

Vliv napětí-odeformačního stavu v okolí porubní fronty na měřené parametry průběžné prognózy průtrží uhlí a plynů

Impact of the stress redistribution in front of the longwalls to measuremented parameters of the coal and gas outbursts prediction

RADISLAV SOJKA

OKD, DPB, a. s., Paskov

Abstract

Prediction of the gas outbursts during the exploitation of longwalls realises by measuring of gas properties of coal seams. Those properties determine the risk of the gas outbursts. Gas properties of coal seams are influenced by many natural conditions of the rock massif. The paper describes how the gas properties of coal seams are influenced by redistribution of the stress in the rock massif during exploitation of longwalls.

Úvod

Průběžná prognóza průtrží uhlí a plynů určuje riziko vzniku průtrže při ražení důlních děl a dobývání porubů a spočívá v měření vybraných plynových vlastností sloje, v tomto případě tlaku plynu a počáteční rychlosti desorpce (detailní charakteristika těchto parametrů zde není popisována protože je součástí legislativy). Predispozice sloje k průtrži v daném místě se ověřuje měřením hodnot prognózních parametrů a porovnáním naměřených hodnot se zadanými „kritickými hodnotami“. Jsou-li naměřené hodnoty prognózních parametrů vyšší než „kritické“, hrozí nebezpečí vzniku průtrže uhlí a plynů.

Stanovené kritické hodnoty (mimo jiné platné beze změn již od roku 1967) nepostihují řadu dalších faktorů, které je ovlivňují. Zmiňuji zde nehomogenitu horninového prostředí, napětí-odeformační stav v okolí porubní fronty při dobývání, celkovou historii exploatace ložiska spojenou se změnou plynonapětí-ových podmínek. Neuvažuje se ani o ovlivnění prognózních ukazatelů zvýšením geostatického napětí s postupem dobývání do větších hloubek pod povrchem a ani s vlivy přídatných napětí různého původu.

Ve svém příspěvku analyzuji možný vliv napětí-odeformačního stavu v okolí porubní fronty během dobývání na prognózní hodnoty a tedy na nebezpečí vzniku průtrží. Používám k tomu hodnot průběžné prognózy v pěti porubech, které byly provozovány na Dole Paskov, závod Stařč.

Metodika analýzy dat průběžné prognózy

V každém porubu byly ke změřeným parametrům průběžné prognózy přiřazeny údaje o jejich X a Y souřadnicích v JTSK vyjma porubu 065 567, který má vlastní souřadný systém. V datových souborech parametrů tlaku plynu a počáteční rychlosti desorpce má každá změřená hodnota přesnou lokalizaci v ploše. Tyto datové soubory umožnily grafické zpracování výsledků parametrů průběžné prognózy.

Pro každý porub byly zpracovány mapy izolinií obou parametrů průběžné prognózy, dále mapy izolinií 1. derivace, které zobrazují trend jejich vývoje ve směru postupu porubní fronty. Pro optické zvýraznění byly zpracovány tzv. mapy stínů uvedené dále. Zobrazují vystínovaný povrch izolinií (1. derivace parametrů průběžné prognózy) s místem osvětlení za výchozí prorážkou, tzn. že narůstající trend hodnot průběžné prognózy je zobrazen světlými odstíny a klesající svah tmavými odstíny.

Dále jsou v následující tabulce uvedeny základní statistické ukazatele hodnot průběžné prognózy pro jednotlivé poruby - počet měření, průměrná hodnota tlaku plynu (kPa) a počáteční rychlosti desorpce ($\text{cm}^3 \cdot 10\text{g} \cdot 35\text{s}^{-1}$) a vybraný maximální a minimální změřené hodnoty:

Tab. 1. Statistická data průběžné prognózy
Tab . 1. Statistics of gas properties

Porub 065 567

Tlak plynu		Počáteční rychlost desorpce	
941	Počet měření	940	Počet měření
54.96068	Průměr	0.982766	Průměr
0	Minimum	0	Minimum
300	Maximum	7.1	Maximum

Porub 041 525

Tlak plynu		Počáteční rychlost desorpce	
1155	Počet měření	1155	Počet měření
58.44156	Průměr	0.852987	Průměr
0	Minimum	0	Minimum
300	Maximum	7	Maximum

Porub 050 526

Tlak plynu		Počáteční rychlost desorpce	
1804	Počet měření	1804	Počet měření
37.79379	Průměr	0.8577605	Průměr
0	Minimum	0.1	Minimum
250	Maximum	1.8	Maximum

Porub 059 521

Tlak plynu		Počáteční rychlost desorpce	
2386	Počet měření	2386	Počet měření
18.35289	Průměr	0.610855	Průměr
0	Minimum	0	Minimum
130	Maximum	1.5	Maximum

Porub 074 693

Tlak plynu		Počáteční rychlost desorpce	
1070	Počet měření	1070	Počet měření
30.1729	Průměr	0.5897196	Průměr
0	Minimum	0	Minimum
110	Maximum	1.4	Maximum

Geologické, geomechanické a hornické podmínky

Sloje ve kterých byly dobývány hodnocené poruby se nacházejí v petřkovických vrstvách ve spodní části ostravského souvrství. Litologická stavba průvodních hornin je charakteristická pravidelným sledem málo mocných vrstev karbonských sedimentů. Mezislojové vzdálenosti se pohybují v rozmezí od 7 m do 25 m. Litologicky je efektivní nadloží slojí tvořeno převážně horninami se snadno a pravidelně zavalujícím přímým nadložím a s mírně opožděně zavalujícím hlavním nadložím. Efektivní podloží tvoří tzv. smíšené podloží. Sloje mají mocnost od 0,7 m do 1,7 m. Hloubka uložení pod povrchem je v rozmezí od 600 m do 1000 m. Úklon slojí se pohybuje v rozmezí 5°- 25° Makropetrograficky jsou sloje tvořeny lesklým uhlím páskovým s výraznými vrstevními plochami s proplásky. Kliváž tvoří převážně párový systém. Efektivní pórovitost slojí (stanovená rtuťovým porozimetrem) se pohybuje v rozmezí 4% - 6 %.

