

Moderní nástroje pro výpočet smyvu, odtoku a dimenzování prvků protierozní ochrany v rámci pozemkových úprav

Fyzikální modelování jako nástroj pro stanovení návrhových parametrů TPEO

Ing. Jakub Jeřábek, Ing. Petr Kavka, Ph.D., Ing. Martin Landa, Ph.D.

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství Fakulty stavební ČVUT v Praze

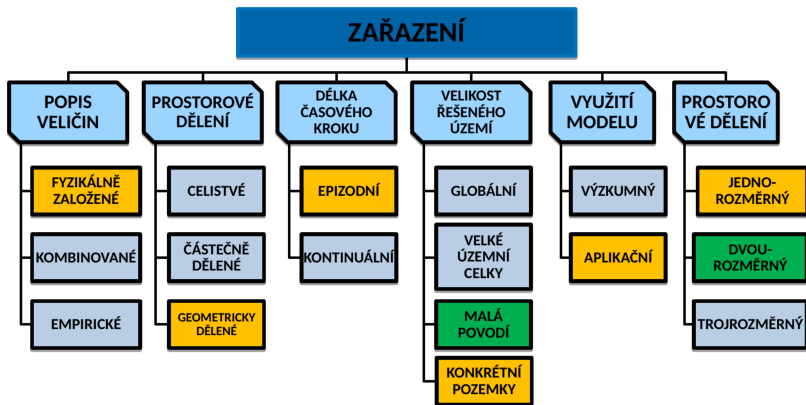
27. listopadu 2019

## Simulační model povrchového odtoku a erozního procesu

- Slouží pro výpočet plošného povrchového odtoku a k navrhování a dimenzování protierozních opatření
- Posouzení erozní ohroženosti (porovnáním vypočtených hodnot rychlosti a tečného napětí s limitními hodnotami)
- Návrh změny osevních postupů (plodin)
- Výpočet návrhových charakteristik pro navrhování technických protierozních opatření

### Cíl

Jednoduše uchopitelný model pro navrhování protierozních opatření



## Součást několika předpisů

- DOS T 3.17 - Protierozní ochrana, Váška, J., Informační centrum ČKAIT, Praha, 2000
- ČSN 75 4500 - Protierozní ochrana zemědělské půdy, Český normalizační institut, 1996
- Janeček M., Ochrana zemědělské půdy před erozí - metodika, např. 2007, 2012
- Metodiky TPEO, Kadlec (2014), Dostál (2014)
- Kavka P., - Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině, 2018



- Srážka
- Infiltrace
  - Philipova infiltrace
- Povrchová retence
- Vliv vegetace
  - intercepce, poměrná plocha listová
- Povrchový odtok
  - plošný, soustředěný odtok
  - parametry power law
  - drsnost pro soustředěný odtok
- Odtok hydrografickou sítí (Jen 2D)
  - parametry úseků hydrografické sítě

## Posouzení erozní ohroženosti

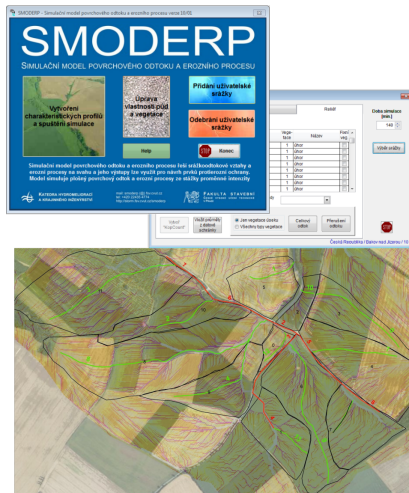
- návrh změny osevních postupů
- umístění ochranných travních pásů
- návrh pásového střídání plodin

## Výpočet charakteristik protierozních opatření

- záchytné a odváděcí prvky
- zasakovací prvky
- prvky měnící podélný sklon
- dráhy soustředěného odtoku
- ochranné nádrže

ke stažení:

