
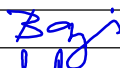




# SO 101 DUSP+PDPS

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV

KRESLIL:	KOLEKTIV		 FÖRSTEROVA Č.P. 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ	
ZPRACOVAL:	ING. LADISLAV ROUŠAR, Ph.D.			
TECHNICKÁ KONTROLA:	ING. TOMÁŠ BAJER			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. LADISLAV ROUŠAR, Ph.D.			
HLAVNÍ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
KRAJ: KRÁLOVEHRADECKÝ	OKRES: NÁCHOD	OBEC: POLICE NAD METUJÍ	STUPEŇ:	DUSP+PDPS
INVESTOR: BENEDIKTINSKÉ OPATSVÍ SV. VÁCLAVA V BROUMOVĚ, KLÁŠTERNÍ 1, 550 01 BROUMOV			ZAK.ČÍSLO:	2320-20-3
AKCE: <b>OBNOVA ŠTOLY POD KOMUNIKACÍ V POLICI NAD METUJÍ</b>			ARCHIVNÍ ČÍSLO:	2320
			DATUM:	01/2021
			FORMÁT:	A4
			MĚŘÍTKO:	-
OBJEKT: <b>SO 101 – OBNOVA ŠTOLY</b>			ČÍSLO SOUPRAVY:	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>D.1.6.</b>
OBSAH: <b>HYDROTECHNICKÝ POSUDEK</b>				



#### **D.1.6. Hydrotechnický posudek**

**Akce: Posouzení kapacity obnovy štoly pod komunikací  
v Polici nad Metují**

Objednatel: MDS projekt s.r.o.

Datum: Leden 2021



# OBSAH

1	ÚVOD .....	3
1.1	Smluvní náležitosti a náplň posudku .....	3
1.2	Identifikační údaje objednatele a zhotovitele .....	3
1.3	Koncepce posudku.....	3
2	PODKLADY .....	3
2.1	Literatura.....	3
2.2	Obecné podklady .....	4
2.3	Seznam použitých veličin a zkratk.....	4
3	POPIS ZÁJMOVÉ LOKALITY A NÁVRH OBNOVY ŠTOLY .....	4
4	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY .....	7
4.1	1D numerický model .....	7
4.2	Provedené výpočty.....	9
4.3	Výsledky hydrotechnických výpočtů .....	9
5	VYHODNOCENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ.....	9
6	ZÁVĚR.....	10
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	11
	SEZNAM TABULEK.....	11

## 1 ÚVOD

### 1.1 Smluvní náležitosti a náplň posudku

Posouzení je zpracováno na základě vzájemné dohody a smlouvy č. 340-200 o budoucí spolupráci ze dne 26. 10. 2020. Hydrotechnické posouzení je zaměřeno na stanovení kapacity štol při křížení s kanalizací pod komunikací v městě Police nad Metují.

### 1.2 Identifikační údaje objednatele a zhotovitele

#### Objednatel:

**MDS projekt, s.r.o.**

Sídlo: Försterova č. p. 175, 566 01 Vysoké Mýto  
IČ: 27487938  
DIČ: CZ27487938  
Kontaktní osoba: Ing. Tomáš Bajer  
Telefon: 465 323 698  
E-mail: [bajer@mdsprojekt.cz](mailto:bajer@mdsprojekt.cz)

#### Zhotovitel:

**VHRoušar, s.r.o.**

Provozovna: Rybitví 294, 533 54 Rybitví  
IČ: 05968551  
DIČ: CZ05968551  
Web: [www.vhrousar.cz](http://www.vhrousar.cz)  
Kontaktní osoba: Ing. Ladislav Roušar, Ph.D.  
Telefon: 773 085 535  
E-mail: [rousar@vhrousar.cz](mailto:rousar@vhrousar.cz)

### 1.3 Koncepce posudku

Na základě projektové dokumentace „Obnova štol pod komunikací v Polici nad Metují“ a speleologického průzkumu byl vytvořen jednorozměrný (1D) hydrodynamický numerický model návrhového stavu. Výpočet byl proveden pro ustálené nerovnoměrné proudění. Z provedeného výpočtu byla stanovena kapacita nejen zúžené štol v místě křížení s kanalizací, ale také celková kapacita štol.

