

Visutá lanová střecha

Oblast techniky

Vynález se týká visuté lanové střechy.

5

Dosavadní stav techniky

Jsou známé různé typy zastřešení velkých v podstatě kruhových ploch, například rozměrných hal ve veletržním výstavnictví, nebo sportovišť pro halové sporty. Typ zastřešení je přizpůsoben využití zastřešeného prostoru. Zásadním omezením je zvláště požadavek na zachování spojitosti celé zastřešené plochy, která tak nemůže být narušena vnitřními opěrami střešní konstrukce.

10

Známé jsou skořepinové konstrukce střech, které jsou tvořeny lanovou sítí, na níž jsou zavěšeny relativně tenké betonové panely. Tuhost konstrukce je dána předpětím kabelů vedených ve spárách mezi prvky.

15

Dalším řešením jsou konstrukce podporované vnějšími kabely. To obvykle poněkud snižuje možnosti splnit všechny požadavky estetické. Vlastní krytina je potom lehká, pružná a tím sama o sobě deformovatelná. To přináší problémy s údržbou, navíc bývá obtížné zajistit jednoznačný způsob svádění dešťové vody.

20

Zvláštní požadavky jsou kladeny zastřešení atletických a fotbalových stadionů. Zde je totiž obvykle výhodné ponechat hrací plochu bez střechy a zastřešit pouze hlediště. Vzhledem k obdélníkovému tvaru těchto sportovišť a tomu odpovídajícímu půdorysu není vhodné, aby střecha měla půdorys mezikruží, jehož vnitřní průměr opisuje obdélníkovou plochu sportoviště a jehož šířka pokryje půdorysnou plochu hlediště. Podle dosavadního stavu techniky se řeší zastřešení půdorysu oválného pásu obvykle prostřednictvím trámových nebo příhradových systémů podporovaných případně volnými kabely. Takové zastřešení je například realizováno například na moderních fotbalových stadionech Greenpoint v Kapském městě nebo na Městském stadionu ve Wroclawi. Tyto konstrukce jsou náročné z hlediska spotřeby materiálu a

25

30

provozní údržby, což se promítá jak do ceny pořizovací, tak i do provozních nákladů. Navíc například opěrné prostředky zvláště v pohledu střechy nejsou optimální z estetického hlediska.

5/ Cílem vynálezu je navrhnout systém skořepinové konstrukce střechy, jejíž půdorysná plocha je lépe přizpůsobena tvaru hlediště například fotbalového hřiště, přičemž mj. umožňuje zmenšit zastavěnou plochu, snížit spotřebu stavebního materiálu, což je podmíněno redukcí statického zatížení konstrukce, a dosáhnout příznivého estetického účinku.

10 Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo visutou lanovou střechou, jejíž podstatou je to, že jejím půdorysem je oválný a/nebo eliptický pás vymezený křivkou vnitřního nosníku tvaru oválu nebo elipsy a vnějšího nosníku tvaru oválu nebo elipsy, přičemž vnější nosník je podepřen a je umístěn nad úroveň vnitřního nosníku, 15/ přičemž podélné a příčné osy vnějšího nosníku a vnitřního nosníku leží v půdorysu na společných přímkách. V tomto uspořádání lze dosáhnout dobrého statického zatížení konstrukce vnitřními silami.

Vnitřní nosník je na vnějším nosníku zavěšen prostřednictvím radiálních lan nesoucích radiální segmenty s průvěsem střechy. To je předpokladem 20/ k využití skořepinové konstrukce vyznačující se malou spotřebou materiálu a tím i příznivého vzhledu stavby.

Přitom je z technologických důvodů výhodné, když je radiální segment vytvořen z prefabrikovaných subsegmentů. Přitom je výhodné, když subsegmenty radiálních segmentů jsou vytvořeny z betonu, případně z 25/ kompozitního materiálu. To vede k lehké, pevné a stabilní konstrukci. K tomu přispívá, mají-li subsegmenty radiálních segmentů na okrajích v podélném směru radiálního segmentu výztužná žebra.

Křivkou vnitřního nosníku je ovál o délce (p) vedlejší poloosy a délce (r) hlavní poloosy, přičemž křivkou vnějšího nosníku je ovál o délce (n) vedlejší 30/ poloosy a délce (m) hlavní poloosy, přičemž poměr (P220) délky (p) vedlejší poloosy k délce (r) hlavní poloosy oválu příslušné vnitřnímu nosníku k poměru

(P23O) délky (n) vedlejší poloosy k délce (m) hlavní poloosy oválu příslušné vnějšímu nosníku leží v rozmezí daném vztahem $(P22O) / (P23O) = 0,75$ až $1,25$. Dodržením tolerance těchto geometrických poměrů lze dosáhnout podstatné redukce momentového zatížení obvodových nosníků.

5/ Pokud jsou křivkami vnitřního nosníku a vnějšího nosníku elipsy, přičemž poměr (P22E) délky (p) vedlejší poloosy k délce (r) hlavní poloosy elipsy příslušné vnitřnímu nosníku (22) k poměru (P23E) délky (n) vedlejší poloosy k délce (m) hlavní poloosy elipsy příslušné vnějšímu nosníku (23) leží v rozmezí daném vztahem $(P22E) / (P23E) = 0,75$ až $1,25$ je statické zatížení 10/ obvodových nosníků ohybovými momenty ještě příznivější.