[storm.fsv.cvut.cz/./smoderp1d/](http://storm.fsv.cvut.cz/./smoderp1d/)



- Model implementovaný v jazyce python
- Příprava dat pomocí ArcPy
- Oddělený výpočet plošného odtoku, soustředěného odtoku v rýhách
  - dynamické zvětšování rýhy po překročení hraniční hodnoty
- Odtok hydrografickou sítí
- Dynamický časový krok
- Jednosměrný odtokový algoritmus



## ArcGIS toolbox:

	Popis	ArcGIS typ dat
①	Cesta k digitálnímu modlu terénu	Raster layer
②	Cesta k vektorové vrstvě rozložení typu půd	Shapefile
③	Název pole s id typů půd	Field
④	Cesta k vektorové vrstvě využití území	Shapefile
⑤	Název pole s id využití území	Field
⑥	Cesta k souboru se srážkovými daty	Text file
⑦	Maximální časový krok	Double
⑧	Konečný čas výpočtu	Double
⑨	Vrstva bodů pro výpis hydrogramů	Shapefile
⑩	Výstupní adresář	Folder
⑪	Tabulka s parametry modelu	Table
⑫	Označení pole v tabulce ⑪	Field
⑬	Cesta k vrstvě linií hydrografické sítě	Feature Class
⑭	Cesta k tabulce s geometrií úseků hydrografické sítě	Table
⑮	Název společného pole pro spojení ⑬ a ⑭	Field
⑯	Volba formy výstupních souborů	Boolean

## Testovací data v ArcGIS

The image shows two windows from the ArcGIS software interface. On the left is the 'SMODERP2D' tool dialog box, and on the right is the 'Catalog' window.

**SMODERP2D Dialog Box:**

- Input surface raster:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean...
- Input soil polygon features:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Soil types:** SID
- Input land use polygon features:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Land use types:** LandUse
- Rainfall file:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Max time step [sec]:** 30
- Total running time [min]:** 30
- Input points features (optional):** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Output folder:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Table of soil and land use information:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Soil land use code:** soilveg
- Beach features (optional):** (empty)

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Environments..., Show Help >>

**Catalog Window:**

- Location:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d
- Contents:**
  - bin
  - arcgis
    - smoderp2d.tbx
    - SMODERP2D
  - grass
  - qgis
  - img
  - smoderp2d
  - tests
    - data
      - dem10m
      - landuse.shp
      - points.shp
      - rainfall.txt
      - soil\_veg\_tab\_mean.dbf
      - soils.shp
      - stream.shp
      - stream\_shape.dbf
    - grassdata
    - utils
  - Toolboxes
  - Database Servers
  - Database Connections
  - GIS Servers
  - My Hosted Services

Bottom status bar: -713699.432 -1060408.023 Unknown Units

## Ukázka přípravy dat v ArcGIS: půdní typ a využití území

The screenshot displays the ArcGIS interface. The main map shows a topographic map with a semi-transparent overlay of land use and soil data. A large green area is visible on the left, and a blue area is on the right. The map includes labels for 'Koudelna', 'K nučický', 'K Prus', and 'J Olešecký'. A 'Table' window is open in the foreground, showing the following data:

OID	soilveg	k	s	n	pi	ppl	ret	b	x	y	tau	v
81	LSKP	0.000001	0.000129	0.12	1	0.4	8	1.8165	8.8133	0.3681	10.66	0.245
82	SLKP	0.000005	0.000097	0.12	1	0.4	8	1.7925	9.2043	0.4622	10.66	0.245
83	LLKP	0.000002	0.000129	0.12	1	0.4	8	1.7385	10.0841	0.5613	10.79	0.248
84	SILKP	0	0.000103	0.12	1	0.4	8	1.7385	10.0841	0.5613	10.79	0.248
85	SIKP	0	0.000103	0.12	1	0.4	8	1.7385	10.0841	0.5613	10.79	0.248
86	SCLKP	0.000005	0.000097	0.12	1	0.4	8	1.7025	10.6706	0.6028	11.5	0.264
87	CLKP	0.000002	0.000047	0.12	1	0.4	8	1.7025	10.6706	0.6028	11.5	0.264
88	SICLKP	0	0.000103	0.12	1	0.4	8	1.7025	10.6706	0.6028	11.5	0.264

The 'Catalog' window on the right shows the file structure for the project, including folders like 'arcgis', 'grass', 'img', 'tests', 'data', and 'grassdata'. The file 'soil\_veg\_tab\_mean.dbf' is highlighted under the 'data' folder.

