Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

Jan Wimmer

O prostoru hromosvodem chráněném

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 21 (1892), No. 2, 76--83

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/123510

O prostoru hromosvodem chráněném.

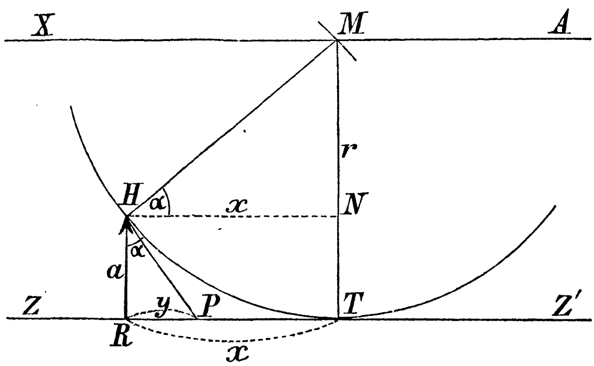
Napsal

Jan Wimmer,
professor v Prostějově.

Stanovení prostoru hromosvodem chráněného jsou velmi různá, nevysvětlená.

V následujícím pokusíme se stanoviti onen prostor jen na základě známého zákona: jiskra elektrická přeskakuje za stejných okolností ostatních, vždy do předmětu nejbližšího.

1. Probereme nejprvé ten případ, že na rovině stojí hromosvod (strom), jehož výška jest a. Chceme-li určiti prostor tímto hromosvodem chráněný, předpokládejme, že směrem AX se blíží



Obr. 1.

bouřný oblak, jehož vzdálenost od země budiž r (obr. 1.). Pokud nepřijde oblak do bodu M, pro který $MH = MT = r$, udeří hrom do bližší země (na př. z bodu A).*) V bodě M má oblak stejnou vzdálenost od země i hromosvodu i uhodí již spíše do tohoto těla špičatého a dobře vodivého než do země.**) Abychom bod M určili, veďme $AX \parallel ZZ'$ ve vzdálenosti r a vzavše r do kružidla, protněme AX touto vzdáleností z bodu H.

*) Udeřil-li by však dříve již do H, chrání hromosvod ještě dále než bude určeno, tedy jistě do vzdálenosti této.

**) A snad i proto, že dráha MH prochází řidším vzduchem než dráha MT.

Prostor HRT bude pak hromosvodem naprosto chráněný; poloměr jeho základny

$$x = \mathrm{RT} = \sqrt{a(2r - a)}.$$

Z toho je patrno, že prostor hromosvodem chráněný jest kuželovité těleso, jehož základna x závisí na výšce hromosvodu a, ale i na výšce oblaku bouřného r a jehož pláštěm jest plocha rotační, kterou obdržíme, spojíme-li konec základny

$$x = \sqrt{a(2r - a)}$$

s koncem hromosvodu H kruhovým obloukem o poloměru r a otočíme-li tento oblouk kolem hromosvodu jakožto osy rotace.

Z předešlého jest patrno, že předmět, který má býti hromosvodem chráněn, musí býti tím menší, čím dále od paty hromosvodu je umístěn. Pro větší jistotu možno plášť jmenovaného kužele nahraditi pláštěm vytvořeným tangentou vedenou v bodu H ku kružnici o poloměru r; základna jeho bude kruh o poloměru

$$y = a \operatorname{tg} \alpha \quad \text{a} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{r - a}{x},$$

tedy

$$y = \frac{a(r - a)}{x} = (r - a)\sqrt{\frac{a}{2r - a}}.$$

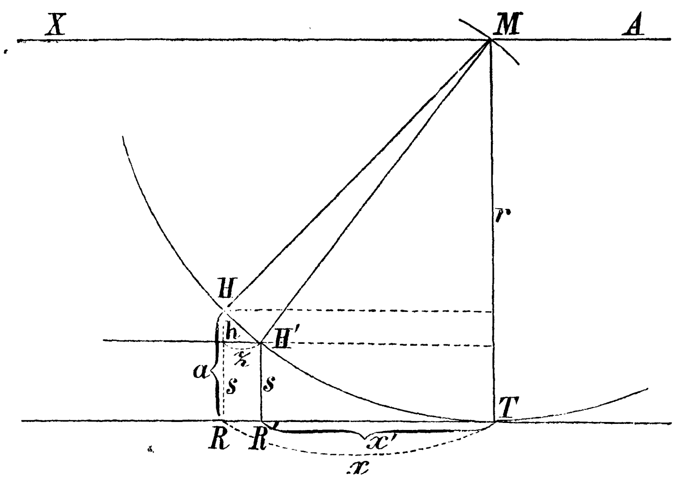
Uvážíme-li, že a proti r jest obyčejně velmi nepatrné, můžeme x a y přibližně určiti ze vzorců

$$x \doteq \sqrt{2ar}, \quad y \doteq \frac{ar}{\sqrt{2ar}} = \sqrt{\frac{ar}{2}}, \text{ t. j. } y = \frac{x}{2}.$$

2. Při stavbách, které mají býti hromosvodem opatřeny, jest dána výška stavení, i jedná se o to, jak daleko od konců střechy má býti postaven hromosvod určité výšky, aneb naopak jak vysoký musí býti hromosvod, který má v určité vzdálenosti od konce střechy postaven býti.