K příznivému statickému zatížení konstrukce přispívá, když plocha průmětu oválného nebo eliptického pásu má proměnnou šířku, která je nejmenší ve směru vedlejší osy elips nebo největší šířky oválu. Toho lze u visuté membránové konstrukce střechy relativně snadno dosáhnout.

15/ Je výhodné, když průvės střechy je podél oválu nebo elipsy příslušné vnějšímu nosníku proměnný. Zvláště je výhodné, když je tohoto stavu dosaženo tím, že je vnější nosník vertikálně zvlněný.

Pro dosažení požadované úrovně statického zatížení střechy je výhodné, když

20/ maximální průvės je ve vedlejších vrcholech a minimální průvės v hlavních vrcholech oválu nebo elipsy příslušné vnějšímu nosníku. Kromě příznivého statického zatížení konstrukce je výhodným aspektem i pozitivní estetický účinek.

25/ V místě připojení radiálního lana k vnitřnímu a vnějšímu nosníku, je v důsledku průvėsu aktuálního radiálního lana vodorovné namáhání působící na vnitřní a vnější nosník přímo úměrné křivosti (u) nosníku v tomto místě. Tak lze prakticky dosáhnout bezmomentového namáhání obvodových nosníků střechy.

Objasnění výkresů

Příkladná provedení vynálezu jsou znázorněna na výkrese, kde značí
 obr. 1 obdélník fotbalového hřiště s hledištěm krytým střechou o obvyklém
 5' půdorysu tvaru kruhového mezikruží, obr. 2 obdélník fotbalového hřiště
 s hledištěm krytým oválným pásem podle technického řešení, obr. 3 svislé řezy
 konstrukcí střechy z obr. 2, obr. 4 průběh výškového zvlnění části oválného
 nosníku vymezené středovým úhlem $3,14$ [rad], obr. 5 průřez vnějším oválným
 nosníkem střechy, obr. 6 průřez vnitřním oválným nosníkem střechy, obr. 7
 10' příčný řez prefabrikovaným segmentem střechy s naznačenými předpínacími
 prostředky, obr. 8 průběh křivosti elipsy mezi hlavními vrcholy, obr. 9 průběh
 zatížení lineárně závislého na křivosti elipsy, obr. 10 výslednice zatížení podle
 křivosti (osové síly v lanech) a obr. 11 průřesové křivky lan v rámci jednoho
 kvadrantu.

15'

Příklady uskutečnění vynálezu

Konstrukční systém visuté lanové střechy vychází ze známého půdorysu,
 kterým je podle dosavadního stavu techniky mezikruží 1 podle obr. 1. Radiálně
 uspořádaná nosná lana 11 jsou zakotvena do kruhového vnitřního nosníku 12 a
 20' většího kruhového vnějšího nosníku 13, přičemž kruhový vnější nosník 13 je
 uložen na opěrných pilířích a kruhový vnitřní nosník 12 je na něm zavěšen
 nosnými lany 11 tak, že nosníky 12, 13 jsou souosé. Výškový rozdíl mezi
 kruhovým vnějším nosníkem 13 a zavěšeným kruhovým vnitřním nosníkem 12
 je po celém obvodu konstantní. Na nosných lanech 11 jsou zavěšeny radiální
 25' segmenty 14, každý radiální segment 14 je v uvedeném provedení tvořen řadou
 například šestnácti subsegmentů 141. Subsegmenty 141 mají ve směru délky
a' radiálního segmentu 14 šířku b' = 3m (pro názornost jsou dva sousední
 radiální segmenty 14 vyznačeny tmavě). Radiální segmenty 14 jsou vyrobeny
 z lehkého konstrukčního betonu. Po vyplnění spár vznikne celistvá skořepina,
 30' která je v konečné fázi stavby předepruta předpínacími lany 15 vedenými
 rovněž v radiálním směru mezi souosými kruhovými nosníky 12 a 13. Všechny
 použité radiální prvky, tedy nosná lana 11, radiální betonové segmenty 14 a

předpínací lana 15 jsou vzhledem ke konstrukci mezikruží shodné. Konstrukce přirozeně tvoří tzv. samokotvený systém, kdy vodorovné složky kotevních sil z nosných lan 11 jsou zachyceny kruhovými nosníky 12, 13, přičemž vyvolávají v kruhovém vnitřním nosníku 12 tahové namáhání a v kruhovém vnějším nosníku 13 tlakové namáhání.

Z půdorysných ploch zastřešení hlediště tvaru mezikruží 1 a rozměru obdélníku fotbalové hrací plochy 10 vyplývají nevýhody zastřešení. Poměrně velké plochy v rozích fotbalové hrací plochy 10 jsou kryty střechou, což je například z hlediska přírodního trávníku nevýhodou, stejně jako je nevýhodná velká vzdálenost hlediště od hrací plochy v oblasti středu hřiště, i velká šířka zastavěné plochy vzhledem k podélnému směru hřiště.