Přehled vybraných parametrů porubů:

Tab. 2. Parametry porubů
Tab. 2. Parameters of longwalls

Porub	Délka por. fronty (m)	Směrná délka (m)	Prům. denní postup (m)	Nadvýruba ano/ne/část	Sousedící stařiny ano/ne	Degazace ano/ne	Zavl. sloje ano/ne
065 567	125	670	1,6	ne	ano	ano	ano
041 525	135	500	2,4	částečný	ne	ano	ano
050 526	190/115	600	1,7	částečný	ne	ano	ano
059 521	145	1120	1,6	ano	ne	ano	ano
074 693	150/90	550	1,7	ano	ne	ano	ano

Opoždování závalu nad rámeč povoleno technologickými postupy nebylo zaznamenáno.

Analýza a dílčí závěry pro jednotlivé poruby

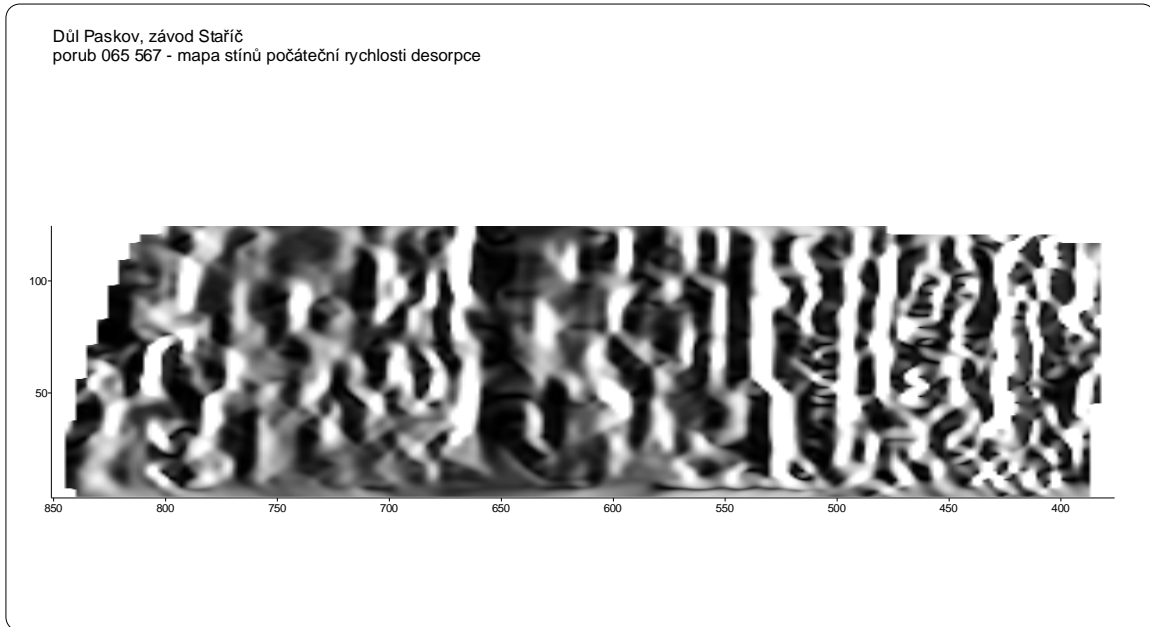
Porub 065 567

Analýza průběžné prognózy v případě porubu 065 567 nezahrnuje počáteční fázi rozvíjení porubní fronty od výchozí prorážky. Lze zde však posoudit vliv prevence na hodnoty průběžné prognózy průtrží uhlí a plynů, protože během dobývání byla změněna technologie prevence. V prvních 100 m posuzovaného směrného postupu byla prevence realizována klasickým zavlažením sloje a v dalším postupu porubu vysokotlakým zavlažením.

Analýza parametru počáteční rychlosti desorpce

Z následující přílohy je zřejmé, že v prvních 100 m sledovaného postupu porubu v posuzované ploše dochází k periodickému vývoji parametru počáteční rychlosti desorpce. Periody jsou orientovány paralelně s porubní frontou a jejich délka odpovídá postupu porubu vždy o cca 15 m.

Během dalšího směrného postupu porubu až do jeho ukončení se délky period prodlužují na cca 25 m. Orientace period paralelně s porubní frontou zůstává zachována i během jejího natáčení v závěrečné fázi dobývání. V této ploše (prevence je provedena účinnější technologií - vysokotlakým zavlažením) se průměrná hodnota parametru počáteční rychlosti desorpce snížila o 19,8 %.

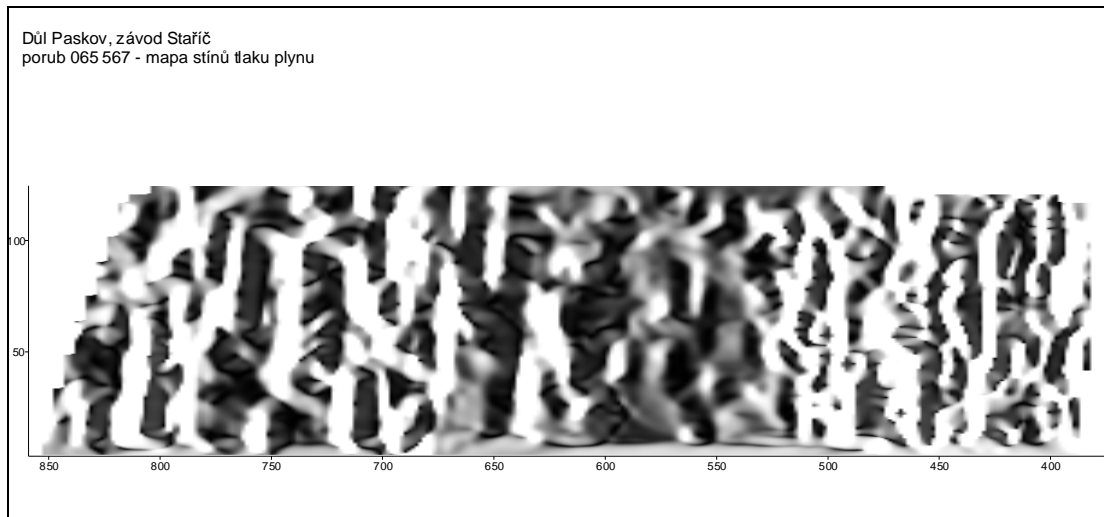


Obr. 1. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru rychlosti desorpce

Fig. 1. Map of shaded surface of the desorption velocity parameter

Analýza parametru tlaku plynu

Vývoj parametru tlaku plynu v ploše porubu je shodný s parametrem počáteční rychlosti desorpce. Průměrná hodnota tlaku plynu poklesla o 44,2 % v ploše s prevencí provedenou technologií vysokotlakého zavlažení.