Abychom úlohy tyto řešili, soudíme takto:

Má-li hrana H′ budovy býti chráněna hromosvodem, musí hrot hromosvodu aspoň dosahovati na obvod kružnice TH′H, kterou obdržíme, opíšeme-li nyní poloměrem r z H′ oblouk protínající AX v bodě M (obr. 2.). Jiskra přeskočí totiž tak snadno na H′ jako do země T, když oblak se přibliží do bodu M, pro který MH′ = MT = r. Nemá-li však v tomto případě jiskra přeskočiti do H′, nýbrž do hromosvodu, musí tento do takové vzdáleno sti býti postaven, aby hrot jeho dopadl aspoň do H.



Obr. 2.

Je-li výška budovy s, výška hromosvodu h, $h + s = a$, bude jako dříve

$$x = \sqrt{(h+s)[2r - (h+s)]}\,,$$

podobně

$$x' = \sqrt{s\,(2r - s)}\,,$$

načež odečtením obdržíme

$$z = x - x' = \sqrt{(h+s)[2r-(h+s)]} - \sqrt{s\,(2r-s)}$$

aneb

$$z = \sqrt{a\,(2r-a)} - \sqrt{s\,(2r-s)}\,.$$

Tím jest určena vzdálenost, do které smí nejdále od okraje budovy postaven býti hromosvod známé výšky h, aby chránil stavení dané výšky s.

Kdyby bylo dáno z a mělo se určiti h, třeba řešiti poslední rovnici dle a. Obdržíme tu kvadratickou rovnici

$$a^2 - 2ar + z^2 + s(2r - s) + 2z\sqrt{s(2r - s)} = 0,$$

z které určíme a, načež $h = a - s$.

Přibližný vzorec pro z bude

$$z \doteq \sqrt{2ar} - \sqrt{2rs} = (\sqrt{a} - \sqrt{s})\sqrt{2r}.$$

3. První řešení (odst. 1.) spadá úplně s řešením posledním, připojíme-li k vytknuté tam úloze ještě požadavek: má se určiti vzdálenosť z, do které smí se od paty hromosvodu (stromu) postaviti předmět (člověk), jehož výška $= s$, aby, nedosahuje vrcholem svým do pláště kužele, kterým určen jest prostor hromosvodem chráněný, byl hromosvodem chráněn.

Proto možno výsledky obou řešení pro jednotlivé případy sestaviti v jednu a touž tabulku.

V následující tabulce značí tedy v metrech:

z výšku oblaků bouřných, která se mění od 100 m do 2000 m,

h výšku hromosvodu, která nemá 5 m přesahovati, má-li býti hromosvod dosti pevně umístěn,

s výšku stavení (pro jistotu měřenou až po vrchol střechy),

$a = h + s$ výšku stavení i s hromosvodem (výšku stromu u odst. 1.).

To jsou veličiny dané; z těchto pak určíme

x poloměr celého prostoru chráněného,

$z = x - x'$ t. j. vzdálenosť, do které nutno postaviti v prvém řešení: věc (člověka) o výšce s od hromosvodu aneb v druhém řešení: hromosvod na stavení s m vysokém.

Tabulka.

r	*h*	*s*	*a*	*x*	*z*	*r*	*h*	*s*	*a*	*x*	*z*
100	1	5	6	34·117	2·893		2	5	7	52·449	8·009
		10	11	45·596	2·008			10	12	68·234	5·785
		20	21	61·310	1·310			20	22	91·192	4·015
		40	41	80·740	0·740			40	42	122·621	2·621
		80	81	98·178	0·199			80	82	161·480	1·480
		100	101	99·994	- 0·006			160	162	196·356	0·397
	2	5	7	36·755	5·531		4	5	9	59·319	14·879
		10	12	47·497	3·909			10	14	73·511	11·062
		20	22	62·577	2·577			20	24	94·994	7·817
		40	42	81·461	1·461			40	44	125·155	5·155
		80	82	98·366	0·387			80	84	162·923	2·923
		100	102	99·929	- 0·071			160	164	196·733	0·774
	4	5	9	41·460	10·236	400	1	5	6	69·021	5·974
		10	14	51·029	7·441			10	11	93·161	4·280
		20	24	64·992	4·992			20	21	127·902	3·103
		40	44	82·849	2·849			40	41	176·405	2·050
		80	84	98·711	0·732			80	81	241·327	1·327
		100	104	99·919	- 0·081			160	161	320·747	0·747
200	1	5	6	48·620	4·180		2	5	7	74·505	9·458
		10	11	65·414	2·965			10	12	97·241	8·360
		20	21	89·213	2·036			20	22	130·828	5·929
		40	41	121·321	1·321			40	42	178·426	4·071
		80	81	160·745	0·745			80	82	242·643	2·643
		160	161	196·160	0·201			160	162	321·490	1·490

