

Ing. Květoslav M y š k a, VÚHU

Porovnání hodnot mezní výšky a koeficientu bezpečnosti stability odvo-
něného svahu podle Hoeka s hodnotami vypočtenými podle dosud běžně uží-
vaných metod

1.0.0 Úvod

Stabilita svahů je jedním z rozhodujících činitelů při provádění většiny zemních prací, tedy i při dobývání uhlí povrchoвым způsobem. Problematikou stability svahů se zabývala a dosud zabývá celá řada inženýrů a vědeckých pracovníků, kteří vypracovali již mnoho výpočetních i grafických metod na stanovení mezních parametrů svahů, případně koeficientu bezpečnosti stability svahu. Většina jich je založena na řešení rovnováhy sil na smykové ploše či velikosti napětí v rozhodujících bodech tělesa svahu. Žádná z dosud užívaných metod však zcela nepostihuje všechny geologické, hydrogeologické, morfologické a další podmínky. Dále se do řešení zavádí celá řada zjednodušení, takže dosažené výsledky se skutečnosti s větší či menší přesností pouze blíží. To vede stále k dalším pokusům stanovit optimální parametry svahů novými metodami, někdy značně složitými a pracnými, jindy zase velmi zjednodušenými.

2.0.0 Princip Hoekovy metody

Mezi tyto jmenované metody patří i Hoekova metoda stanovení koeficientu bezpečnosti stability svahů v horninách a zeminách. Hoek se zabýval možností maximálního zjednodušení metody pro stabilitní řešení svahů tak, aby svou jednoduchostí vyhovovala inženýrské praxi bez nutnosti přesných numerických výpočtů. Do řešení zavádí řadu zjednodušujících předpokladů a omezení platnosti, která umožňují pouze orientační stanovení stupně bezpečnosti stability svahu. Jako smykovou plochu uvažuje rovinu nebo válcovou plochu. Pro vlastní stanovení koeficientu bezpečnosti stability svahu definoval funkce X a Y , a to X jako funkci

sklonu svahu pro svahy bezvodé, normálně odvodněné a svahy s horizontálním přítokem vody a Y jako funkci výšky svahu pro svahy bez trhlin na hlavě svahu, se suchou trhlinou na hlavě svahu a s trhlinou naplněnou vodou. Tyto funkce stanovil aproximací na základě známých poznatků o sesuvech zemín. Pro vlastní stanovení koeficientu bezpečnosti stability svahu sestrojil Hoek grafy pro rovinnou smykovou plochu a pro válcovou smykovou plochu. Vhodnou kombinací funkcí X a Y se po jejich vyčíslení stanoví koeficient bezpečnosti odečtením z grafu. Platnost grafů omezil autor na zeminy a horniny s úhlem vnitřního tření od 10° do 40° .

Přesný popis metody v originále je uveden v literatuře (1), stručný výtah uvádí Vildner (2) a Konečný (3).

3.0.0 Porovnání Hoekovy metody s jinými používanými metodami

Zde se budeme zabývat pouze případem stability bezvodých svahů z homogenních neporušených zemín s předpokladem vytvoření kruhové smykové plochy, neboť pro tento případ máme možnost nejlepšího srovnání výsledků s řadou dalších běžně používaných metod pro řešení stability svahů.

Pro tyto svahy definoval Hoek funkce

$$X = \alpha - 1,2 \varphi$$

$$Y = \frac{\gamma H}{c}$$

- kde α je úhel sklonu svahu
 φ - úhel vnitřního tření zeminy
 c - soudržnost zeminy
 γ - objemová hmotnost zeminy
a H - výška svahu.

Podle těchto rovnic byla stanovena mezní výška svahu h_m (při $k = 1$) pro celou řadu svahů s různými hodnotami sklonu svahu a s různými v našich podmínkách nejčastěji se vyskytujícími hodnotami pevnostních charakteristik zemín, dále pak koeficient bezpečnosti stability svahů k

pro různé hodnoty výšky svahu.

Pro stejné podmínky byla vypočtena mezná výška svahů podle některých dosud používaných metod jak silových, tak i napěťových a stupeň bezpečnosti stability svahů k byl pak stanoven jako podíl mezní a uvažované výšky svahu $\frac{h_m}{h}$.