## 2 PODKLADY

### 2.1 Literatura

- [1] Boor, B., Kunštátský, J., Patočka, C. Hydraulika pro vodohospodářské stavby. SNTL, Praha, 1968, str. 517.
- [2] ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.
- [3] ČSN 73 6820 Úpravy vodních toků.
- [4] HEC-RAS. River Analysis System Hydraulic Reference Manual. US Army Corps of engineers. 2010, p. 411.
- [5] Kolář, V., Patočka, B., Bém, J. Hydraulika. SNTL, Praha, 1983, str. 475.
- [6] Kunštátský, J. 1956. Hydraulické výpočty propustků a mostů.

## 2.2 Obecné podklady

- [10] Geodetické zaměření. Převzato od MDS Projekt, s.r.o.
- [11] Obnova štol pod komunikací v Polici nad Metují – SO 101 Obnova štol. MDS projekt, s.r.o., 01/2021.
- [12] Speleologický průzkum – Zjištění závažné stavy (Křížení barokní štol s komunikací II. třídy v majetku Královéhradeckého kraje). Řehák – S P E L E O s.r.o., 09/2019.
- [13] Základní mapa, M 1:10 000.

## 2.3 Seznam použitých veličin a zkratek

1D	jednorozměrným
Bpv	Balt po vyrovnání
DOP	dolní okrajová podmínka
GNSS	globální družicový polohový systém
HOP	horní okrajová podmínka
JTSK	jednotná trigonometrická síť katastrální
KN	katastr nemovitostí
LB (LOB)	levý břeh
MNČ	metoda nejmenších čtverců
PB (ROB)	pravý břeh
PD	projektová dokumentace
VT	vodní tok
WS	úroveň hladiny

