

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE



## INŽENÝRSKÁ GEODÉZIE 4 (GEODÉZIE V PODZEMNÍCH PROSTORÁCH)

### ÚVOD

Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.  
Následující stránky jsou podkladem přednášek  
předmětu 154ING4

2019

1

### Upozornění pro čtenáře

Tento a následující soubory obsahují pouze dílčí (převážně obrazové) podklady pro přednášky.

Bez výkladu přednášejícího jsou neúplné, neurčují ani celkový obsah přednášky ani význam jednotlivých partií.

Nenahrazují znění právních norem, citované literatury ani skript předmětu.

Předmět **Inženýrská geodézie 4** byl do akademického roku 2014/2015 značen jako Geodézie v podzemních prostorách. V některých souborech je toto označení zachováno.

2

### LITERATURA

[1] Hánek, P. – Novák, Z.: Geodézie v podzemních prostorách - 2. vydání. Praha, ČVUT 2006.

[2] Kovanič, L. – Matouš, J. – Mučka, A.: Důlní měřičství. Praha, SNTL 1990.

[3] **Vyhláška ČBÚ č. 435/1992** Sb., o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 158/1997 Sb., vyhlášky č. 298/2005 Sb. a vyhlášky č. 298/2005 Sb. a 382/2012 Sb.

[4] **Zákon 89** ze dne 3. března 2016, kterým se mění zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů

[5] <http://people.fsv.cvut.cz/www/hanekpav/K154/>

[6] <http://www.cbubsb.cz/>

[7] <http://www.sdmq.cz/>

[8] Kopáček, A. – Erdélyi, J. – Kyrinovič, P.: Geodézia v podzemných priestoroch. (Skripta) Bratislava, FSv STU 2019

[9] **Vyhláška MŽP 363/1992** Sb. o zjišťování starých důlních děl a vedení jejich registru

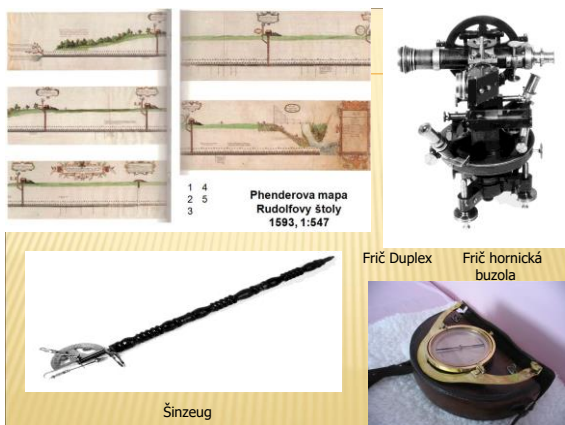
Další literatura je příležitostně uváděna v jednotlivých souborech.

3

## HISTORIE

- ✗ 2. t. př. n. l. – plán velkého měřítka zlatých dolů v Núbii
- ✗ 1. st. př. n. l. – Héron Alexandrijský, grafické připojovací obrazce
- ✗ 1249 (51) – lura et montanorum civitas Iglaviensis krále Václava I. a markraběte Přemysla Otakara (Jihlavské horní právo)
- ✗ 1300 – lus regale montanorum - horní právo Václava II.
- ✗ 1534 – Ferdinand I. Narovnění o hory a kovy
- ✗ 1530 – Georg Agricola: De re metalica, libri XII
- ✗ 1548 – jáchymovské (Šlikovské) h.p.
- ✗ 1871 – zákon č. 77 Ř.z. o báňských úřadech