Obr. 2. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru tlaku plynu
Fig. 2. Map of shaded surface of the gas pressure

Dílčí závěr:

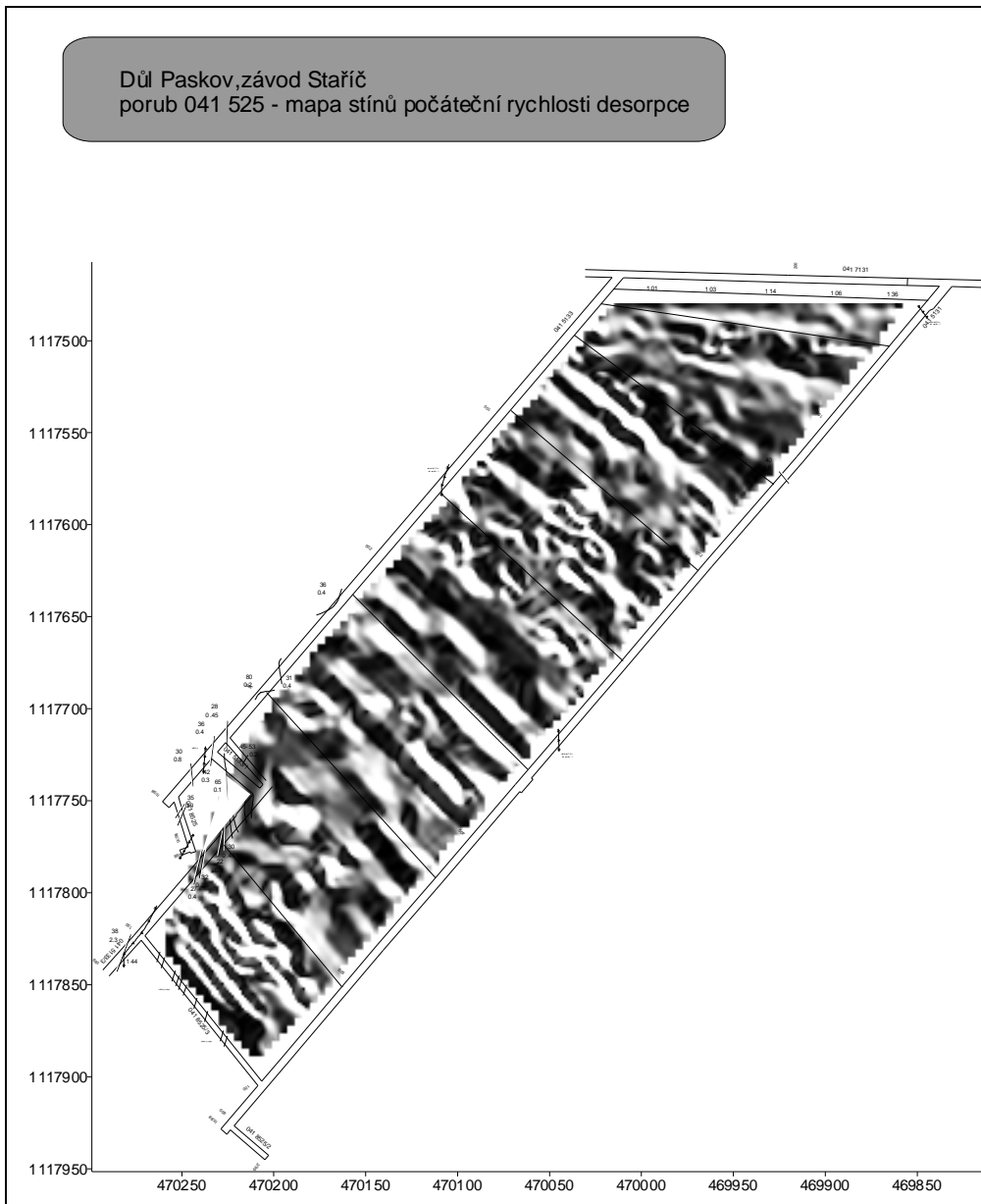
- U obou parametrů průběžné prognózy během prvních 100 m směrného postupu porubu činí délka period cca 15 m.
- V dalším postupu porubu až do jeho ukončení se frekvence period prodlužuje na cca 25 m.
- V ploše s frekvencí period 25 m došlo k výraznému poklesu průměrných hodnot obou parametrů průběžné prognózy.
- V ploše s frekvencí period 25 m a poklesem hodnot prognózních ukazatelů byla prevence zavlažením provedena vysokotlakou technologií.

Porub 041 525

Analýza parametru počáteční rychlosti desorpce

Z grafické přílohy je zřejmé, že v prvních 50 m směrného postupu porubu dochází k periodickému vývoji parametru počáteční rychlosti desorpce. Periody jsou orientovány paralelně s porubní frontou a jejich délka odpovídá postupu porubu o cca 10 m.