Popis sloupečku v atributové tabulce 1 za konci prezentace.

## Ukázka přípravy dat v ArcGIS: hydrografická síť

The screenshot displays the ArcGIS interface with a map of a hydrographic network. A red line highlights a specific stream segment. The map includes labels for locations like Koudolna, K nučický, K Prus, and Prusický P. U olešecký. A table window is open in the foreground, showing the following data:

FID	Shape*	id	smoderp
0	Polyline	0	0
1	Polyline	1	0
2	Polyline	1	0
3	Polyline	1	0
4	Polyline	1	0

The table indicates that 5 items are selected. The Catalog window on the right shows the file structure for the 'stream.shp' dataset, including folders like 'bin', 'grass', 'img', 'tests', and 'data', and files like 'dem10m', 'landuse.shp', 'points.shp', 'rainfall.txt', 'soil\_veg\_tab\_mean.dbf', 'soils.shp', 'stream.shp', and 'stream\_shape.dbf'.

## Ukázka přípravy dat v ArcGIS: parametry úseků hydrografické sítě

The screenshot displays the ArcGIS interface with a map of a hydrographic network. A red line segment is highlighted on the map, representing a stream. The 'Table' window shows the following data:

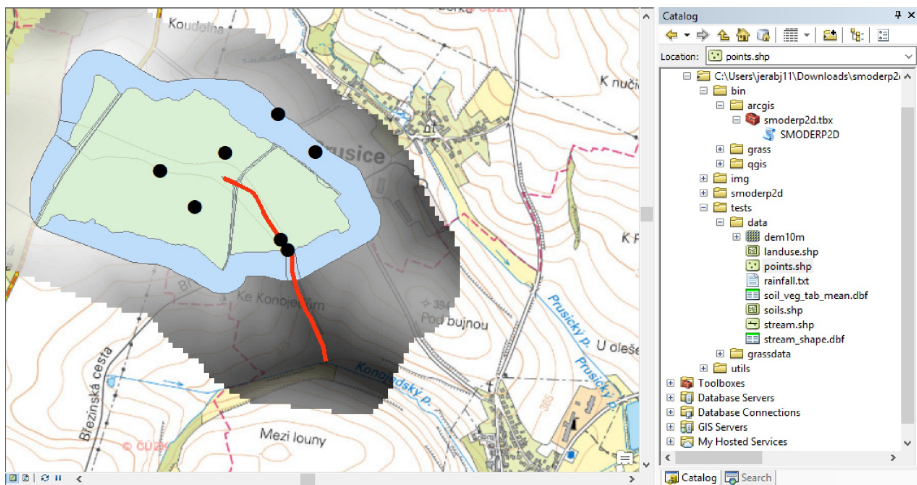
OID	number	smoderp	shapetype	b	m	roughness	q365	note
0	0	0		1	1	2	0.03	0 default
1	1	1		0	0.2	0	0.035	0.002
2	2	2		1	0.2	2	0.035	0.002
3	3	3		2	0	2	0.03	0.002
4	4	4		3	0.7	0	0.03	0.002 b..sirkahladina

The 'Catalog' window shows the project structure, including the following folders and files:

