

Stanovení odtoku z povodí metodou CN

Z0124 Terénní cvičení z meteorologie, klimatologie a hydrologie

Obsah

- Jednotkový hydrogram
- Metoda SCS-CN

Jednotkový hydrogram

- Založena na simulaci odezvy povodí na srážkovou událost s užitím hlavních parametrů
- Metoda vhodná pouze pro menší povodí
- Základní pravidla:
 1. Doba a časovo-prostorové rozložení deště
 2. Princip podobnosti (proporcionality)
 3. Princip superpozice

1.

- Deště stejné doby trvání a různých intenzit (předpoklad rovnoměrného časového i prostorového rozložení srážek)
=> hydrogramů o stejné časové základně
- Předpoklad odtoku z celého povodí

2.

- Princip podobnosti (proporcionality) -. Vyjádřitelný matematicky:

$$\frac{Q_{1,t}}{Q_{2,t}} = \frac{W_{1,t}}{W_{2,t}} = \frac{W_1}{W_2}$$

$Q_{1,t}$, $Q_{2,t}$... průtok v místě 1 a 2 ve stejný čas t [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

$W_{1,t}$, $W_{2,t}$... objemy částí hydrogramů za dobu t (po pořadnice hydrogramu $Q_{1,t}$, $Q_{2,t}$) [m^3]

W_1 , W_2 ... celkové objemy hydrogramů přímého odtoku [m^3]

3.

- Princip superpozice – dešť libovolné délky trvání lze transformovat do hydrogramu postupným sčítáním příslušných jednotkových hydrogramů odpovídajících jednotkovému efektivnímu dešti
- Postupným sčítáním vzniká tzv. S-křivka – schopná popsat dešť o libovolné době trvání
- Pro povodí protáhlá a deště s nerovnoměrným rozdělením lze aplikovat tzv. konvoluční integrál jednotkového integrálu => získána semidistribuovaná metoda (částečné rozdělení)
- => dešť lze rozdělit na řadu dešťů

Problém

- Hlavní problém metody = předpoklad linearity srážko-odtokového procesu...
- Různé modifikace metody jednotkového hydrogramu.

SCS-CN

- Výpočet odtoku při srážko-odtokové události v malých povodích
- Vyvinula Soil Conservation Service USA
- Srážková událost je rozdělena na počáteční retenci a efektivní déšť
- CN křivka vyjadřuje vlastnosti povodí z hlediska půdních poměrů, land use a předchozích vláhových poměrů

SCS-CN

- Platí vztah:

$$\frac{F}{S} = \frac{R}{R - I_a}$$

- F... skutečná retence (už dochází k odtoku)
- S... maximální retence
- R... výška odtoku
- I_a ... počáteční retence (ještě nedochází k odtoku)

Všechny veličiny – délkový rozměr [mm]!

SCS-CN

- Skutečná ztráta (retence):

$$F = P - I_a - R,$$

P... výška srážek [mm]

- Dosazením a upravením předchozí rovnice:

$$R = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

SCS-CN

- Doporučuje se uvažovat počáteční retenci jako 1/5 maximální potenciální retence

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

- Dosazením a upravením:

$$R = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

SCS-CN

- Maximální potenciální retence S je dána číslem CN křivky

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

- Číslo CN teoreticky nabývá hodnot 30-100, v našich podmínkách zřídka nižší než 50, pro horská povodí typu Bečva, Olše až 60-75

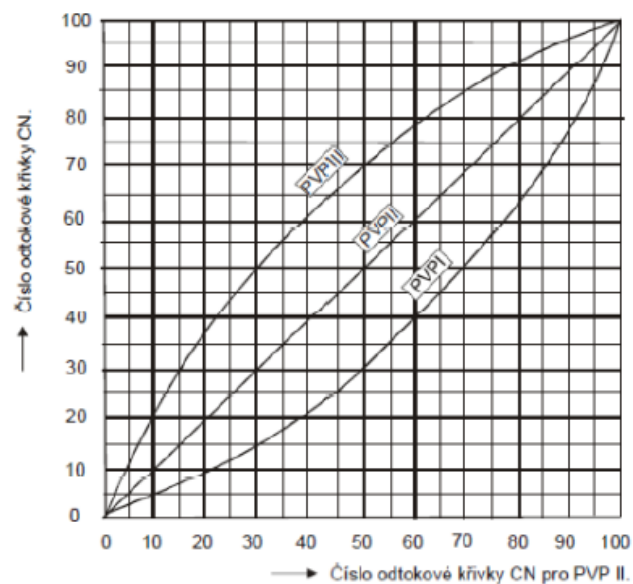
SCS-CN

- Číslo CN je dáno:
 - Hydrologickou skupinou půd – podle hydraulických vlastností půd kategorie A až D
 - Land use – vegetace, způsob obdělávání pozemků
 - Předchozími vláhovými podmínkami AMC – podle angl. Antecedent moisture conditions
 - Normální vláhové poměry AMCII
 - Předchozí období suché AMCI
 - Předchozí období vlhké AMCIII

SCS-CN

Tab. 1: Odvození skupiny předchozích vláhových poměrů.