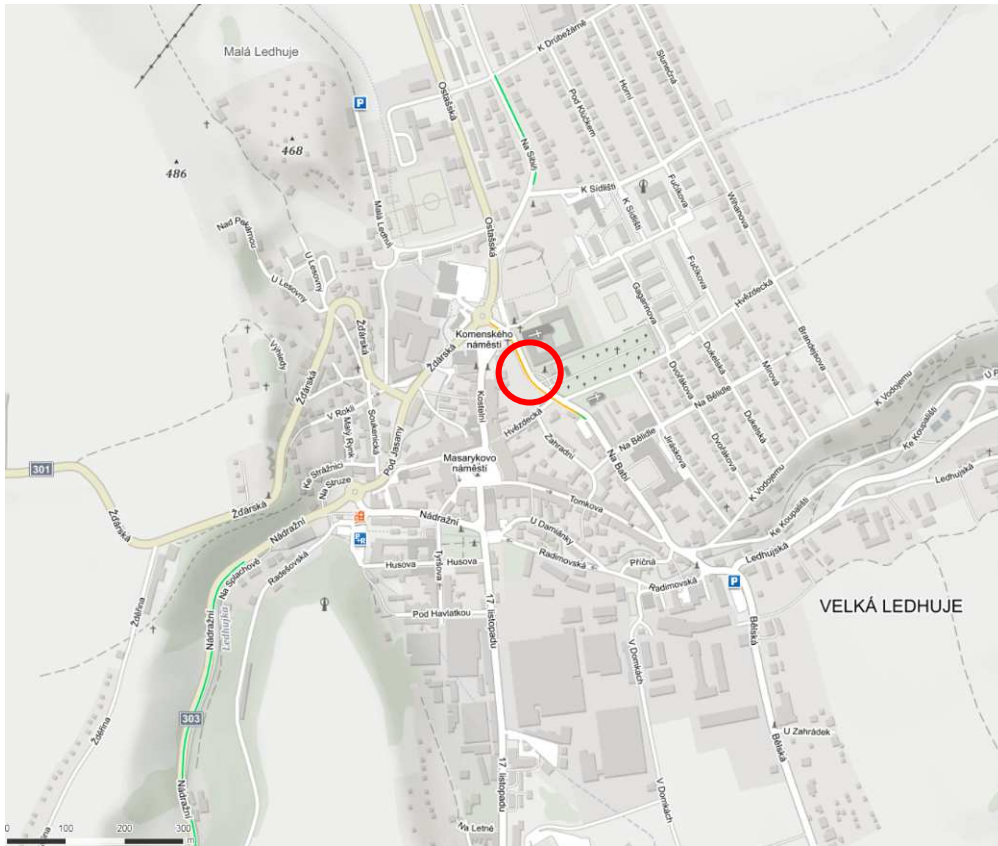
## 3 POPIS ZÁJMOVÉ LOKALITY A NÁVRH OBNOVY ŠTOLY

Zájmová lokalita se nachází v intravilánu obce Police nad Metují, viz Obr. 1. Štola odvodňuje areál Benediktinského kláštera v majetku Benediktinského opatství sv. Václava v Broumově. Historická štola je kamenná a v místě pod komunikací silnice III/30319 přechází do propustku z ocelového potrubí DN600. Ze speleologického průzkumu z roku 2019 bylo zjištěno pravděpodobné zlomení propustku a ucpání průtočného profilu z 95 %, čímž hrozí nebezpečí propadu vozovky a zatopení sklepních prostor kláštera [12].

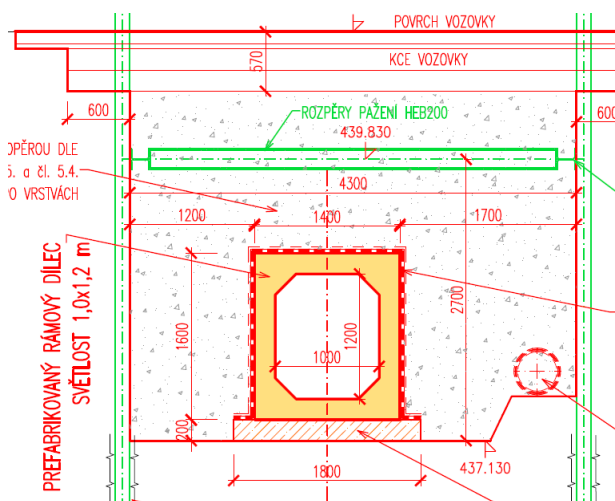
Stávající štola z kamene má obdélníkový průtočný profil s rozměry 0,7 m × 1,15 m (šířka × výška). Štola, která je předmětem obnovy, slouží jako odvodňovací kanál pro pramen se stálou vydatností 25 l/s. Společně s pramenem jsou do štol zaústěny další vpusti z vnitřního dvora kláštera [11].

Obnova štol spočívá v umístění dvou prefabrikovaných betonových šachet DN1500, mezi kterými bude osazený prefabrikovaný rámový atyp s vnitřními rozměry 1,0 m × 1,2 m (šířka × výška). Napojení šachet na stávající štolu bude pomocí přezděných úseků, kde se použijí původní kameny a zachovají se rozměry štol. V místě křížení se splaškovou kanalizací DN800 bude prefabrikovaný rámový atyp zúžen a průtočný profil se zmenší na šířku 1,0 m a výšku 0,55 m (z původních 1,2 m). Základním požadavkem stavebníka je bezpečné převedení maximálního **průtoku 200 l/s štolou**. Vzorové profily a podélný profil návrhu jsou zobrazeny na Obr. 2, Obr. 3 a Obr. 4.

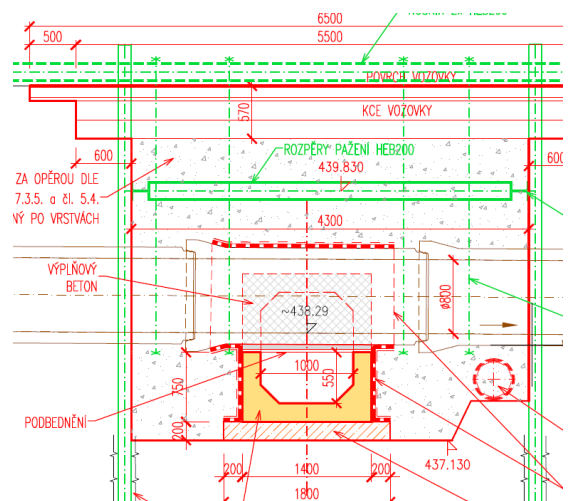
Za posuzovaným úsekem je v šachtě obdélníkového půdorysu skluz o výšce 0,16 m. Za skluzem následuje betonová roura DN600, která přivádí vodu ke mlýnu. Není zjištěna délka zatrubněného úseku.