4



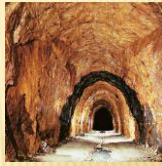
5

## ŠKOLSKÉ VZDĚLÁVÁNÍ

- 1605 - dvouletá **výuka báňských tzv. expentantů** v Banské Štiavnici
- 1716 - založena tříletá **báňská škola v Jáchymově** (geometria subterranae), rozvoj po 1733, 1770 sloučeno do BA v B. Štiavnici
- 1737 - dvouletá montánní škola v Banské Štiavnici, sloučena do BA
- 1705 - Josef Kristian Willenberg podal žádost císaři Leopoldu I. o založení zemské **Stavovské inženýrské školy v Praze**. Souhlas český psaným reskriptem Josefa I. z roku 1707, výuka pro 12 posluchačů zahájena 1718 po důrazném doporučení Karla VI.
- 1762 - 1. profesor montanistiky na pražské technice (J. T. Peithner, do 1772); výuka stále probíhá
- 1763 - **Báňská akademie v Banské Štiavnici**, 1. technická univerzita
- 1849 - Zemský sněm Markrabství moravského rozhodl o zřízení **Technického učiliště v Brně**; zákon č. 92 ze 4. 5. 1873 je povýšil na vysokou školu technického směru
- 1849 - montánní učiliště v Příbrami a Leobenu
- 1852 - Augustin Beer, HŠ Příbram: Počátkové horního měřictví (rozhraníctví) etc. - 1. moderní učebnice důlního měřictví
- 1865 - **Báňská akademie v Příbrami**, 1907 založena stolice geodézie a důlního měřictví
- 1945 - přenesení VŠB do Ostravy, dnešní **VŠB-TU**
- 1951 - samostatné studium důlního měřictví na VŠB (F. Čechura).

6

## PODZEMÍ



7

---

---

---

---

---

---

---

---

## POVRCH



Bingham Canon, Utah, h = 1,2 km, š = 4 km, od roku 1863



Diavik, Kanada, 300 km SV od Yellowknife

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## PRÁVNÍ NORMY

**Vyhláška ČBÚ č. 435/1992 Sb. ve znění 158/97 sb. ve znění dalších předpisů**

- 44/1998 Sb. O ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) ve znění dalších předpisů (386/2005 Sb., 89/2016 Sb.) – dokumentace, reprodukce map

- 61/1998 Sb. O hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě – bezpečnost, dokumentace

Dokumentace: údaje o ložisku, všechna důlní díla, odvaly, výsypky, odkaliště, povrchová situace (i v dosahu účinků), důlní díla a zařízení (i mimo dobývací prostor)

Pokud chybí důlně měřická nebo geologická dokumentace, může obvodní báňský úřad nařídit doplnění na náklad organizace.

9

---

---

---

---

---

---

---

---

**Zákon Federálního shromáždění č. 44/1988 Sb. (horní zákon) § 3**(1) **Vyhrazené nerosty** jsou

- a) radioaktivní nerosty,
- b) všechny druhy ropy a hořlavého zemního plynu (uhlovodíky), všechny druhy uhlí a bituminosní horniny,
- c) nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět kovy,
- d) magnezit,
- e) nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět fosfor, síru a fluór nebo jejich sloučeniny,
- f) kamenná sůl, draselné, borové, bromové a jodové soli,
- g) tuha, baryt, azbest, slída, mastek, diatomit, sklářský a slévárenský písek, minerální barvíva, bentonit,
- h) nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět prvky vzácných zemin a prvky s vlastnostmi polovodičů,
- i) granit, granodiorit, diorit, gabro, diabas, hadec, dolomit a vápenec, pokud jsou blokově dobytelné a lešitelné, a travertin,

10

- j) technicky využitelné krystaly nerostů a drahé kameny,
- k) halloyzit, kaolin, keramické a žáruvzdorné jíly a jílovce, sádrovec, anhydrit, živoce, perlit a zeolit,
- l) křemen, křemenec, vápenec, dolomit, slín, čedič, znělec, trachyt, pokud tyto nerosty jsou vhodné k chemicko-technologickému zpracování nebo zpracování tavením,
- m) mineralizované vody, z nichž se mohou průmyslově získávat vyhrazené nerosty,
- n) technicky využitelné přírodní plyny, pokud nepatří mezi plyny uvedené pod písmenem b).