Vynález navrhuje modifikovat zastřešení o půdorysu ve tvaru mezikruží na půdorys ve tvaru oválného nebo eliptického pásu 2 podle obr. 2 až 9. Radiálně uspořádaná nosná lana 21 jsou zakotvena do oválného nebo eliptického vnitřního nosníku 22 a do oválného nebo eliptického vnějšího nosníku 23, přičemž vnější nosník 23 je uložen na opěrných pilířích 24. V dalším textu, nejedná-li se konkrétně o elipsu, je vzhledem k podobnosti oválu a elipsy používán u nosníků 22, 23 obecně termín „oválný“ nosník a ve smyslu hlavní a vedlejší osy elipsy termín „podélná“ a „příčná“ osa oválného nosníku. Na nosných lanech 21 jsou zavěšeny prefabrikované radiální segmenty 25 (pro názornost jsou dva sousední vyznačeny tmavě) z lehkého konstrukčního betonu tak, že podélné osy nosníků 22, 23 leží na společné přímce a vedlejší osy nosníků 22, 23 leží také na společné přímce. Každý radiální segment je ve směru své délky sestaven z řady subsegmentů 251, jejichž rozměr ve směru délky radiálního segmentu 25 je v podstatě stejný. Subsegmenty 251 mají v podstatě tvar lichoběžníků, přičemž se jejich rozměr ve směru kolmém na radiální osu segmentu 25 směrem od vnějšího nosníku 23 k vnitřnímu nosníku 22 zmenšuje. Po vyplnění spár mezi prefabrikovanými radiálními segmenty 25 a subsegmenty 251 a spár mezi prefabrikovanými radiálními segmenty 25 a oválnými nosníky 22, 23 vznikne celistvá skořepina, která je v konečné fázi stavby předepnuta předpínacími lany 26 vedenými

rovněž v radiálním směru mezi oválnými nosníky 22 a 23. K předepnutí konstrukce lze využít alternativně nebo doplňkově radiálních nosných lan 21.

5 Protože hlavním nosným prvkem jsou nosná lana 21, má betonová skořepina velmi malou tloušťku. V příkladném provedení je tloušťka c desky prefabrikovaných betonových segmentů 25, resp. subsegmentů 251, jen 100 mm. Podélné okraje sousedících prefabrikovaných betonových segmentů 25 jsou v příkladném provedení tvarovány do výztužného žebra 252 o výšce d = 300 mm a šířce e = 300 mm, které tvoří kanál pro nosná lana 21 a předpínací lana 26. Lana 21, 26 tak rozdělují skořepinu na 108 prefabrikovaných radiálních segmentů 25. Šířka f jednotlivých radiálních segmentů 25 se směrem od elipsovitého vnějšího nosníku 23 k oválnému vnitřnímu nosníku 22 plynule mění cca z 6000 mm do 900 mm. Každý radiální segment 25 obsahuje v příkladném provedení řadu šestnácti subsegmentů 251. Šířka b subsegmentů 251 ve směru délky a radiálního segmentu 25 je vzhledem k proměnné šířce oválného pásu rovněž proměnná, a mění se v rozmezí od 3,0 m (ve směru podélných os oválů) do 2,45 m (ve směru příčných os oblouků). V neznázorněném provedení mohou být nosná lana 21, případně a předpínací lana 26 uložena přímo v okrajích subsegmentu 251, přičemž subsegmenty 251 nemají výztužná žebra 252.

15
20 Železobetonový oválný vnější nosník 23, který je zatížen tlakovým namáháním, má přibližně obdélníkový průřez o výšce g = 1500 mm a šířce h = 3000 mm. Oválný vnitřní nosník 22, který je zatížen tahovým namáháním, je tvořen ocelovou trubkou o vnějším průměru i = 1200 mm s tloušťkou stěny k = 100 mm.

25 Půdorysný tvar oválného vnitřního nosníku 22 a oválného vnějšího nosníku 23 je dán požadavkem na zastřešení hlediště obklopujícího obdélníkovou fotbalovou hrací plochu o rozměru 105 x 68 m, který odpovídá středu standardního rozměru podle hracích pravidel.

30 V příkladném provedení jsou obvodové nosníky 22, 23 eliptické. To je předpokladem vytvoření ideálních statických podmínek konstrukce, při kterém, jak je dále uvedeno, je dosaženo bezmomentového namáhání obvodových nosníků 22, 23. Rozměry elips jsou uvedeny v obr. 3 s odkazem na řezy A-A a

B-B z obr. 2, vertikální zvlnění elipsy eliptického vnějšího nosníku **23** je uvedeno na obr. 4, který znázorňuje průběh průvěsu ξ [m] lan v závislosti na středovém úhlu φ [rad].

Hlavní osa elipsy eliptického vnějšího nosníku **23** vychází z vnějších rozměrů hlediště. Délka m její hlavní poloosy je tedy 110 m, její vedlejší poloosa má délku $n = 90$. Elipsa eliptického vnitřního nosníku **22** je navržena tak, aby poměr délky p její vedlejší poloosy k délce r její hlavní poloosy byl stejný, jako je poměr délky n vedlejší poloosy elipsy eliptického vnějšího nosníku **23** k délce m hlavní poloosy elipsy eliptického vnějšího nosníku **23**. Toto je jeden ze dvou zásadních požadavků návrhu eliptické střechy, kterým je podmíněno vyloučení vodorovných deformací eliptických nosníků **22**, **23** od působení kotevních sil v nosných lanech **21**, resp. v předpínacích lanech **26**.

Délka r hlavní poloosy elipsy eliptického vnitřního nosníku **22** je volena s ohledem na podélný vnitřní rozměr hlediště, tedy $r = 62$ m.