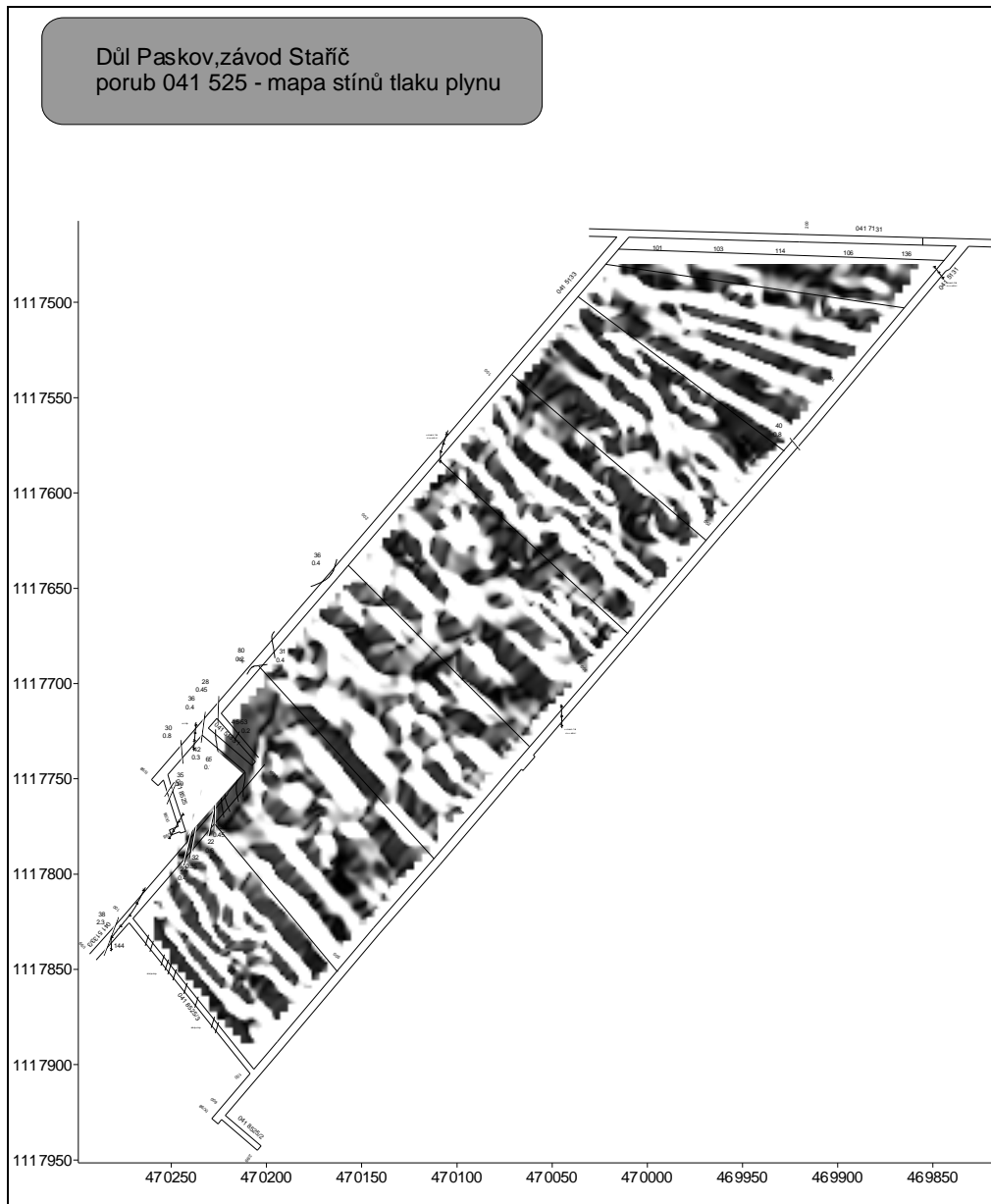
Během dalšího směrného postupu porubu až do jeho ukončení se délka period parametru počáteční rychlosti desorpce prodlužuje na cca 25 m. Paralelní řazení s porubní frontou zůstává zachováno i během jejího natáčení v závěrečné fázi dobývání.



Obr. 3. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru rychlosti desorpce
Fig. 3. Map of shaded surface of the desorption velocity parametr

Analýza parametru tlaku plynu

Charakter vývoje parametru tlaku plynu a jeho orientace paralelně s porubní frontou je shodná s vývojem parametru počáteční rychlosti desorpce.



Obr. 4. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru tlaku plynu
Fig. 4. Map of shaded surface of the gas pressure

Dílčí závěr:

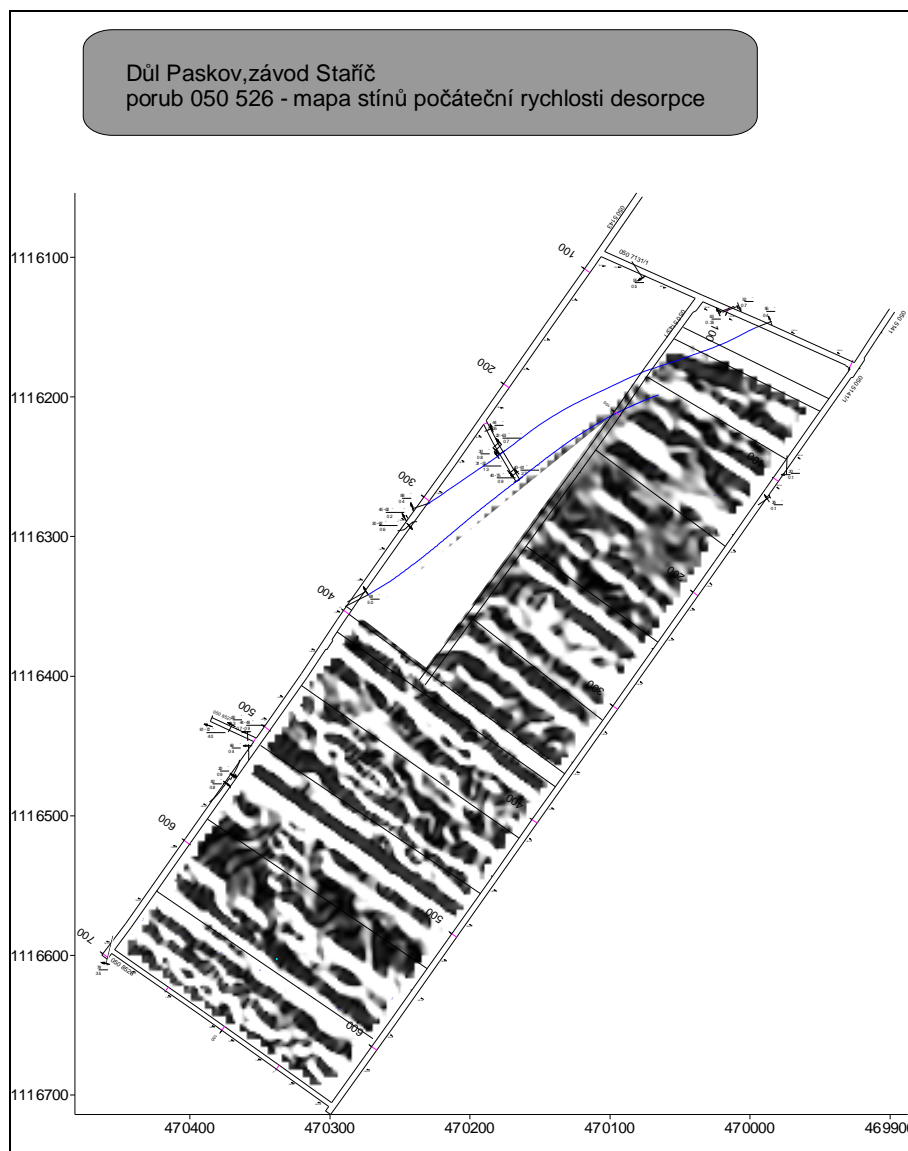
- U obou parametrů průběžné prognózy je během prvních 50 m směrného postupu poruby od výchozí prorážky délka period orientovaných paralelně s porubní frontou cca 10 m.
- V dalším postupu poruby se délka period prodlužuje na cca 25 m.
- Paralelní řazení period s porubní frontou zůstává zachováno i během jejího natáčení v závěrečné fázi dobývání.