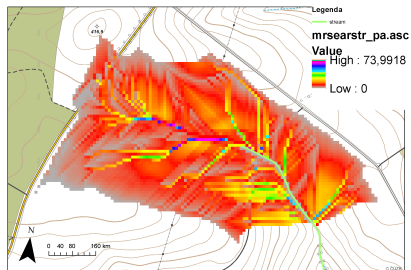
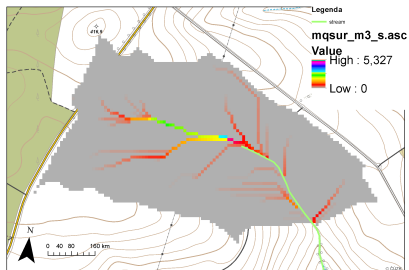
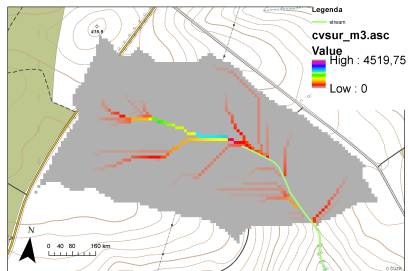
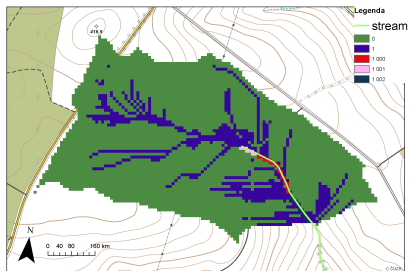
- C:\Users\jrabj11\Downloads\smoderp2\
  - bin
    - arcgis
      - smoderp2d.tbx
      - SMODERP2D
    - grass
    - qgis
    - img
    - smoderp2d
    - tests
      - data
        - dem10m
        - landuse.shp
        - points.shp
        - rainfall.txt
        - soil\_veg\_tab\_mean.dbf
        - soils.shp
        - stream.shp
        - stream\_shape.dbf
      - grassdata
      - utils
    - Toolboxes
    - Database Servers
    - Database Connections
    - GIS Servers
    - My Hosted Services



Ukázka přípravy dat v ArcGIS: body na výpis výsledků

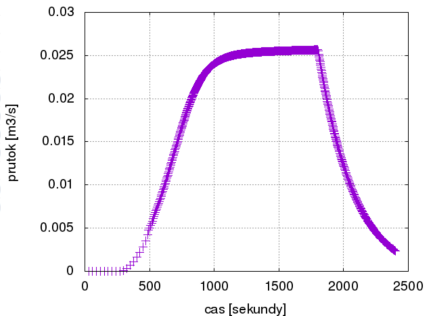


# Ukázka výsledků reakce povodí na 40 minut 120 mm/hod srážky



## Ukázka výsledků reakce povodí na 40 minut 120 mm/hod srážky

	A	B	C	D	E	F	G
1	# Hydrograph at the point with coordinates: -713000.413155 -1060563.49078						
2	# A pixel size is [m2]:						
3	# 100.0						
4	# time[s]	deltaTime[s]	rainfall[m]	totalWaterLe	surfaceFlow	surfaceVol	Runoff[m3/s]
5	30	30	0	0	0	0	0
6	30	30	0	0	0	0	0
7	60	30	0	0	0	0	0
8	90	30	0.00084	0	0	0	0
9	120	30	0.00084	0	0	0	0
10	150	30	0.00084				
11	180	30	0.00084				
12	210	30	0.00084				
13	240	30	0.00084				
14	270	30	0.00084	0			
15	296.7904	26.7904	0.000750131	0			
16	322.6963	25.9059	0.000725365	0			
17	348.5983	25.902	0.000725256	0			
18	374.4338	25.8355	0.000723394	0			
19	400.2609	25.8271	0.000723159	0			
20	424.8473	24.5864	0.000688419	0			
21	447.8359	22.9886	0.000643681	0			



Stažení SMODERPU a další informace na: [storm.fsv.cvut.cz/./smoderp/](http://storm.fsv.cvut.cz/./smoderp/)



CZ | EN  
 ČVUT v Praze - Fakulta stavební  
 Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

The screenshot shows the website's navigation menu with the following items: O NÁS, LIDÉ, PRO STUDENTY, PROJEKTY A GRANTY, ČINNOST KATEDRY. A red arrow points to the 'MENU' button in the top right corner.