Potom z výše uvedené podmínky rovnosti poměrů poloos dané vztahem

$$\frac{p}{r} = \frac{n}{m}$$

vyplývá délka p vedlejší poloosy elipsy vnitřního eliptického nosníku **23**

$$p = \frac{n}{m} \cdot r = \frac{90}{110} \cdot 62 = 50,7$$

Vedlejší poloosa elipsy eliptického vnitřního nosníku **22** má tedy v příkladném provedení délku $p = 50,7$ m.

Půdorysná šířka pásu střechy se mění v rozmezí od 48 m (ve směru hlavních os elips, tedy ve směru řezu A-A) do 39,3 m (ve směru vedlejších os elips, tedy ve směru řezu B-B). Proto se mění i délka jednotlivých nosných lan **21** i předpínacích lan **26**.

Z důvodu vyloučení ohybového namáhání eliptických nosníků **22**, **23** ve vodorovném směru, a tím k vyloučení vodorovných posunů elips působících značné svislé deformace, jsou síly v nosných lanech **21** navrženy tak, aby vodorovné zatížení eliptických nosníků **22**, **23** bylo lineárně závislé na křivosti

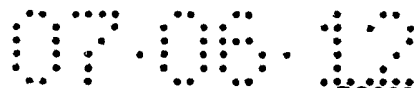
příslušných elips (obr. 8, 9). V tom případě platí následující vztah mezi průběhem křivosti a zatížením křivky

$$s = t \cdot \frac{1}{v} = t \cdot u, \text{ kde}$$

- s je vodorovné radiální zatížení křivky [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$],
 t je normálová síla v křivce od působícího zatížení [N],
 u je křivost křivky [m^{-1}], resp.
 v je poloměr křivosti křivky [m].

Dodržení uvedeného vztahu je druhým zásadním požadavkem pro návrh
10 eliptické střechy. Z diferenciálních podmínek rovnováhy na zakřiveném prutu
vyplývá, že pokud normálové síly t jsou konstantní, pak vodorovné ohybové
momenty w budou nulové a vodorovné deformace budou způsobeny pouze
osovým stlačením, resp. roztažením obvodových elips. Z uvedeného vzorce
vyplývá, že $t = \text{konst.}$ právě tehdy, když vodorovné radiální zatížení s je lineárně
15 závislé na křivosti u křivky.

Křivost elipsy není po její délce konstantní, tedy ani síly, resp. napětí,
nemohou být v jednotlivých lanech **21**, **26** stejné. Protože je eliptický pás
symetrický kolem ortogonálních os, síly v lanech **21**, **26** (šipky znázorňují jejich
velikost a smysl) se liší pouze v rámci jednoho kvadrantu (obr. 10). Všechny
20 čtyři kvadranty jsou shodné a v příkladném provedení obsahuje jeden kvadrant
27 prefabrikovaných segmentů **25** a podle konstrukčního provedení příslušný
počet lan **21**, resp. **26**. Průvės ξ lan **21**, **26** je vertikální vzdálenost bodů elips
vnitřního nosníku **22** a vnějšího nosníku **23** ležících na společném průvodiči
(obr. 3 a 11). Nestejného napětí v jednotlivých lanech je dosaženo pomocí
25 různých průvėsů ξ jednotlivých lan. To potom vede k proměnné vertikální
vzdálenosti elips po délce konstrukce, tedy k dosažení proměnného průvėsů ξ
střechy svislým zvlněním eliptického vnějšího nosníku **23** (obr. 4). Vzájemná
vertikální vzdálenost eliptického vnějšího nosníku **23** a eliptického vnitřního
nosníku **22** se plynule mění z průvėsů $\xi_{\min} = 8,0 \text{ m}$ v místě hlavních vrcholů
30 elips (na obr. 4 tyto body odpovídají středovým úhlům $\varphi = 0$ [rad] a $\varphi = 3,14$



[rad]) do hodnoty průvěsu $\underline{\epsilon}_{\max} = 8,8$ m (na obr. 4 tyto body odpovídají středovým úhlům $\underline{\varphi} = 1,57$ [rad], resp. $\underline{\varphi} = 4,71$ [rad] mimo znázorněnou oblast křivky). Eliptická střecha tvoří stejně jako kruhová konstrukce samokotvený systém.

5 Popsané ideální příkladné provedení střechy tedy používá obvodové nosníky 22, 23 ve tvaru elips, přičemž poměry délek vnější a vnitřní poloosy elips obou nosníků jsou stejné. Navíc popsáním zvlněním vnějšího eliptického nosníku 23 je dosaženo průvěsu nosných, resp. předpínacích lan 21, 26, které vyvolává takové namáhání vnějšího a vnitřního nosníku 22, 23, při kterém bude
10 po celé délce elips vnitřního a vnějšího eliptického nosníku 22, 23 v jejich průřezu pouze normálová síla \underline{t} . V tom případě je vodorovné radiální zatížení \underline{s} křivky vnitřního eliptického nosníku 22 přímo úměrné křivosti \underline{u} křivky. Vodorovné ohybové momenty \underline{w} budou nulové a vodorovné deformace eliptických nosníků 22, 23 budou způsobeny pouze jejich osovým stlačením,
15 resp. roztážením.