Výsledné hodnoty mezní výšky svahů podle Hoeka jsou uvedeny v tabulce č. 1, mezná výška podle dalších autorů pak v tab. č. 2. Ze srovnání hodnot uvedených v obou tabulkách jsou patrné rozdíly ve výsledcích, a to nejen ve srovnání s metodou Hoekovou, ale i mezi dosud běžně používanými metodami navzájem.

3.1.0 Vzájemné porovnání dosud užívaných metod

Nejprve provedeme vzájemné srovnání dosud užívaných metod autorů uvedených v tabulce č. 2. Tyto metody můžeme zásadně rozdělit do dvou skupin:

- a) metody spočívající na řešení rovnováhy sil na předem známé či zvolené smykové ploše - metody silové (Fellenius, Fröhlich, Taylor),
- b) metody spočívající na řešení rovnováhy napětí v rozhodujících bodech tělesa svahu - metody napěťové (Sobotka, Verdayen, Konečný).

Z rovnováhy sil na smykové ploše vyplývá výraz pro meznou výšku svislého úseku svahu

$$h_o = \frac{4c}{\gamma} \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

a z rovnováhy napětí pak vztah

$$h_o = \frac{2c}{\gamma} \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right).$$

Z výše uvedených vztahů je patrné, že při použití silových metod obdržíme dvakrát vyšší hodnotu mezní výšky svislého svahu než při použití metod napěťových.

Silové metody uvažují rovnoměrné rozložení napětí na smykové ploše (nahrazené obvykle výslednicí sil). Toto se zdá být jedním z hlavních nedostatků těchto metod. Ze zkušenosti je totiž známo, že k porušení svahů nedochází po celé smykové ploše najednou, ale šíří se po-

stupně od zdrojů porušení do celé oblasti. Silové metody pak zřejmě dávají optimističtější výsledky než odpovídá skutečnosti.

Avšak ani napěťové metody nepostihují v důsledku řady zjednodušení zcela skutečnost, i když uvažují nerovnoměrné rozdělení napětí v tělese svahu a řeší porušení napětí v kritickém bodě tohoto svahu. Přesto však se zdají být výsledky podle těchto metod přijatelnější.

Všechny výše uvedené metody se však ke stanovení mezných parametrů svahů běžně používají. Zde záleží na správné aplikaci jednotlivých metod řešitelem.

3.2.0 Srovnání s metodou Hoekovou

Metoda řešení svahu podle Hoeka je metodou aproximativní. Nelze zde provést žádné srovnání matematickou cestou a jediným kritériem je tedy porovnání výsledků řešení s výsledky dosaženými podle jiných metod.

3.2.1 Porovnání mezních parametrů svahů

Tabulky č. 1 a 2 ukazují, že pouze v některých případech se hodnoty mezní výšky svahů podle Hoeka přibližují hodnotám zjištěným podle silových metod, a to vždy pro určitý sklon svahu α , při jisté konstantní hodnotě úhlu vnitřního tření φ (ve srovnání s Felleniem a Fröhlichem pro $\alpha = 30^\circ$ a $\varphi = 20^\circ$, pro $\alpha = 60^\circ$ a $\varphi = 10^\circ$, při srovnání s Taylorem pro $\alpha = 30^\circ$ a $\varphi = 17^\circ$ atd.). Pro ostatní hodnoty φ je při stejném úhlu sklonu svahu α mezní výška svahů vypočtená podle Hoeka při nižší hodnotě φ vyšší a při vyšší hodnotě φ nižší než u metod silových.

Ve srovnání s metodami napěťovými dává Hoekova metoda v rozmezí úhlů sklonu svahu α od 30° do 60° vždy podstatně vyšší hodnoty mezní výšky svahů než uvedené metody.

3.2.2 Porovnání koeficientu bezpečnosti stability svahů

Výše uvedené porovnání mezních výšek má svou platnost pouze pro svahy s koeficientem stability $k = 1$. Při zavedení do výpočtu $k \neq 1$ či

zjišťování koeficientu bezpečnosti stability určitého svahu však platí poněkud jiné relace než pro $k = 1$.

Pro možnost porovnání byly zjištěny hodnoty koeficientu bezpečnosti stability svahů podle Hoekovy metody odečtením z grafu jím zpracovaného a pro ostatní metody bylo k vypočteno jako podíl mezní a uvažované výšky svahu.

Hodnoty koeficientu bezpečnosti stability svahů podle všech uvažovaných metod pro výšky svahů $h = 15$ m, 25 m, 50 m a 100 m jsou uvedeny v tabulkách č. 3 až 5.