(2) Ostatní nerosty jsou **nerosty nevyhrazené**.**V roce 2015**

- existovalo v ČR 245 těžebních organizací s ročním obrátem 159,8 miliard Kč (státní rozpočet byl 1118,5 miliard Kč)
- bylo registrováno 1492 výhradních ložisek a 756 nevýhradních ložisek s evidovanými zásobami
- těženo bylo 505 výhradních a 208 nevýhradních ložisek
- úhrady z dobývacích prostorů (obcím) a z vytěžených vyhrazených nerostů (státu), 89/2016 Sb.

11

**NA CO SE VYHLÁŠKA ČBÚ Č. 435/1992 SB. NEVZTAHUJE?**

- Úprava a zušlechťování nerostů při dobývání
- Těžba písků a šterkopísků v korytech vodních toků
- Výstavba a rekonstrukce inženýrských sítí v hloubkách do 10 m (vstup do 50 m, doba stavby maximálně 1 rok)
- Ražení přípojek inženýrských sítí
- Ražení podchodů pod komunikacemi
- Ražení protlaků bez ohledu na průměr a délku
- Hloubení studní
- Povrchové dobývání ložiska nevyhrazeného nerostu (postup těžební stěny do 20m/rok, roční těžba do 50 000 m<sup>3</sup>)

12

## HORNICKÁ ČINNOST – 435/1992 Sb.



- 1) Vyhledávání a průzkum ložisek **vyhrazených** nerostů
- 2) Otvírka, příprava a dobývání výhradních ložisek
- 3) Zřizování, zajišťování a likvidace důlních děl a lomů
- 4) Úprava a zušlechťování nerostů při dobývání
- 5) Zřizování a provozování odvalů, výsypek a odkališť (ad 1) – 4)
- 6) Zvláštní zásahy do zemské kůry
- 7) Zajišťování a likvidace starých důlních děl

13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ČINNOST PROVÁDĚNÁ HORNICKÝM ZPŮSOBEM

- 1) Dobývání ložisek **nevyhrazených** nerostů včetně úpravy a zušlechťování nerostů prováděné v souvislosti s jejich dobýváním, vyhledávání a průzkum
- 2) Inženýrsko-geologický a hydrologický průzkum mimo geologických prací za účelem získání doplňujících údajů pro dokumentaci staveb
- 3) Těžba písků a štěrkopísků ve vodních korytech (ne splavňování)
- 4) Podzemní práce prováděné hornickým způsobem i jiných podzemních prostorů o objemu nad 500 m<sup>3</sup>
- 5) Podzemní sanační práce
- 6) Zpřístupňování jeskyní a jejich údržba
- 7) Zemní práce za použití strojů a trhavin ( víc než 100 000 m<sup>3</sup>)
- 8) Strojní vrtání studní nad 30 m a jiné vrty nad 30 m
- 9) Jímání přírodních léčivých vod v důlních dílech

14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## DOKUMENTACE DLE VYHLÁŠKY

Organizace je povinna vést měřickou a geologickou dokumentaci a pravidelně ji doplňovat (lhůty). Je povinna evidovat množství, druh a kvalitu nerostů po dobu životnosti ložiska i po uzavírcce.

### Grafická část

Mapa 1:5 000 (1:10 000)

- prostor celého ložiska
- hranice území vymezeného rozhodnutím o využití
- objekty chráněné dle zvláštních předpisů (trhaviny, památky)
- oblast ohrožená trhavými pracemi

15

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mapa 1:500 (1:1 000)**

- hranice území vymezeného rozhodnutím o využití
- hranice dotčených parcel dle evidence nemovitostí
- hranice bloků těžitelných zásob
- ochranné plíště
- úpravárenské a sociální zařízení
- všechny objekty, které je nutné chránit (zvláštní předpis)
- příjezdové a vnitrozávodní komunikace
- místa pro ukládání deponií
- těžební postupy a závěrečné skryvkové a těžební stěny
- příčný a podélný řez ložiskem

16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mapa povrchové situace** ve vhodném měřítku

