

Ing. Václav Thiele, VÚHU
Jiří Týce, VÚHU

Porovnání geometrických parametrů dobývacího stroje a parametrů
pracovního bloku (část 1.)

Při výběru vhodného typu dobývacího stroje, případně při stanovení parametrů nového typu stroje, je účelné věnovat zvýšenou pozornost délce kolesového výložníku, která rozhodující měrou ovlivňuje nejen technologii dobývání, ale i dosahové a výkonové parametry, jakož i možnost respektování geologických a geomechanických podmínek v místě budoucího nasazení.

Při určení geometrických parametrů je možno postupovat v podstatě dvěma směry:

- a) na základě geologických a geomechanických podmínek určit základní parametry pracovních řezů, tj. jejich výšku a sklon, a dle těchto a požadavků výkonových odvodit pak vlastní parametry dobýv. stroje;
- b) pro různé předem zvolené geometrické parametry dobývacího stroje stanovit parametry technologie dobývání, tj. výšku řezu, sklon svahu, objem pracovního bloku a podobně a vzájemným porovnáním pak určit pro dané geologické a geomechanické podmínky nejvhodnější parametry dobývacího stroje.

Určení geometrických parametrů dobývacího stroje na základě podrobného rozboru technologie dobývání (parametrů pracovního řezu) je velmi pracné a časově náročné, s ohledem na závažnost problému však nezbytné. V našem případě bylo provedeno velmi zjednodušené a orientační porovnání technologických možností bezvýsuvového kolesového rypadla, pro délky kolesového výložníku v rozmezí od 45 m do 105 m, při dobývání řezů o výšce 20 m až 50 m se sklonem svahů 35° až 55° .

Výška pracovního řezu

Maximální výška, kterou lze rypadlem dobývat, je dána konstrukcí rypadla (výškou zavěšení kolesového výložníku na střední stavbě), délkou kolesového výložníku a hodnotou dovoleného sklonu výložníku, která zaručuje spolehlivý a bezpečný provoz, zejména s ohledem na dopravu materiálu po pásovém dopravníku. Výšku pracovního řezu lze pak vyjádřit

vztahem:

$$H_{\max} = h_x + L_k \sin \beta_H$$

Ve sledovaném případě bylo po srovnání s řadou stávajících a vývojových typů rypadel uvažováno s výškou zavěšení kolesového výložníku $h_x = 18$ m a max. sklonem výložníku $\beta_H = 18^\circ$. S ohledem na náročnost báňského provozu zde neuvažujeme s možností využití 2/3 D kola, což nám poskytuje určitou rezervu při určení maximální a průměrné výšky řezu v provozu.

Výška pracovního řezu je v rozhodující míře ovlivněna geomechanickými podmínkami, které ve většině případů nedovolují plně využít dosahových parametrů dobývacího stroje. Na základě rozboru geomechanických podmínek se došlo k závěru, že v SHR by výšky svahů neměly být větší než 25 - 27 m se sklonem do 45° .

Sklon čelního (pracovního) svahu a hloubka záběru

Geotechnické podmínky a podmínky bezpečnosti dobývacího stroje vyžadují dobývání řezu pod určitým sklonem svahu α_ζ . Vzájemná souvislost mezi sklonem čelního svahu a hloubkou záběru vedou ke společnému posouzení ve vztahu k délce kolesového výložníku. Schematicky je proces zahlubování do pracovního bloku a vytváření čelního svahu znázorněno na obr. č. 1.

Hloubku záběru lze vyjádřit vztahem:

$$G_1 = b + L_k \cos \beta - F - m - f$$

- kde
- G_1 - hloubka záběru pro danou výšku řezu H
 - β - sklon kolesového výložníku při snímání poslední lávky
 - F - vzdálenost okraje podvozku od osy rypadla ve směru postupu (pro sledované délky L_k je uvažováno s hodnotami $F = 18$ m až 22 m)
 - m - délka pojezdu rypadla při přechodu mezi první a poslední lávkou (a opačně) lze vyjádřit vztahem:

$$m = (H - R) \cotg \alpha_\zeta + L_k (\cos \beta - \cos \beta_H)$$
 - f - bezpečná vzdálenost mezi patou čelního svahu a podvozkovou částí dobývacího stroje byla výpočtem stanovena na 13 m bez ohledu na délku kolesového výložníku a pa-

rametry podvozku (obr. č. 1a).