Z tabulek je patrné, že rozpětí hodnot koeficientu bezpečnosti stability svahů k v závislosti na změně pevnostních parametrů zemin, výšky i sklonu svahu je podle Hoeka podstatně menší než u ostatních metod jak silových, tak i napěťových. Přitom při nízkých hodnotách soudržnosti zemin (asi do $c = 0,05$ MPa) dává Hoekova metoda příliš vysoký stupeň stability svahu a naopak při hodnotách vyšších než $c = 0,1$ až $0,2$ MPa (v závislosti na velikosti úhlu vnitřního tření) zase nízký stupeň stability svahu proti ostatním metodám.

Z uvedených skutečností vzniká dojem, že Hoekova metoda nadřazuje při stanovení koeficientu bezpečnosti stability svahu vliv výšky a úhlu sklonu svahu nad velikost pevnostních parametrů zemin. V dosud užívaných metodách jsou rozhodujícím činitelem pro stanovení stability zemního masívu právě pevnostní charakteristiky zemin.

4.0.0 Závěr

Z provedeného porovnání výsledků získaných výpočtem podle několika dosud běžně používaných metod a výsledky podle Hoekovy metody vyplývá řada rozdílů. Rozdíly jsou patrné i mezi silovými a napěťovými metodami navzájem, avšak jejich výsledky jsou ve vzájemném poměru, daném koeficientem úměrnosti cca 2. Tento rozdíl vyplývá ze stanovení okrajových podmínek, jak je uvedeno v kapitole 3.1.0.

Hoekova metoda však dává výsledky, které se od výše uvedených metod podstatně liší. Rozpětí hodnot koeficientu bezpečnosti stability svahů při změně pevnostních parametrů zemin je podle této metody znač-

ně menší než u ostatních metod.

Hoek sestrojil své grafy pro stanovení koeficientu bezpečnosti stability svahu na základě statistického vyhodnocení skluzů v horninách a zeminách. Pro kruhovou smykovou plochu bral v úvahu data získaná z výkresů existujících svahů, jak je publikují Taylor, Jambu, Bishop a Morgenstern a Spencer. Tato data Hoek statisticky zpracoval a výsledné vztahy závislosti koeficientu stability na parametrech svahu a hodnotách pevnostních charakteristik zemin značně zjednodušil. Dále pak omezil platnost výsledných grafů na zeminy nebo horniny homogenní s úhlem vnitřního tření od 10° do 40° . Jak sám autor metody uvádí, týká se tato metoda svahů, "kde je přijatelná přibližná analýza jejich stability - buď proto, že svahy nejsou kritické nebo proto, že jakost dosažitelné informace je taková, že podrobnější analýza není zdůvodnitelná" (Hoek).

Z výše uvedených důvodů můžeme Hoekovu metodu pro stanovení koeficientu bezpečnosti stability svahů doporučit pouze jako metodu orientační. Pro kritické svahy je pak nutné vždy provést rozbor na základě geologických poznatků z uvažovaného teritoria a přesného stanovení fyzikálně mechanických vlastností zemin v laboratoři.

Literatura

- (1) Planning open pit mines - Proceedings of the symposium on the theoretical background to the planning of open pit mines with special reference to slope stability, Johannesburg 1970. A.A. Balkema - Amsterdam, str. 295 - 302.
- (2) Vildner Vlastimil, ing.: Stabilita svahu. Uhlí, ročník XXI - 1973, č. 7, str. 299 - 302
- (3) Výzkum stability svahů lomů a výsypek. Závěrečná zpráva, I. etapa, zpracoval Konečný Vlastimil, doc. ing., VÚHU Mst, září 1973.

Tabulka č. 1

Hodnoty mezní výšky svahů podle Hoeka

$$k = 1; \quad \gamma = 2 \text{ t/m}^3$$

c (MPa)	φ (°)	h_m (m)			
		$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
0,02	10	18,2	12,2	9,0	7,0
	15	25,4	15,5	10,8	8,1
	20	38,5	20,3	13,2	9,5
	25	70,0	28,7	16,8	11,3
0,05	10	45,5	30,5	22,5	17,5
	15	63,5	38,7	27,0	20,2
	20	96,2	50,7	33,0	23,7
	25	175,0	71,8	42,0	28,3
0,07	10	63,7	42,7	31,5	24,5
	15	88,9	54,2	37,8	28,3
	20	134,7	71,0	46,2	33,2
	25	245,0	100,5	58,8	39,6
0,10	10	91,0	61,0	45,0	35,0
	15	127,0	77,5	54,0	40,5
	20	192,5	101,5	66,0	47,5
	25	350,0	143,5	84,0	56,5
0,15	10	136,5	91,5	67,5	52,5
	15	190,5	116,2	81,0	60,7
	20	288,7	152,2	99,0	71,2
	25	525,0	215,3	126,0	84,8
0,20	10	182,0	122,0	90,0	70,0
	15	254,0	155,0	108,0	81,0
	20	385,0	203,0	132,0	95,0
	25	700,0	287,0	168,0	113,0