- časový postup zajišťovacích nebo likvidačních prací
- objekty a zařízení důlních děl a lomů
- objekty, na kterých by se mohli projevit nepříznivé vlivy prací

**Charakteristické řezy****Seznam a dokumentace důlních děl přiblížených k povrchu****Odpovědnost**

- vedení dokumentace – závodní dolo
- správnost a úplnost dokumentace – hlavní důlní měřič (podpis)
- správnost a úplnost měření – důlní měřič (podpis)
- vedení obsahu účelových map – odborný pracovník (podpis)

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**DŮLNÍ MĚŘIČI****Hlavní důlní měřič**

- odborné vysokoškolské vzdělání
- 2 roky praxe (obor důlní měřictví)
- 3 roky (geodézie nebo hornicko-geologické zaměření)
- ověření před komisí ČBÚ (osvědčení)
- Pozn.: roku 2015 bylo v ČR 70 HDM narozených po roce 1951

**Důlní měřič**

- odborné vysokoškolské vzdělání nebo úplné středoškolské
- obor důlní měřictví bez praxe
- 1 rok praxe (geodézie nebo hornicko-geologické zaměření)
- ověření před komisí obvodního báňského úřadu (osvědčení)

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



19

---

---

---

---

---

---

---

---

**ZÁKLADNÍ TERMÍNY**

Důlní díla

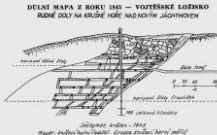


- průzkumná, přípravná, těžební (účel)
- vodorovná, svislá, úklonná (poloha)

Šachta (jáma)

- svislá, úklonná (poloha)
- těžební, vtažná, výdušná, průzkumná, slepá (účel)

Chodba

- štola (vodorovná, šikmá)
- směrná, dovrchní (šikmo nahoru), svážná (dolů),
- překop

20

---

---

---

---

---

---

---

---




Komín – svislé mezichodbové dílo  
 Náraží – prostor u šachty s klecí  
 Čelba – přední čelní plocha raženého díla  
 Protičelba – ražení z obou stran proti sobě  
 Počva – dno důlního díla  
 Prorážkový bod – stabilizovaný bod na konci prorážky

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## DŮLNÍ BODOVÉ POLE POLOHOVÉ

### Základní (v podzemí a na povrchu)

- body základních orientačních přímek
- body orientačních přímek velmi přesných polygonových pořadů (délka pořadu max. 1 km)
- na povrchu odvozené ze základního bodového pole (velmi přesně)

### Podrobné (v podzemí a na povrchu)

- body určeny důlním polygonovým pořadem
- body určené ze základní sítě
- na povrchu odvozené ze základního důlního bodového pole na povrchu

22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## DŮLNÍ BODOVÉ POLE VÝŠKOVÉ

### Základní (v podzemí a na povrchu)

- trojice bodů na nárazích jam jednotlivých horizontů
- jednotlivé body v hlavních dílech (od sebe max. 300 m)
- na povrchu ČSN I. až III. řádu

### Podrobné (v podzemí a na povrchu)

- body jejichž výšky byly určeny technickým výškovým měřením
- na povrchu ČSN IV. řádu
- body odvozené ze základního důlního bodového pole na povrchu
- body důlního povrchového polohového pole, jejichž výšky byly určeny technickým výškovým měřením

23

---

---

---

---

---

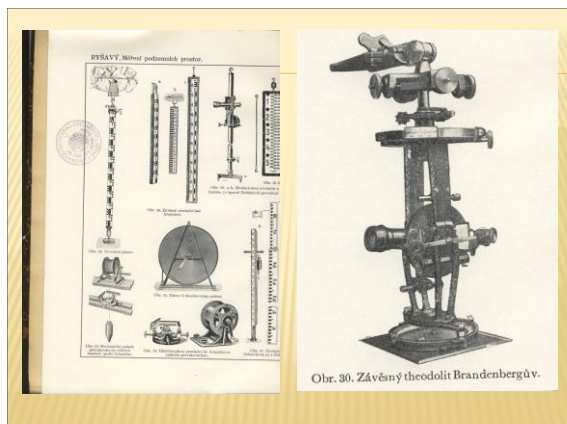
---

---

---

---

---



24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## PRÁCE V HLUBINNÝCH DOLECH