r	h	s	a	x	z	r	h	s	a	x	z
	4	5	7	84·374	21·327	1600	1	5	6	138·434	12·042
		10	14	105·565	16·684			10	11	187·293	9·688
		20	24	136·469	11·570			20	21	258·377	6·287
		40	44	182·384	8·029			40	41	359·887	4·360
		80	84	245·242	5·242			80	81	502·632	3·033
		160	164	322·961	2·961			160	161	609·484	2·061
800	1	5	6	97·795	8·493		2	5	7	149·502	23·110
		10	11	132·208	6·113			10	12	195·591	16·986
		20	21	182·096	4·333			20	22	264·416	12·226
		40	41	252·822	3·023			40	42	364·192	8·565
		80	81	350·769	2·058			80	82	505·644	6·045
		160	161	481·330	1·330			160	162	701·538	4·115
	2	5	7	105·598	16·296		4	5	9	169·466	43·074
		10	12	138·043	11·948			10	14	211·196	32·591
		20	22	186·322	8·559			20	24	276·086	23·896
		40	42	285·804	7·005			40	44	372·644	17·117
		80	82	352·811	4·100			80	84	511·609	12·010
		160	162	482·655	2·655			160	164	705·623	8·200
	4	5	9	119·662	30·360						
		10	14	149·010	22·915						
		20	24	194·483	16·720						
		40	44	261·652	11·853						
		80	84	356·852	8·141						
		160	164	484·257	4·257						

Poněvadž prostor hromosvodem chráněný jest tím menší, čím oblaka jsou níže, nutno pro praxi předpokládati výšku oblak co nejmenší. V následující tabulce vzato $v = 100\,m$ a s postupuje vždy jen o 1 m.

Vzdálenosti hromosvodu (v m)
od okraje střechy pro výšku oblaku = 100 m.

Je-li s (v m)	a $h = 1\ m$	$h = 2\ m$	$h = 3\ m$	$h = 4\ m$
1	5·793	10·194	13·894	17·118
2	4·436	8·101	11·325	14·218
3	3·690	6·914	9·807	12·445
4	3·224	6·117	8·755	11·191
5	2·893	5·531	7·967	10·236
6	2·638	5·074	7·343	9·471
7	2·436	4·705	6·833	8·841
8	2·269	4·397	6·405	8·306
9	2·128	4·136	6·037	7·845
10	2·008	3·909	5·717	7·441
11	1·901	3·709	5·433	7·082
12	1·808	3·532	5·181	6·761
13	1·724	3·373	4·953	6·471
14	1·649	3·229	4·747	6·207
15	1·580	3·098	4·558	5·964
16	1·518	2·978	4·384	5·742
17	1·460	2·866	4·224	5·534
18	1·406	2·764	4·074	5·341
19	1·358	2·668	3·935	5·162
20	1·310	2·577	3·804	4·992
21	1·267	2·494	3·382	4·833
22	1·227	2·415	3·566	4·683
23	1·178	2·339	3·456	4·540
24	1·151	2·208	3·352	4·405
25	1·117	2·201	3·254	4·286
26	1·084	2·137	3·160	4·154
27	1·053	2·076	3·070	4·036
28	1·023	2·017	2·983	3·924
29	0·994	1·960	2·901	3·816
30	0·966	1·907	2·822	3·711

Větší výška hromosvodů h jest patrně zbytečná, mimo to upevňují se hromosvody vyšší než 4 m nepohodlně a těžko; výška stavení vzata do 30 m, pro řídké vyšší stavby určí se z dle vzorce. —

Poznámka redakce. Podmínkou „za jinak stejných okolností“, na kteréž p. spisovatel své pojednání založil, převádí se velmi obtížný problem fysikální na jednoduchý problem geometrický; ježto však ona podmínka ve skutečnosti jenom v případech velmi vzácných bývá splněna, má řešení zde podané význam především orientační; jinak dlužno ovšem, jak p. spisovatel také sám naznačuje, v případech praktických přihlížeti též k daným poměrům fysikálním, kteréž mohou býti velmi složité.

Nový způsob rektifikace čáry kruhové.

Napsal

Jan Šrůtek,

assistent při české vys. škole technické v Praze.

Konstruktivní obtíže, s jakými se potkáváme při rektifikování čáry kruhové, byly mně pohnutkou, abych přemýšlel o způsobu jednoduchém, kterým by, pokud možno přesně, bylo lze sestrojiti délku této čáry.

Konstrukce, k níž jsem dospěl spočívá na okolnosti, že 10 jest jediné číslo celistvé, jehož druhý kořen blíží se π, a 39 jediné číslo celistvé, jehož druhý kořen blíží se 2π.

Jest pak

$$\sqrt{10} = 3{\cdot}16227\ldots > \pi$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{39} = 3{\cdot}12249\ldots < \pi,$$

a tedy hodnota π nachází se mezi těmato veličinama.

Arithmetický průměr obou hodnot jest

$$3{\cdot}14238\ldots,$$

liší se od

$$\pi = 3{\cdot}14159\ldots$$