Tabulka č. 2

Možné výšky svahů podle používaných metod

$$k = 1$$

$$\gamma = 2 \text{ t/m}^3$$

c (MPa)	φ (°)	$\alpha = 30^\circ$					$\alpha = 60^\circ$				
		Fell. Fröh.	Tayl.	Sob.	Verd.	Kon.	Fell. Fröh.	Tayl.	Sob.	Verd.	Kon.
0,02	10	13,5	13,2	6,2	7,7	8,3	7,1	7,4	3,0	4,1	3,9
	15	20,8	21,7	12,5	11,8	11,0	8,5	8,9	3,8	4,8	4,4
	20	38,5	43,5	20,0	21,5	16,2	10,1	10,6	4,9	5,7	5,1
	25	100,0	125,0	40,0	50,0	34,5	12,4	12,5	6,8	6,9	5,9
0,05	10	33,8	32,9	15,5	19,2	20,8	17,8	18,4	7,5	10,3	9,8
	15	52,1	54,4	31,3	29,6	27,6	21,2	22,1	9,5	12,1	11,1
	20	96,2	108,7	50,0	53,7	40,6	25,3	26,6	12,3	14,3	12,8
	25	250,0	312,5	100,0	125,0	86,2	30,9	31,3	16,9	17,4	14,7
0,07	10	47,3	46,1	21,7	26,9	29,1	24,9	25,7	10,5	14,3	13,8
	15	72,9	76,1	43,8	41,1	38,6	29,7	31,0	13,3	16,9	15,6
	20	134,6	152,2	70,0	75,2	55,9	35,4	37,2	17,2	20,0	17,9
	25	350,0	437,5	140,0	175,0	120,7	43,2	43,8	23,7	24,3	20,6
0,10	10	67,6	65,8	31,1	38,4	41,6	35,6	36,8	14,9	20,5	19,7
	15	104,2	108,7	62,5	59,1	55,2	42,4	44,3	19,0	24,2	22,2
	20	192,3	217,4	100,0	107,4	81,2	50,5	53,2	24,5	28,6	25,5
	25	500,0	625,0	200,0	250,0	172,4	61,7	62,5	33,9	34,7	29,4
0,15	10	101,4	98,7	46,6	57,6	62,5	53,4	55,2	22,4	30,7	29,5
	15	156,3	163,0	93,8	88,6	82,7	63,6	66,4	28,5	36,2	33,3
	20	288,5	326,1	150,0	161,1	121,8	75,8	79,8	36,8	42,9	38,3
	25	750,0	937,5	300,0	375,0	258,6	92,6	93,8	50,7	52,1	44,1
0,20	10	135,1	131,6	62,1	76,8	83,3	71,2	73,5	29,9	41,0	39,4
	15	208,3	217,4	125,0	118,2	110,3	84,8	88,5	38,0	48,3	44,4
	20	384,6	434,8	200,0	214,9	162,4	101,0	106,4	49,0	57,1	51,0
	25	1000,0	1250,0	400,0	500,0	344,8	123,5	125,0	67,6	69,4	58,8