Dosazením za m do předchozího vztahu dostaneme:

$$G_1 = b + L_k \cos \beta_H - (H - R) \cotg \alpha_{\check{c}} - F - f$$

V tomto vztahu je vyjádřena vzájemná závislost mezi hloubkou záběru, výškou řezu H , sklonem čelního svahu i rozměry podvozku rypadla. Druhým faktorem ovlivňujícím hloubku záběru je konstrukce vlastního kolesového výložníku. Z tohoto hlediska je hloubka záběru omezena vzdáleností mezi konstrukcí výložníku a hranou druhé lávky, jak je zřejmé z obr. č. 1b. Tímto způsobem je hloubka záběru omezena, zejména při snímání pracovních řezů značné výšky. Hloubka záběru lze v tomto případě vyjádřit vztahem:

$$G_2 = \frac{R \cos \beta_H - (d + t)}{\sin \beta_H} - h \cotg \alpha_{\check{c}} + \sqrt{h(2R - h)}$$

kde G_2 - hloubka záběru

R - poloměr kola

d - vzdálenost mezi osou a spodním okrajem konstrukce kolesového výložníku

t - max. dovolené přiblížení spodního okraje konstrukce výložníku k hraně druhé lávky

h - výška lávky

Skutečná max. hloubka záběru pro danou výšku řezu, délku kolesového výložníku, sklon čelního svahu, je tedy omezena splněním obou předchozích podmínek, tzn., že hloubka záběru G musí splnit podmínku

$$G_1 \geq G \leq G_2$$

Sklon bočního svahu a šířka pracovního bloku

O sklonu bočního svahu a šířce pracovního bloku platí prakticky totéž co už bylo v předchozím řečeno o čelním svahu. Rozhodující měrou se zde projevuje vliv čelního úhlu kola. Pro naše orientační úvahy bylo uvažováno s čelním úhlem kola v rozmezí $35^\circ - 45^\circ$.

Sklon bočního svahu lze vyjádřit vztahem:

$$\tg \alpha_b = \frac{H - R}{b + L_k \cos \beta_H - (b + L_k \cos \beta) \sin \psi}$$

kde α_b - sklon bočního svahu
 ψ - čelní úhel kola

Z provedeného porovnání technologických možností kolesových rypadel s různou délkou kolesového výložníku je zřejmé, že ani rypadla s nejdelším výložníkem nedovolují při snímání řezů vyšších než 40 m mírnější sklon svahu než 40° , což je v příkrém rozporu se stávajícími požadavky na bezpečnost, které už pro výšky řezů 25 m vyžadují sklon bočního svahu 45° . Vzniká zde rozpor mezi možnostmi strojů, požadavky bezpečnosti a požadavky efektivnosti provozu, tj. dobývání co největších pracovních bloků, které zajišťují plné využití strojů.

Jsou-li známé technicky dosažitelné sklony bočního svahu, výšky řezu a hloubky záběru pro jednotlivé hodnoty L_k a ψ (déłky kolesového výložníku a čelní úhly kola), lze přikročit ke stanovení šířky pracovního bloku, jeho objemu, případně koeficientu výkonnosti pro dané parametry rypadla.

Šířku pracovního bloku je možno vyjádřit vztahem:

$$S_B = (b + L_k \cos \beta) (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2)$$

kde φ_1 - úhel otáčení kolesového výložníku od směru pojezdu k pásovému dopravníku při snímání poslední lávky. Při sledování bylo použito hodnoty 30° , která zaručuje ještě optimální záběr kola a současně umožňuje i případné odtěžení rozvalené části svahu
 φ_2 - úhel otáčení kolesového výložníku od směru pojezdu do bočního svahu při snímání poslední lávky. Úhel φ_2 musí vždy $\geq$ čelnímu úhlu kola.