Obr. 1 Přehledná mapa s vyznačeným místem obnovované štol



Obr. 2 Řez atypickým rámovým dílcem [11]



Obr. 3 Řez atypickým rámovým dílcem v místě křížení s kanalizací DN800 [11]





## 4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

### 4.1 1D numerický model

Pro výpočet proudění a určení úrovně hladiny byl použit jednorozměrný (1D) numerický program HEC-RAS 5.0.7, který vychází z dominance podélného vektoru rychlosti nad příčnou a svislou složkou jeho vektoru. Aproximace 1D prouděním je dostatečně přesná, jelikož v posuzované lokalitě se nejedná o prostorové proudění a podélná složka vektoru je převládající. Výsledné hydraulické veličiny jsou průřezová rychlost a konstantní poloha hladiny v daném příčném profilu.

#### 4.1.1 Popis modelu

Výpočtové rovnice jsou odvozené z rovnice spojitosti a rovnice pohybové, tzv. Saint-Venantovy rovnice. Pro neustálené proudění lze zapsat jako:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (Q^2/A)}{\partial x} + g \cdot A \left( \frac{\partial h}{\partial x} - J_D + J_E \right) = 0,$$

kde  $A$  je průtočný profil,  $Q$  je průtok,  $h$  je hloubka vody,  $J_D$  je sklon dna koryta,  $J_E$  je sklon čáry mechanické energie a  $g$  je tíhové zrychlení.

Řídící rovnice jsou doplněny stavovými rovnicemi, počátečními a okrajovými podmínkami. Sklon čáry mechanické energie je možné určit pro postupně se měnící neustálený pohyb vody obdobně jako pro ustálený rovnoměrný pohyb pomocí Chézyho vztahu:

$$J_E = \frac{Q \cdot |Q|}{K^2}, \quad R = \frac{A}{O},$$

kde  $C$  je Chézyho rychlostní součinitel,  $R$  je hydraulický poloměr,  $O$  je omočený obvod a  $K$  je modul průtoku. Chézyho rychlostní součinitel je stanoven podle Manninga vztahem:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}.$$

Počáteční podmínky jsou:

$$Q(x, t_0) = \overline{Q_0}(x), \quad h(x, t_0) = \overline{h_0}(x),$$

kde  $Q_0(x)$  a  $h_0(x)$  jsou známé zadané funkce prostorové proměnné  $x$  charakterizující stav v čase  $t_0 = 0$ .

Okrajové podmínky mají tvar:

$$Q(x_0, t) = Q_p(t), \quad h(x_L, t) = \overline{h_L}(t),$$

jsou předepsané časové průběhy průtoku a hloubky vody v krajních příčných profilech se staničením  $x_0$  a  $x_L$ .

#### 4.1.2 Řešení objektů na vodním toku

##### Výpočet proudění propustkem

Výpočet proudění propustkem je závislý na průběhu hladiny v propustku a jeho okolí. Celkem jsou v modelu zahrnuté 3 režimy proudění v propustku:

- A) proudění o volné hladině (říční, bystřinné proudění);



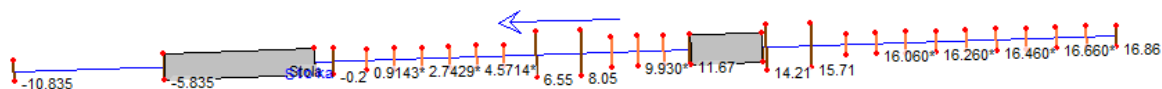
- B) proudění se zatopeným vtokem a neovlivněným (nebo ovlivněným dolní vodou) výtokem;
- C) tlakové proudění (zatopený vtok a výtok);

Výpočet proudění o volné hladině (A) propustkem lze stanovit 4 přístupy s ohledem na způsob výpočtu ztrát mechanické energie: standardní přístup dle Bernoulliho rce, rovnice hybnosti, empirické Yarnellovi rovnice nebo metodou FHWA. Jako výsledná byla zvolena metoda dosahující nejvyšší úrovně energetické výšky vypočtené z rovnice hybnosti a standardního přístupu se zahrnutím Manningova součinitele drsnosti a součiniteli kontrakce a expanze.