Porub 050 526

Analýza parametru počáteční rychlosti desorpce

Z grafické přílohy je zřejmé, že v prvních 40 m směrného postupu porubu od výchozí proražky dochází k periodickému vývoji parametru počáteční rychlosti desorpce. Periody jsou orientovány paralelně s porubní frontou a jejich délka odpovídá postupu porubu o cca 10 m.

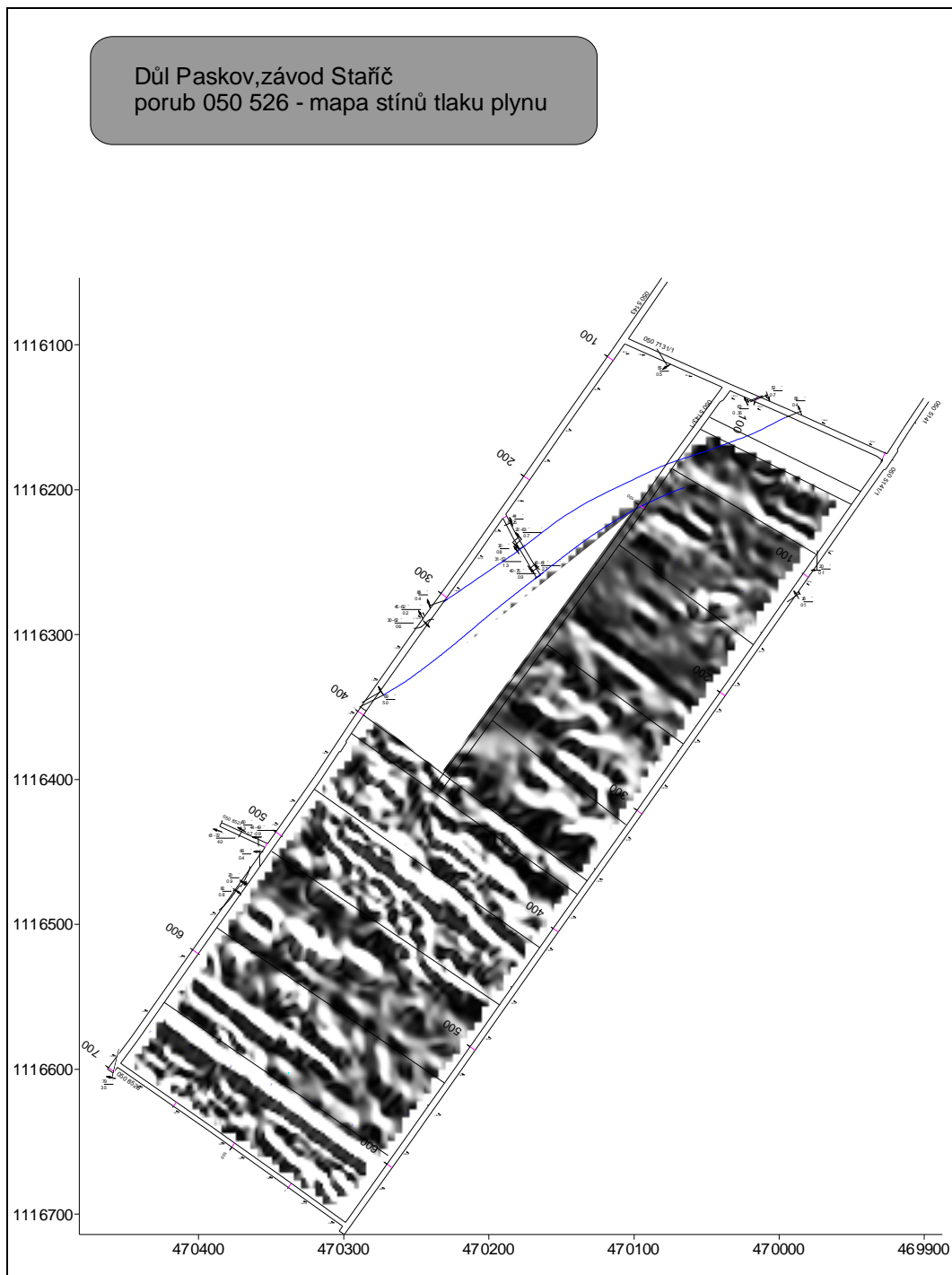
Během dalšího směrného postupu porubu až do jeho ukončení se frekvence period parametru počáteční rychlosti desorpce prodlužuje na cca 21 m. Paralelní řazení period zůstává zachováno podél porubní fronty i během jejího zkrácení i natáčení v závěrečné fázi dobývání porubu.



Obr. 5. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru rychlosti desorpce
Fig. 5. Map of shaded surface of the desorption velocity parameter

Analyza parametru tlaku plynu

Charakter vývoje parametru tlaku plynu se shoduje s parametrem počáteční rychlosti desorpce.