Tabulka č. 3

Hodnoty koeficientu bezpečnosti stability svahů

$h = 15 \text{ m}$

$\gamma = 2 \text{ t/m}^3$

c (MPa)	φ (°)	$\alpha = 30^\circ$						$\alpha = 60^\circ$					
		$k = \frac{h_m}{h}$					k	$k = \frac{h_m}{h}$					k
		Fell. Fröh.	Tayl.	Sob.	Verd.	Kon.		Fell. Fröh.	Tayl.	Sob.	Verd.	Kon.	Hoek
0,02	10	0,90	0,88	0,41	0,51	0,56	1,10	0,47	0,49	0,20	0,27	0,26	0,65
	15	1,39	1,45	0,83	0,79	0,74	1,24	0,56	0,59	0,25	0,32	0,30	0,70
	20	2,56	2,90	1,33	1,43	1,08	1,42	0,67	0,71	0,33	0,38	0,34	0,79
0,03	10	1,35	1,32	0,62	0,77	0,83	1,32	0,71	0,74	0,30	0,41	0,39	0,83
	15	2,08	2,17	1,25	1,18	1,10	1,46	0,85	0,89	0,38	0,48	0,44	0,90
	20	3,85	4,35	2,00	2,15	1,62	1,65	1,05	1,06	0,49	0,57	0,51	0,97
0,05	10	2,25	2,19	1,04	1,28	1,39	1,60	1,18	1,23	0,50	0,68	0,66	1,12
	15	3,47	3,62	2,08	1,97	1,84	1,84	1,41	1,47	0,63	0,81	0,74	1,19
	20	6,41	7,25	3,33	3,58	2,71	> 2	1,68	1,77	0,82	0,95	0,85	1,28
0,07	10	3,15	3,07	1,45	1,79	1,94	1,92	1,65	1,72	0,70	0,96	0,92	1,43
	15	4,86	5,07	2,92	2,76	2,57	> 2	1,98	2,06	0,89	1,13	1,04	1,48
	20	8,97	10,14	4,67	5,01	3,72	> 2	2,36	2,48	1,14	1,33	1,19	1,53
0,10	10	4,50	4,39	2,07	2,56	2,78	> 2	2,36	2,45	1,00	1,37	1,31	1,80
	15	6,94	7,25	4,17	3,94	3,68	> 2	2,82	2,95	1,27	1,61	1,48	1,82
	20	12,82	14,49	6,67	7,16	5,41	> 2	3,37	3,55	1,63	1,90	1,70	1,84
0,15	10	6,76	6,58	3,11	3,84	4,16	> 2	3,55	3,68	1,49	2,05	1,97	> 2
	15	10,42	10,87	6,25	5,91	5,52	> 2	4,24	4,42	1,90	2,42	2,22	> 2
	20	19,23	21,74	10,00	10,74	8,12	> 2	5,05	5,32	2,45	2,86	2,55	> 2

Tabulka č. 4

Hodnoty koeficientu bezpečnosti stability svahů

$h = 25 \text{ m}$ $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$

c (MPa)	φ (°)	$\alpha = 30^\circ$						$\alpha = 60^\circ$					
		$k = \frac{h_m}{h}$					k	$k = \frac{h_m}{h}$					
		Fell. Fröh.	Tayl.	Sob.	Verd.	Kon.		Fell. Fröh.	Tayl.	Sob.	Verd.	Kon.	Hoek
0,02	10	0,54	0,53	0,25	0,31	0,33	0,90	0,28	0,29	0,12	0,16	0,16	< 0,5
	15	0,83	0,87	0,50	0,47	0,44	1,00	0,34	0,35	0,15	0,19	0,18	0,52
	20	1,54	1,74	0,80	0,86	0,65	1,18	0,40	0,42	0,20	0,23	0,20	0,57
0,03	10	0,81	0,79	0,37	0,46	0,50	1,05	0,43	0,44	0,18	0,25	0,24	0,61
	15	1,25	1,30	0,75	0,71	0,66	1,20	0,51	0,54	0,23	0,29	0,27	0,66
	20	2,31	2,61	1,20	1,29	0,97	1,38	0,61	0,64	0,29	0,34	0,31	0,73
0,05	10	1,35	1,32	0,62	0,77	0,83	1,32	0,71	0,74	0,30	0,41	0,39	0,83
	15	2,08	0,17	1,25	1,18	1,10	1,46	0,85	0,88	0,38	0,48	0,44	0,90
	20	3,85	4,35	2,00	2,15	1,62	1,65	1,01	1,06	0,49	0,57	0,51	0,97
0,07	10	1,89	1,85	0,87	1,08	1,17	1,52	0,99	1,03	0,42	0,57	0,55	0,99
	15	2,92	3,04	1,75	1,65	1,54	1,70	1,19	1,24	0,53	0,68	0,62	1,07
	20	5,38	6,09	2,80	3,01	2,23	1,98	1,41	1,49	0,69	0,80	0,71	1,15
0,10	10	2,70	2,63	1,24	1,54	1,67	2,00	1,42	1,47	0,60	0,82	0,79	1,27
	15	4,17	4,35	2,50	2,36	2,21	> 2	1,69	1,77	0,76	0,97	0,89	1,36
	20	7,69	8,70	4,00	4,30	3,25	> 2	2,02	2,13	0,98	1,14	1,02	1,42
0,15	10	4,05	3,95	1,86	2,31	2,50	> 2	2,13	2,21	0,90	1,23	1,18	1,71
	15	6,25	6,52	3,75	3,55	3,31	> 2	2,54	2,65	1,14	1,45	1,33	1,72
	20	11,54	13,04	6,00	6,45	4,87	> 2	3,03	3,19	1,47	1,71	1,53	1,74
0,20	10	5,41	5,26	2,48	3,07	3,33	> 2	2,84	2,94	1,19	1,64	1,57	1,99
	15	8,33	8,70	5,00	4,73	4,41	> 2	3,39	3,54	1,52	1,93	1,78	2,00
	20	15,38	17,39	8,00	8,59	6,50	> 2	4,04	4,26	1,96	2,29	2,04	> 2