V případě režimů proudění (B, C) je možné výpočet provést dle standardního přístupu (Bernoulliho rovnice) nebo hydraulických vztahů (se součiniteli průtoku). Pro výpočet byl zvolen standardní přístup.

#### 4.1.3 Schematizace výpočetní sítě

Štola byla schematizována příčnými profily, které tvoří výpočetní síť numerického modelu (viz Obr. 5). Vzdálenost příčných profilů byla volena s ohledem na ovlivnění proudění vlivem změny nivelety dna, překážek a druhu povrchu. Vzdálenosti příčných profilů se pohybují od 1,0 m do 5,0 m. Štola byla schematizována s rozměry dle řezu atypickým rámovým dílcem (Obr. 2) a v místě křížení s kanalizací bylo uvažováno s propustkem dle Obr. 3.



Obr. 5 Výpočetní síť numerického modelu

#### 4.1.4 Hodnoty součinitelů drsnosti, kalibrace a verifikace

Hodnoty součinitelů drsnosti byly ohodnoceny na základě fotografií, navrhnutých materiálů v projektové dokumentaci a odborného odhadu zhotovitele posudku pro vyskytující se povrchy.

Model nebyl kalibrován ani verifikován.

Tab. 1 Hodnoty součinitelů drsnosti uvažovaných ve výpočtech

Hodnota	Komentář
0,014	rámový dílec, betonové šachty
0,035	lomový kámen
0,040	štola nad obnovovaným úsekem
0,017	betonové potrubí DN600

#### 4.1.5 Dolní a horní okrajové podmínky

Za horní okrajovou podmínku (HOP) byly zadávány hodnoty průtoku.

Za dolní okrajovou podmínku (DOP) byl zadán sklon čáry energie, který byl aproximován sklonem hladiny při říčním proudění. Sklon čáry energie byl ověřen citlivostní analýzou změny hodnoty sklonu na úroveň hladiny a tedy určení vlivu dosahu DOP.

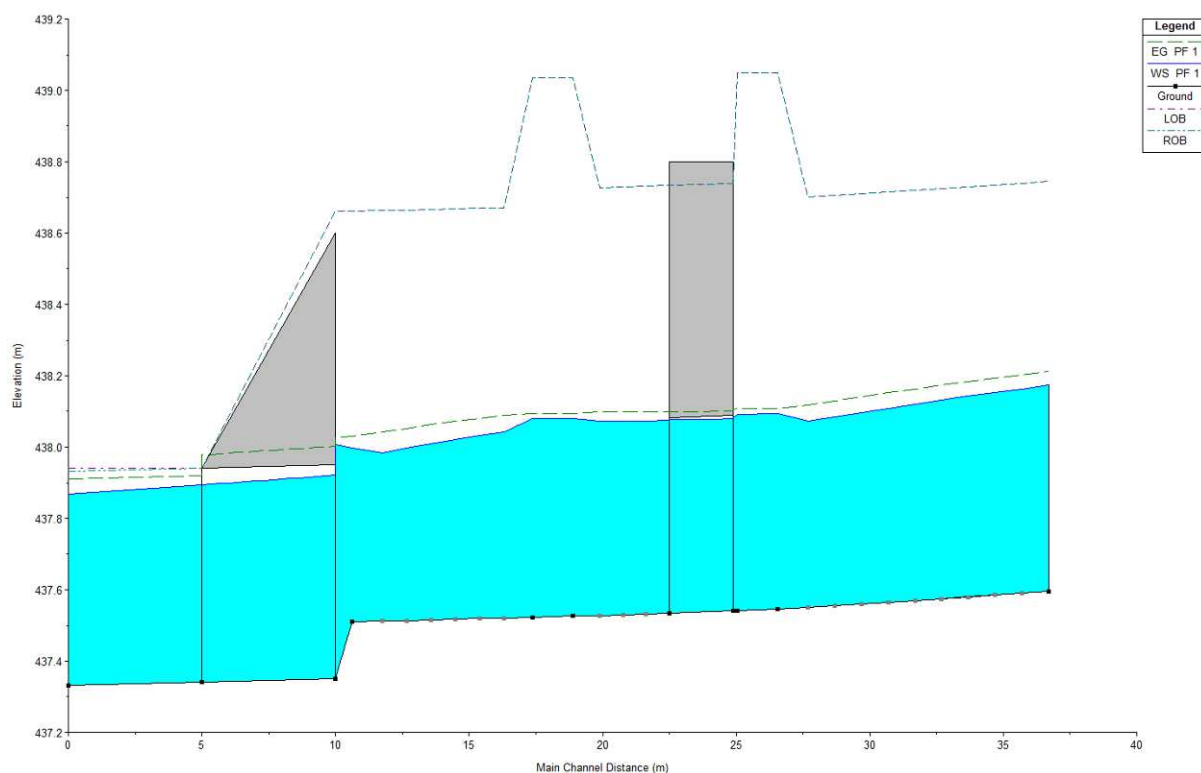
Byl proveden výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění pro říční proudění.