Zhodnocení vlivu déłky kolesového výložníku na parametry pracovního bloku

Sledování vztahů mezi déłkou kolesového výložníku a parametry pracovního bloku bylo provedeno pro kolesové výložníky déłky 45 m až 105 m vždy po 10 m, výšky řezů 20 m až 50 m vždy po 5 m, sklony čelního a bočního svahu 35° až 55° vždy po 5° a čelní úhly kola 35° , 40° a 45° . Provedené porovnání umožňuje posoudit technické možnosti dobývacího

stroje jak z hlediska technologie dobývání, tak z hlediska geotechnických podmínek v místě nasazení. lze tak prokázat, jak se v závislosti na délce kolesového výložníku mění výšky pracovních řezů, sklony čelního a bočního svahu a objemy pracovních bloků. Tedy základní faktory určující možnosti zasazení strojů z hlediska geotechnických, výkonových a technologických podmínek.

Podrobně jsou získané poznatky shrnuty v tabulce č. 1/(1-7), kde v závislosti na délce kolesového výložníku jsou stanoveny všechny rozhodující parametry pracovního bloku, vždy nejméně pro tři různé výšky pracovního řezu: pro největší průměrnou výšku řezu, kterou lze odnímat a dva řezy nižší o 5 m a 10 m. Obdobným způsobem bylo postupováno při určení sklonu čelního a bočního svahu. Pro odvozené hodnoty α_c a α_b jsou pak stanoveny příslušné délky pojezdu rypadla, šířky a objemy pracovních bloků, jako rozhodující faktory pro určení výkonnosti.

Pro zhodnocení vlivu délky kolesového výložníku na parametry pracovního bloku při určitých geotechnických podmínkách určujících maximální výšku a sklon řezu ($H = 20$ a 25 m, $\alpha_c = \alpha_b = 45^\circ$) je porovnání provedeno v tabulce č. 2. Z tabulky je zřejmé jak se v daném případě mění parametry pracovního bloku a výkonnost zasazeného zařízení.