Polohové měření (JTSK, západ OKR – dříve Ottova soustava)

Výškové měření (Bpv)

Připojovací a usměrňovací měření (poloha a orientace sítí)

Vytyčovací a kontrolní měření (otvírání dolů, ražba)

### Přesnost měření

VP – velmi přesné (základní údaje, věda)

P – přesné (hlavní polygonové a výškové pořady)

T – technické (návažnost dalšího měření)

S – speciální (přesnost stanovena projektantem)

---

---

---

---

---

---

---

---

25

## STABILIZACE BODŮ



Počva – zabetonovaná hřebková značka s otvorem  
Strop – hřeby či jiné přípravky s otvorem pro závěs olovnice

---

---

---

---

---

---

---

---

26

## DŮLNÍ MAPY A DOKUMENTACE

Číselná dokumentace = Hlavní kniha důlního měření

- Podklady pro základní důlní mapy
- Připojovací a usměrňovací měření
- Zápisníky, výpočty, souřadnice (součást databáze)
- Uchovává se nejméně 10 let

Grafická dokumentace

- Základní důlní mapy (ZDM)
- Mapy povrchu (součást ZDM)
- Účelové důlní a povrchové mapy (provozní, větrání, zdolávání havárií, základní mapa závodu) (např. firma GET)

Opravy v dokumentaci – souhlas hlavního důlního měřiče

---

---

---

---

---

---

---

---

27

## ZÁKLADNÍ DŮLNÍ MAPA

- Pro jednotlivé horizonty (patra)
- Měřítko 1:1000 (1:500, 1: 2000)
- Objekty (důlní, geologické, technické, správní)
- Čtvercová síť
- Hranice (státní, katastrální, ložisek, ochranných p., vrtů)
- Celíky (ochranný pilíř), bodové pole, průzkumné vrty
- Štoly, šachtice, geologické údaje, důlní a podzemní díla
- Zařízení ochrany zdraví (sebezáchranná komora)
- Objekty a místa zvláštní důležitosti (3 roky)
- Dutiny, odkaliště, odvaly, výsypky, rekultivované plochy
- Údaje o dřívější činnosti v podzemí
- Odpovídá hlavní důlní měřič (obnova ZDM každé 2 roky)

28

---

---

---

---

---

---

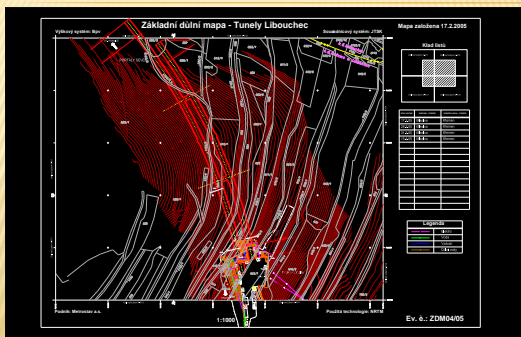
---

---

---

---

## ZÁKLADNÍ DŮLNÍ MAPA



29

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## POPIS ŠTOLY JOSEF



- ✘ Bývalá průzkumná štola zlatorudného revíru
- ✘ Délka páteřní štoly 1836 m
- ✘ Příčný průřez 14 – 16 m<sup>2</sup>
- ✘ Výška nadloží 90 – 110 m
- ✘ 2 patra, celková délka díla kolem 8 km
- ✘ Kolem 90% výlomů není vystrojena
- ✘ 110 m vysoký větrací komín
- ✘ Zpřístupněno jen 600 m díla pro výuku