Tabulka č. 5

Hodnoty koeficientu bezpečnosti stability svahů

$$\gamma = 2 \text{ t/m}^3$$

c (MPa)	φ (°)	h = 50 m						h = 100 m					
		$\alpha = 30^\circ$			$\alpha = 60^\circ$			$\alpha = 30^\circ$			$\alpha = 60^\circ$		
		$k = \frac{h_m}{h}$		k	$k = \frac{h_m}{h}$		k	$k = \frac{h_m}{h}$		k	$k = \frac{h_m}{h}$		k
		Fell.	Verd.	Hoek	Fell.	Verd.	Hoek	Fell.	Verd.	Hoek	Fell.	Verd.	Hoek
0,05	10	0,68	0,38	0,97	0,36	0,21	0,54	0,34	0,19	0,73	0,18	0,10	< 0,5
	15	1,04	0,59	1,10	0,42	0,24	0,59	0,52	0,30	0,87	0,21	0,12	< 0,5
	20	1,92	1,07	1,27	0,51	0,29	0,64	0,96	0,54	0,99	0,25	0,14	< 0,5
0,07	10	0,95	0,54	1,12	0,50	0,29	0,66	0,47	0,27	0,84	0,25	0,14	< 0,5
	15	1,46	0,83	1,25	0,59	0,34	0,72	0,73	0,41	0,96	0,30	0,17	< 0,5
	20	2,69	1,50	1,42	0,71	0,40	0,81	1,35	0,75	1,12	0,35	0,20	0,53
0,10	10	1,35	0,77	1,32	0,71	0,41	0,83	0,68	0,38	0,97	0,36	0,20	0,54
	15	2,08	1,18	1,45	0,85	0,48	0,90	1,04	0,59	1,10	0,42	0,24	0,59
	20	3,85	2,15	1,65	1,01	0,57	0,98	1,92	1,07	1,27	0,50	0,29	0,64
0,15	10	2,03	1,15	1,55	1,07	0,61	1,02	1,01	0,58	1,16	0,53	0,31	0,69
	15	3,13	1,77	1,75	1,27	0,72	1,12	1,56	0,89	1,30	0,64	0,36	0,75
	20	5,77	3,22	> 2	1,52	0,86	1,20	2,89	1,61	1,44	0,76	0,43	0,84
0,20	10	2,70	1,54	1,78	1,42	0,82	1,28	1,35	0,77	1,32	0,71	0,41	0,83
	15	4,17	2,36	2,00	1,70	0,97	1,37	2,08	1,18	1,45	0,85	0,48	0,90
	20	7,69	4,30	> 2	2,02	1,14	1,41	3,85	2,15	1,65	1,01	0,57	0,98
0,25	10	3,38	1,92	1,95	1,78	1,03	1,58	1,69	0,96	1,43	0,89	0,51	0,95
	15	5,21	2,95	> 2	2,12	1,21	1,58	2,60	1,48	1,59	1,06	0,60	1,00
	20	9,62	5,37	> 2	2,53	1,43	1,59	4,81	2,69	1,85	1,26	0,71	1,08
0,30	10	4,05	2,33	> 2	2,14	1,22	1,70	2,03	1,16	1,55	1,07	0,61	1,02
	15	6,12	3,49	> 2	2,52	1,45	1,70	3,06	1,74	1,75	1,26	0,73	1,12
	20	11,11	6,25	> 2	3,03	1,71	1,70	5,56	3,13	> 2	1,52	0,86	1,20