Obr. 6. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru tlaku plynu
Fig. 6. Map of shaded surface of the gas pressure

Dílčí závěr:

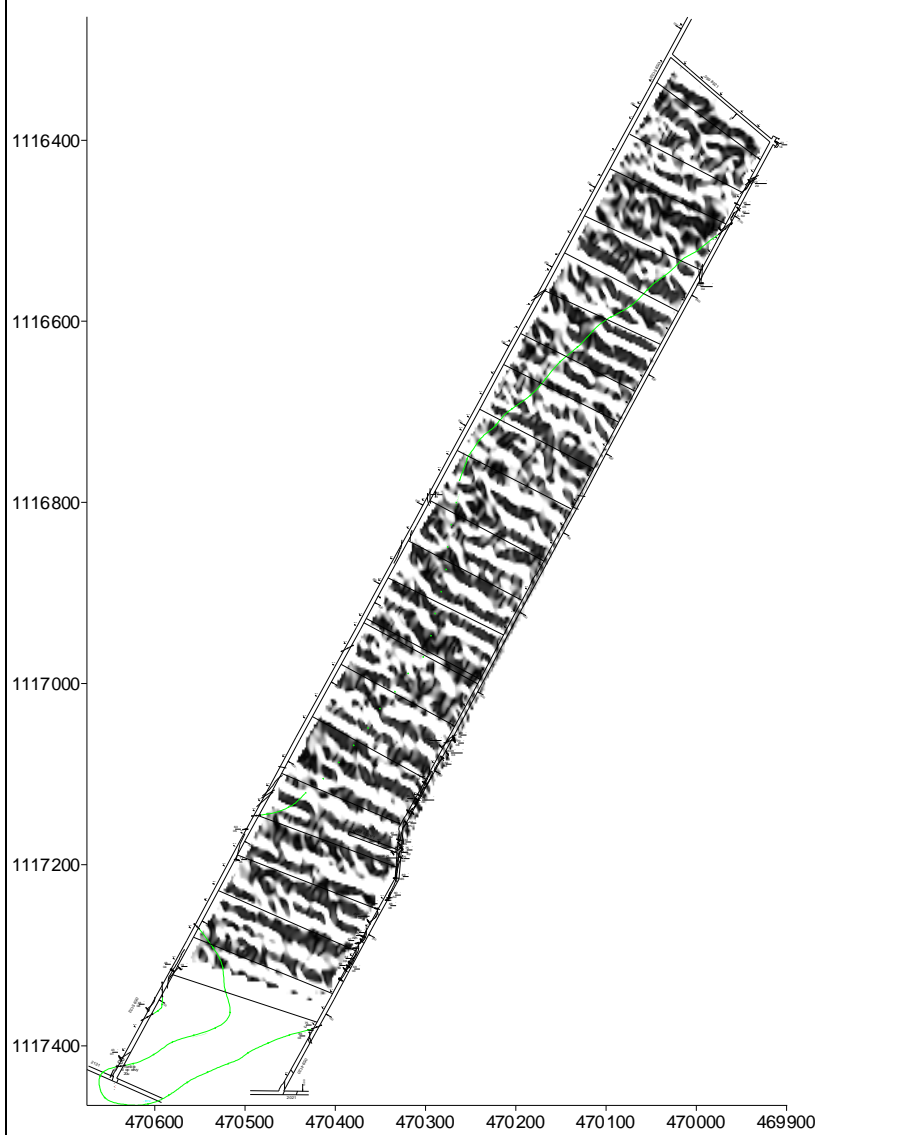
- U obou parametrů průběžné prognózy je během prvních 40 m směrného postupu porubu od výchozí prorážky frekvence period cca 10 m směrného postupu.
- V dalším postupu porubu se frekvence period prodlužuje na cca 21 m.

Porub 059 521

Analýza parametru počáteční rychlosti desorpce

Z grafické přílohy vyplývá, že během fáze rozvíjení porubní fronty od výchozí prorážky nedochází k periodickému vývoji hodnot orientovaných paralelně s porubní frontou. K periodickému vývoji parametru počáteční rychlosti desorpce dochází až po postupu porubu o cca 60 m od výchozí prorážky. Během dalšího směrného postupu porubu až do jeho ukončení je délka period parametru počáteční rychlosti desorpce po postupu porubu o cca 25 m. Řazení period paralelně s porubní frontou zůstává zachováno i při natáčení porubní fronty.

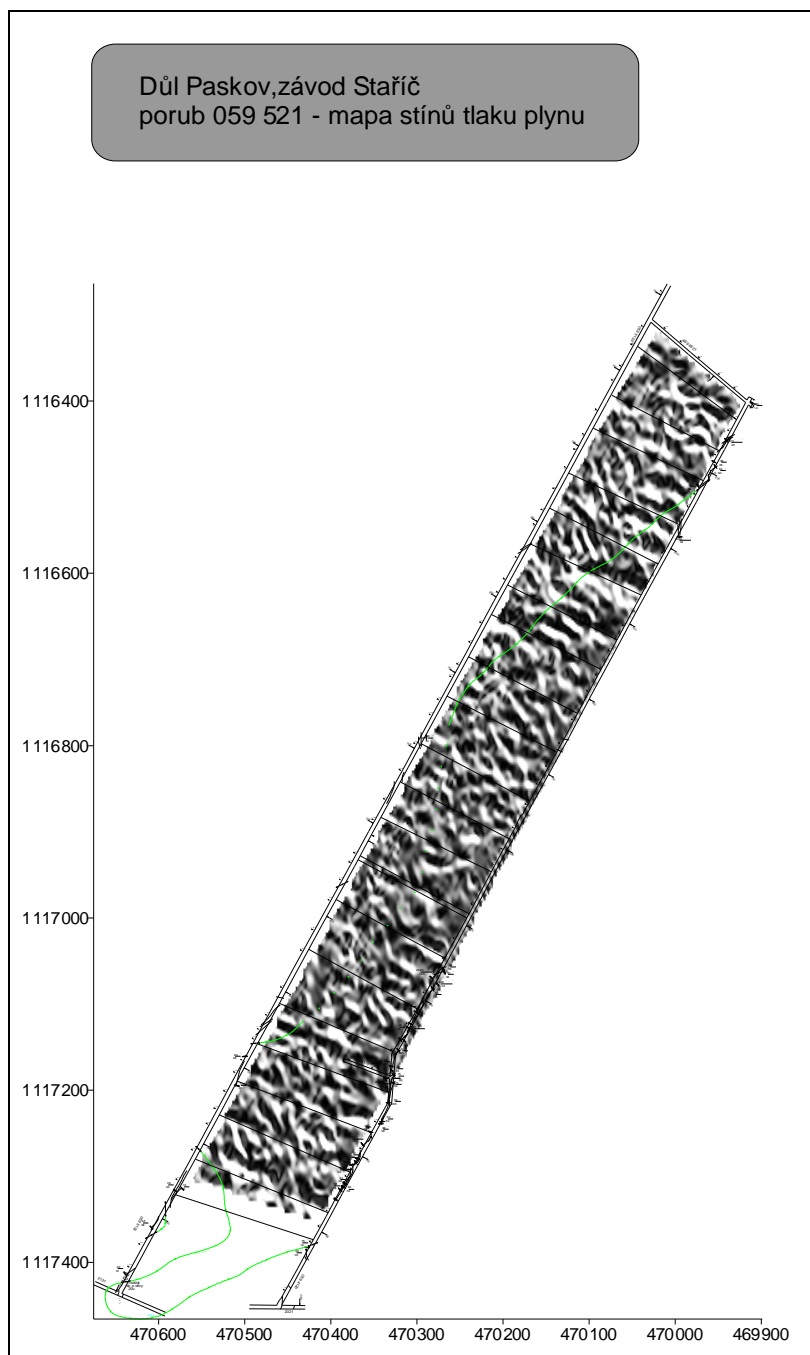
Důl Paskov, závod Stařč
porub 059 521 - mapa stínů počáteční rychlosti desorpce