30

---

---

---

---

---

---

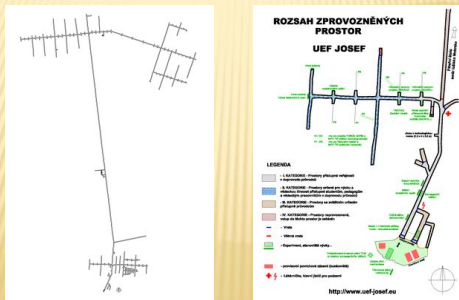
---

---

---

---

## SCHÉMA ŠTOLY JOSEF



31

---

---

---

---

---

---

---

---

## HISTORIE ŠTOLY

- ✦ Ražba začala r. 1981
- ✦ Odběry vzorků a geologické poměry
- ✦ 1989 – 1991 poloprovozní těžba zlata
- ✦ Celkový potenciál ložisek odhadnut na 130 tun
- ✦ Vytěženo 19 500 tun – získáno 21,5 Kg zlata
- ✦ Negativní vliv na ekologii
- ✦ Od poloviny devadesátých let štola chátrala
- ✦ V roce 2000 zabetonován vchod
- ✦ 2005 – podepsána smlouva pro ČVUT

32

---

---

---

---

---

---

---

---

## MĚŘENÍ DÉLEK

### Pásmo

- Mezi závěsy olovnice (delší než klad = pomocný bod)
- Od značky teodolitu (vodorovná) = vyznačení + odsazení
- Současné čtení na mm
- Opakování: VP a P - 3x, T - 2x, vždy se změnou čtení
- Kalibrace, průhyb, protažení, nadmořská výška, zobrazení
- Šikmá vzdálenost – oprava o náklon bodu

Mezní odchylky ( s v metrech, dálkoměr – matematické, fyzikální redukce)

Měření	pásmo	dálkoměr
VP	$0,4 \cdot (\sqrt{s}) \cdot 10^{-3}$	1:18 000
P	$0,5 \cdot (\sqrt{s}) \cdot 10^{-3}$	1:14 000
T	$1,0 \cdot (\sqrt{s}) \cdot 10^{-3}$	1:10 000

33

---

---

---

---

---

---

---

---

**MĚŘENÍ OD TEODOLITU**

U Zeiss Theo 010B červená tečka na kolimátoru.

Oprava šikmé délky

$$o = \Delta \cdot \cot \zeta$$

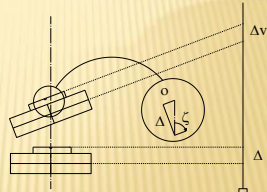
Odsazení na závěsu

$$\Delta v = \frac{\Delta}{\sin \zeta}$$

o ... oprava délky

$\zeta$  ... zenitový úhel

$\Delta$  pro Theo 010B = 38 mm, pro Topcon GPT 7501 = 87 mm



34

**PŘESNOST REDUKCE MĚŘENÉ ŠIKMÉ DÉLKY NA VODOROVNOU (MM)**

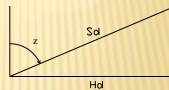
$$H_d = s_d \cdot \cos(R-z)$$

a odtud vzorec pro  $\sigma_{H_d}$

Zenitový úhel	10 m
75 gon	0,2
50 gon	0,6
25 gon	1,2

$$\sigma_{s_d} = 2 \text{ mm}$$

$$\sigma_z = 1 \text{ mgon}$$



Pro dosažení stejné přesnosti vypočtené vodorovné délky je nutno šikmou délku a zenitový úhel měřit tím přesněji, čím je záměra strmější.

35

**OPRAVA Z NADMOŘSKÉ VÝŠKY**

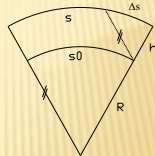
Sbíhavost tížnic

$$\frac{\Delta s}{h} = \frac{s}{h+R}$$

$$\Delta s = \frac{sh}{h+R} \Rightarrow h \ll R \Rightarrow h+R \approx R$$

$$\Delta s = s \left( \frac{h}{R} \right)$$

$$s = 10 \text{ m} \quad h = 250 \text{ m} \quad \Delta s = 0,4 \text{ mm}$$

**OPRAVA ZE ZAKŘIVENÍ ZEMĚ**

Pro 1 km délky pro průmět na tečnou rovinu -2 mm,  
na sečnou rovinu +1 mm

- zanedbatelné.

