies dealing with hard coal basins relatively little.

Recenzenti: Prof. Ing. Miloslav Dopita, DrSc., Ostrava,
Doc. Ing. Josef Honěk, CSc., Ostrava.