Je zřejmé, že v praxi je dosažení ideálních geometrických poměrů nereálné. Uvedené poměry délek poloos elips nebudou exaktně odpovídat výše uvedenému vztahu mezi nimi, nebo obvodové křivky nosníků 22, 23 nebudou
20 vůbec elipsami ale ovály. Nebude zřejmě dosaženo ani stanoveného vertikálního zvlnění vnějšího nosníku 23, tedy ideálního průvěsu $\underline{\epsilon}$ a tím i konstantní normálové síly \underline{t} v průřezu nosníků 22, 23 a tedy bezmomentového namáhání nosníků 22, 23 ve vodorovném směru. Nevelké odchýlení od ideálních parametrů konstrukce je zřejmě nutné z hlediska výrobních nákladů.

Čím budou odchylky od ideálního stavu menší, tím bude konstrukce
25 méně namáhána působením vnitřních sil, což umožní optimalizovat její dimenzování. Otázka přiblížení se ideálnímu stavu se projeví snížením materiálových nákladů a nákladů s nimi spojených. Přiblížení se výše uvedeným ideálním rozměrům konstrukce uvedeným v příkladném provedení je potom otázkou kompromisu mezi vynaloženými nemateriálovými a
30 materiálovými stavebními náklady, a samozřejmě užitnou hodnotou stavby.

Výhodné provedení konstrukce se projeví již při nepřekročení limitních odchylek od ideálního stavu. Ty jsou podle vynálezu dány příkladnými

provedeními. V nich je vzhledem k analogii tvaru elipsy a oválu (symetrického podle podélné a příčné osy) používán pro podélnou osu výraz „hlavní osa“ a pro příčnou osu výraz „vedlejší osa“.

Příklad 1:

- 5/ Křivkou vnitřního nosníku **22** je ovál o délce **p** vedlejší poloosy a délce **r** hlavní poloosy, a křivkou vnějšího nosníku **23** je ovál o délce **n** vedlejší poloosy a délce **m** hlavní poloosy. Potom

$$P220 = \frac{p}{r} \text{ a } P230 = \frac{n}{m}$$

přičemž platí, že

$$\frac{P220}{P230} = 1 \pm 0,25$$

10/ Příklad 2:

Křivkou vnitřního nosníku **22** je elipsa o délce **p** vedlejší poloosy a délce **r** hlavní poloosy, a křivkou vnějšího nosníku **23** je elipsa o délce **n** vedlejší poloosy a délce **m** hlavní poloosy. Potom

15/
$$P22E = \frac{p}{r} \text{ a } P23E = \frac{n}{m}$$

přičemž platí, že

$$\frac{P22E}{P23E} = 1 \pm 0,25$$

20/ Za předpokladu dodržení tolerancí uvedených v příkladných provedeních lze podstatně redukovat ohybové momenty působící na obvodové nosníky **22**, **23**, což je zásadní výhodou konstrukce střechy podle vynálezu. Střecha je navíc dobře přizpůsobena ploše, kterou má zakrývat, přičemž je úsporná z hlediska spotřeby materiálu. Její tvar se spojitým zvlněním vnějšího obvodového nosníku **23** vyvolává příznivý estetický účinek.

Seznam vztahových značek

	1	mezikruží (střecha podle stavu techniky)
	10	fotbalová hrací plocha
5'	11	nosné lano
	12	kruhový vnitřní nosník
	13	kruhový vnější nosník
	14	radiální segment
	141	prvek radiálního segmentu
10'	15	předpínací lano
	2	eliptický pás (nový stav)
	21	nosné lano
	22	eliptický (oválný) vnitřní nosník
	23	eliptický (oválný) vnější nosník
15'	24	opěrný pilíř (eliptického vnějšího nosníku)
	25	prefabrikované radiální segmenty
	251	subsegment radiálního segmentu
	26	předpínací lano
	a, a'	délka radiálního segmentu
20'	b, b'	šířka prvku radiálního segmentu
	c	tloušťka desky (radiálního segmentu)
	d	výška žebra (radiálního segmentu)
	e	šířka žebra (tvořeného přivrácenými okraji sousedních radiálních segmentů)
25'	f	šířka (radiálního segmentu)
	g	výška (průřezu vnějšího eliptického nosníku)
	h	šířka (průřezu vnějšího eliptického nosníku)
	i	průměr trubky (vnějšího eliptického nosníku)
	k	tloušťka stěny trubky (vnějšího eliptického nosníku)
30'	m	délka hlavní poloosy (vnějšího eliptického nosníku)
	n	délka vedlejší poloosy (vnějšího eliptického nosníku)
	p	délka vedlejší poloosy (vnitřního eliptického nosníku)
	r	délka hlavní poloosy (vnitřního eliptického nosníku)
35'	P22O	poměr délky (p) vedlejší poloosy k délce (r) hlavní poloosy elipsy příslušné vnitřnímu oválnému nosníku
	P23O	poměr délky (n) vedlejší poloosy k délce (m) hlavní poloosy elipsy příslušné vnějšímu oválnému nosníku
	P22E	poměr délky (p) vedlejší poloosy k délce (r) hlavní poloosy elipsy příslušné vnitřnímu eliptickému nosníku
40'	P23E	poměr délky (n) vedlejší poloosy k délce (m) hlavní poloosy elipsy příslušné vnějšímu eliptickému nosníku
	ε	průvės střechy
	ε_{\min}	minimální průvės střechy
	ε_{\max}	maximální průvės střechy
45'	φ	středový úhel elipsy