**Actuality**  
 (26. 11. 2019 v 16:23)

**Volby do akademického senátu**

**26. a 27. 11. 2019** se konají volby do Akademického senátu Fakulty stavební a Akademického senátu ČVUT. Studenti i zaměstnanci volí zástupce obou komor. Přijďte a **NENECHTE SVŮJ HLAS** **PROPADNOUTI!** Za katedru kandiduje [Martin Dockal](#) do Senátu Fakulty a [Petr Kavka](#) do Senátu ČVUT. Seznam všech kandidátů naleznete na [stránkách fakulty](#).

Katedra pořádá ve spolupráci s firmou Atlas konferenci [Moderní nástroje pro výpočet smyvu, odtoku a dimenzování prvku protierozní ochrany v rámci pozemkových úprav](#), která se uskuteční 28. 11. v kongresovém centru Otšanka.

Atraktivní nabídka zapojení do **mezinárodní spolupráce** formou [diplomové práce](#).

Je možný **vzdálený přístup do učebny B691** - [rezervace času zde](#), [návod na připojení zde](#)

**Kalendář akcí**

**SMODERP**

V současné době jsou stránky v revizi a stáhnout pouze s přihlašovacím jménem e-mailem [ing\\_Petra.Kavka@Ph.D.](mailto:ing_Petra.Kavka@Ph.D.)

Publikace

Volně stažitelné výsledky

**MENU:**

- SMODERP
- Numerická metoda pro posouzení efektivity suché nádrže
- Grafika katedry
- Nástroj pro výpočet objemu erozní rhy

SMODERP je epizodní hydrologicko-erozní model sloužící především navrhování protierozních opatření a managementu vodního režimu v k na měřítku pozemku či malého povodí. Celý název modelu je Sim. Model povrchového Odtoku a Erozního Procesu.

Aktuální verzi je SMODERP2D, který vychází z původní profilové verze modelu SMODERP2D můžou být použita veřejně dostupná geodata. V softwaru, které umožňují snadnou přípravu vstupních vektorových a rasterových dat.

Program modelu SMODERP2D a manuál lze najít na odkazech vpravo souboří. Popis instalace a spuštění modelu v GIS softwaru je popsán v manuálu.

V současné době je vyvíjena integrace modelu SMODERP2D v prostředí QGIS. Z hlediska fyzikálního řešení bude model do budoucna doplněn o řešení mětkého podpovrchového odtoku a dalších způsobů řešení plošného odtoku.

Simoderp 2D, povodí Nučice

## 4. Ke stažení

Aktuální úpravy/opravy lze najít na [github.com](https://github.com/storm-fsv-cvut) [github.com/storm-fsv-cvut](https://github.com/storm-fsv-cvut)

The screenshot displays the GitHub repository page for 'smoderp2d' under the organization 'storm-fsv-cvut'. The repository is described as 'SMODERP2D - Distributed event-based model for surface and subsurface runoff and erosion'. The page shows 578 commits, 9 branches, and 5 contributors. A red arrow points to the 'Repositories' tab in the top navigation bar. Another red arrow points to the 'Clone or download' button, which has a dropdown menu open showing the 'Download ZIP' option. A third red arrow points to the 'bin' directory in the file list.

**Repositories** Packages People 2 Teams Projects Settings

Find a repository...