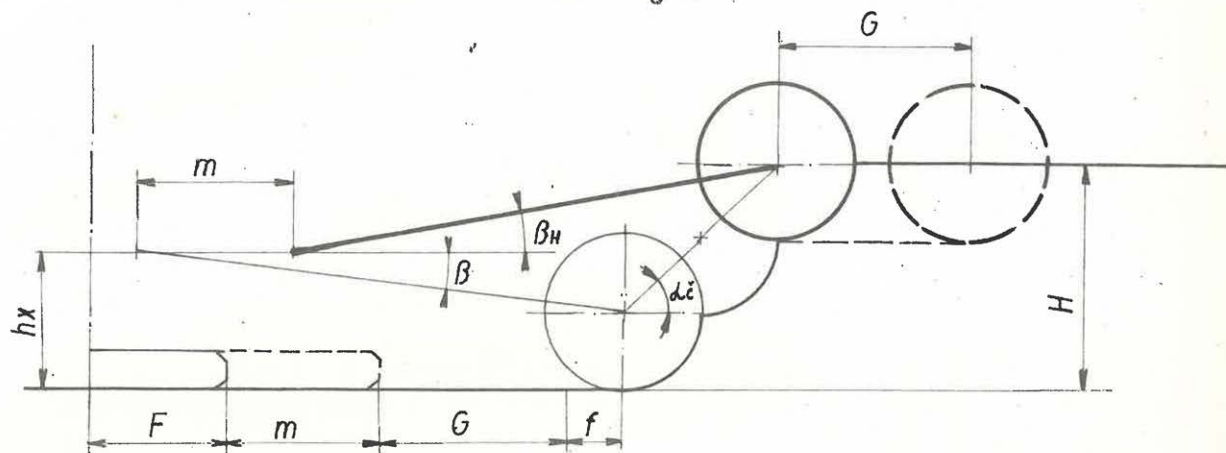
Recenzoval: Ing. Josef Romportl

S h r n u t í

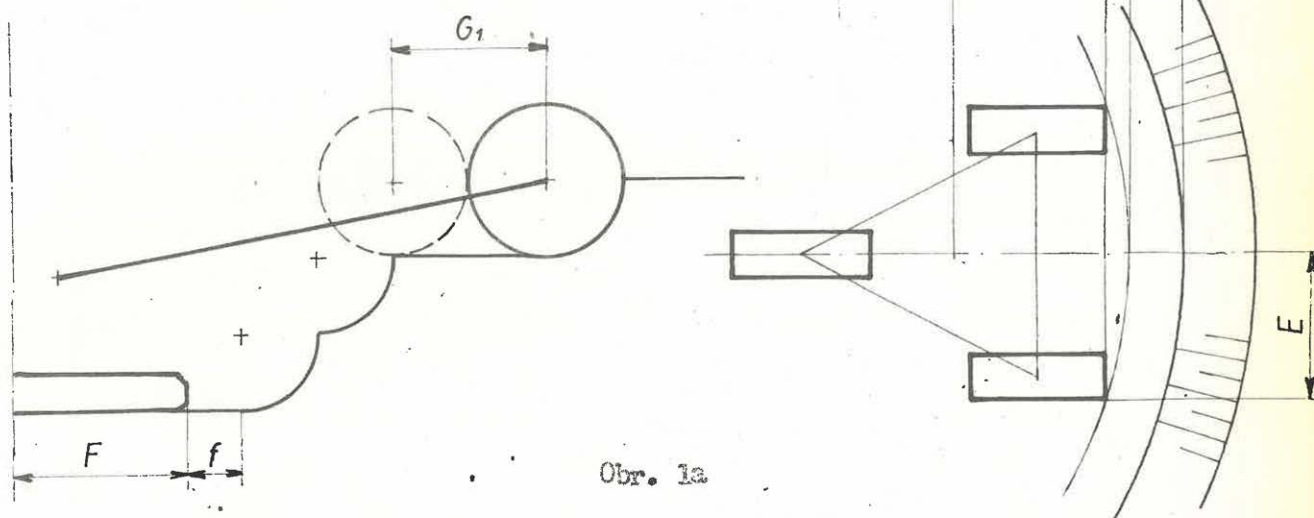
Porovnání geometrických parametrů dobývacího stroje a parametrů pracovního bloku (část 1.)

Článek se ve stručnosti zabývá rozбором vlivu délky kolesového výložníku na parametry pracovního bloku pro bezvýsuvová kolesová rypadla. Naznačuje jak je důležité věnovat této problematice zvýšenou pozornost při výběru vhodného typu rypadla nebo při stanovení parametrů nového stroje. Současně je dokumentován vliv délky kolesového výložníku na výkonnost kolesového rypadla.

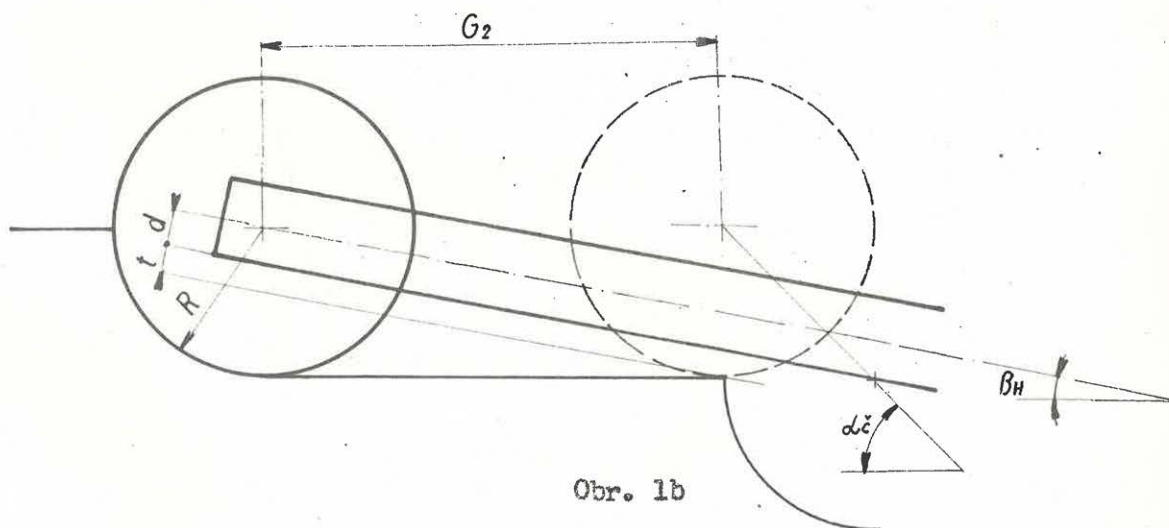
Stanovení čelního svahu α_z a hloubky záběru G