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Visutá lanová střecha, **vyznačující se tím, že** jejím půdorysem je oválný a/nebo eliptický pás vymezený křivkou vnitřního nosníku (22) tvaru oválu nebo elipsy a vnějšího nosníku (23) tvaru oválu nebo elipsy, přičemž vnější nosník (23) je podepřen a je umístěn nad úrovní vnitřního nosníku (22), přičemž podélné a příčné osy vnějšího nosníku (23) a vnitřního nosníku (22) leží v půdorysu na společných přímkách.
2. Visutá lanová střecha podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** vnitřní nosník (22) je na vnějším nosníku (23) zavěšen prostřednictvím radiálních lan nesoucích radiální segmenty (25) s průvěsem (ϵ) střechy.
3. Visutá lanová střecha podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** radiální segment (25) je vytvořen z prefabrikovaných subsegmentů (251).
4. Visutá lanová střecha podle nároku 3, **vyznačující se tím, že** subsegmenty (251) radiálních segmentů (25) jsou vytvořeny z betonu.
5. Visutá lanová střecha podle nároku 3, **vyznačující se tím, že** subsegmenty (251) radiálních segmentů (25) jsou vytvořeny z kompozitního materiálu.
6. Visutá lanová střecha podle kteréhokoliv z nároků 3 až 5, **vyznačující se tím, že** subsegmenty (251) radiálních segmentů (25) mají na okrajích v podélném směru radiálního segmentu (251) výztužná žebra (252).
7. Visutá lanová střecha podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím, že** křivkou vnitřního nosníku (22) je ovál o délce (p) vedlejší poloosy a délce (r) hlavní poloosy, přičemž křivkou vnějšího nosníku (23) je ovál o délce (n) vedlejší poloosy a délce (m) hlavní poloosy, přičemž poměr (P220) délky (p) vedlejší poloosy k délce (r) hlavní poloosy oválu příslušné vnitřnímu nosníku (22) k poměru (P230) délky (n) vedlejší poloosy k délce (m) hlavní

poloosy oválu příslušné vnějšímu nosníku (23) leží v rozmezí daném vztahem $(P22O) / (P23O) = 0,75$ až $1,25$.

5/ 8. Visutá lanová střecha podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím, že** křivkami vnitřního nosníku (22) a vnějšího nosníku (23) jsou elipsy, přičemž poměr $(P22E)$ délky (p) vedlejší poloosy k délce (r) hlavní poloosy elipsy příslušné vnitřnímu nosníku (22) k poměru $(P23E)$ délky (n) vedlejší poloosy k délce (m) hlavní poloosy elipsy příslušné vnějšímu nosníku (23) leží v rozmezí daném vztahem $(P22E) / (P23E) = 0,75$ až $1,25$.

10/ 9. Visutá lanová střecha podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím, že** plocha průmětu oválného nebo eliptického pásu má proměnnou šířku, která je nejmenší ve směru vedlejší osy elips nebo největší šířky oválu.

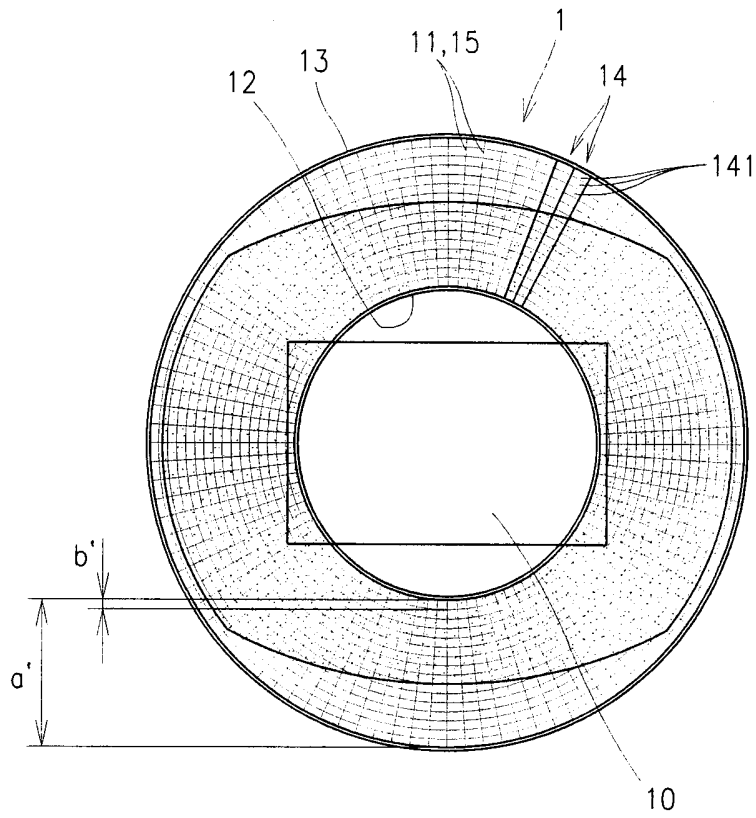
15/ 10. Visutá lanová střecha podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím, že** průvės (ε) střechy je podél oválu nebo elipsy příslušné vnějšímu nosníku (23) proměnný.

11. Visutá lanová střecha podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** vnější nosník (23) je vertikálně zvlněný.