Obr. 7. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru rychlosti desorpce
Fig. 7. Map of shaded surface of the desorption velocity parameter

Analýza parametru tlaku plynu

Z grafické přílohy je zřejmé, že během dobývání nedošlo k periodickému vývoji parametru tlaku plynu. Není patrný rozdíl ani mezi fází rozvíjení porubní fronty a plně rozvinutým porubem.



Obr. 8. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru tlaku plynu
Fig. 8. Map of shaded surface of the gas pressure

Dílčí závěr:

- Periodický vývoj parametru počáteční rychlosti desorpce a jeho orientace paralelně s porubní frontou se ve fázi rozvíjení porubu neprojevuje.

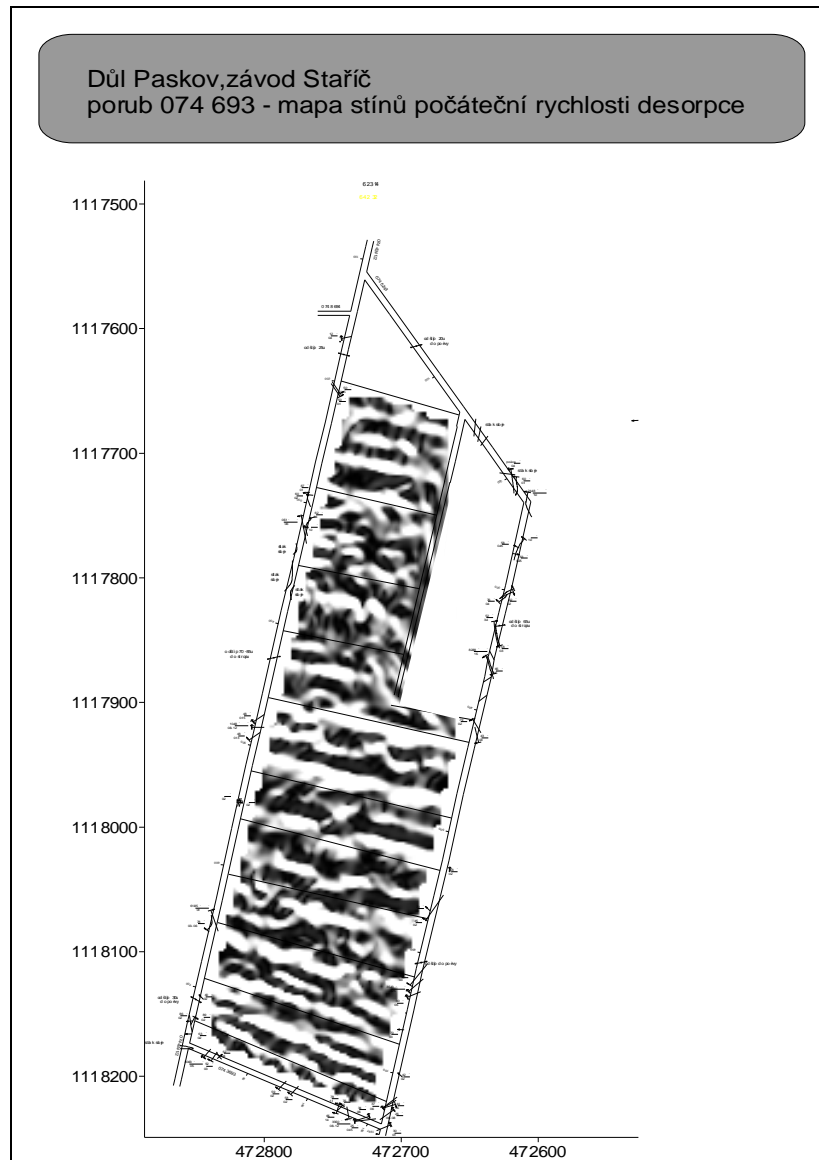
- Periodický vývoj paralelní s porubní frontou se u parametru počáteční rychlosti desorpce začíná projevovat po postupu porubní fronty 60 m. Délka periody je cca 25 m bez ohledu na to, že za hranicí 250 m směrného postupu od výchozí proražky byl porub dobýván v ploše převážně pokryté nad výrubem až do jeho ukončení.
- U parametru tlaku plynu se periodický vývoj a řazení hodnot paralelně s porubní frontou neprojevují.

Porub 074 693

Analýza parametru počáteční rychlosti desorpce

Z grafické přílohy je zřejmé, že v prvních 50 m směrného postupu porubu dochází k periodickému vývoji parametru počáteční rychlosti desorpce. Periody jsou paralelní s porubní frontou a mají frekvenci po postupu porubu vždy o cca 12 m.