**storm-fsv-cvut / smoderp2d** Unwatch 2 Star 0 Fork 0

**smoderp2d**  
SMODERP2D - Distributed event-based model for runoff and erosion  
surface-runoff soil-erosion gis-based

Python GPL-3.0 0 27 (1 issue)

SMODERP2D - Distributed event-based model for surface and subsurface runoff and erosion

surface-runoff soil-erosion gis-based Manage topics

578 commits 9 branches 0 packages 0 releases 5 contributors GPL-3.0

Branch: master New pull request

Create new file Upload files Find file Clone or download

landam avoid duplication (stream\_rst -> stream\_seg)

bin	arcgis: move output folder to data directory	
img	readme: re-organize how to test section	
smoderp2d	avoid duplication (stream_rst -> stream_seg)	
tests	comments in rainfall.txt and rm srazka.* #63	5 days ago
utils	add plotting r script #49	14 days ago
.gitignore	GRASS data provider updates, stream preparation partially working	5 months ago
LICENSE	Initial commit	3 years ago
README.md	update QGIS project and GRASS usage to test data in English, see #61	13 days ago

Clone with SSH Use HTTPS  
Use a password protected SSH key.  
git@github.com:storm-fsv-cvut/smoderj

Download ZIP

## Testovací data v ArcGIS

The image shows two windows from the ArcGIS software interface. On the left is the 'SMODERP2D' tool dialog box, and on the right is the 'Catalog' window.

**SMODERP2D Dialog Box:**

- Input surface raster:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_...
- Input soil polygon features:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Soil types:** SID
- Input land use polygon features:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Land use types:** LandUse
- Rainfall file:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Max time step [sec]:** 30
- Total running time [min]:** 30
- Input points features (optional):** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Output folder:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Table of soil and land use information:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d-clean\_up\_input\_data\_issue\_63\smoderp2d-clean\_up\_input\_...
- Soil land use code:** soilveg
- Beach features (optional):**

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Environments..., Show Help >>

**Catalog Window:**

- Location:** C:\Users\jerabj11\Downloads\smoderp2d
- Contents:**
  - bin
  - arcgis
    - smoderp2d.tbx
    - SMODERP2D
  - grass
  - qgis
  - img
  - smoderp2d
  - tests
    - data
      - dem10m
      - landuse.shp
      - points.shp
      - rainfall.txt
      - soil\_veg\_tab\_mean.dbf
      - soils.shp
      - stream.shp
      - stream\_shape.dbf
  - grassdata
  - utils

- Toolboxes:** Database Servers, Database Connections, GIS Servers, My Hosted Services

Bottom status bar: -713699.432 -1060408.023 Unknown Units

Budoucnost:

- GRASS GIS, QGis (Q1, 2020)
- Vícesměrný odtok
- Více infiltračních rutin
- Optimalizace numerického řešení
- Geoprocessingové služby<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Landa: Geoprocessingové služby - moderní způsob vzdáleného zpracování prostorových dat

T A

Č R

- Vyzkoušejte SMODERP2D
  - stránky katedry KHMKI  
[storm.fsv.cvut.cz/..../smoderp/](http://storm.fsv.cvut.cz/..../smoderp/)
  - github.com  
[github.com/storm-fsv-cvut](https://github.com/storm-fsv-cvut)
- Reportujte podněty
  - e-mailem: [petr.kavka@fsv.cvut.cz](mailto:petr.kavka@fsv.cvut.cz)
  - jako issue na github.com: [github.com/.../smoderp2d/issues](https://github.com/.../smoderp2d/issues)
- Napište nám!



KATEDRA HYDROMELIORACÍ  
A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ

Děkuji za pozornost



Tabulka 1: Přehled parametrů charakterizujících půdní typ a typ vegetačního pokryvu

Povinný název hlavičky v ta- bulce	Popis
k	nasyčená hydraulická vodivost [ $m/s$ ]
s	sorptivita [ $s/m^{1/3}$ ]
n	Manningův součinitel drsnosti [ $mm$ ]
pi	potenciální intercepce [–]
ppl	poměrná plocha listová [–]
ret	povrchová retence [ $mm$ ]
b	parameter plošného odtoku [–]
x	parameter plošného odtoku [–]
y	parameter plošného odtoku [–]
tau	kritické tečné napětí [ $Pa$ ]
v	kritická nevymílací rychlost [ $m/s$ ]