20/ 12. Visutá lanová střecha podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** maximální průvės (ε_{\max}) je ve vedlejších vrcholech a minimální průvės (ε_{\min}) je v hlavních vrcholech oválu nebo elipsy příslušné vnějšímu nosníku (23).

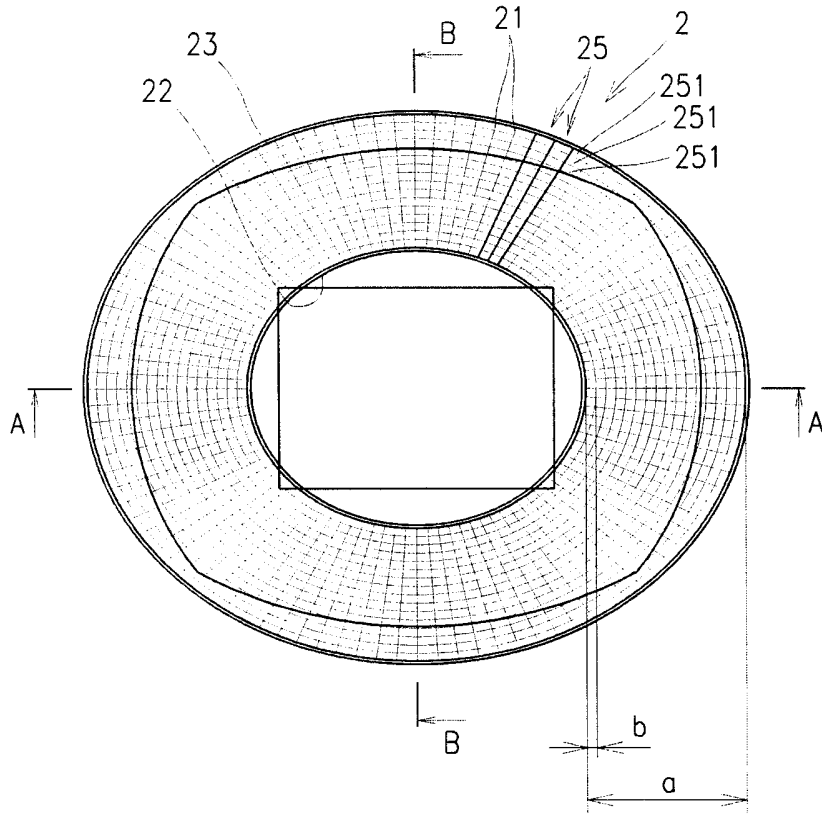
25/ 13. Visutá lanová střecha podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** v místě připojení radiálního lana k vnitřnímu a vnějšímu nosníku (22, 23), je v důsledku průvěsu (ε) aktuálního radiálního lana vodorovné namáhání (s) působící na vnitřní a vnější nosník (22, 23) přímo úměrné křivosti (u) nosníku (22, 23) v tomto místě.