36

## MĚŘENÍ ÚHLŮ

- Postup stejný jako na povrchu (refrakce ? – omezit větrání)

Vrcholové úhly (minimálně 1 skupina s uzávěrem)

Mezní odchylky uzávěru

VP	1,5 mgon
P	3,0 mgon
T	9 mgon

(Při přerušení nutno měření na bodě opakovat a testovat na 3x kritérií.)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

37

## POLYGONOVÝ POŘAD

- \* Příloha 1
- \* Pokud není pořad vetknutý nebo uzavřený, měří se znovu:
  - \* - před vytyčením směru jiného důlního díla
  - \* - nejpozději při přiblížení na 30 m k ochrannému či orientačnímu bezpečnostnímu celíku, k ochrannému pilíři, stařinám, uzavřenému požářišti, hranici dobývacího prostoru, k tektonické změně atd. ■
  - \* - nejpozději při přiblížení na 100 m ke skladu výbušnin
  - \* - při dosažení délky 1000 m u přímého nebo 500 m u zakřiveného díla
  - \* - max. 100 m – 2 strany – v případě ad ■

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

38

## POLYGON - MEZNÍ ODCHYLKY

Polygonové pořady – mezní odchylka **ve směru poslední strany** dvakrát měřeného volného polygonu

- \* VP  $3^{\circ} \sqrt{n}$  mgon
- \* P  $6^{\circ} \sqrt{n}$  mgon
- \* T  $12^{\circ} \sqrt{n}$  mgon
- \* n – upravený počet měřených vrcholových úhlů

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

39



**b) Excentricita stanoviska při měření úhlu**

$\omega' = \omega + \alpha - \beta$   
 $\alpha \omega = \omega - \omega' = -(\alpha - \beta)$   
 $\sin \alpha = \sin \omega \frac{D}{R}$   
 $\sin \beta = \sin (\rho + \omega') \frac{D}{R}$   
 $\alpha \omega = -\rho \left[ \frac{D}{R} \sin \rho - \frac{D}{R} \sin (\rho + \omega') \right]$   
 Maximum:  $\sin \rho = -\sin (\rho + \omega') = \pm 1$   
 $\Rightarrow \rho = \pi; \rho + \omega' = 3\pi$   
 Předpoklad:  $e \perp z_0 \Rightarrow \sin \alpha \sin \omega = \omega \omega' \sin \beta R$   
 Předpoklad:  $s_1 = s_2 = s$   
 $\Delta \omega_{max} = 2 \frac{e}{R}$

$\Delta s = \omega$	
$e$	$D$
1 mm	129 mm    149 mm
2 mm	257 mm    297 mm

43

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ROZBOR PŘESNOSTI PŘI MĚŘENÍ**

Známa směrodatná odchylka měření (McKay - Nairův test)

- výpočet oprav od průměru a testování největší z nich

n	2	3	4	5	6	7	8	$ v_i  \leq u_{\alpha,n} \cdot \sigma$
5%	1,39	1,74	1,94	2,08	2,18	2,27	2,33	
1%	1,82	2,22	2,43	2,57	2,68	2,76	2,83	

Neznámá směrodatná odchylka měření (Pearsonův test)

- z oprav se vypočte výběrová směrodatná odchylka

n	3	4	5	6	7	8	$ v_i  \leq W_{\alpha,n} \cdot \sigma_v$
5%	1,41	1,69	1,87	2,00	2,09	2,17	
1%	1,41	1,72	1,96	2,13	2,27	2,37	

$\sigma_v = \sqrt{\frac{W_1 v_i}{n}}$

44

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**MEZNÍ ROZDÍL**

Vztah směrodatné odchylky a mezního rozdílu dvojice

$$\Delta = u_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma$$

Kontrola správnosti měření – testování mezních rozdílů

Konec

45

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---