Obr. 1



Obr. 1a



Obr. 1b

ZÁKLADNÍ PARAMETRY PRACOVNÍCH BLOKŮ V ZÁVISLOSTI NA DÉLCE KOLESOVÉHO VÝLOŽNÍKU

TABULKA č. 1/1-7

Délka kolesového výložníku $L_k = 45 \text{ m}$

Tabulka č. 1/1

H - výška řezu (m)	30			25				20			
α_c - sklon čelního svahu ($^{\circ}$)	45	55		45		55		45		55	
α_B - sklon bočního svahu ($^{\circ}$)	x)	45	55	35	45	45	55	45	45	55	
G - hloubka záběru (m)		4		4,5		9		10		13	
ψ - čelní úhel kola ($^{\circ}$)		xxx)		xxx)		45	50	50	50	60	
S_B - šířka prac. bloku (m)						60,5	65	66	66	69	
m - délka pojezdu (m)						10,8		10,7		7,7	
V - objem bloku (tis.m ³)						12483	14440	13068	17028	17802	
n - počet sním. lávek						2 - 3	2 - 3	2	2	2	

x) nereálné - příslušný čelní svah nelze vytvořit

xx) nereálné - příslušný boční svah nelze vytvořit ani při $\psi = 35^\circ$

xxx) nereálné - příslušný čelní svah lze vytvořit, ale za předpokladu minimální (nepřijatelné) hloubky záběru

Délka kolesového výložníku $L_k = 75$ m

Tabulka č. 1/4

H - výška řezu (m)	40				35						30			
α_c - sklon čelního svahu ($^\circ$)	35		45		35		45		55		45		55	
α_B - sklon bočního svahu ($^\circ$)	35	40	40	45	35	40	35	45	45	50	35	45	45	55
G - hloubka závěru (m)	1,7		14,5		10,5		21		28		27		33	
ψ - čelní úhel kola ($^\circ$)	xxx	xxx	xx	35	xx	35	xx	40	40	45	40	45	45	50
S_B - šířka prac. bloku (m)				88		89,5		94	94	98,5	92	100,5	100,5	106
m - délka pojezdu (m)				32,9		37,9		27,2	19,7		20,5		14,5	
V - objem bloku (tis.m ³)				51333		32264		69237	92975	97022	74520	81243	99297	105138
n - počet sním. lávek				4		3		3	3	3	3	3	3	3

Délka kolesového výložníku $L_k = 85$ m

Tabulka č. 1/5

H - výška řezu (m)	40				35						30			
α_c - sklon čel. svahu ($^{\circ}$)	35		45		35		45		55		45		55	
α_B - sklon boč. svahu ($^{\circ}$)	35	40	40	45	30	35	35	45	45	50	35	45	45	55
G - hloubka záběru (m)	8		22		20,5		30		33		37		43	
ψ - čelní úhel kola ($^{\circ}$)	H	35	35	40	H	35	35	45	45	45	40	50	50	55
S_B - šířka prac.bloku (m)		97,5	97,5	103,5		99	99	109,5	109,5	113,5	106,5	115,5	115,5	121
m - délka pojezdu (m)		46,1	33,3			37,1	26,4		18,9		20,5		14,5	
V - objem bloku (tis.m ³)		31590	85371	90624		70889	103394	114487	125974	130580	118437	127983	148737	156348
n - počet sním. lávek		4	4	4		3	3	3	3	3	3	3	3	3

Délka kolesového výložníku $L_k = 55 \text{ m}$

Tabulka č. 1/2

Tabulka č. 1/2													
H - výška řezu (m)	35				30				25				
α_c - sklon čel. svahu ($^{\circ}$)	35	45		55		45		55		45		55	
α_B - sklon boč. svahu ($^{\circ}$)	x)	35	45	45	50	40	45	45	55	45	50	50	55
G - hloubka záběru (m)		2,3		10		8,5		14,5		14,5		19	
ψ - čelní úhel kola ($^{\circ}$)		xxx)		xx)	35	35	40	40	45	45	50	50	55
S_B - šířka prac. bloku (m)					67,5	66	70	70	75,5	75,5	78	78	80
m - délka pojezdu (m)					19,6	20,7		14,7		15,1		10,6	
V - objem bloku (tis.m ³)					23118	17028	18008	30572	33112	27405	20275	37050	38095
n - počet sním. lávek				3	3	3	3	3	2 - 3	2 - 3	2 - 3	2 - 3	