Skupina PVP	Celkový úhrn předchozích srážek v [mm] za 5 dnů v období	
	mimovegetačním	vegetačním
I	< 13	< 36
II	13 – 18	36 – 53
III	> 28	> 53



Obr. 1: Nomogram pro odvození čísla CN dle předchozích vláhových poměrů.

SCS-CN

Tab. 2: Rozdělení hydrologických skupin půd dle hodnot rychlosti infiltrace.

Charakteristika hydrologických vlastností	Skupina půd
Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($>0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnuje převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo šerky.	A
Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06-0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité.	B
Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02-0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v původním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité.	C
Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($<0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jily s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jilu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.	D

- Hydrologická skupina půd – podle BPEJ (v katastrální mapě)

SCS-CN

- Přepočet pro CN_I a CN_{III}

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2,281 - 0,01281CN_{II}^2}$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0,427 + 0,00573CN_{II}}$$

SCS-CN

Tab. 3: Určení hydrologické skupiny půd podle kategorie BPEJ.

Kategorie v mapě BPEJ	Půdní subtyp	Substrát	Hydrologická půdní skupina
01	ČMn, ČMk(ČM, ČMk)	spraš	B
02	ČMi(ČMd)	spraš	B
03	ČMč(ČMl)	spraš, spraš-slin	B (C)
04	ČMr(ČM)	lehké substráty	A
05	ČM	spraš/písek	B
06	ČMp, ČMpc	slin (vylehčení Ap)	C – D
07	ČMp, ČMpc, SMm, (ČM, ČMsm)	slin, slinitý jíl	D
08	ČM.HM smyté	sprašové mat.(slin)	B (C)
09	ŠMn(ČMi)	spraš	B
10	HMm, HMč, HMg´ (HM)	spraš	B
11	HMm, HMg(HM)	spraš hlina	B
12	HMm, HMg(HM)	polygenetická hlina	B
13	HM, IP	hlina – lehký mat.	B
14	IP, HMi, (g)	sprašová h. polygenetická hlina	B
15	IP, HMi, HP-HPi(g)	polygenetická hlina	B(C)
16	IP	zahliněné(štěrko)pisky	B(A)
17	IP.(IP)	pískv(hlinité propláskv)	A(B)

SCS-CN

Tab. 4: Průměrná čísla odtokových křivek CN pro zemědělské pozemky pro PVP II (podle TR – 55, 1986 – in. Janeček (1992)).

Využití půdy	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Čísla odtokových křivek - CN pro hydrologické skupiny půd			
			A	B	C	D
Úhor	čerstvě zkypr.	-	77	86	91	94
	Pz	Šp	76	85	90	93
	Pz	Db	74	83	88	90
Širokořádkové plodiny (okopaniny)	Pr	Šp	72	81	88	91
	Př	Db	67	78	85	89
	Př + Pz	Šp	71	80	87	90
	Př + Pz	Db	64	75	82	85
	Vř	Šp	70	79	84	88
	Vř	Db	65	75	82	86
	Vř + Pz	Šp	69	78	83	87
	Vř + Pz	Db	64	74	81	85
	Vř + Pr	Šp	66	74	80	82
	Vř + Pr	Db	62	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	65	73	79	81
	Vř + Pr + Pz	Db	61	70	77	80
	Vř + Pr	Db	60	70	80	84

SCS-CN

Poznámka:

- Pz posklizňové zbytky nejméně na 5 % povrchu po celý rok.
- Př přímé řádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnici.
- Vř vrstevnicové řádky vedené přesně ve směru vrstevnic – konturově, při sklonu pozemku menším než 2 % je obdělávání napříč svahu v přímých řádcích rovnocenně vrstevnicovému.
- Pr pásově pěstované plodiny a příčně situované průlehy na pozemku.
- Db dobré hydrologické podmínky zvyšující infiltraci a snižující odtok, kdy je více než 20 % povrchu pokryto zbytky rostlin, tj. více než 850 kg.ha-1 u širokořádkových plodin nebo 350 kg.ha-1 u úzkořádkových plodin.
- Stř střední hydrologické podmínky.
- Šp špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok, s menším množstvím posklizňových zbytků než při Db.