1/5

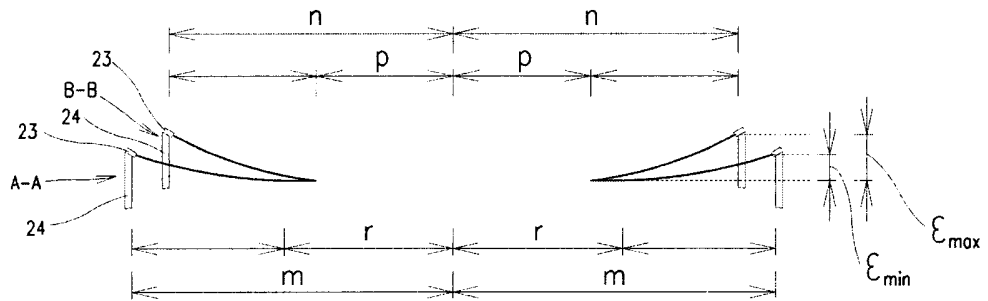


Obr. 1

2/5

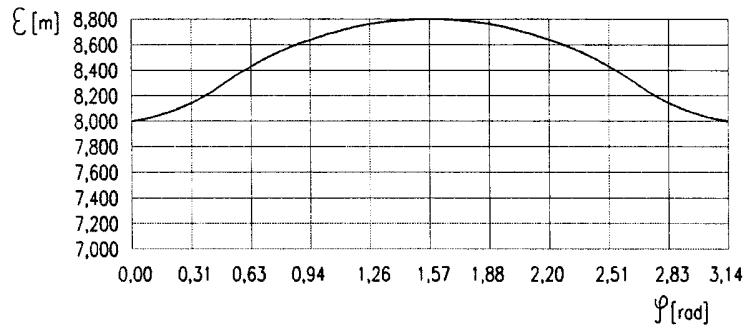


Obr. 2

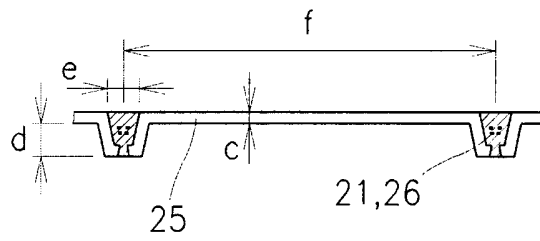
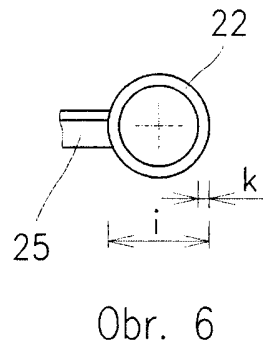
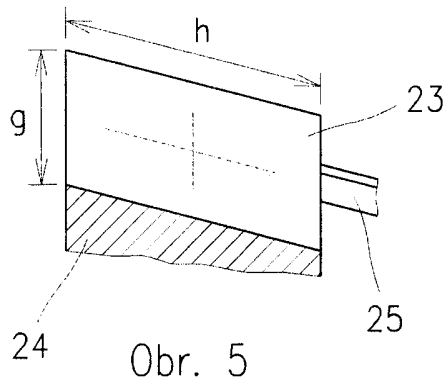


Obr. 3

3/5

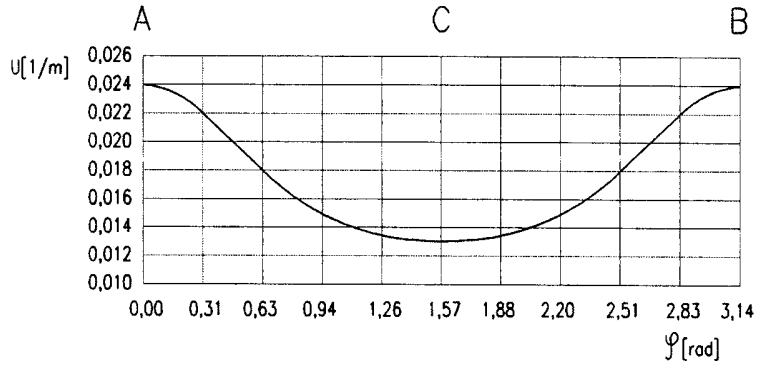


Obr. 4

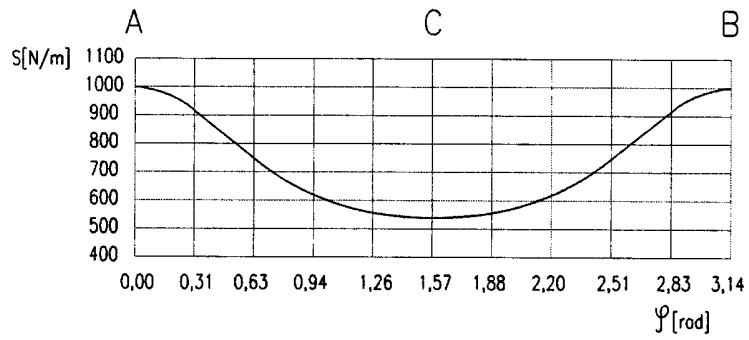


Obr. 7

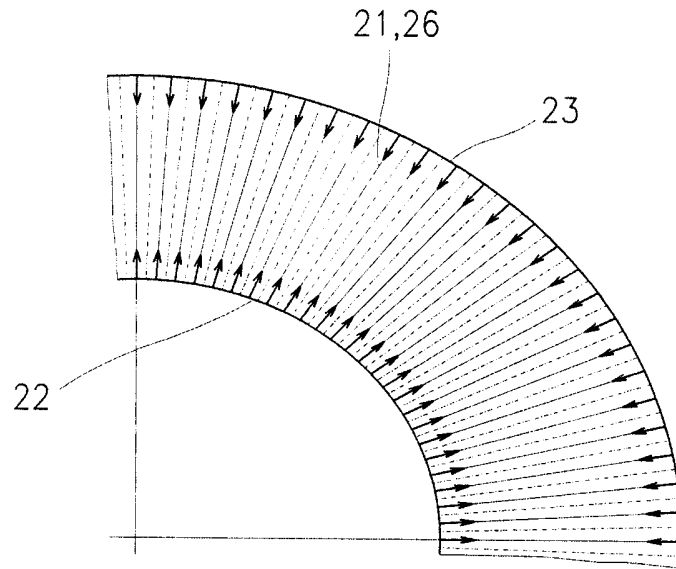
4/5



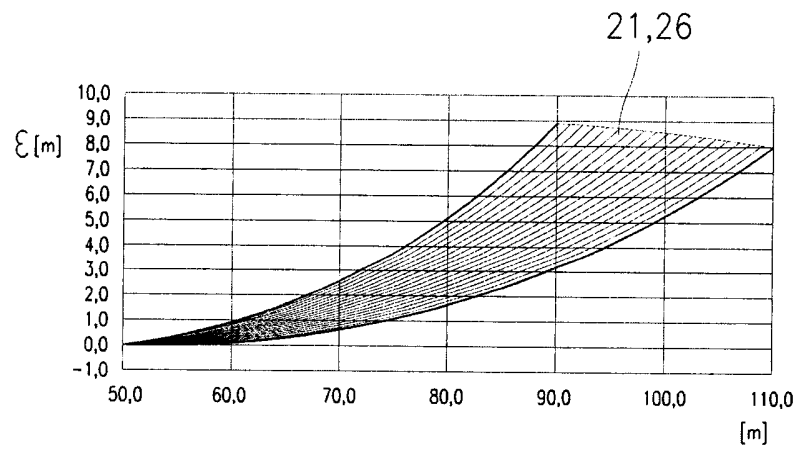
Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11