Délka kolesového výložníku $L_k = 65 \text{ m}$

Tabulka č. 1/3

Tabulka č. 1/3

H - výška řezu (m)	35					30				25			
α_c - sklon čel. svahu ($^\circ$)	35	45		55		45		55		45		55	
α_B - sklon boč. svahu ($^\circ$)	35	40	45	45	50	35	45	45	55	45	50	50	55
G - hloubka záběru (m)	1	10		18		17		23		22,5		27	
ψ - čelní úhel kola ($^\circ$)	xxx)	xx)	35	35	40	35	45	45	50	50	55	55	55
S_B - šířka prac. bloku (m)			79	79	83	76,5	85	85	91	91	93	93	95
m - délka pojezdu (m)			26,8	19,3		20,7		14,7		15,1		10,6	
V - objem bloku (tis.m ³)			28167	50259	52807	38505	42879	58071	62175	51302	52658	63143	64565
n - počet sním. lávek			3	3	3	3	3	3	3	2 - 3	2 - 3	2 - 3	2 - 3

Délka kořesového výložníku $L_k = 95$ m

Tabulka č. 1/6

H - výřka řezu (m)	45		40				35						
α_c - sklon řelního svahu ($^\circ$)	35	45	35		45		35		45		55		
α_B - sklon bočního svahu ($^\circ$)	45	45	35	40	40	45	30	35	35	45	45	50	
G - hloubka záběru (m)	12	19,5	20		24,5		28,5		32,5		35,5		
Ψ - řelní úhel kola ($^\circ$)	xx)		xx)		35	35	40	35	40	40	40	45	50
S_B - řírka pracov.bloku (m)					113	113	118,5	108	115	115	124,5	124,5	128,5
m - řélka pojezu (m)					45,1	32,3		36,9		26,2		18,7	
V - objem bloku (tis.m ³)					91322	110724	116417	107856	114854	130940	141890	154952	159931
n - počet sním. lávek					4	4	4	3	3	3	3	3	3

Délka kořesového výložníku $L_k = 105$ m

Tabulka č. 1/7

H - výška řezu (m)	50		45				40			
α_c - sklon čel. svahu (°)	25	35	35		45		35		45	
α_B - sklon boč. svahu (°)	45	45	40	35	40	35	35	40	40	45
G - hloubka záběru (m)	6,5	13,5	18		22		23		27,5	
Ψ - čelní úhel kola (°)	x)	xx)	35	xx)	35	xxx)	35	40	40	45
S_B - šířka prac. bloku (m)			121		121		121	128	128	134
m - délka pojezdu (m)			53,1		38,2		44,9		32,1	
V - objem bloku (tis. m ³)			97001		120433		112235	118723	140756	147129
n - počet sním. lávek			4		4		4	4	4	4

ZHOVNOCENÍ VLIVU DÉLKY KOL. VÝLOŽNÍKU PRO STANOVENÉ BAŇSKO-TECHNICKÉ PODMÍNKY
(VÝŠKA A SKLON PRACOVNÍCH ŘEZŮ)

Výška řezu 20 m; $\alpha_{\delta} = \alpha_{\beta} = 45^{\circ}$

Tabulka č. 2

Délka kolesového výložníku (m)	45	55	65	75	85	95	105
Hloubka záběru (m)	9,9	19,9	27,9	37,9	47,9	55,9	65,9
Čelní úhel kola ($^{\circ}$)	45	45	45	45	45	45	45
Šířka pracovního bloku (m)	66,0	75,6	84,9	100,3	109,4	118,6	121,1
Objem bloku (tis. m ³)	13068	30089	47374	76027	104805	132592	159610
Koeficient výkonnosti	0,788	0,842	0,840	0,867	0,880	0,870	0,873

Výška řezu 25 m; $\alpha_{\delta} = \alpha_{\beta} = 45^{\circ}$

Délka kolesového výložníku (m)	45	55	65	75	85	95	105
Hloubka záběru (m)	4,4	14,5	22,6	32,5	42,6	50,7	60,7
Čelní úhel kola ($^{\circ}$)	45	45	45	45	45	45	45
Šířka pracovního bloku (m)	60,6	75,6	90,8	105,8	120,9	135,9	150,9
Objem bloku (tis. m ³)	6666	27405	51302	85962	128758	172253	228991
Koeficient výkonnosti	0,710	0,850	0,865	0,890	0,906	0,902	0,912