#### 4.2 Provedené výpočty

Byly provedeny výpočty návrhového stavu úseku štol. Pozvolným zvyšováním hodnoty průtoku byla určována úroveň hladiny ve štolě, což umožnilo určit charakter proudění a stanovit kapacitu štol v místě křížení.

#### 4.3 Výsledky hydrotechnických výpočtů

Průběh úrovně hladiny pro kapacitní průtok štol v místě křížení je vyneseno do schematického podélného profilu (Obr. 6).



Obr. 6 Schematický podélný profil – stanovení kapacity štol v místě křížení ( $Q_{kap} = 350$  l/s)

### 5 VYHODNOCENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ

Proudění ve štolě je říční při všech výpočtových stavech. Při hodnotě průtoku do 300 l/s je po celé délce štol proudění o volné hladině. Při větších hodnotách průtoku dochází k zatopení vtoku navazující betonové trouby DN600, což způsobuje přechod do tlakového proudění v navazujícím úseku a k ovlivnění proudění ve štolě zpětným vzdutím.

Při hodnotě průtoku 350 l/s nastává tlakové proudění v místě křížení s kanalizací a při zvyšujícím se průtoku hladina ve štolě rychle stoupá. Od hodnoty průtoku 410 l/s je

navazující betonová trouba kompletně zaplavena a zúžený profil vytváří špunt pro volný odtok ze štoly.

Uvedené je platné za předpokladu, že sklon dna navazující betonové trouby je stejný jako sklon dna štoly. Pokud navazující sklon betonové trouby bude větší, bude větší průtočná kapacita.

## 6 ZÁVĚR

Hydrotechnické posouzení je provedeno pro stanovení kapacity historické štoly pod silnicí v úseku křížení se splaškovou kanalizací.

**Kapacita propustku v místě křížení s kanalizací je 350 l/s.** Při tomto průtoku je zúžený příčný profil (viz Obr. 3) zcela plný.

Štola převede požadovaný průtok 200 l/s.

V Rybitví, 2. února 2021

Ing. Magdaléna Komorová

Ing. Ladislav Roušar, Ph.D.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Přehledná mapa s vyznačeným místem obnovované štoly .....	5
Obr. 2 Řez atypickým rámovým dílcem [11].....	5
Obr. 3 Řez atypickým rámovým dílcem v místě křížení s kanalizací DN800 [11].....	5
Obr. 4 Podélný profil obnovy štoly [11].....	6
Obr. 5 Výpočetní síť numerického modelu .....	8
Obr. 6 Schematický podélný profil – stanovení kapacity štoly v místě křížení ( $Q_{kap} = 350 \text{ l/s}$ ) .	9

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Hodnoty součinitelů drsnosti uvažovaných ve výpočtech .....	8
--	---