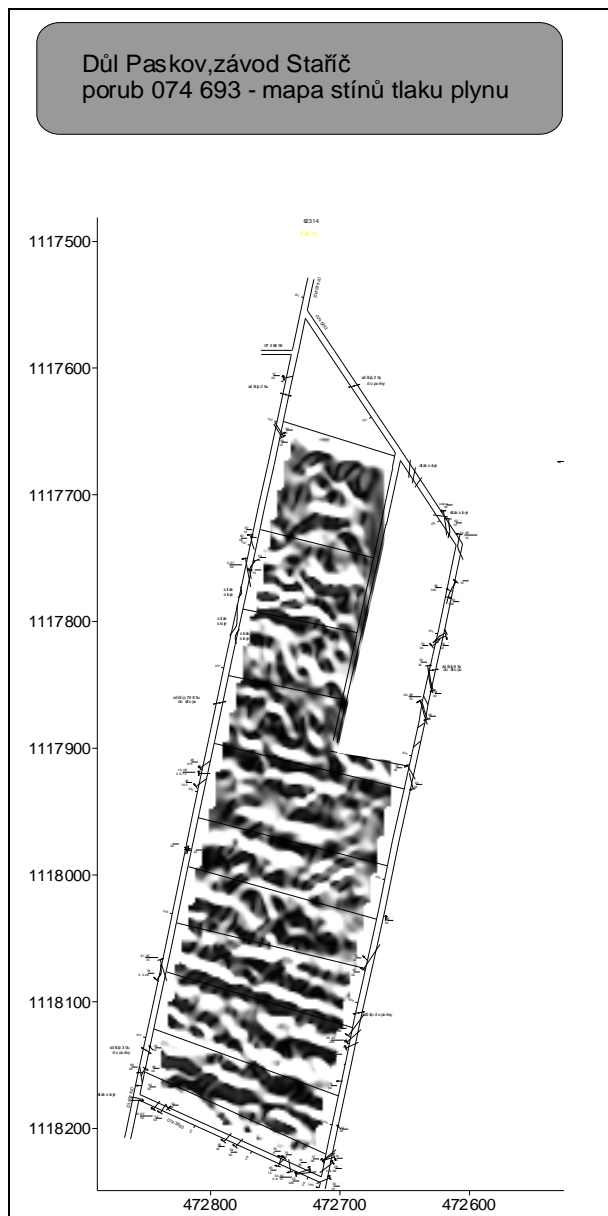
Během dalšího směrného postupu porubu až do jeho ukončení se délka period parametru počáteční rychlosti desorpce prodlužuje na cca 18 m. Orientace period paralelně s porubní frontou zůstává zachována, byť méně výrazně, i v ploše kde je porubní fronta zkrácená.



Obr. 9. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru rychlosti desorpce
Fig. 9. Map of shaded surface of the desorption velocity parameter

Analýza parametru tlaku plynu

Periodický vývoj parametru tlaku plynu a její orientace paralelně s porubní frontou se přesně shoduje s parametrem počáteční rychlosti desorpce vyjma závěrečné fáze dobývání.



Obr. 10. Mapa vystínovaného povrchu izolinií parametru tlaku plynu
Fig. 10. Map of shaded surface of the gas pressure

Dílčí závěr:

- U obou parametrů průběžné prognózy je během prvních 50 m směrného postupu porubu od výchozí prorážky délka period orientovaných paralelně s porubní frontou cca 12 m směrného postupu.
- V dalším postupu porubu se délka period prodlužuje na cca 18 m směrného postupu a to i při postupu porubu ve zkrácené délce porubní fronty.

Závěr

- Prognózní parametry reagují na napět'odeformační změny v předpolí porubní fronty odlišně ve fázi rozvíjení porubní fronty a ve fázi plně rozvinutého porubu.
 - Krátké periody (délka okolo 15 m) prognózních parametrů a jejich orientace paralelně s porubní frontou během rozvíjení porubu od výchozí prorážky souvisí se zahájením zavalování přímého nadloží a prvními tlakovými projevy v předpolí porubu.
 - Delší periody (délka okolo 20 - 25 m) souvisí s přetvářením masívu během dobývání rozvinuté porubní fronty na němž se podílí i vyšší nadloží. Přechod z krátkých na dlouhé periody se v podmínkách závodu Staříč pohybuje v rozmezí 40 - 50 m směrného postupu porubů od výchozí prorážky.
- V plochách porubů nadrubaných slojemi v nadloží (a to i ve větší vzdálenosti než je stanoveno pro účinné nadrubání jako prevence proti průtržím uhlí a plynů) je periodický vývoj méně výrazný, popřípadě není patrný vůbec (viz. porub 059 521 – parametr tlaku plynu).
- Parametry průběžné prognózy průtrží uhlí a plynů souvisí s přetvářením masívu během exploatace porubů a napět'odeformačními změnami v jejich předpolí. Dokládá to orientace period paralelně s porubní frontou, které si zachovávají svou pozici i při natáčení porubních front.
- Průběžná prognóza měřená v porubech je ovlivněná prevencí proti vzniku průtrží uhlí a plynů (v případě změny technologie zavlažování je toho důkazem pokles hodnot průběžné prognózy v porubu 065 567).
- Prognózou zjišťované „plynové“ vlastnosti slojí (tlaku plynu a počáteční rychlost desorpce) při dobývání porubů souvisí s reologickými vlastnostmi horského masívu. V každém případě bude vhodné v analýzách dalších možných vlivů pokračovat, aby bylo možno dosáhnout zpřesnění metodiky prognózy průtrží uhlí a plynů.

Literatura

OBÚ (2002): Rozhodnutí OBÚ v Ostravě čj. 3895/2002

OBÚ (2002): Instrukce pro doly s nebezpečím průtrží hornin a plynů k Rozhodnutí OBÚ v Ostravě čj. 3895/2002

STRAUBE R. A KOL. (1972): Důlní ořesy v karbonském pohoří, SNTL, Praha.

ŘÍMAN A. (1955): Základy mechaniky hornin a důlních tlaků, SNTL, Praha.

Odborné posouzení Doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc.