

Dopravný systém SkyWay v otázkach a odpovediach

100 otázok – 100 odpovedí



2016

Obsah

Úvod

1. Čo je to SkyWay?
2. Čo je to strunová koľaj?
3. Aké existujú obdoby strunovej koľaje spomedzi iných stavebných konštrukcií?
4. V čom je zásadný rozdiel medzi strunovou koľajou a inými obdobnými konštrukciami?
5. Aké sú priečne rozmery a hmotnosť strunovej koľaje?
6. Je strunová koľaj ľahšia ako železničná koľaj?
7. Sú pre výrobu strunovej koľaje potrebné špeciálne materiály?
8. Aká je lineárna schéma trasy?
9. Aká veľká je napínacia sila pôsobiaca na struny?
10. Aké je maximálne rozpätie medzi dvoma podperami?
11. Akoľko pevná je štruktúra strunových koľají?
12. Môže v štruktúre strunových koľají dôjsť k teplotným deformáciám?
13. Môžu teplotné zmeny spôsobiť skrivenie dráhy?
14. Bude mať vozidlo pri svojom pohybe vplyv na zaťaženie strún?
15. Ako presne sa budú sledovať parametre trate?
16. Čo sa stane s vozidlom, ak sa trať rozíde?
17. Pri obdobných konštrukciách sa spravidla používajú vinuté vlákna, prečo je pri strunách SkyWay vhodnejšie použiť rovné vlákna?
18. Aká je pravdepodobnosť pretrhnutia struny?
19. Čo sa stane v prípade úplného zničenia trate?
20. Čím je podmienená rovnosť strunovo-koľajovej trate?
21. Aká bude úroveň opotrebenia trate?
22. Je známe, že pri vysokom mechanickom zaťažení materiál povoľuje, aká je miera nebezpečenstva takéhoto zaťaženia u SkyWay?
23. Aká je vzdialenosť medzi jednotlivými podperami?
24. Budú na trase zákruty?
25. Do akej miery budú podpery zaťažované?
26. Aké vysoké budú podpery?
27. Aké množstvo materiálu je potrebné na výrobu podpier?
28. Budú sa podpery kolísať? Ak áno, môže to mať vplyv na rovnosť dráhy a bezpečnosť dopravy?
29. Čo sa stane, ak budú podpery zničené, napríklad v dôsledku teroristického útoku?
30. Čo ak sa pokazí kotevná podpera?
31. Akoľko bezpečné budú samoriadiace vozidlá?
32. Aká je pravdepodobnosť zrážky vozidiel na trati?
33. Aká je dynamická pevnosť trate?
34. Keď sa bude vozidlo pohybovať po strune, nepovedie to k nadsakovaniu ako na vlnách?
35. Akoľko bude koľajové vozidlo SkyWay finančne úsporné v porovnaní s osobným automobilom?
36. Aká je úroveň otáčok u koľajového vozidla SkyWay?
37. Aký druh pohonu je vhodný pre unibus?
38. Akú hlučnosť možno očakávať pri pohybe vozidla, berúc do úvahy, že kolesá sú z ocele?
39. Do akej miery budú citeľné údery kolies pri prejazde ponad podpery?
40. Môže bočný vietor vykoľajiť unibus?

41. Je možné, aby unibus vzlietol v dôsledku vysokej rýchlosti?
42. Ako môže unibus pokračovať v jazde v prípade poruchy?
43. Prečo sú unibusy také malé?
44. Nakoľko pohodlný je unibus v porovnaní s osobným automobilom?
45. Do akej miery je pre SkyWay nebezpečná poľadovica?
46. Aká je maximálna rýchlosť vozidla a aké sú nároky na výkon motora unibusu?
Čo je limitujúcim faktorom?
47. Budú sa cestujúci báť cestovať vo výške 5 až 10 metrov nad zemou?
48. A čo sa stane, ak dôjde k výpadku elektriny?
49. A čo v prípade, ak trasa ako taká prestane fungovať a pomoc nebude dostupná,
napríklad v prípade vojny alebo zemetrasenia?
50. Aké je maximálne možné stúpanie?
51. Ako bude vyzeráť sieť nástupíšť a staníc?
52. Ako bude prebiehať nastupovanie a vystupovanie cestujúcich, napríklad na kruhovej stanici?
53. Ako budú fungovať terminály kontajnerovej dopravy?
54. Aká je maximálny objem cestujúcich na trase SkyWay?
55. Môže SkyWay prepraviť viac nafty, ako ropovod?
56. Aký druh tovaru je možné prepravovať cez SkyWay?
57. Existuje riziko opadania listov zo stromov, ponad ktorými sa bude SkyWay pohybovať?
58. Existujú ďalšie klimatické alebo iné obmedzenia limitujúce pohyb po trati?
59. Aká bude hustota premávky na rýchlostnej trati SkyWay?
60. Budú sa na tratiach SkyWay využívať vyhlýbky?
61. Ako sa bude schádzať z trate, ktorá sa nachádza vo výške 10 metrov?
62. Je možné, že sa cestujúci unavia pri neustálom pohľade na mihajúce sa časti konštrukcie a stromy?
63. Môžu u elektrifikovaných vozidiel SkyWay pri vysokých rýchlostiach nastať problémy
pri prechode elektrického prúdu typu „koľaj-koleso“?
64. Bude SkyWay prevádzkyschopný aj pri veľkom nárazovom vetre,
ktorý dokáže rušiť prenos elektrickej energie?
65. V akých odvetviach je možné ešte využívať SkyWay?
66. Môže trať SkyWay prechádzať po mori, a ak áno, akým spôsobom?
67. Je stavebná technológia SkyWay komplikovaná?
68. Aká je cena výstavby a údržby SkyWay v porovnaní s inými dopravnými systémami?
69. Aké sú cestovné náklady pre cestujúceho?
70. Aké sú náklady na prepravu tovaru?
71. Koľko stojí výstavba jedného kilometra trate SkyWay?
72. Aká je štruktúra nákladov výstavby trate „druhej úrovne“?
73. Je cena pohonných hmôt a elektrickej energie určujúcou pre konečnú cenu dopravy?
74. Aká cena stavebných materiálov a konštrukcií sa považuje za základ
pri kalkulácii nákladov na strunokojové trate?
75. Aká bude cena „rodinného“ a viacmiestneho verejného vysokorýchlostného unibusu?
76. Aké sú očakávané náklady na jazdné súpravy?
77. V akom časovom horizonte sa očakáva návrat investície SkyWay?
78. Akú trhovú medzeru môže SkyWay predstavovať v hospodárstve jednotlivých krajín
a v rámci celosvetovej ekonomiky?
79. Aká je hospodárska efektívnosť rozsiahleho využitia SkyWay?
80. Do akej miery závisí cena trate od terénu krajiny a jej ostatných charakteristík?
81. Aký bude vplyv SkyWay na životné prostredie na planetárnej úrovni?

82. Akú úroveň dosahujú emisie škodlivých látok do atmosféry v porovnaní s inými druhmi dopravy?
83. Elektrická energia v SkyWay je neškodná pri samotnej spotrebe, môže však dochádzať k znečisteniu životného prostredia pri jej výrobe v elektrárni?
84. V určitých prípadoch sa v unibuse využíva diesel. Nakoľko je to nebezpečné z ekologického pohľadu?
85. Akú časť územia zaberie SkyWay v porovnaní s inými dopravnými systémami a do akej miery bude zasiahnuté životné prostredie v procese výstavby?
86. Aké silné budú vibrácie na úrovni pôdy a hluk pri prejazde vozidla po SkyWay?
87. Aké sú iné potenciálne škodlivé vplyvy SkyWay, napríklad elektromagnetické žiarenie?
88. Aké sú sociálno politické výhody rozsiahleho využitia SkyWay?
89. Aké geopolitické výhody môže získať Rusko, napríklad v prípade realizácie SkyWay v regiónoch so silným ťažobným priemyslom.
90. Akým spôsobom dokáže SkyWay pomôcť riešiť demografické problémy?
91. Ako budú trate SkyWay prechádzať cez územia rôznych štátov?
92. Aká je úroveň prepracovanosti SkyWay?
93. Prečo bol potrebný skúšobný pozemok SkyWay, vybudovaný v Ozerskej časti?
94. Koľko rokov už pracuje autor na projekte SkyWay?
95. Kde je záruka, že realizácia projektu SkyWay bude úspešná?
96. Aké sú hlavné výhody SkyWay v porovnaní s inými druhmi dopravy?
97. Nakoľko závisia technicko ekonomické ukazovatele SkyWay na parametroch dopravnej súpravy?
98. „Strunový“ je pomerne nešťastné pomenovanie, evokuje niečo slabé či neperspektívne. Nebolo by vhodnejšie nájsť iné pomenovanie?
99. Aký náročný je proces certifikácie SkyWay?
100. Kedy sa začne vytvárať celosvetová sieť Transnet?

Úvod

V roku 2016 uplynulo presne 127 rokov odo dňa, kedy sa narodil Igor Sikorskij, letecký konštruktér, ktorý v Rusku vytvoril prvý viacmotorový tank, a v Ameriky prvý vrtuľník. Po emigrácii do USA, ktorá mu zachránila život, ostalo Sikorskému vo vrecku posledných 20 dolárov. V tom čas sa nachádzal v Chicagu a svoje posledné peniaze investoval veľmi úspešne – kúpil si za ne lístok na koncert Sergeja Rachmaninova. Po koncerte sa dali spolu do reči...Rachmaninov sa spýtal, koľko peňazí konštruktér potrebuje na začatie svojho podnikania, na čo on odpovedal: 500 dolárov. Rachmaninov siahol do vrecka a vytiahol z neho tučný zväzok bankoviek – celý honorár za koncert – a podal mu ho. Bolo v ňom 5000 dolárov, čo bola na tie časy ohromná čiastka. V Amerike nikto neveril v možný úspech Sikorského vrtuľníka. Okrem toho, v 30-tych rokoch 20-ého storočia, teda asi 30 rokov po jeho prvých úspešných experimentoch s prototypom vrtuľníka v Kyjeve, väčšina inžinierov bola toho názoru, že jeho schéma s jedným hlavným a jedným chvostovým rotorom nemôže nikdy fungovať. Sikorskému sa však podaril opak – a od polovice minulého storočia podľa jeho schémy, ktorá sa nazýva klasická, dnes lieta na celom svete viac ako 90% všetkých vrtuľníkov.

Záver expertov v súvislosti s prakticky čímkoľvek novým sú vždy mylné. Ak by to tak nebolo, stali by sa najúspešnejšími a najbohatšími ľuďmi na svete, nakoľko by dokonale poznali zajtrajšok a chápali by, ktorým smerom treba vynaložiť svoju energiu a peniaze s cieľom byť úspešným a veľa zarábať. Historická skúsenosť svedčí o presnom opaku – veľa zarábajú a úspešní sú iba tí, čo investujú peniaze do takých projektov, do ktorých by experti či špecialisti neinvestovali ani kopejku.

Aby sme sa o tom presvedčili, postačí si prečítať niektoré z najzaujímavejších prognóz expertov a špecialistov za posledných 150 rokov. Nie, nesnažili sa zakonzervovať technologický pokrok, oni úprimne verili, že majú pravdu.

Prognózy:

- V budúcnosti budú počítače vážiť nie viac, ako 1,5 tony (Popular Mechanics, 1949.)
- Nazdávam sa, že ne celom svete bude potrebných len asi päť počítačov (Thomas Watson – riaditeľ IBM, 1943.)
- Precestoval som celú krajinu krížom-krážom, stretol som sa s najinteligentnejšími ľuďmi a ručím Vám za to, že analýza dát je len rozmar, ktorý bude v móde maximálne jeden rok (redaktor vydavateľstva Prentice Hall, 1957)
- Čo už len môže byť užitočné na tomto malom pliešku (Otázka, ktorá padla počas diskusie o vytvorení mikročipu v Advanced Computing Systems Division of IBM, 1968)
- Nikomu nikdy nebude treba mať doma vlastný počítač (Ken Olson – zakladateľ a prezident korporácie Digital Equipment Corp. 1977)
- Zariadenie, ako je telefón, má príliš veľa nedostatkov na to, aby mohlo byť považované za komunikačný prostriedok. Preto som toho názoru, že tento vynález nemá nijakú cenu (z diskusie v spoločnosti Western Union, 1876)
- Tá hudobná skrinka bez káblov nemôže mať nijakú obchodnú hodnotu. Kto by platil za správy, ktoré nie sú určené nejakej konkrétnej osobe? (partneri spoločnosti David Sarnoff ako odpoveď na jeho návrh financovať projekt vytvorenia rádia, 1920)

- Koho, do čerta, zaujímajú rozhovory hercov? (reakcia H.M. Warnera – Warner Brothers, na využitie zvuku v kine, 1927)
- Nepáči sa nám ich zvuk a hlavne – gitara, to už viac nie je v móde (Decca Recording, záznam zamietajúceho stanoviska voči albumu skupiny The Beatles, 1962)
- Lietajúce stroje ťažšie ako vzduch nie sú možné (Lord Kelvin – prezident Royal Society, 1895)
- Profesor Goddard nerozumie vzťahom medzi akciou a reakciou, nie je mu známe, že pre reakciu sú potrebné podmienky vhodnejšie, než je vákuum. Pán profesor má taktiež silné nedostatky v základných vedomostiach, ktoré sa vyučujú ešte na základnej škole (úryvok z vedeckého článku v novinách New York Times, venovaný revolučnej práci Roberta Goddarda na tému vybudovania rakety, 1921)
- Vrtý do zeme s cieľom nájsť ropu? Myslíte si, že treba prevrátať zem na to, aby ste našli ropu? Vy ste sa asi zbláznil! (Reakcia na projekt Edwina L. Drakea, 1859)
- Lietadlá sú zaujímavé hračky, no nepredstavujú nijakú hodnotu čo sa týka ich vojenského využitia (Marechal Ferdinand Foch, profesor Ecole Superieure de Guerre)
- Všetko, čo mohlo byť vynájdené, už bolo vynájdené (Charles H. Duell – zvláštny splnomocniteľ amerického Úradu pre Patenty, 1899)
- Teória Luisa Pasteura o mikróbach je smiešny výmysel (Pierre Pachet – profesor univerzity v Toulouse, 1872)
- Brušná dutina, hrudník a mozog budú ne večné časy nedostupným územím pre múdreho a humánneho chirurga (Sir John Eric Ericksen – britský lekár, hlavný chirurg kráľovnej Viktórie, 1873)
- 640 Kb by malo stačiť každému užívateľovi (Bill Gates, 1981)
- 100 miliónov dolárov je príliš vysoká cena za Microsoft (IBM, 1982)

Dopravný systém SkyWay (Junického strunový systém dopravy) nie je žiadnou výnimkou potvrdzujúcou historické pravidlo. Existujú tisíce emocionálnych záverov, v rámci ktorých počas 39 rokov práce na SkyWay „experti“ analyzovali nie podstatu strunovej dopravy, ale skôr svoje vlastné nedostatky vo vedomostiach v oblasti komplexného riešenia, ktorý by položilo základ novému odvetviu. Našli sa len útržky, pri ktorých možno hovoriť o odborných posudkoch. Jedná sa o tie závery, v rámci ktorých sa neanalyzovali len termíny „strunový“ či rozumové schopnosti vývojového pracovníka, ale aj technická stránka SkyWay pri jeho optimálnom (nie extrémnom) využití, s prihliadnutím na know-how vývojového pracovníka a zároveň bez špekulácií expertov, ľudí síce rozumných a vzdelaných, no len vo svojej špecializácii.

Avšak mnohí potenciálni investori, zákazníci a úradníci naslúchali nie skutočnému vývojárovi novej technológie, nie opravdivým vedcom, ale tým expertom, ktorým dôverovali. Je jasné, že je jednoduchšie hľadať poklad s lampášom v ruke, tam, kde je svetlo, a nie v tmavom nepriestupnom lese. Uveril snáď magistrát Londýna približne 100 rokov nazad, keď už v uliciach jazdili prvé automobily, analýze perspektív rozvoja dopravy v meste, vypracovanej špeciálnou komisiou? „Za približne 100 rokov budú v Londýne žiť 2 milióny ľudí a 4 milióny koní. Stajní bude viac ako obytných domov. Na všetkých okolitých pozemkoch bude vysadená tráva a ovos, no aj tak to pre daný počet koní nebude stačiť. A vrstva hnoja dosiahne miestami výšku pol metra.“

Dnešné prognózy na 50 až 100 rokov sú veľmi podobné, treba v nich len zameniť jednotlivé slová z predchádzajúcej analýzy: koňa za automobil, stajňu za garáž, ovos za benzín, pozemky za asfalt a hnoj za výfukové plyny.

Aj v prvej, ako aj v druhej analýze sa experti dopúšťajú jednej veľkej chyby – pred 100 rokmi nikto nevenoval pozornosť prvému jednoduchému a nevel'mi pohľadnému automobilu, ktorý neskôr zmenil v 20-tom storočí celý svet, ako aj dnes málokto venuje pozornosť jednoduchému a nevel'mi pohľadnému konceptu SkyWay, vybudovanom v roku 2001 v Moskovskej časti Ozery, ktorý ešte dramatickejšie zmení svet v 21-om storočí a urobí ho ešte bezpečnejším, ekologickejším a pohodlnejším.

Tisícky ľudí - prezidenti krajín, premiéri, ministri, veľvyslanci, gubernátori, akademici, doktori a kandidáti vied, študenti aj obyčajní ľudia zadali autorovi, z ktorého sa mnohé roky stal hlavný konštruktér, množstvo otázok. Tento dokument poskytuje odpovede na 100 najčastejších z nich.

S úctou a láskou,
Anatolij Junickij,
Minsk, 2016

1. Čo je to SkyWay?

Dopravný komplex SkyWay (Junického strunový transport) je špeciálny automobil na oceľových kolesách (pre cestujúcich – unibus, nákladný – unitruck, osobný – unibike) umiestnený na strunových koľajniciach namontovaných na podperách (obr. 1-14). Súčasťou komplexu je tiež infraštruktúra – stanice, staničné haly, nástupištia, opravovne, sieť výhybiek, automatizovaný riadiaci a bezpečnostný systém, napájanie a komunikácie. Vďaka vysokej rovnosti a pevnosti štruktúry strunových koľajníc je na tratiach SkyWay možné dosiahnuť rýchlosť až 500 km/h.

Strunovo-koľajové trate môžu byť jednokoľajové alebo viackoľajové, s rozmiestnením traťových štruktúr na báze spoločných alebo samostatne stojacich podpier, a taktiež môžu byť trate návesné (kedy je automobil na trať položený zvrchu na dvoch koľajniciach) a závesné (kedy je automobil nainštalovaný pod traťou tak, že visí z jednej alebo dvoch koľajníc).

Podľa prevádzkovej kapacity dopravného systému a tiež nosnosti koľajových vozidiel sa SkyWay delí na triedy: ultraľahký, ľahký, stredný, ťažký a ultraťažký. Podľa rýchlostných režimov sa delí na nízkorýchlostné (do 100 km/h), rýchlostné (do 200 km/h), vysokorýchlostné (do 300 km/h) a hyperrýchlostné (do 500 km/h). Vysoká rýchlosť kladie veľké nároky na rovnosť a pevnosť trate, preto sa zvýšené požiadavky na rýchlosť premietnu aj do vyššej ceny trate SkyWay.

2. Čo je to strunová koľaj?

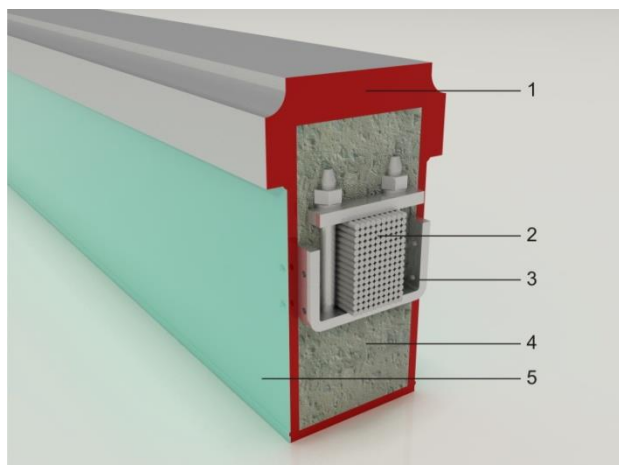


Рис. 1. Рельс-струна навесного SkyWay:
1 — головка рельса; 2 — струна (пучок стальных проволочек); 3 — элемент крепления струны к корпусу рельса; 4 — наполнитель (специальный бетон); 5 — корпус рельса

Strunová koľaj je obyčajný, po dĺžke nerozrezaný oceľový, železobetónový nosník, vybavený hlavou koľajnice a silne vystuženými predpätými strunami (Obr. 1, 13 a 14). Maximálne napätie strún v jednej koľajnici (v závislosti od dĺžky rozpätia, rýchlostného režimu a kalkulovanej hmotnosti unibusu resp. unikaru) je 10 až 1000 ton (pri predpokladanej teplote 20 °C). Kombinuje v sebe vlastnosti pružnej nite (pri veľkom rozpätí medzi podperami) a pevného nosníka (pri malom rozpätí – pod kolesom koľajového automobilu a nad podperou), preto pod vplyvom sústredeného bremena od kolies predstavuje rádius zakrivenia strunovej koľaje 1000 metrov (prípadne viac, čím je vyššia rýchlosť, tým väčší bude rádius).

Vďaka tomu je pohyb kolesa koľajového automobilu plynulý, tichý, a to tak v strede rozpätia, ako aj nad podperami. Pre strunovú koľaj je charakteristická vysoká pevnosť, tuhosť, rovnosť, vysoká technologická úroveň použitých materiálov ako aj samotnej montáže, nízka spotreba materiálu (oceľ: 10-100 kg/m, betón alebo iná výplň: 0,005-0,1 kub.m/m) a široký rozsah prevádzkových teplôt (od +70 do -70 °C). Je to dokonale rovná trať, ideálna pre pohyb kolesa, nakoľko po celej jej dĺžke neexistujú žiadne technologické alebo dilatačné škáry (hlava koľaje je zvarená ako jednotliaty kus).

Цена змонтажной струновой колёса са похыбуе од 10 тысяч USD/km, чо же менеј ако цена змонтажной железничной колёса.

Путевая структура SKYWAY дешевле железнодорожных, монорельсовых и автомобильных эстакад на 30—40 млн. USD/km

Юнибус при скорости 350 км/ч будет экономичнее высокоскоростной железной дороги в 6—8 раз, спортивного автомобиля в 15—20 раз

Струнные технологии — это полностью российская разработка, что произошло впервые в истории развития транспорта в стране. Россия обладает уникальной возможностью завоевания принципиально новой транспортной ниши в мировой экономике на базе инновационных российских технологий

Экономия на километре дороги (при строительстве):

- сталь — 500—1000 т (по сравнению с монорельсом);
- железобетон — 15000—20000 куб. м (по сравнению со скоростной железнодорожной эстакадой);
- землеотвод — 5 га и объем земляных работ — 20000—30000 куб. м (по сравнению с железной и автомобильной дорогами)

Патенты — получено около 50 патентов на изобретения, в том числе за рубежом. Осуществлена многократная экспертиза и получены десятки положительных заключений, в том числе Минэкономразвития, Госстроя России, Академии транспорта и Института проблем транспорта Российской академии наук

Награды:

- «Проект года транспортной отрасли России» — диплом Национальной общественной премии «Золотая колёсница» (2009 г.)
- Два гранта ООН (1998 г. и 2002 г.)
- Две золотые медали ВВЦ (1998 г. и 2002 г.)
- Три золотых знака качества «Российская марка» национальной программы продвижения лучших товаров, услуг и технологий (2001 г.)

Инфраструктура проекта — создание транспортной инфраструктуры, теле-, радио- и мультимедийных коммуникаций, электрификации, нанобразующей индустриальной технологии; экспорт российских товаров и технологий, развитие научной школы, изменение мировой логистики и менталитета социумов

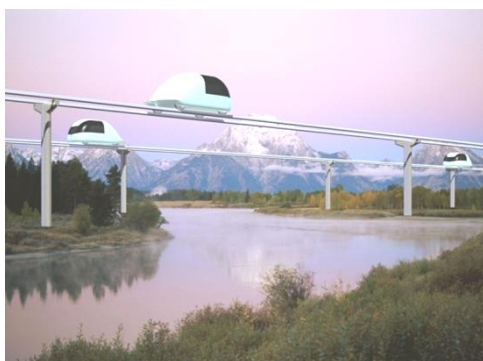
Рис. 2. Различные типы и классы SkyWay



**Obr. 3. Dvojtraťový SkyWay
v meste, rýchlosť
do 150 km/h**



**Obr. 4. Strednerýchlostná jednotraťová
trasa SkyWay, rýchlosť do 250 km/h**



**Obr. 5. Vysokorýchlostná trasa v
predhorí, rýchlosť do 400 km/h**



**Obr. 6. Ultrarýchlostná trasa,
rýchlosť do 450 km/h**



**Obr. 7. SkyWay mestská
trať vo veľkej výške**



Obr. 8. Mestský závesný unibus



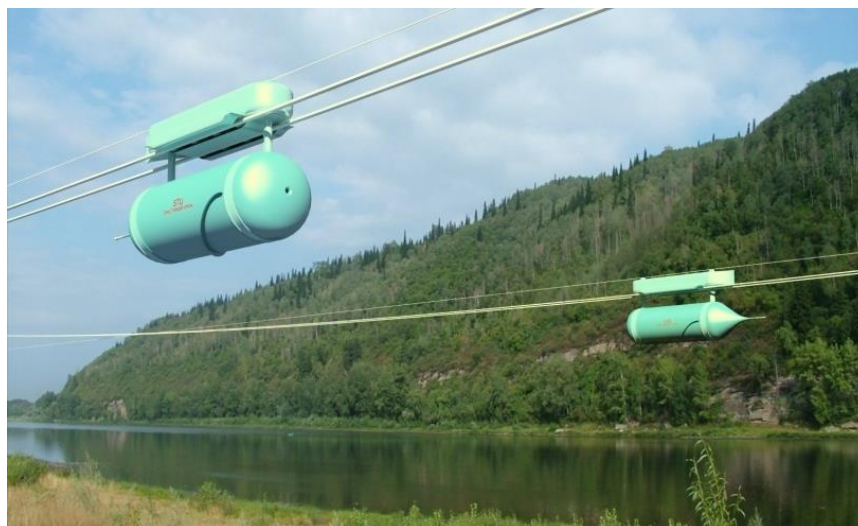
**Obr. 9. Autobus na
štruktúre strunovej
koľajnice**



**Obr. 10. Mestský autobus na strunovej
koľajnici, vmontovanej do asfaltu**



Obr. 11. Jednotrat'ová vysokorýchlostná trasa SkyWay na rovine



Obr. 12. Nákladný SkyWay na prepravu sypkých a tekutých nákladov

3. Aké existujú obdoby strunovej koľaje spomedzi iných stavebných konštrukcií?

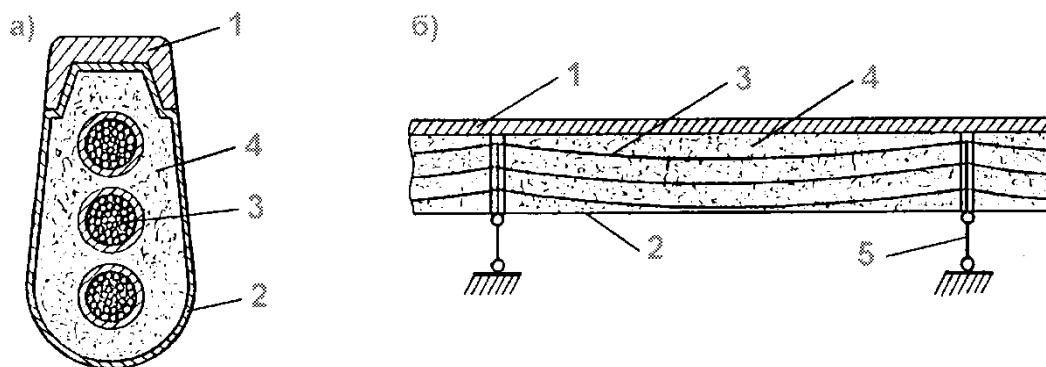
Najbližšou obdobou je železobetónový predpätý nosník mosta, ktorý obsahuje pevné prvky (betónovú vystuženú konštrukciu) a pružné zväzky oceľových lán a drôtov natiahnutých s napätím okolo 100 kgf/m^2 , ktoré sú umiestnené vnútri nosníka v špeciálnych kanáloch. Nosník aj zväzky drôtov sú spojené do jedného celku pomocou vytvrdnutej výplne, ktorou môže byť napríklad cementová malta alebo epoxidová živica.

Inou obdobou je visutý most s nosníkom resp. vystuženým trámom, ktorý je podporovaný lanom s previsom. Nosník aj lano sú spojené do jedného celku pomocou privesku. Základný rozdiel medzi takýmto mostom a strunovou koľajou je ten, že u visutého mosta je lano umiestnené mimo nosníka, kdežto pri strunovej koľaji sa lano nachádza v dutom puzdre koľaje, ktoré je zaplnené vytvrdzovacím plnivom, a ktoré plní samostatne funkciu previsu a spolu s celým korpusom funkciu nosníka.

4. V čom je teda zásadný rozdiel medzi strunovou koľajou a inými obdobnými konštrukciami?

Strunová koľajnica je vo všetkých triedach SkyWay navrhnutá tak, aby stavebné previsy struny (vinutého alebo nevinutého lana) pri rozpätí 20-50 m

predstavovali 10-150 mm. Struna s takým previsom sa ľahko umiestňuje do konštrukcií s malými priečnymi rozmermi (Obr. 1 a Obr. 13). To zabezpečuje vysokú úroveň rovnosti trate. Aby bola zaistená ešte väčšia rovnosť trate, koľajnica môže byť v každom bode svojej dĺžky vyplnená oblúkovým ohybom smerujúcim dohora, rovnajúcemu sa dynamickej deformácii nosníka pri prejazde vozidla.



Obr. 13. Jedna z variánt stavby strunovej koľajnice SkyWay:

a) Priečny rez b) pozdĺžny rez

1 – hlava koľajnice 2 – telo koľajnice 3 – struna (vinuté alebo nevinuté lano)

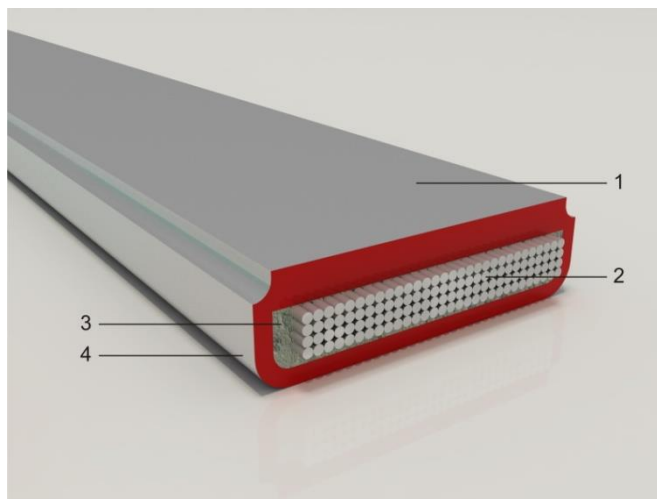
4 – výplň 5 – podporná podpera

V niektorých prevedeniach konštrukcií SkyWay sú aj koľajnica aj struna umiestnené s previsom na rozpätí (čím dlhšie je rozpätie, tým väčší je previs, Obr. 16). Takéto konštrukčné prevedenie je najvhodnejšie pri mestskom type SkyWay, kedy medzi stanicami na „druhej úrovni“ nebudú nijaké podporné podpery, čo znamená, že dĺžka rozpätia sa bude rovnať vzdialenosti medzi susednými stanicami.

Po energetickej stránke bude takýto SkyWay najefektívnejší, nakoľko po výjazde zo stanice z kopca bude Unibus až do získania plnej predpokladanej rýchlosti poháňaný nie motorom, ale len silou gravitácie (tzv. gravitačný motor), a pred vjazdom do stanice smerom do kopca bude Unibus brzdený nie motorom, ale opäť gravitáciou (tzv. gravitačná brzda).

Bude sa jednať o najúčinnnejší rekuperátor energie so 100%-nou účinnosťou. Vzhľadom k tomu, že Unibus nebude fungovať na mechanizme s nedostatkami, ale len na báze fyzikálnych zákonov, vďaka ktorým sa potenciálna energia unibusu zo stanice, v ktorej bol nehybný, premení na kinetickú energiu na úseku s maximálnou rýchlosťou v strede trasy, aby sa táto opäť premenila na potenciálnu energiu na nasledujúcej stanici.

Maximálnu rýchlosť je možné nastaviť výškovým rozdielom medzi stanicou a stredovým bodom rozpätia, výkon motora zase hodnotou aerodynamických strát a strát pri prekonávaní valivého odporu kolies unibusu na danom úseku. Vo vypracovaných variantách mestského SkyWay potrebuje napríklad 20-miestny unibus na 1000 metrovom úseku na dosiahnutie maximálnej rýchlosti 100 km/h motor s výkonom 5 kW, resp. 0,25 kW na cestujúceho. Ani jeden doposiaľ známy systém mestskej hromadnej dopravy so stanicami každých 1000 metrov a pri rýchlosti 100 km/h nedosahuje a nikdy nedosiahne takúto úroveň účinnosti. S cieľom dosiahnutia zmenej účinnosti sa predpokladá, že výškový rozdiel medzi stanicami a stredovým bodom rozpätia by mal byť okolo 35 metrov. Pri výškovom rozdieli 20 metrov by optimálna rýchlosť bola okolo 70 km/h.



Obr. 14. Jedna z variánt konštrukcie strunovej koľajnice SkyWay
1 – hlava, 2 – struna (zväzok oceľových vlákien), 3 – výplň, 4 – telo

5. Aké sú priečne rozmery a hmotnosť strunovej koľaje?

Strunová koľajnica má nasledujúce maximálne priečne rozmery: šírka 120 mm, výška 350 mm (pri vysokorýchlostných ťažkých súpravách Skyway).

Minimálne rozmery sú: šírka 30 mm, výška 9 mm (pri nízkorýchlostných ultraľahkých súpravách Skyway).

Hmotnosť pripadajúca na 1 meter súpravy je 3-120 kg, z čoho 50-90% predstavuje oceľ.

6. Je strunová koľaj ľahšia ako železničná koľaj?

Na výrobu jednej modernej železničnej trate, vrátane podloží a svorníkových výstuží je potrebné také množstvo ocele, ktoré postačuje na zhotovenie cestnej štruktúry dvoch jednotraťových SkyWay strednej triedy rovnakej dĺžky (spotreba ocele 60-100 kg na meter dráhy), alebo jedného dvojtraťového SkyWay strednej triedy. Pričom si treba uvedomiť, že železničné koľajnice majú rozpätie iba 0,5 - 0,6 m (vzdialenosť medzi susednými podvalmi), a Skyway má rozpätie od 30-35 m do 2-3 km..

7. Sú pre výrobu strunovej koľaje potrebné špeciálne materiály?

Nie, všetky nevyhnutné materiály sú komerčne dostupné v akejkoľvek rozvinutej krajine, Rusko nevynímajúc. Napríklad na výrobu hlavy koľajnice, po ktorej sa pohybuje automobil Skyway, je vhodná oceľ bežne používaná na výrobu železničných koľajníc alebo mostných konštrukcií. Z tohto dôvodu môže byť hlava koľajnice vyvalcovaná na rovnakých valcovacích zariadeniach, ale je potrebné zmeniť im nastavenia, nakoľko profil hlavy strunovej koľajnice je omnoho jednoduchší, ako profil železničnej koľajnice, a tiež jej celková hmotnosť je nižšia: 3-25 kg/m.

Struna v SkyWay je v podstate vinuté alebo nevinuté oceľové lano vyrobené z vysokopevných oceľových vlákien s priemerom 1-5 mm. Takéto vlákna s pevnosťou

táhu 90-350 kgf/m² sú dnes dostupné v mnohých krajinách pri výrobe oceľových lán a káblov u visutých alebo lanových mostov, ďalej na výrobu predpätých železobetónových konštrukcií, oceľového kordu v pneumatikách atď.

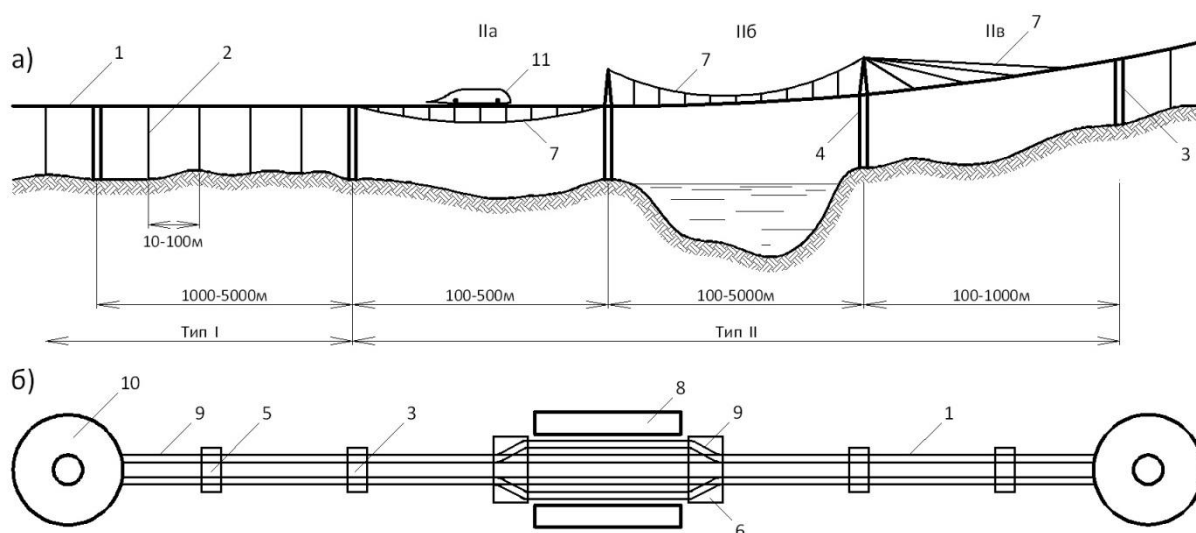
Na výrobu struny sa hodia desiatky rôznych značiek oceli, ktorých kvalita sa už osvedčila a preto ich netreba vymenovávať. Ako strunu možno tiež použiť oceľové stuhy, pruhy, tyče, rúrky - vyrobené z vysokopevných materiálov – kompozitov aj polymérov.

To isté možno povedať o ostatných prvkoch strunovej koľajnice, dopravnej štruktúry, podpier a traťového vozidla SkyWay – tieto sa už buď vyrábajú priemyselne alebo ich vývoj a výroba nepredstavuje veľký problém.

Ako plniaci materiál, ktorý spája strunu a telo koľaje sa môže použiť cementná malta s pridaním plastifikátorov a inhibítorov korózie, kompozitných materiálov na báze epoxidovej alebo silikónovej živice, živice a ďalšími komerčne dostupnými spojivami.

8. Aká je lineárna schéma trasy?

Lineárna schéma trasy návesného SkyWay, kedy koľajnicový automobil je umiestnený na strunové koľajnice zvrchu, je zobrazená na obr. 15 a závesného, kedy je koľajnicový automobil umiestnený pod strunovými koľajnicami, na obr. 16.



Obr. 15. Lineárna schéma trasy návesného SkyWay:

a) Pohľad zvrchu b) pohľad zdola

1 – štruktúra trate strunovej koľaje, 2 – podporná podpera, 3,4,5,6 – kotevné podpery: prechodná, pylón, koncová, s vyhábkou, 7 – podporné lano, 8 – medziľahlá stanica, 9 – traťový úsek (vyplnený z obyčajných koľajnic), 10 – kruhová stanica, 11 – návesný koľajnicový automobil

V závislosti od dĺžky rozpätia sa štruktúra trate SkyWay delí na dva charakteristické typy:

1 – obyčajná konštrukcia (rozpätie do 50 m)

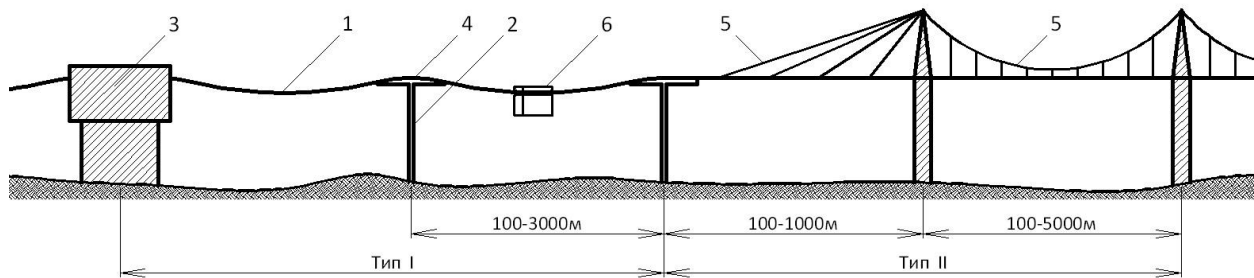
2 – s dopĺňujúcou podpornou lanovou konštrukciou (rozpätie viac ako 50 m) s umiestnením lana:

- a) Dole
- b) Zvrchu – s parabolickým prehybom
- c) Zvrchu – ako rahnové lano

3 – nosníková konštrukcia, so strunovým nosníkom (rozpätie do 500 m)

Podpery SkyWay sa delia na dva typy: kotevné (inštalované po 1000-5000 metroch alebo viac) a podporné (po 10-1000 metroch).

Závesný SkyWay má taktiež niekoľko prevedení, vrátane typu s podporným lanom (Obr. 16)



Obr. 16. Lineárna schéma závesného SkyWay:

1 – štruktúra trate strunovej koľaje (jedna alebo dve strunové koľajnice na jednu trasu), 2 – podporná podpera, 3 – kotevná podpera (umiestnená spolu so stanicou), 4 – sedlo (zabezpečuje plynulý prechod trasy cez medziľahlú podperu), 5 – podporné lano, 6 – návesný koľajnicový automobil

9. Aká veľká je napínacia sila pôsobiaca na struny?

Na jednu strunovú trať predstavuje napínacia sila u závesného SkyWay strednej triedy v priemere: od 200-250 ton u nízkorýchlostného až do 1000 ton u vysokorýchlostného typu. Pri napínacej sile pôsobiacej na vlákno s pevnosťou ťahu 100 kgf/mm² ich celková plocha prierezu v prvom prípade predstavuje 20-25 cm² na jednu koľajnicu a hmotnosť nie viac ako 20 kg/m. Ak sa struna vyplní napríklad pomocou troch vinutých oceľových káblov, priemer každého z nich bude okolo 35 mm. Minimálne zaťaženie bude u ultraľahkého nízkorýchlostného závesného SkyWay – do 10 ton, maximálne zaťaženie bude u ultraťažkého vysokorýchlostného návesného SkyWay – 1500 ton alebo aj viac.

Pre porovnanie: laná moderných visutých mostov dosahujú rozmery 1500 mm, a napínacia sila na ne pôsobiaca dosahuje 200 ton alebo viac. Mimochodom, Skyway a visutý most majú približne rovnakú prenosnú kapacitu čo sa týka tak prepravy osôb ako aj nákladu.

Odhadované napätie strún v strunovej koľajnici závisí od dĺžky rozpätia, hmotnosti autobusa, rýchlosti ako aj od typu závesu – pri pevnom závese kolies a pevných tlmičoch v autobuse je nutné veľmi vysoké napätie strún, aby sa zabezpečila vysoká dynamická rovnosť trate a plynulosť jazdy.

Projektovanie dizajnu SkyWay teda skôr pripomína projektovanie lietadla, pri ktorom taktiež obrys tela, plocha krídiel, vzletová hmotnosť atď. nemôžu mať ľubovoľné parametre, než projektovanie železničnej trasy, hoci dokumentáciu SkyWay preposielajú úradníci často na expertízu práve železničiam. Keďže títo nikde nemôžu nájsť podvaly alebo dvojkolesia, pravidelne dávajú negatívne posudky na naše z ich pohľadu chybové riešenia. Nie je to zle, ani dobre – také sú jednoducho špecifiká SkyWay, a treba sa s tým vyrovnáť.

Na požadovanú hodnotu predpätia struny má významný vplyv tuhosť v ohybe tela koľajnice, t.j. jej konštrukčné vlastnosti.

Pri vysokorýchlostných SkyWay môže byť strunová koľajnica vyplnená s veľmi vysokou tuhosťou v ohybe, prevyšujúcou ohybnú tuhosť konvenčných železničných koľajníc aj 1000 násobne (spôsob, akým sa to dá dosiahnuť je predmetom mnohých know-how SkyWay). To umožňuje niekoľkonásobne znížiť potrebné napätie struny.

10. Aké je maximálne rozpätie medzi dvoma podperami?

Dráha traťovej štruktúry návesného SkyWay s rozpätím presahujúcim 50-100 metrov musí byť podporovaná špeciálnym lanom (umiestneným zdola alebo zhora), teda musí byť vyplnená na spôsob visutých alebo zavesených mostov. Berúc do úvahy malú hmotnosť traťovej štruktúry a koľajnicových automobilov, laná s priemerom 100 mm z vysokopevnostných oceľových vlákien zabezpečia podporu podpier návesného SkyWay s dĺžkou do 1500 m, laná s priemerom 200 mm – do 3000 m.

U závesného SkyWay s previsnou traťovou štruktúrou pri využití vysokopevnostnej ocele použitej na výrobu aj struny aj koľajníc predstavuje maximálne rozpätie 3000 m.

Moderné vysokopevnostné kompozitné materiály použité pri výrobe struny zabezpečia maximálnu dĺžku rozpätia od 4500 do 5000 m.

11. Nakol'ko pevná je štruktúra strunových koľají?

Dôležitá je relatívna pevnosť trate: pomer medzi prehybom konštrukcie pod vplyvom vozidla umiestneného v strede (resp. štvrtine) rozpätia k dĺžke celkového rozpätia.

Moderné mosty, vrátane visutých, projektujú v Rusku aj v zahraničí s predpokladanou relatívnou deformovateľnosťou rovnajúcej sa 1/400 – 1/800. Návesný Skyway je projektovaný ako mimoriadne pevná konštrukcia. Napríklad, prehyb strunovej koľajníc na vzdialenosti 50 m pod vplyvom vysokorýchlostného autobusu predstavuje menej ako 10 mm, resp. 1/5000.

Takým spôsobom bude pre pohybujúce sa koleso strunová koľajnica omnoho rovnejšia, ako napríklad vysokorýchlostná železničná trať položená na modernom železobetónovom alebo oceľovom moste.

Konštrukčné (montážne) prehyby prvkov traťovej štruktúry pod vplyvom vlastnej hmotnosti sú uvedené v tabuľke. 1

Tabuľka 1

Prehyby struny návesného SkyWay pod vplyvom vlastnej hmotnosti

Dĺžka rozpätia, m	Statický (montážny) prehyb prvkov konštrukcie			
	Struny vnútri koľajníc		Struny podporného lana	
	Absolútny prehyb, cm*	Relatívny prehyb	Absolútny prehyb, m**	Relatívny prehyb
25	1,6	1/1600	—	—
50	6,3	1/800	—	—
75	14,1	1/530	—	—
100	25	1/400	0,25	1/400
250	—	—	1,56	1/160
500	—	—	6,25	1/80

Dĺžka rozpätia, m	Statický (montážny) prehyb prvkov konštrukcie			
	Struny vnútri koľajnice		Struny podporného lana	
	Absolútny prehyb, cm*	Relatívny prehyb	Absolútny prehyb, m**	Relatívny prehyb
750	—	—	14,1	1/53
1 000	—	—	25	1/40

*Prehyb struny je ukrytý (zašitý) vnútri tela strunovej koľajnice, koľajnica je vyplnená bez previsov, priamo, alebo s opačným oblúkom dovrchu

**Prehyb lana umiestnený pod traťovú štruktúru alebo nad ňou..

12. Môže v štruktúre strunových koľají dôjsť k teplotným deformáciám?

Pozdĺžne teplotné deformácie sa nebudú vyskytovať vôbec, a to ani v tele či hlave koľajnice, ani v strune – ich dĺžka zostane nezmenená tak v lete ako aj v zime. Koľajnica ani struna nebudú mať po dĺžke dilatačné škáry, tak ako ich nemajú napríklad ani telefónne drôty alebo prenosové linky, ktoré sú, rovnako ako struny v koľajnici, zavesené k podperám s previsom a ťahajú sa bez škár na mnohé kilometre. Avšak, zmena teploty v konštrukcii povedie k zmenám jej napätia.

Traťová štruktúra SkyWay je navrhnutá tak, aby v koľajnici alebo strune pri akýchkoľvek teplotných zmenách vzniklo len ťahové napätie, preto konštrukcia nebude môcť stratiť stabilitu, k čomu by mohlo inak dôjsť pri výskyte tlakových síl.

Napríklad, pri maximálnom teplotnom rozdieli 100 ° C (napr. od +60 ° C na slnku v lete do -40 ° C v zime), bude maximálny rozsah zmien ťahových napätí v oceľových prvkoch strunovej koľajnice predstavovať asi 2400 kgf/cm², u struny samotnej od 7600 kgf/cm² (v lete) do 10,000 kgf/cm² (v zime). U tela a hlavy koľajnice bude takýto rozsah predstavovať hodnoty od 0 do 2400 kgf/cm². Pri znížení teplotných výkyvov sa napäťovo-deformačné hodnoty znížia úmerne poklesu rozdielu.

13. Môžu teplotné zmeny spôsobiť skrivenie dráhy?

Pri zmenách teplôt môže dôjsť k ohnutiú dráhy v rovine previsu struny (vo zvislej rovine), ktoré je priamo úmerné jeho počiatočnému previsu a relatívnej zmene napätia. Pri teplotnej zmene 100 °C (alebo relatívne neutrálnej hodnote 50 °C) bude maximálny vertikálny ohyb na dráhe s rozpätím 30 m predstavovať okolo 2 mm, resp. 1/10000. V zime sa dráha ohne smerom hore o 2 mm, a v lete smerom dole tiež o 2 mm.

Takéto drobné nerovnosti sa dajú ľahko vykompenzovať správnym zavesením kolies a nemajú vplyv na plynulosť jazdy unibusu, a to ani pri rýchlostiach dosahujúcich 500 km/h. Navyše, keďže povaha teplotných ohybov umožňuje ich vopred určiť a zadefinovať na základe teploty vzduchu, počítačom riadené zavesenie kolies bude automaticky regulovať profil dráhy.

Okrem toho, existujú určité konštrukčné a technologické know-how, ktoré dokážu odstrániť skrivenie dráhy pri teplotných rozdieloch.

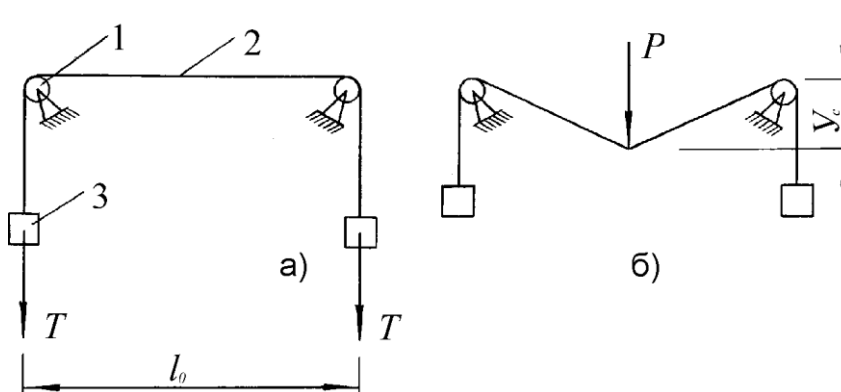
14. Bude mať vozidlo pri svojom pohybe vplyv na zaťaženie strún?

Bude, ale len zanedbateľný (do 1%). Je to vďaka vlastnostiam kinematickej schémy samotnej štruktúry strunových koľají. Na obr. 17 je znázornený modulárny systém, v ktorom napínacia sila (úmerne s ňou aj vnútorné napätie) v strune nezávisia od veľkosti vonkajšieho zaťaženia P , ale len od napätia T .

Takúto konštrukciu možno transformovať na lineárnu schému veľkého rozsahu (Obr. 18).

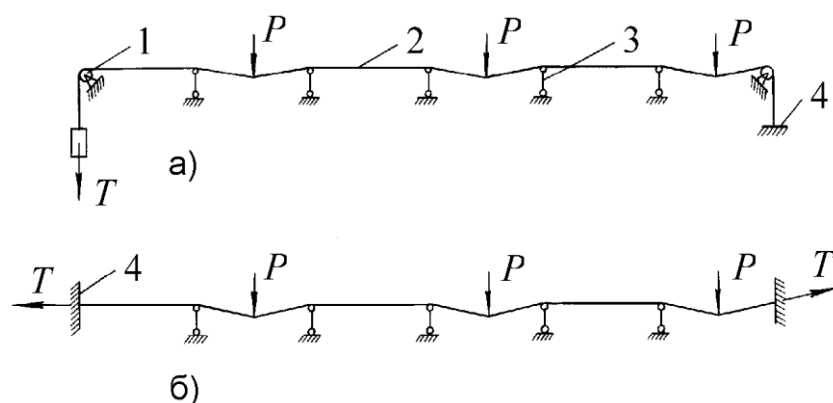
Analýza ukázala, že pri $P < 0,02 T$ (čo je stav pozorovaný u SkyWay) napätovo-deformačné stavy konštrukcie, znázornené na obr. 17 a 18, sa líšia od seba hodnotami neprevyšujúcimi 1% (presnejšie 0,1-0,5%). Takýto rozdiel v rámci inžinierskych výpočtov je možné ignorovať a jednotlivé konštrukcie možno považovať za identické.

To jednoznačne odlišuje SkyWay od ostatných stavebných konštrukcií, napríklad, od mostov a nadjazdov, ktoré počas svojej prevádzky prechádzajú miliónmi záťažovými cyklami, pričom pri každom zaťažení jednotlivých prvkov konštrukcie, napríklad pri zaťažení výstuže betónových nosníkov, sa toto zaťaženie zvyšuje 2 násobne alebo viac. To neskôr vedie k únavovému javu v konštrukcii, čo znižuje jej životnosť a zvyšuje prevádzkové náklady na opravy.



Obr. 17. Strunový modulárny systém

a) Bez vonkajšej záťaže b) so záťažou 1 – modul 2 – struna 3 – záťaž



Obr. 18. Strunová lineárna schéma

a) S modulom na konci struny b) s uzatvorením na konci struny 1 – modul 2 – struna 3 – závesová podpera 4 – uzáver (kotva)

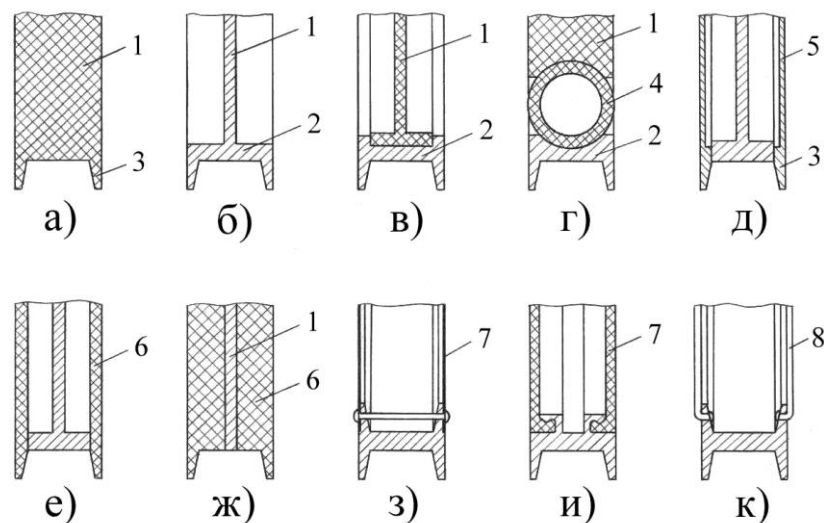
Nakoľko dynamický napäťovo-deformačný stav SkyWay sa počas celej doby prevádzky prakticky nemení, bez ohľadu na množstvo zaťaže za danú dobu, zvyšuje sa tým aj trvanlivosť štruktúry strunových koľajníc.

15. Ako presne sa budú sledovať parametre trate?

Ľavá a pravá strunová koľajnica sú vzájomne spojené každých 10-20 m špeciálnymi priečnymi spojnicami, ktoré fixujú koľajnicu rovnakým spôsobom, ako železničné podvaly fixujú železničnú koľaj. V priestore medzi spojnicami predstavuje bočné napätie, napríklad pod vplyvom silného nárazového vetra (uragán) približne 100-150 kgf na jedno koleso, čo je sila schopná zmeniť rozchod koľají v dôsledku prehnutia strunovej koľajnice o približne 1-2 mm, a toto nepredstavuje nebezpečenstvo pre pohybujúce sa kolesá unibusu s rýchlosťou do 500 km/h.

16. Čo sa stane s vozidlom, ak sa trať „rozíde“?

Takéto nebezpečenstvo existuje na železničných koľajniciach, vrátane vysokorýchlostných. Je známych mnoho prípadov havárií vlakov práve z tohto dôvodu. Je to spôsobené tým, že koleso vlaku má len jeden hrebeň. V SkyWay má každé koleso dve príruby (jedna príruha je na ľavej strane a druhá na pravej strane hlavy koľajnice, vid' obr. 19) a nezávislú suspenziu.



Obr. 19. Konštrukcia podpernej časti kolesa (varianty)

a), b) – integrálne (monolitické) koleso c), d), h), i), j) – kombinovaný s pohyblivým bahorom
e), f), g) – kombinované s pohyblivými prírubami 1 – telo kolesa 2 – bahor 3 – príruha 4 – pružný prstencový prvok; 5 - elastická doska; 6 - pružný disk; 7 - membrána; 8 - spica

Z tohto dôvodu je pre vozidlo šírka koľají nepodstatná. Napríklad, zavesenie kolesa je možné naprojektovať tak, že zmena v rozchode koľají (napríklad o 10 mm) nielenže nepovedie k vykoľajeniu, ale vytvorí systematizovaný pohybový režim.

V tomto zmysle zide ľahšie z trate automobil, ktorého na ceste udržujú len trecie sily. Aj preto končia autá v priekopách popri cestách (obzvlášť pri poľadovici) oveľa častejšie, ako vlaky, nakoľko tie sú na koľajniciach usmerňované pomocou hrebeňov na pároch kolies.

Okrem toho železničné vozne majú ešte jeden systém proti vykoľajeniu - bočné valce, ktoré dosadajú na bočné valivú plochu koľajnice, takže vždy udržiavajú projekčný rozchod koľají.

17. Pri obdobných konštrukciách sa spravidla používajú vinuté vlákna. Prečo je pri strunách SkyWay vhodnejšie použiť rovné vlákna?

Struna SkyWay má úplne inú funkciu, než napríklad lano žeriavu, ktoré sa neustále navíja na bubon (resp. odvíja), opakovane sa ohýba na nespočetných kladkách. Najdôležitejšou vlastnosťou vinutého lana je okrem jeho pevnosti – pružnosť. Tá sa dosahuje prepletením vlákien. Okrem toho sa vinuté lano lisuje do jednoliateho celku, takže sa nerozdrobí ak sa aj jednotlivé vlákna odtrhnú. Avšak v prípade pretrhnutia jednotlivých vlákien sa záťaž prerozdolí v dôsledku trecích síl medzi nepoškodené vlákna a tie sú potom preťažované.

K prepínaniu dochádza aj v dôsledku samotného prepletenia vlákien, pretože v mieste ich vzájomného kontaktu dochádza k zvýšenému opotrebeniu a pomerne vysokému kontaktnému napätiu.

V konečnom dôsledku to môže viesť k pretrhnutiu lana ako celku, preto sú jednotlivé vlákna tak starostlivo kontrolované. Okrem toho sú nite v prepletenom lane umiestnené v uhle k pozdĺžnej osi (a smerom k pozdĺžnemu zaťaženiu), čo znižuje ich nosnú kapacitu. Znížený je aj modul pružnosti lana:

$$(1,5-1,8) \times 106 \text{ kgf/cm}^2, \text{ zatiaľ čo u ocele } E = (2-2,1) \times 106 \text{ kgf/cm}^2.$$

Struna SkyWay je stacionárny prvok, nepotrebuje byť pružnou ani nepotrebuje mať žiadne z vlastností vinutého lana spomenutých vyššie. Naopak, struna zhotovená z rovných vlákien má niekoľko mimoriadne dôležitých pozitívnych vlastností:

1. V prípade poškodenia jednotlivých vlákien sa tieto skracujú po dĺžke (strunu je možné umiestniť do ochranného obalu, ktorý sa vyplní špeciálnym antikoroziom (solidol), v dôsledku čoho sa napätie neprenáša z jedného vlákna na druhé: konštrukciu ako celok už neovplyvňujú poškodenia jednotlivých vlákien.
2. V strune nedochádza k vysokému kontaktnému napätiu medzi vláknami, a teda nedochádza k lokálnemu opotrebeniu, defektom, zónam preťaženia atď.
3. Modul pružnosti je u struny taký ako u ocele - $(2-2,1) \times 106 \text{ kgf/cm}^2$.
4. Absencia požiadaviek struny na pružnosť umožňuje vyrábať strunu z vlákien s väčším priemerom (3-8 mm), takže bude mať nižšiu celkovú plochu a tým pádom bude odolnejšou voči korózii a mechanickému opotrebeniu.

To všetko zvýši životnosť konštrukcie a zníži spotrebu vysokopevnostnej ocele 1,2-1,5 krát v porovnaní s vinutým lanom.

18. Aká je pravdepodobnosť pretrhnutia struny?

Každá struna je vyrobená z niekoľko desiatok až stoviek vysokopevnostných vlákien a umiestnená je do ochranného plášťa vyplneného antikoroziom spojivom. To všetko je umiestnené vo vnútri oceľového vysokopevnostného tela (koľaje), vyplneného stužovacím tmelom (napríklad na báze epoxidovej živice). Zvrchu je konštrukcia pokrytá hlavou koľajnice. Takým spôsobom je struna spoľahlivo chránená od vonkajších vplyvov, tak atmosférických ako mechanických.

Pred inštaláciou prejde každé vysokopevnostné vlákno kontrolou kvality. Okrem toho, lineárna schéma SkyWay je nastavená tak, že prítomnosť pohybujúceho sa bremena mení (zvyšuje) ťahové napätie v strune len o približne 0,1-0,5% (viď obr. 18). Preto počas celej doby prevádzky SkyWay bude struna ako najdôležitejší konštrukčný prvok v prakticky konštantnom (statickom) napäťovo-deformačnom stave.

To tiež zvýši životnosť celého systému, nakoľko nebude dochádzať k únavovým javom.

Toto všetko umožňuje predpokladať, že SkyWay bude mať vyššiu životnosť ako jej najbližšia obdoba – visutý most, a presiahne 100 rokov. Nakoľko každé vlákno pracuje nezávisle od ostatných (nie sú prepletené a sú umiestnené v strune paralelne vedľa seba), jeho poškodenie, dokonca poškodenie aj 50% všetkých vlákien nepovedie k zrúteniu konštrukcie. Konštrukciu budú držať zvyšné nepoškodené vlákna, pričom napätie v ťahu v nich zostane nezmenené (zmeny môžu predstavovať do 1%). Ďalej, nakoľko klesne všeobecné napnutie struny, zvýši sa úmerne tomu jej vychýlenie na rozpätí. Napríklad, v prípade poškodenia 5% vlákien priehyb struny na celom rozpätí bude 31,5 mm namiesto 30 mm (viď. Obr. 13). Takto vzniknutá nerovnosť rovnajúca sa $31,5 - 30,0 = 1,5$ mm na rozpätí o dĺžke 30 m (relatívna nerovnosť 1/20000) nebude mať vplyv na fungovanie SkyWay.

Vyššie zmienené výhody neexistujú napríklad pri lanových dráhach (lanovkách) – ich oceľové laná sú vystavené agresívnym vplyvom atmosférického prostredia, opotrebovávajú sa, obzvlášť vlákna horných (vonkajších) vrstiev, po celý čas sa poškodzujú na remeniciach a počas svojho prevádzkového cyklu citlivo reagujú na mechanické vplyvy. A aj napriek tomu sú poškodenia lán na lanových dráhach, na ktorých sa niekedy dosahujú rekordné rozpätia až 3000 m, veľmi zriedkavé.

19. Čo sa stane v prípade úplného zničenia trate?

Zničiť (mechanicky rozrušiť) stovky mechanicky chránených vlákien v ľavej aj pravej koľaji, ktoré sú od seba vzdialené viac ako jeden meter, je technicky mimoriadne náročné. Pravdepodobnosť niečoho takého sa blíži k nule. Jednoduchšie by bolo vyhodiť do povetria lietadlo, no tie lietajú, lietali a budú vždy lietať. Zničiť strunovú koľajnicu je oveľa náročnejšie, aj keď samozrejme možné to je. Preto sa teraz pozrieme na možné dôsledky.

Priemerná vzdialenosť medzi vysokorýchlostnými unibusmi na trase je viac ako 3000 m, preto pravdepodobnosť, že na havarijnom úseku s rozpätím o dĺžke 30 m sa bude nachádzať unibus je 1/100. Pričom k vykoľajeniu dôjde len vtedy, ak bude trať zničená pred kolesami, a nie za nimi, pričom v takom prípade unibus dokáže z havarijného úseku ujsť.

Teda, pravdepodobnosť, že jeden z unibusov sa ocitne v havarijnej situácii je menej ako 1/100 v prípade úplného zničenia trate. Ostatné koľajnicové automobily nachádzajúce sa pred havarijným úsekom budú v rámci pohotovostného režimu zastavené a poslané opačným smerom alebo na protichodnú trať, ktorá bude dočasne prevedená na režim jednocestnej trasy.

20. Čím je podmienená rovnosť strunovo-koľajovej trate?

Za prvé, čo môže byť rovnejšie ako silne napnutá struna? Aj spočiatku nerovná a krivá sa vzpriami. Všetky pozdĺžne prvky dráhy (struna, hlava a telo koľajnice) sa bezohľadu na ročné obdobie nachádzajú v napnutom stave.

Za druhé, hlava koľajnice je s vysokou presnosťou vybrúsená po celej svojej dĺžke. Pritom makronerovnosti (viac ako 1 mm) budú odstránené justážou trate, mikronerovnosti (menej ako 1 mm) budú zbrúsené.

Za tretie, všetky položené prvky trate – hlava, telo, struna, podpera, základ podpory – budú fungovať v štandardnom režime len v pružnej fáze, bez akýchkoľvek plastických deformácií, ktoré majú tendenciu sa hromadiť a dosiahnuť kritické hodnoty.

Preto budú u SkyWay absentovať práce ako napríklad podbíjanie podvalu, vyrovňovanie koľajníc, dosypávanie výmoľov a násypov (ako na železničných tratiach), odstraňovanie koľají, výtlkov, látanie výtlkov, prepádov železničných spodkov, teplotných trhlín atď. (ako na cestách). Počas celého obdobia prevádzky nebude po celej dĺžke trate na hlave koľajnice SkyWay ani jediný spoj (presnejšie povedané budú, ale bez medzier či výškových rozdielov, škáry budú zvarené a zbrúsené). Bude to skutočná "hodvábna cesta."

21. Aká bude úroveň opotrebenia trate?

Vďaka nízkemu kontaktnému napätiu medzi kolesom a koľajnicou (15-20 kgf/mm² v porovnaní s 100-120 kgf/mm² na železničnej trati, čo je dané odlišnou, priaznivejšou geometriou ložiska kolesa) je opotrebovanie hlavy koľajnice SkyWay menej intenzívne, než je tomu pri železničnej doprave, kde opotrebovanie na úrovni koľajnice predstavuje 0,1-0,5 mm pri zaťažení o hmotnosti 100 mil. ton. Okrem toho, opotrebovanie hlavy koľajnice bude nižšie vďaka: a) menšiemu zaťaženiu kolesa, priaznivejšej dynamike v bode kontaktu kolesa s koľajnicou (namiesto kontaktu „kónické koleso – valcovitá hlava koľajnice“ sa v SkyWay realizuje kontakt „valcovité koleso – plochá hlava koľajnice“, čo nielen zníži kontaktné napätie, no zároveň výrazne znižuje odpor valivého pohybu kolesa) b) absencii práce koľajnice pod kolesom, c) vysokej úrovni tlmenia všetkých prvkov strunovej koľajnice – čo zamedzuje výskytu dynamického zaťaženia v dopravnej špičke.

Hrúbka hlavy koľajnice je zafixovaná na celý život prevádzky SkyWay (50-100 rokov). Napríklad, pre zabezpečenie celkového objemu prepravy 2-3 mld. ton postačí hrúbka hlavy 20-25 mm.

Okrem toho, strunová koľaj, alebo skôr jej hlava, bude vsadená po dĺžke (bez medzier) z technologicky vhodných kusov o dĺžke napr. 20 m. Opotrebovaná alebo inak defektná hlava koľajnice môže byť kedykoľvek nahradená.

22. Je známe, že pri vysokom mechanickom zaťažení materiál povoľuje. Aká je miera nebezpečenstva takéhoto zaťaženia u SkyWay?

Je pravdou, že akýkoľvek systém, a teda aj mechanický, má časom tendenciu dosiahnuť termodynamickú rovnováhu. Napríklad, v napnutom vlákne pri konštantnom predlžovaní sa ťahová sila časom znižuje. Pri prevádzkovom napätí v oceľovej strune o sile 100 kgf/mm² a vzdialenosti medzi jednotlivými kotevnými podperami 3000 m, bude počiatočné predĺženie (napínanie) vlákien v strune predstavovať okolo 15 m, čiže 1/200 jej pôvodnej dĺžky.

Približne obdobné počiatočné napätie a tomu úmerné predĺženie sa odohráva v predpätom vysokopevnostnom vlákne v železobetónových mostových konštrukciách, v lanách visutých a závesných mostov, v lanách televíznej veže Ostankino, v pružniciach dopravných vozidiel a v pružinách rôznych iných mechanizmov.

Najbližšou obdobou tomu je predpäté vlákno v predpätých železobetónových konštrukciách – podobne ako struna v SkyWay, je rovné (v mnohých stavebných konštrukciách sa používajú vinuté zosilené laná a povrazy, v ktorých je relaxácia podmienená nie len procesmi relaxácie v samotnej oceli, ale hlavne stlačením mnohovláknenného lana a zmenšením jeho priemeru) a je zabetónované so zvyškom konštrukcie.

Skúsenosti s prevádzkou mostov počas mnohých desaťročí ukázali, že relaxácia vysokopevnostného oceľového vlákna je zanedbateľná a nepredstavuje žiadne osobitné riziko.

Treba pripomenúť, že v tradičných železobetónových konštrukciách (na rozdiel od SkyWay) relaxuje, pričom oveľa silnejšie, predstlačený betón. Navyše, nosníky tradičných mostov relaxujú v ohybe, pričom výška nosníka je niekoľko desiatok ráz menšia ako jeho dĺžka, preto aj drobné deformácie rozťahnutej výstuže (v rozťahovanej časti) alebo stlačeného betóna (v stlačenej časti nosníka) povedú k niekoľkonásobnému prehybu nosníka pod zaťažením.

V SkyWay je struna, ktorá vo svojej podstate predstavuje predpätú výstuž, napnutá nie na betón, ale na kotevné podpery. Z tohto dôvodu je pre zníženie napätia v strune potrebné zmenšiť vzdialenosť medzi susednými kotevnými podperami. K citeľným zmenám dôjde, keď pokles predpätia bude predstavovať 10%, t.j. keď predpätie poklesne zo 100 na 90 kgf/mm². Aby sa také niečo udialo, jedna z podpier by sa musela zdvihnúť o 1,5 m (t.j. o 10% zo 15 m), čo je nereálne. Okrem toho, z druhej strany tej istej podpory by sa vzdialenosť k druhej kotevnej podpere musela zväčšiť o 1,5 m, čo by zvýšilo tlak na strunu na tomto úseku. To by samozrejme zabránilo akémukoľvek posunutiu podpory.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že vysokopevnostná oceľ struny SkyWay je prevádzkovateľná za vhodnejších podmienok a jej nevelká relaxácia, ktorá je prípustná pri dostatočne dlhej dobe prevádzky, bude 1-2 násobne menej nebezpečná, než relaxácia presne takej istej výstuže v tradičných predpätých železobetónových mostových konštrukciách, naprojektovaných so životnosťou 50 rokov. Z toho môžeme urobiť záver, že SkyWay bez problémov vydrží minimálne po dobu 100 rokov (podobne ako Eiffelova veža, ktorej oceľ je tiež náchylná na relaxáciu).

23. Aká je vzdialenosť medzi jednotlivými podperami?

Podpery sa delia na dva základné typy:

- a) Kotevné, v ktorých dochádza k ukotveniu struny (obr. 20)
- b) Prieběžné (podporné), ktoré podporujú traťovú štruktúru na úsekoch medzi kotevnými podperami (obr. 21)

Podpery budú v závislosti od povrchu terénu a požiadaviek na trať umiestnené: 1) v návesnom SkyWay: kotevné – každé 2-3 km (ak bude potrebné, vzdialenosť sa môže predĺžiť až do 10 km), prieběžné – každých 25-50 m (ak bude potrebné – 1000 m, prípadne aj viac), 2) v závesnom SkyWay: kotevné –

24. Budú na trase zákruty?

Vzhľadom na to, že pre Skyway nie je terén ako taký podstatný, trať možno viesť najkratšou možnou cestou, teda po priamke. V prípade nutnosti je samozrejme možné, aby trať bola zakrivená a to tak v zvislej ako aj vodorovnej rovine (obr. 22 a 23).

Pre dosiahnutie väčšieho pohodlia pri jazde (cestujúci by nemali pociťovať žiadne preťaženie na zákrutách) polomery zakrivenia dráhy pre dosiahnutie rýchlosti 300 km/h nesmú presiahnuť 10 km, pri rýchlosti 400 km/h – nie viac ako 15 km a pri rýchlosti 500 km/h – 20 km. Pri menších polomeroch otáčania horizontálnych kriviek by na nich mali byť zákruty. Krivky môžu mať menšie polomery aj o 1000 m, avšak na takých úsekoch nemôže rýchlosť prekročiť 100 až 150 km / h. Minimálny polomer zákrut je 10 m (na staniciach, terminálov, v depách – teda tam, kde rýchlosť vozidiel bude minimálna)

Zároveň na zakrivených úsekoch trate s polomerom menším ako 100 m bude koľajnica vyplnená bez strún (tak ako železnčné koľajnice) a budú ju podporovať nosníkové alebo trámové konštrukcie – konvenčné aj strunového typu).

Kotevná podpera môže byť kombinovaná so zvratmi na stanici (vid' Obr. 22), alebo môže byť spoločná na prelome dvoch traťových štruktúr. (vid' Obr. 23).

25. Do akej miery budú podpery zaťažované?

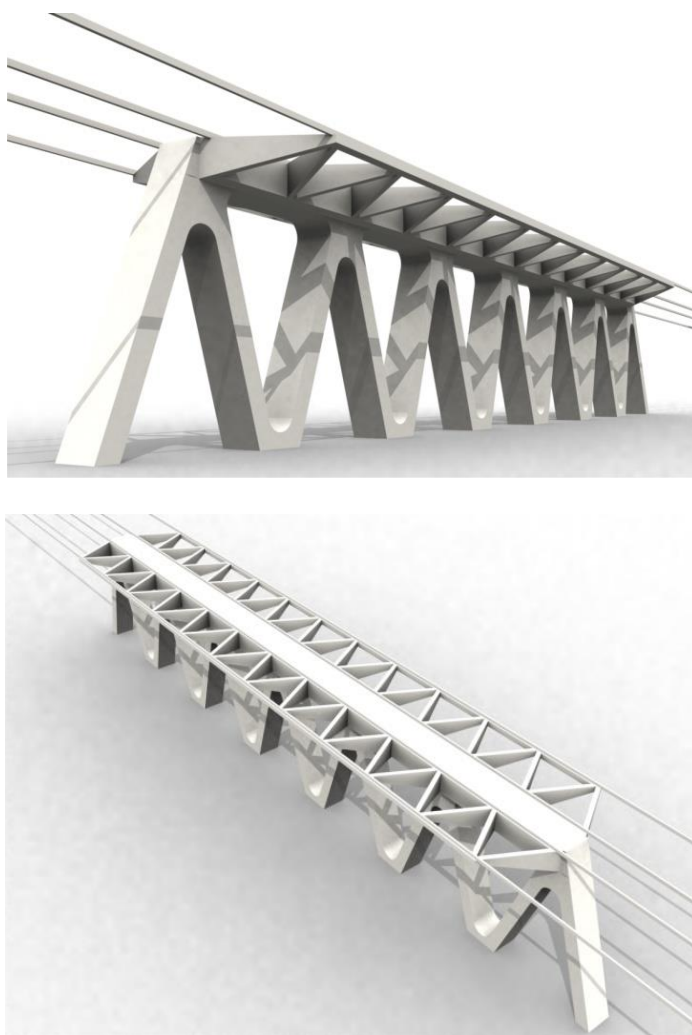
Po konštrukčnej a záťažovej stránke sa podpery SkyWay podobajú na podpery vedenia vysokého napätia ktoré, ako je známe, sú vystavované niekoľkonásobne nižším zaťaženiam než napríklad podpery moderných cestných alebo železničných mostov.

Minimálne zvislé zaťaženie na priebežnej podpere jednokoľajovej trate stredného SkyWay (s prihliadnutím na pohyblivé zaťaženie) predstavuje 10 ton (rozpätie 40 m), maximálne – 50 ton (rozpätie 500 m). Kotevné podpory počítajú s horizontálnym zaťažením predpätej struny a tela koľajnice. Takéto zaťaženie budú absorbovať iba koncové kotevné podpory, na priebežné (technologické) podpory, ktoré budú predstavovať cca 90% všetkých kotevných podpier, nebude vyvíjané žiadne horizontálne zaťaženie počas prevádzky trate, t.j. napätie od struny sa bude z jednej aj druhej strany vyvažovať.

Preto horizontálne (pozdĺžne) napätie napríklad 250 ton na jednej koľaji a 500 ton na podpornej podpere jednotraťovej trasy bude predstavovať nebezpečenstvo havarijné (v prípade, že všetky struny na trati budú poškodené z jednej strany podpory) a technologické (pri montáži, keď bude daná kotevná podpera koncovou, keďže ďalšia časť trate bude ešte nedokončená). V štandardnom režime prevádzky trate nebudú kotevné podpory (okrem koncových, masívnejších) zaťažené horizontálnym napätím.

So zvýšením hmotnosti koľajnicového vozidla, dĺžky rozpätia a pohybovej rýchlosti bude zaťaženie na podperách narastať. Aj tak však bude takéto zaťaženie v porovnaní so zaťažením na tradičných mostových podperách oveľa nižšie.

Na podpory bude vyvíjané dodatočné zaťaženie, s ktorým sa bude pri projektovaní počítať: vertikálne zaťaženie – pod váhou snehu alebo ľadu (v rozmedzí od 10 kgf na meter trate, alebo 300 kgf pri rozpätí 30 m), horizontálne: a) pozdĺžne – spôsobené zrýchľovaním alebo brzdením koľajnicového vozidla, pričom zaťaženie je prerozdelené na jednotlivé podpory, vrátane kotevných podpier. Na jednu priebežnú podporu pripadá nie viac ako 100-200 kgf b) priečne – vplyvom vetra pôsobiaceho na koľajnicové vozidlo, traťovú štruktúru a podpory (vďaka nízkej náveternosti plochy a výbornej aerodynamickosti všetkých prvkov SkyWay bude celkové zaťaženie pomerne nízke).



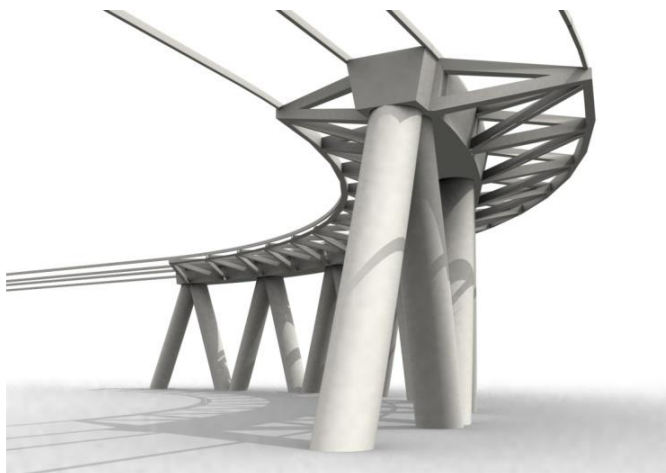
Obr. 20. Kotevná podpera dvojkoľajovej trate návesného SkyWay (variant)



**Obr. 21. Priebežná podpera malej výšky
jednokoľajového návesného SkyWay (variant)**

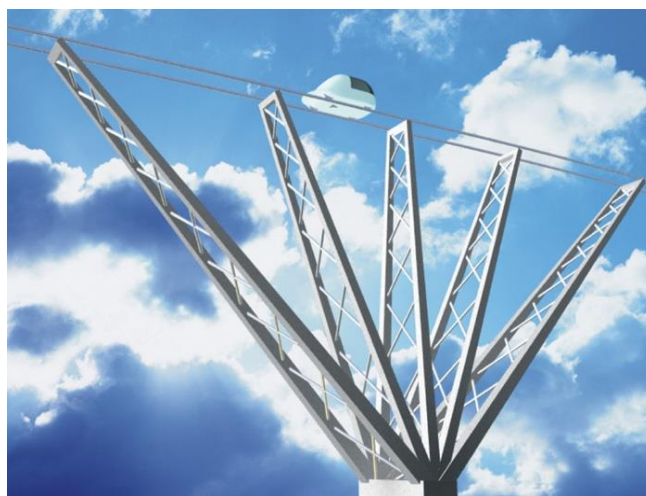


Obr. 22. Otočná kotevná podpera návesného SkyWay, spojená so stanicou.



Obr. 23. Otočná kotevná podpera dvojkoľajovej trate návesného SkyWay (variant) ант

26. Aké vysoké budú podpery?



Obr. 24. Vysoká podporná podpera, spojená s vertikálnou krivkou s veľkým polomerom (variant)

Minimálna výška podpier by mala zohľadňovať možnosť bezpečného prechodu pod traťovou štruktúrou SkyWay, napríklad poľnohospodárskych strojov, domácich a divokých zvierat, a predstavuje asi 3-4 m. V niektorých prípadoch sa môže výška podpier rovnať nule, pričom vtedy bude hlava koľajnice umiestnená na úrovni zeme (obr. 10) a traťová štruktúra bude položená na osobitnom podvalovom rošte, vloženom do asfaltu alebo podkladu. Maximálna výška podpier je podmienená len ekonomickou účelnosťou a môže dosiahnuť hodnotu 100 m alebo viac (obr. 24).

Optimálna výška podpier na rovinnom a málo členitom povrchu je 5-6 m. Takáto výška umožní prejsť prakticky akýmkoľvek lesom bez prílišného množstva priesečkov (pod traťou budú nízkorastúce výsadby, kríky, bobuľoviny atď.), automobilové cesty a železničné trate, menšie a stredne veľké rieky, čo minimalizuje zásahy do životného prostredia. Na veľmi nerovnom povrchu priemerná výška podpier bude predstavovať 10-20 m, prípadne aj viac.

27. Aké množstvo materiálu je potrebné na výrobu podpier?

Nie príliš veľké. Podpery môžu byť železobetónové alebo ocelové. V prvom prípade, pri priemernej výške 6 m, bude spotreba železobetónu na výstavbu podpier na kilometrovom úseku dvojkoľajovej trate SkyWay predstavovať okolo 200 m³ (pre porovnanie: spotreba železobetónu na obojstranné ohradenie vysokorýchlostnej železničnej trate dosahuje 750 m³/km). Podpery SkyWay budú lacnejšie a menej náročné na stavebný materiál než, napríklad, ohradenie vysokorýchlostnej železničnej trate (bez takéhoto ohradenia nie je možné zabezpečiť stopercentnú bezpečnosť, t.j. dokonca los, divé prasa alebo krava môžu spôsobiť vykoľajenie vlaku v prípade, že by sa dostali na trať).

Ak porovnáme spotrebu železobetónu na podpery SkyWay s nárokmi na výstavbu železobetónových podvalov železničnej koľaje, asi 1/3 podvalov stačí na vyrobenie podpier trate SkyWay na rovnako dlhom úseku. Ak by sa podpery vyplňali oceľovými podvalmi, spotreba ocele by bola taktiež neveliká, okolo 50 t/km pri jednokkoľajovej trati, čo je oveľa menej ako je celková hmotnosť jednej súčasnej železničnej koľaje rovnakej dĺžky (na 1 km trate)

28. Budú sa podpery kolísať? Ak áno, môže to mať vplyv na rovnosť dráhy a bezpečnosť dopravy?

Traťová štruktúra SkyWay spočíva na zvršku podpier, ktoré sa môžu pohybovať v troch možných smeroch: pozdĺž, naprieč a dole. Napríklad, pri výške podpery 10 m a pohybe jej zvršku v smere dráhy unibusu (pozdĺž trate) o 100 mm dôjde k spusteniu spodku len o 0,5 mm, čo sa nijakým významným spôsobom neodráža na rovnosti trate (pri pohybe o 10 mm by sa spodok spustil len o 0,005 mm).

Pohyb podpery smerom dolu pod vplyvom hmotnosti konštrukcie a koľajového vozidla bude daný pevnosťou konštrukcie pri kompresii a nosnosťou základu a spodku. Pri pilótovom základe vsadenom do hĺbky 10 m sú vylúčené akékoľvek posuny v spodku, ak je napríklad štandardná pilóta do 100 ton vsadená nadoraz a kalkulované zaťaženie pôsobiace na ňu je 20 ton (aby vôbec došlo k pohybu pilóty, musela by táto byť rozmytá vodou do hĺbky 3 metrov, čo je málo pravdepodobné dokonca aj pri záplavách).

Preto sa vertikálny pohyb zvršku podpory bude pohybovať v rozmedzí do 1 mm aj pri mimoriadne nepriaznivých vonkajších zaťaženiach, pričom takýto pohyb sa bude vyskytovať v pružnej časti a nedôjde k hromadeniu plastických deformácií. Najväčšie nebezpečenstvo predstavujú priečne posuny zvršku podpory, ktoré povedú k bočnému zakriveniu dráhy. Bezpečným bude zakrivenie do 5 mm na vzdialenosť 50 m – pri takejto odchýlke je možné cestovať bezpečne a pohodlne aj pri rýchlostiach do 500 km/h. Z tohto dôvodu sú priebežné podpory projektované s väčšou pevnosťou v priečnom než pozdĺžnom smere, vďaka čomu aj pri veľmi nepriaznivých podmienkach (nárazový uragánový vietor, bočné zaťaženie od kolesa) dôjde k bočným vibráciám podpier len v rozmedzí prípustných hodnôt. Aby sa docielila eliminácia následkov nepredvídaných pohybov podpier, každá podpera má systém justáže trate, zabezpečujúci presnosť na 1 mm.

29. Čo sa stane, ak budú podpory zničené, napríklad v dôsledku teroristického útoku?

K havárii na trati to nepovedie. Ved' trať, a teda aj nosná struna, je súvislá. Pád podpory (každá podpera bude pripevnená k traťovej štruktúre pomocou špeciálneho odnímateľného mechanizmu, podobnému chvostu jašterice) povedie len k dvojnásobnému predĺženiu rozpätia a určitému zvýšeniu deformácie trate. Na to zareaguje záves kolesa a cestujúci nič nepocítia. Preto v prípade, že teroristi vyhodia do povetria aj niekoľko podpier v rade, trasu ako celok neznefunkčia. SkyWay bude mimoriadne životaschopným dopravným systémom, odolným nielen voči teroristickým útokom, ale aj voči prírodným živlom: zemetraseniu, tornádam, zosuvom pôdy, záplavám...

Dokonca ak by boli zničené aj všetky priebežné podpory v rade, traťová štruktúra medzi kotevnými podperami by ľahla k povrchu zeme a po takejto predpätej konštrukcii, hoci aj ležiacej na slabom spodku, sa bude možné pohybovať nižšou rýchlosťou.

30. Čo ak sa pokazí kotevná podpera?

Na zničenie kotevnej podpory, berúc do úvahy jej pevnosť a masívnosť, by bolo potrebných najmenej 100 kg TNT a starostlivá príprava explózie. No to je prakticky nemožné, nakoľko SkyWay bude disponovať rozvetveným bezpečnostným systémom, zahŕňajúcim tak elektronickú kontrolu stavu všetkých prvkov trate a koľajového vozidla, ako aj vizuálnu, napríklad letecký monitoring na špeciálne vybavenom vrtuľníku.

Nevyhnutné prípravy teroristov budú operatívne odhalené a budú prijaté potrebné bezpečnostné opatrenia, napríklad zastavenie premávky na nebezpečnom úseku trate.

Ale aj keby bola zničená kotevná podpera, trať SkyWay nebude vyradená z činnosti, nakoľko ukotvenie strún bude uskutočnené tak, že prenos napätia na nasledujúci úsek trate sa uskutoční obídením tela podpory pomocou špeciálnej ocelevej konštrukcie. Inými slovami, celistvosť trate nebude dotknutá ani pri zničení tela kotevnej podpory.

31. Nakoľko bezpečné budú samoriadiace vozidlá?

Práve človek (alebo tzv. „ľudský faktor“) je tým najslabším, najzraniteľnejším a najnebezpečnejším článkom v riadení dopravy, obzvlášť tej vysokorýchlostnej, kde sú niekedy desiatky, inokedy aj tisícky účastníkov premávky. Toto si už dávno uvedomili a celému svetu to demonštrujú japonci – za posledných 30 rokov vysokorýchlostné železnice v Japonsku prepravili viac ako 5 mld. cestujúcich a ani jeden z nich nezahynul. V takých vlakoch nie sú rušnovodiči, sú riadené elektronicky (počas prvých rokov do kabín inštalovali figuríny rušnovodičov aby tak upokojili cestujúcich). Z tejto skúsenosti si berie príklad aj SkyWay.

Pri prvých jazdách SkyWay môže koľajové vozidlo riadiť rušnovodič, nakoľko vytvorenie automatizovaného systému riadenia môže byť pomerne finančne náročné a pri prvotnom nízkosériovom využití neefektívne. Neskôr, v závislosti od rozvoja siete SkyWay, bude postupne doprava prechádzať na bezpilotný režim.

32. Aká je pravdepodobnosť zrážky vozidiel na trati?

Pravdepodobnosť zrážky je takmer nulová. Unibusy sa na tej istej koľaji nebudú dobiehať a už vôbec nie predbiehať: budú sa pohybovať s rovnakou rýchlosťou a nemennou vzdialenosťou, ktorá bude prevyšovať veľkosť brzdnej dráhy nevyhnutnej pre núdzové zastavenie.

SkyWay bude mať dva brzdne režimy: služobný (zrýchlenie 1m/s^2 , brzdna dráha pri rýchlosti 300 km/h – viac ako 3500 m) a havarijný ($2,5\text{ m/s}^2$, brzdna dráha – 1400 m). Ak sa budú dva za sebou idúce unibusy pohybovať vo vysokorýchlostnom režime v minimálnej vzdialenosti od seba, napr. 200 m , a jeden z nich začne spomaľovať so zrýchlením 1m/s^2 (čo si vyžaduje zapojenie veľkých brzd), za ním sa pohybujúci unibus ho dobehne s relatívnou rýchlosťou 72 km/h za 20 sekúnd . Tento čas je postačujúci na adekvátnu reakciu systému riadenia v danej neštandardnej situácii tak v manuálnom, ako aj automatizovanom režime riadenia.

Dopravné nehody, ku ktorým dochádza na automobilových cestách (na nich zahynie za rok na celom svete približne $1,5\text{ mil.}$ ľudí a viac než 10 mil. sú vážne zranení) vznikajú z nasledovných dôvodov:

1. Každý automobil je riadený samostatne, bez koordinácie s ostatnými účastníkmi premávky (predbiehanie, otáčenie, prílišné priblíženie sa áut, vjazd do opačného pruhu atď.).
2. Odstup medzi jednotlivými automobilmi v pohybe je pomerne malý ($10\text{--}50\text{ m}$) a brzdna dráha je častokrát kratšia, než je nevyhnutná pre bezpečné zastavenie vozidla.
3. Spomalenia a neadekvátne reakcie vodičov na kolízne situácie na cestách atď.

Takýchto kolízií u SkyWay nebude: doprava sa bude riadiť z jedného centra pomocou linkových (umiestnených na trati) a palubných počítačov napojených na sieť, a teda potreba vodiča odpadá. Zároveň s tým budú všetky manévry (zastavenie, zjazd z trasy alebo vjazd, zmena rýchlosti atď.) dopredu odsúhlasené so všetkými účastníkmi premávky, s prihliadnutím na skutočný stav trate, unibusu a momentálne podnebné podmienky (vietor, dážď, sneh atď.). Vďaka tomu bude nehodovosť u SkyWay nižšia ako na súčasných železničných tratiach či v leteckej doprave, kde každoročne zahynie v dôsledku nehôd menej ako 1000 osôb , t.j. SkyWay bude niekoľko tisícnásobne bezpečnejší ako automobilová cestná doprava.

33. Aká je dynamická pevnosť trate?

V SkyWay, rovnako ako v akomkoľvek inom vysokorýchlostnom dopravnom systéme, je dôležitá dynamická pevnosť, nie statická. Pri štúdiách konštrukčných vlastností traťovej štruktúry a pohybového režimu unibusov sa nepotvrdili nijaké rezonančné javy v koľajnicovej strune (pri rýchlostiach 400-500 km/h). Navyše, kolísavosť trate vzniká a ďalej prebieha za pohybujúcim sa unibusom a opäť zaniká po 0,1-0,5 sek., takže nasledujúci unibus sa už bude pohybovať nerušené po dokonale hladkom spodku.

Využitie sú tu tie isté princípy ako pri projektovaní visutého mosta: jeden alebo druhý prvok musí tlmiť vibrácie konštrukcie vo svojom frekvenčnom rozsahu. Takým spôsobom sa budú eliminovať možné vibrácie či už nízkofrekvenčné alebo vysokofrekvenčné, vibrácie pod vplyvom unibusu a ich prejazdov, ako aj vibrácie v dôsledku poveternostných podmienok atď.

Vzhľadom k vysokej zotrvačnosti a vysokej pevnosti vysokorýchlostnej strunovo-koľajnicovej trate, ktoré sú dané jednak napätím struny, ako aj pevnosťou koľajnice v ohybe, sa bude dynamická amplitúda vibrácií konštrukcie svojimi hodnotami len mierne líšiť od statickej, t.j. jej hodnota bude menej ako 1/5000. (pre porovnanie, povrch automobilovej cesty sa považuje za rovný, ak medzera pod trojmetrovou latou priloženou k povrchu vozovky nie je viac ako 10 mm, v takom prípade má povrch relatívnu nerovnosť 1/300).

Pri nízkych rýchlostiach (do 100 km/h) bude relatívna rovnosť strunovej koľajnice na rozpätí postačujúcou, ak sa jej hodnoty budú nachádzať v rozmedzí 1/1000.

34. Keď sa bude vozidlo pohybovať po strune, nepovedie to k nadskakovaniu ako na vlnách?

Po prvé, unibus bude premávať nie po strune, ale po koľaji, ktorej pevnosť v pohybe bude vyššia než je pevnosť v pohybe železničnej koľajnice P-75, v určitých prípadoch až 1000 násobne (napríklad pri strune fo forme nosníka). Preto sa pod kolesom unibusu bude strunová koľajnica správať nie ako poddajná niť, ale ako pevný trám – pod vplyvom koncentrovaného zaťaženia od kolies predstavuje lokálny polomer zakrivenia (ohybu) strunovej koľajnice 1 km alebo viac. Vďaka tomu bude pohyb kolesa koľajového vozidla plynulý, bezúderový, a to tak v strede rozpätia, ako aj nad podperou.

Po druhé, na vlne jazdia súčasne automobilové alebo železničné súpravy (vrátane vysokorýchlostných) ak je ich traťová štruktúra na podperách prevedená v estakádnom štýle. V dôsledku kompromisu medzi požiadavkami na zníženie spotreby materiálu nosnej konštrukcie a požiadavkami na maximálne možné hodnoty pevnosti traťovej štruktúry pod vplyvom zaťaženia pohybujúceho sa vozidla, bola na celom svete prijatá štandardná relatívna pevnosť nosných konštrukcií mostov a nadjazdov s hodnotami 1/400-1/1000. Napríklad, na vysokorýchlostných železničných tratiach je jej hodnota 1/1000-1/2000. Preto pri pohybe vysokorýchlostného vlaku po moste s rozpätím 30 m sa bude koleso pohybovať po sínusoide s amplitúdou 15-30 mm a vlnovou dĺžkou 30 m. Pritom dvojkoľesie štandardného vlaku je pomerne ťažké (môže vážiť až 1 tonu) a záves je pomerne pevný. Aj napriek tomu je cestovanie po vysokorýchlostnej železnici pomerne pohodlné, bez vibrácií a hluku – celkom určite pohodlnejšie než jazda v autobuse.

Strunovo-koľajnicová dopravná štruktúra je naprojektovaná podľa rovnakých noriem, podľa akých v súčasnosti navrhujú všetky mosty, nadjazdy, estakády, viadukty a iné dopravné konštrukcie položené na podperách. Z tohto dôvodu bude pevnosť trate SkyWay podobná, ako je pevnosť mostov či nadjazdov budovaných pre vysokorýchlostné železničné trate. Pritom však treba spomenúť, že pohyb kolesa železničného vozidla bude plynulejší a tichší, nakoľko jeho hmotnosť bude nevelká, len asi 40-60 kg. Zároveň bude mať každé koleso nezávislý a dostatočne mäkký záves s dvoma prírubami; bahor a stupica kolesa budú oddelené pružnou polymérovou vrstvou - tlmičom.

Okrem toho hlava strunovej koľajnice bude na každom nosníku ohnutá voči podperám, veľkosť takéhoto ohnutia bude v strede rozpätia predstavovať 10-15 mm, čo sa rovná hodnote deformácie pod vplyvom odhadovaného zaťaženia.

Okrem toho, každý strunovokoľajnicový nosník, deformovaný pod vplyvom hmotnosti koľajnicového vozidla, sa opäť narovná do priamky a koleso sa tak bude pohybovať po mimoriadne rovnej trati.

Nerovnosť trate vzniká v dôsledku toho, že unibus nemá pevne stanovenú hmotnosť (zmena hmotnosti môže u dvadsaťmiestneho modulu dosahovať 2000 kg, nakoľko sa tento môže po trati pohybovať plný, ako aj prázdny), a taktiež kvôli premenlivosti zaťaženia strún a tela koľajnice (v zime a lete môže tento rozdiel predstavovať 50-100 ton).

V dôsledku toho môžu v niektorých časových obdobiach (napríklad v silných horúčavách a naopak v studených mrazoch) pri niektorých unibusoch vzniknúť nerovnosti trate dosahujúce 3-5 mm v strede rozpätia nosníka, čo predstavuje relatívne zaťaženie $1/5000$ - $1/10000$.

V iných obdobiach môžu nerovnosti na trati dosahovať hodnoty $1/10000$ - $1/15000$, čo je omnoho lepší parameter ako pri vysokorýchlostných železničných tratiach na estakádach.

35. Nakoľko bude koľajové vozidlo SkyWay finančne úsporné v porovnaní s osobným automobilom?

V porovnaní s vysokorýchlostným päťmiestnym osobným automobilom bude elektrický unibus SkyWay úspornejší v prepočte na jedného cestujúceho pri rovnakej rýchlosti približne 20 násobne, 3-5 násobne sa zlepši aerodynamika, 2-3 násobne bude vyšší koeficient účinnosti motora (účinnosť elektromotora bude viac ako 90%, reálna účinnosť spaľovacieho motora - cca 30%), 2-3 násobne sa zvýši nosná kapacita a 1,5-2 krát sa znížia mechanické straty (najmä v pomere „koleso-trat“: u SkyWay to bude „oceľ-oceľ“, u automobilu je to „pneumatika-asfalt“).

Merná spotreba elektrickej energie v Skyway, v jednej z variánt prevedenia, bude: pri rýchlosti 300 km/h - $0,2-0,3 \text{ kW} \times \text{h/t} \times \text{km}$ pre nákladné vozidlá a $0,015-0,25 \text{ kW} \times \text{h/pas.}$ pri preprave osôb.

Pri rýchlosti 400 km/h tieto parametre dosiahnú hodnoty $0,04-0,05 \text{ kW} \times \text{h/t} \times \text{km}$ pre nákladné vozidlá a $0,035-0,045 \text{ kW} \times \text{h/pas.} \times \text{km}$ pri osobnej preprave.

Vyššie uvedené parametre sa týkajú koľajových vozidiel s nosnosťou 4000 kg a dvadsať miestnych unibusov vybavených motorom s výkonom 60-120 Kw (pre max. rýchlosť 300 km/h) resp. 150 a 300 kW (pre max. rýchlosť 400 km/h). Ak je to potrebné, je spotrebu elektrickej energie možné prepočítať ako spotrebu paliva: $1 \text{ kW elektrickej energie} \times \text{h} = 0,3 \text{ litra benzínu}$. Vysokorýchlostný koľajnicový automobil SkyWay je jedným z najúspornejších známych dopravných prostriedkov. Vysoká úspora je dosiahnuteľná obzvlášť pri nižších rýchlostiach, typických pre osobné automobily, t.j. okolo 100 km/h

Pri ustálenom pohybe na vodorovnom úseku trate 40-miestneho unibusu s hmotnosťou 10 ton pri takejto rýchlosti je potrebný motor so silou 9 Kw (z čoho 6,6 Kw pripadá na aerodynamický odpor karosérie, 1,5 Kw pripadá na valivý odpor kolies, 0,9 Kw predstavujú straty v prenose energie). Spotreba paliva pri dieselovom motore na 100 km trate predstavuje 2,7 litra (alebo 0,054 l/100 pas. x km alebo 0,54 l/1 000 pas. x km). Najlepšie 4-miestne osobné automobily spotrebujú 20-30 krát viac paliva - 1-1,5l/100 pas. x km)

36. Aká je úroveň otáčok u koľajového vozidla SkyWay?

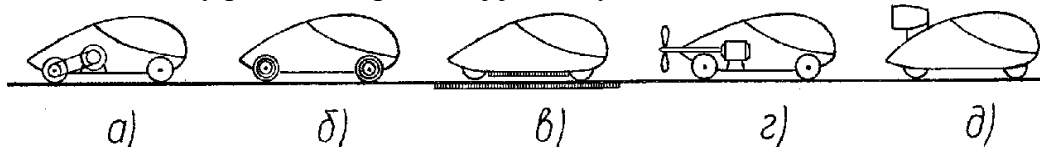
Priemer kolesa vysokorýchlostného unibusu predstavuje 50-70 cm, preto bude mať tento nasledovné otáčky:

pri rýchlosti 200 km/h - 1,5-2,1 tisíc otáčok/min, pri rýchlosti 300 km/h – 2,3-3,2 tisíc otáčok/min, pri rýchlosti 400 km/h - .. 3,0-4,2 tisíc otáčok/min, pri rýchlosti 500 km/h - .. 3,8-5,3 tisíc otáčok/min.

Aj pri vysokých pohybových rýchlostiach koľajového vozidla budú otáčky kolies a motora na úrovni súčasnej technológie (napríklad otáčky prúdovej turbíny turboreaktívneho motora predstavujú 20-30 tisíc/min, pričom lopatky turbíny sú vystavené extrémne vysokému zaťaženiu vysokých teplôt).

37. Aký druh pohonu je vhodný pre unibus?

Varianty prevedenia pohonnej jednotky sú znázornené na obr. 25.



Obr. 25. Koľajové vozidlo s rôznymi typmi pohonných jednotiek:

a), d) - rotačný motor s hnacím kolesom a vzduchovou vrtuľou
b) - motor koleso; c) - lineárny elektromotor; d) - plynová turbína

Koľajové vozidlo SkyWay je druh bežného vozidla, položeného na ocel'ove koľaje. Rovnako, ako tradičný automobil, môže byť SkyWay poháňaný naftovým motorom, benzínovým motorom, turbínou alebo môže mať kombinovanú jednotku, napríklad nafta – generátor – akumulátor – elektromotor. Ak je to potrebné, motor môže bežať aj na zemný plyn, metán, vodík, etanol alebo iné ekologicky čisté palivá. Okrem toho, SkyWay môže byť elektrifikovaný s využitím vonkajšieho zdroja elektrickej energie (tak ako napríklad trolejbus, električka alebo metro). Taktiež sa môže využívať autonómny zdroj energie uložený zboku unibusu – batérie, akumulátory, kondenzátory, palivové články atď.

V niektorých prípadoch je vhodné použiť motor-koleso (pri rýchlostiach nižších ako 500 km/h) a pohon na tlačnú vrtuľu, uloženú priamo na hriadeli elektromotora, a to v prípade, že rýchlosti budú presahovať 500 km/h. Moderné širokolopatkové vrtule ventilátorového typu sú tiché a majú účinnosť okolo 90%.

Ako pohon koľajového vozidla možno využiť aj vonkajší pohon – napríklad ťažné lano, ktoré na osobitne náročných úsekoch trate, napríklad v horách, zabezpečí prekonanie svahov so stúpaním do 45-60 stupňov.

38. Akú hlučnosť možno očakávať pri pohybe vozidla, berúc do úvahy, že kolesá sú z ocele?

Aj pri vysokých pohybových rýchlostiach bude hluk úplne absentovať, presne tak, ako ho niet ani pri súčasných vysokorýchlostných železničných tratiach, v rámci ktorých sú koľaje uložené na spôsob nepretržitých pásov o dĺžke viac ako 1 km. Hlava strunovej koľajnice je rozkladacia, takže v prípade potreby je možné ju ľahko vymeniť a uložiť s tesne vedľa seba položenými spojmi po celej dĺžke trate, pričom všetky nerovnosti (mikro- a makro-) budú následne zbrúsené špeciálnou brúskou.

Takým spôsobom absencia škár v koľajnicových spojoch, vyššia rovnosť trate, prítomnosť vnútorných a podperných tlmičov, rádovo menšia hmotnosť kolesa (neodpružená časť kolesa bude mať hmotnosť len 30-50 kg oproti 1000 kg u dvojkoľesia vlaku na železničnej trati), automobilový (nezávislý) záves každého kolesa unibusu (oportí dvojkoľesia vlaku, kde akékoľvek vibrácie jedného kolesa spôsobujú automaticky vibrácie u druhého kolesa) zabezpečia výnimočne tichý a plynulý pohyb kolesa, hoci bude z ocele. K určitému klepaniu môže dôjsť nie v dôsledku pohybu, ale v dôsledku úderov, ktoré nasledujú po každom odlepení sa kolesa od hlavy koľajnice.

39. Do akej miery budú citel'né údery kolies pri prejazde ponad podperu? Nebudú citel'né vôbec.

Za prvé, strunová koľaj na podpere nebude mať spoje a nebude sa nijak odlišovať od zvyšnej časti trate, t.j. nebude mať nad podperou žiadny inflexný bod (na rozdiel od tradičných estakád a mostov, kde nosník konštrukcie má nad podperou dilatáciu škáru a teda nevyhnutne inflexný bod v pozdĺžnom profile trate).

Za druhé, pri priblížení sa k podpere sa bude prehyb koľajnice (jeho relatívna hodnota bude menej ako 1/2000) plynule zmenšovať na nulu (v čase prejazdu cez podperu). Okrem toho, nakoľko strunová koľajnica pod kolesom unibusu reaguje na prehyb ako pevný trám (presnejšie – ako pevná niť), pod vplyvom koncentrovaného zaťaženia od kolies predstavuje polomer krivosti (prehybu) strunovej koľajnice nad podperou 1000 m alebo viac (na vysokorýchlostných tratiach – 10 000 m a viac – na polomer krivosti má veľký vplyv aj napínacia sila struny).

Vďaka tomu bude pohyb kolesa koľajového vozidla plynulý, bezúderný, a to tak v strede rozpätia trate ako aj nad podperami. Navyše, opačný prehyb trate na nosníku môže byť naprojektovaný tak, že počas prejazdu unibusu nad podperou bude trať nie konvexná, ale konkávna, a to opäť s polomerom aspoň 1000 m. Preto pri prejazde nad podperou nedôjde k žiadnym úderom kolies.

40. Môže bočný vietor vykoľajiť unibus?

Nie, nemôže.

Potvrdili to aj viacnásobné pokusy vháňaním vzduchu do modelu unibusu (mierka 1:5) v aerodynamickom tuneli na pôde Centrálného vedecko-výskumného inštitútu akademika Krylova (Petrohrad). Napríklad pri pohybovej rýchlosti 250 km/h a silnom nárazovom vetre o rýchlosti 200 km/h bude vďaka výborným aerodynamickým vlastnostiam karosérie unibusu jeho výklopná sila nízka - v rozmedzí do 100 kg.

Pri hmotnosti autobusu 5000 kg to nepredstavuje žiadne riziko, nakoľko takáto sila nedokáže odtrhnúť koleso z koľajnice. Na to, aby koľajové vozidlo zišlo z trate, by bolo nutné ho nielen vychýliť, ale aj odtrhnúť kolesá od koľajnice, a to aspoň z jednej strany, pričom spád by musel presiahnuť výšku závesu a prírub na koľajniciach. Okrem toho, prakticky všetky typy autobusov budú vybavené bezpečnostným systémom, vďaka ktorému vozidlo nezide z trate aj keby sa prevrátilo dole hlavou. (to platí aj pre trat').

41. Je možné, aby autobus vzlietol v dôsledku vysokej rýchlosti?

Takéto nebezpečenstvo existuje u prízemného (pohybujúceho sa v blízkosti zemského povrchu) vozidla, nakoľko u neho dochádza k efektu zdvižnej sily. Napríklad u vysokorýchlostného automobilu vzniká tzv. klopový efekt, podmienený nerovnomernosťou prúdenia vzduchu v priestore medzi spodkom automobilu a vozovkou a tiež nad automobilom. Tento efekt sa dá kompenzovať nainštalovaním spoileru. Vo výške 5-10 m nad zemou, vzhľadom na malé priečne rozmery autobusu, efekt zdvižnej sily mizne a tým pádom mizne aj ňou podmienený klopový efekt.

Okrem toho, karoséria železničného vozidla SkyWay je vyhotovená takým spôsobom, že prúdenie vzduchu je symetrické zo všetkých strán, pri štandardných rýchlostiach nevznikajú žiadne významné priečne klopivé sily, a to ani pri silnom bočnom nárazovom vetre.

42. Ako môže autobus pokračovať v jazde v prípade poruchy?

V takom prípade ho o niekoľko minút odtiahne zozadu idúci autobus – každý z nich je vybavený špeciálnym automatickým spojovým uzlom. Jeden autobus dokáže v prípade nutnosti ťahať alebo tlačiť až päť pokazených koľajových vozidiel.

Pri vysokých rýchlostiach bude pokazený autobus pomaly znižovať svoju rýchlosť, pričom zotrvačnosťou sa bude schopný pohybovať ešte asi 10 km. Priblížiť sa k nemu po tom, čo zastaví, resp. spomalí, teda nebude problém – zaberie to nanajvýš niekoľko minút. Okrem toho, každý autobus je vybavený zálohovým elektrickým pohonom, ktorý je napojený na palubný akumulátor, vďaka čomu je autobus schopný dôjsť so zníženou rýchlosťou k najbližšej zastávke alebo stanici, odkiaľ bude odstavený z trate a odoslaný do depa na opravu.

V krajnom prípade môže k nefunkčnému autobusu po tej istej trati prísť špeciálny odťahový modul, ktorý vykoná evakuáciu autobusu aj s cestujúcimi. V prípade, že autobus nebude možné odtiahnuť, bude tento spustený k zemi. Pri evakuačných prácach možno taktiež využiť špeciálne vybavené vrtuľníky.

Okrem toho, pre účely evakuácie cestujúcich smerom k povrchu zeme, budú autobusy vybavené špeciálnymi prostriedkami – záchrannými lanami, skladacími (ohybnými) rebríkmi atď.

Vyššie uvedené prostriedky sú dostatočné bezpečnostné opatrenia pre prípad technického výpadku autobusu. Je zrejmé, že ak by sa stalo niečo podobné napríklad vrtuľníku alebo lietadlu, nebolo by možné zachrániť ani dopravný prostriedok, ani cestujúcich. Jednalo by sa o katastrofu s minimálnou šancou na prežitie. Preto tvrdenia oponentov, že SkyWay bude predstavovať mimoriadne nebezpečný druh dopravy, sú založené len na emóciách a nedostatočných znalostiach o danej tematike. Je očividné, že nehodovosť u SkyWay možno významným spôsobom znížiť v porovnaní so súčasnou leteckou dopravou, v rámci ktorej ročne zahynú tisíce cestujúcich.

Ešte lepší príklad dopravy, ktorú podvedome považujeme za bezpečnú (myslíme si, že nás sa to netýka), predstavuje osobný automobil, ktorý je nebezpečnejší ako kalašnikov. Je známe, že na cestách každý rok zahynie približne 1,5 milióna ľudí a viac ako 10 miliónov ľudí má v dôsledku nehôd trvalé následky, zatiaľ čo vo vojnách je každoročne zabitých v priemere okolo 500 tisíc ľudí.

43. Prečo sú unibusy také malé?

Parametre optimálnej nosnej kapacity vysokorýchlostného osobného (do 50 miest na sedenie, obr. 26) a vysokorýchlostného nákladného (do 10 000 kg, obr. 27) koľajového automobilu SkyWay protirečia súčasných tendenciám rozvoja dopravy, či už automobilovej, železničnej alebo leteckej, kde neustále narastá tak nosná kapacita ako aj vonkajšie rozmery dopravných prostriedkov. Nerobí sa to len tak z rozmaru, ale preto, aby sa takým spôsobom znížili vlastné náklady na prevádzku a zvýšila bezpečnosť dopravy. Hoci nedávne havárie, ozvlášť v leteckej, ohromujú množstvom obetí, daných práve veľkou prepravnou kapacitou dopravnej jednotky. Zároveň sa vôbec neznižuje cena prepravy, naopak, táto narastá u všetkých druhoch dopravy.



Obr. 26. Osobný vysokorýchlostný unibus (kapacita 36 cestujúcich, odhadovaná rýchlosť 360 km/h)

Jediný druh dopravy, ktorého sa takáto tendencia nedotkla, je osobný automobil. Tak, ako 100 rokov dozadu, aj dnes má približne rovnaké vonkajšie rozmery a nosnú kapacitu. Tieto parametre sa za posledných 100 rokov dokonca zmenšili – osobný automobil je dnes o dosť nižší. V tom aj spočíva jeho hlavná výhoda, nakoľko práve z tohto dôvodu sa z neho stal osobný, rodinný a celkovo najrozšírenejší dopravný prostriedok (asi ťažko by sme si vedeli predstaviť automobil s kapacitou 100 cestujúcich a vonkajšími rozmermi električky).

Unibus zaujme približne rovnakú trhovú medzeru ako osobný automobil. Preto cestujúci nebude viazaný na nejaký cestovný poriadok na trati – môže síce využívať hromadný verejný unibus (obdobou je dnešné taxi), môže však mať aj svoj vlastný osobný unibus. Prepravná kapacita dopravného systému nezávisí až tak od nosnej kapacity dopravných prostriedkov, ako od organizácie premávky na trati – more tiež vznikalo a vyparuje sa po kvapkách.

Malé unibusy budú schopné zabezpečiť vyššiu dopravnú kapacitu ako napríklad vlaky, ktoré majú väčšie parametre čo sa týka rozmerov, nákladov aj nosnej kapacity, či veľké lietadlá, ktoré práve kvôli svojim veľkým rozmerom nemôžu lietať jedno za druhým s vysokou frekvenciou. Napríklad, ak sa pri rýchlosti 360 km/h (100 m/s) koľajové vozidlá s kapacitou 20 ľudí budú pohybovať vo vzdialenosti 1000 m od seba (frekvencia 10 sekúnd), prepravná kapacita trate bude pri dvoch smeroch predstavovať: 14400 ľudí za hodinu, 345600 ľudí za deň, 126,1 mil. ľudí za rok. Dnes neexistuje ani jedna vysokorýchlostná železnica s takou veľkou premávkou, hoci železničné trate sú stavané na vlaky s kapacitou 300-500 osôb.

Nízkorýchlostné nákladné vlaky SkyWay (rýchlosť do 100 km/h) môžu mať v prípade nutnosti nosnosť 1000 ton, prípadne viac, pričom optimálne zaťaženie na koleso je ako aj pri nákladnej automobilovej preprave – do 5 ton. Dĺžka takých „autovlakov“ môže byť 200 m alebo aj viac. Nákladné trate SkyWay preto budú môcť navrhnuť na výkon 100 mil. ton za rok – čo sú parametre ťažkotonážnych vlakov.



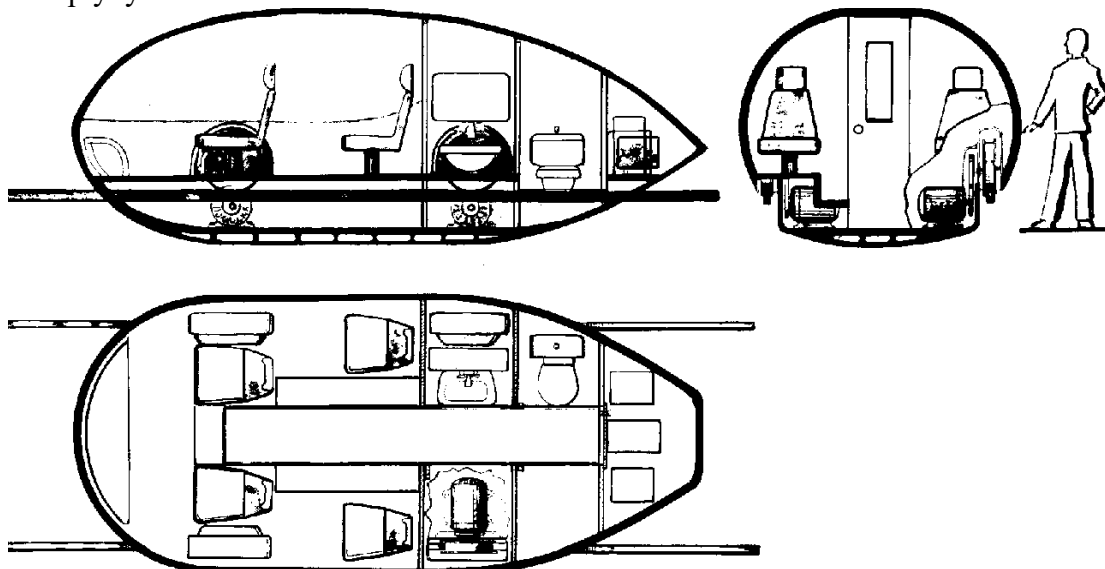
Obr. 27. nákladný závesný koľajový automobil SkyWay s nosnosťou 10 ton (s ťažným lanom).

44. Nakoľko pohodlný je unibus v porovnaní s osobným automobilom?

Большинство людей проводит своё активное время в очень замкнутом и очень тесном пространстве. Из обычных видов транспорта, в силу их эргономики, пассажиру видна лишь поверхность земли, проезжая часть дороги, столбы и т. д.

Väčšina ľudí trávi svoj aktívny čas v uzavretých a stiesnených priestoroch. Z obvyklých dopravných prostriedkov vidí cestujúci kvôli ich ergonómii len povrch zeme, časť vozovky, stĺpy atď.

SkyWay ponúka cestujúcemu, okrem pohodlného riešenia základnej funkčnej úlohy dostavenia sa do cieľového bodu aj estetickú funkciu. Veľká presklená plocha, pohodlné sedenie a „mäkká“ trať premenia obyčajnú cestu na zážitok, pri ktorom si cestujúci vychutná okolitú prírodu z vtáčej perspektívy. Každý unibus bude vybavený klimatizáciou, pričom vŕhnaný vzduch bude čistý, keďže sa bude privádzať vo výške 5-10 m a viac. Na rozdiel od automobilových ciest v ňom nebude cítiť zápach paliva, roztápajúceho sa na slnku asfaltu, výfukové plyny atď.



Obr. 28. štvormiestny (rodinný) rýchlostný unibus na dlhé trate

Cestujúci budú mať k dispozícii širokú škálu doplnkových služieb: multi-kanálovú televíziu, medzimestskú telefónnu linku, prístup k internetu, špeciálne služby pre obchodníkov, cestujúcich s deťmi a invalidov.

Železničné unibusy SkyWay budú aj v rámci najmenších modelov (veľkosti len o niečo prevyšujúcej mikrobuses) hermeticky uzavreté a vybavené systémom vákuových a chemických toaliet vypúšťajúcich splašky na trať. (obr. 28.).

Na vopred ohlásenú žiadosť cestujúcich môže unibus zastaviť na kotrejkol'vek z priebežných staníc (každých 5-10 min.) resp. na ktorejkoľvek z kotevných podpier (každé 2-3 km, čiže každých 15-30 sek.).

45. Do akej miery je pre SkyWay nebezpečná poľadovica?

Nie, nie je vôbec nebezpečná, tak ako nie je poľadovica nebezpečná ani pre železničnú trať: veď kontaktné mechanické napätie pod oceľovým kolesom prevyšuje 1000 kgf/cm², takže ľad sa bude rozpadáť a odhadzovať z hlavy koľajnice, ktorá sa tak bude zároveň samočistiť.

Mimochodom, pre železničnú trať nie je nebezpečná poľadovica, ale hlboký sneh, pri ktorom vlak akoby sedel na „bruchu“, keďže kolesá nedosadajú na koľaj. Pre automobil je nebezpečný aj sneh, aj poľadovica, nakoľko kontaktné napätie pod pneumatikou predstavuje len asi 5 kgf/cm², čo znamená, že ľad sa neláme a sneh sa zhutňuje. Pre odstránenie snehu a ľadu z cesty je nutná špeciálna technika, nakoľko cesta nie je schopná samočistenia.

Pre SkyWay nie sú nebezpečné ani snehové záveje, nakoľko ani v tých najzasneženejších miestach nepresahuje snehová vrstva viac ako 3 metre, čo je stále menej ako je základná výška podpier.

Testy uskutočnené na skúšobnom pozemku SkyWay v meste Ozery v Moskovskej oblasti (viď obr. 46 a 47) potvrdili, že poľadovica pre SkyWay nepredstavuje žiadnu hrozbu. Na tomto pozemku bol použitý modifikovaný nákladný automobil ZIL-131 na ktorý boli namontované oceľové kolesá s priemerom 700 mm, pričom tento bez problémov prekonal vzostupnú trať v zimnom období, pri hrúbke ľadu na hlave koľajnice 50 mm (stúpanie 1:10). Ľad bol špeciálne domrazovaný, nakoľko nedržal na koľajniciach a odpadal už pri prvom prejazde predných kolies.

46. Aká je maximálna rýchlosť vozidla a aké sú nároky na výkon motora unibusu? Čo je limitujúcim faktorom?

Jednou z hlavných výhod Skyway je, že nevyužíva v súčasnej dobe síce módne, no neefektívne, energeticky náročné, nespoľahlivé a neisté systémy, ako napríklad magnetický záves s využitím supravodivosti, airbagy, efekt vztlakovej sily, turbínu, prúdový motor atď.

Koleso ešte stále nevyčerpalo svoje možnosti, čo potvrdil aj posledný rekord z roku 1997, kedy automobil dosiahol rýchlosť zvuku (1200 km/h). Napríklad energetická účinnosť oceľového kolesa SkyWay bude viac ako 95%, zatiaľ čo celková energetická účinnosť vlakov s magnetickým závesom Transrapid (Nemecko) je na úrovni parného rušňa - menej ako 15%. A ak by sme zobrali do úvahy účinnosť čisto oceľového kolesa SkyWay (konštrukčne aj v rámci vlastných štandardov podstatne vylepšené v porovnaní s železničným dvojkoľesím), presnejšie povedané, ak by sme vyhodnotili len odpor kolies pri pohybe po strunovej koľaji SkyWay (konštrukčne značne vylepšená v porovnaní s železničnou traťou), tak nameraná hodnota (99,8%) by bola nedosiahnuteľná pre systémy s elektromagnetickým suspendačným závesom aj v ďalekej budúcnosti.

Vo všeobecnosti pri vysokých rýchlostiach vznikajú problémy nie kvôli kolesám, ale kvôli rovnosti trate. Aj preto pri pokusoch o dosiahnutie najvyšších rýchlostí bolo vybrané dno vyschnutého soľného jazera. Strunovokoľajnicová trať bude ešte rovnejšia. Pritom na trati SkyWay nie je nutné prekonávať rekordy. Príliš vysoká rýchlosť je vo vzduchu neefektívna, ne hospodárna a nebezpečná pre ľudí aj prírodu.

Rýchlosť u SkyWay nebude limitovaná kolesom, ani rovnosťou či dynamikou trate, ani problémami v rámci frikčného kontaktu kolesa s koľajnicou, ale aerodynamikou. Otázkam týkajúcich sa aerodynamiky u SkyWay je venovaná zvláštna pozornosť.

Dosiahnuté výsledky nemajú v modernej vysokorýchlostnej doprave obdobu, a to dokonca ani v leteckej doprave. Koeficient aerodynamického odporu modelu vysokorýchlostného osobného unibusu nameraný pri prefukovaní v aerodynamickom tunely dosiahol hodnotu $C_x = 0,075$ (pri určení tohto koeficientu sa aerodynamický odpor koreloval s maximálnou hodnotou plochy priečneho rezu unibusu). Navrhnuté sú opatrenia na zníženie tohto koeficientu na $C_x = 0.05-0.06$. Vďaka nízkemu aerodynamickému odporu je motor s výkonom 80 Kw schopný zabezpečiť, aby dvadsaťmiestny unibus dosahoval rýchlosť 200 až 250 km/h, 200 kW motor – rýchlosť 350-400 km/h, 400 kW motor – rýchlosť 450-500 km/h. Treba si uvedomiť, že pri vysokých rýchlostiach sa odpor vzduchu úmerne zvyšuje. Pričom 90 až 95% výkonu motora ide na prekonanie aerodynamického odporu.

Je známe, že s rastúcou rýchlosťou sa spojenie kolies s koľajnicou zhoršuje. Pre zaistenie rýchlosti 300 až 350 km/h je potrebné, aby koeficient trenia medzi kolesom a koľajnicou pri štyroch hnacích kolesách desaťmiestneho unibusu SkyWay bol aspoň 0,04 (na zabezpečenie ťahu 100 kgf), pre zaistenie rýchlosti 400-450 km/h - nie menej ako 0,07 (na zabezpečenie ťahu 180 kgf) – čo sa dá dosiahnuť pomerne jednoducho.

Problémy so spojením kolies a koľajnice nastanú u Skyway až pri rýchlosti 500 km/h a viac, pre dosiahnutie takejto rýchlosti je potrebný ťah viac ako 300 kgf. Ale aj tento problém sa dá pomerne ľahko vyriešiť. Pri týchto rýchlostiach je vhodné využiť trakciu tlačnej vrtule, ktorá je uložená na hriadeľ elektromotora. Súčasné vrtule sú tiché (hlučný je motor lietadla, nie vrtuľa) a ich účinnosť dosahuje 90%.

Pri rýchlostiach nad 600 km/h je vhodné prejsť na systém vákovej trubice, kde vzduch bude vytláčaný

tlakom o veľkosti 5-10% atmosférického tlaku. Ale to je vzdialená budúcnosť. V súčasnej dobe absolútne postačujú rýchlosti 350 až 450 km/h.

47. Budú sa cestujúci báť cestovať vo výške 5 až 10 metrov nad zemou?

S najväčšou pravdepodobnosťou nie. Takýto strach je čisto psychologickéj povahy a teda je možné ho časom prekonať. V minulosti sa ľudia báli cestovať vlakom, neskôr na automobiloch a ešte neskôr na lietadlách lietajúcich vo výškach 10-12 km.

Výška umiestnenia unibusu nad zemou nepredstavuje také riziko ako samotná rýchlosť. Pri páde z výšky 10 m vyvinie karoséria pod vplyvom gravitácie pri páde na zem vertikálnu rýchlosť 14 m/s (50 km/h). A aby sa dosiahla vertikálna rýchlosť napr. 450 km/h (125 m/s) bolo by nevyhnutné padať až z výšky 796 m. Čo je častokrát prípad lietadiel a vrtuľníkov.

Z tohto dôvodu nie je dôležité, z akej výšky spadne dopravný prostriedok z trate, ale pri akej rýchlosti. V porovnaní s inými dopravnými prostriedkami obstoja najlepšie opäť unibus, pohybujúci sa vo výške 10 m a vybavený bezpečnostným systémom. Napríklad u vysokorýchlostného vlaku je oveľa väčšia šanca, že zide z trate – aby došlo k takejto katastrofe stačí, aby na koľajničnú trať preskočil z okolitého lesa los, krava alebo divoké prasa, nehovoriac o traktore.

Podobné nešťastia sa stávajú u dopravných systémov umiestnených na „prízemí“, teda na povrchu zeme, no u SkyWay je to nemožné.

Akokoľvek je to zvláštne, no cestujúci sa cítia najbezpečnejšie v osobnom automobile, ktorý patrí štatisticky medzi najefektívnejší nástroj zabíjania aké kedy človek vymyslel: každoročne zomrie na cestách okolo 1,5 mil ľudí, a viac ako 10 mil ľudí je zranených a zmrzačených (toto sú údaje poskytnuté svetovou zdravotníckou organizáciou), pričom vo vojnách a vojnových konfliktoch každoročne zahynie okolo 50 tisíc ľudí.

Ešte nebezpečnejším než pre človeka je automobil pre okolitú prírodu – každoročne zomierajú miliardy zvierat v dôsledku automobilovej prepravy. Vysoká nehodovosť pri automobilovej doprave nie je prekvapujúca, existuje veľa možných príčin havárie: pešia chôdza, pri ktorej chodec prechádza cez cestu, prípadne los, poľadovica, rozliaty olej, snehové jazyky, defekt pneumatiky – obzvlášť prednej, alkohol za volantom alebo len náhly pocit nevoľnosti, nálada alebo nepozornosť vodiča, výmol' na ceste alebo pohodený predmet, nerozumenie si vodičov pri manévroch, obzvlášť pri predbiehaní alebo na križovatkách atď.

U SkyWay nebude dochádzať k ani jednej z vyššie uvedených príčin nehôd. Takéto nehody absentujú aj u leteckej dopravy, takže niet divu, že pri leteckých haváriách zomiera podstatne menej ľudí (v absolútnych aj relatívnych číslach, napr. v období rokov 2008-2011 zomrelo pri leteckých nehodách každoročne menej ako 1000 ľudí). No u SkyWay absentujú aj tie príčiny, kvôli ktorým dochádza k nehodám v letectve: pre unibus nie je nebezpečná zrážka s vtákom, zatiaľ čo pri lietadla môže nehodu spôsobiť aj vrana, ktorá vletí do turbíny.

. Pre unibus nie je nebezpečná poľadovica, výpadok motora, nedostatok paliva či prerušenie vstrekovania paliva do motora, vzdušné víry, oblačnosť pri búrke, úder blesku, husté sneženie, krupobitie, cudzie teleso na pristávacej dráhe, porucha podvozku, defekt, hmla atď.

Sú teda všetky predpoklady na to, aby sa SkyWay stal najbezpečnejším druhom dopravy, čo samozrejme ocení aj samotný cestujúci pri výbere dopravného prostriedku.

48. A čo sa stane, ak dôjde k výpadku elektriny?

Na elektrifikovaných tratiach bude každé koľajové vozidlo vybavené batériou, ktorá sa bude počas celej cesty nabíjať zo siete. V prípade výpadku elektrického vedenia zabezpečí zásobovanie elektrickým prúdom batéria. Batéria dokáže poskytnúť dostatok elektrickej energie, aby bol unibus schopný dopraviť sa do najbližšej stanice.

Na neelektrifikovaných tratiach bude mať každý unibus núdzový elektrický štartér napájaný batériou. Preto v prípade výpadku spaľovacieho motora bude unibus schopný samostatne dôjsť do najbližšej stanice s pomocou využitia núdzového elektrického pohonu.

49. A čo v prípade, ak trasa ako taká prestane fungovať a pomoc nebude dostupná, napríklad v prípade vojny alebo zemetrasenia?

Každý unibus má hlavný a núdzový východ, a každé sedadlo bude vybavené záchranným sklzným lanom (evakuátor), s pomocou ktorého sa môže cestujúci sputiť smerom k zemi. Okrem toho bude unibus vybavený skladačím rebríkom a záchranným lanom, ktoré umožnia v prípade potreby rýchlu evakuáciu cestujúcich z „druhej úrovne“. Núdzový elektrický pohon a kontrolný systém zabezpečia, že unibus nezastaví na akomkoľvek náhodnom mieste, ale len tam, kde bude možné bezpečne zísť z trate na bezpečné miesto na povrchu zeme.

50. Aké je maximálne možné stúpanie?

Na rovnej časti trate SkyWay bude pohyb vykonávaný obdobne, ako je tomu na železničnej trati – kolesá unibusu budú doliehať na svoju nosnú časť presne tak, ako kolesá obyčajného vlaku. Tretia sily medzi oceleovým kolesom a oceľovou hlavou koľajnice zabezpečia stabilné stúpanie s gradientom do 150 % (15%), za podmienky, že SkyWay bude mať pohon všetkých kolies. Pri väčších stúpaniach okolo 200-300 % (20-30%) a viac, bude každý unibus vybavený doplnujúcimi hnacími kolieskami, na ktoré bude pôsobiť bočné napätie strunovej koľajnice. To poskytne dodatočnú treciu silu a trakciu. Špeciálna verzia unibusu bude dokonca schopná stúpať smerom kolmo nahor tak, ako obyčajný výťah vo viacpodlažnej budove.

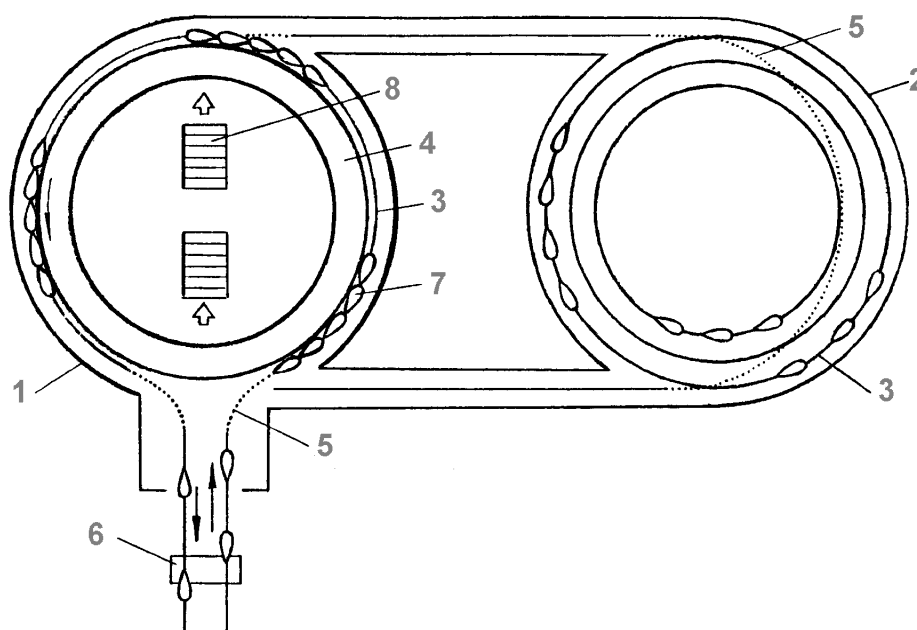
Na horských úsekoch trate bude mať koľajnica svoju špecifickú stavbu, odlišnú od koľajnice na rovných úsekoch, a rovnako tak sa bude líšiť aj unibus, jeho podvozok a kolesá. Taktiež bude nutný silnejší motor. No podstatné je, že SkyWay umožní prejsť cez hory a horské úseky priamo, bez zákrut a tunelov.

V hornatých úsekoch trate môže byť dodatočne k dispozícii ťažné lano a koľajové vozidlo bude vybavené špeciálnymi úchytmi pre pripevnenie lana. Ťažné lano, ktoré má svoj vlastný vonkajší mechanizmus, dokáže v prípade nutnosti potiahnuť koľajové vozidlo na trati so stúpaním 500 — 600‰ (50—60%) alebo aj viac.

51. Ako bude vyzerat' sieť nástupišť a staníc?

Konečné stanice môžu mať v jednej zo svojich variant tvar kruhu s pohyblivým nástupišťom (vid'. obr. 29). Priemer stanice je okolo 50 m. Pri vysokom počte cestujúcich (vyše 100 tisíc za deň) môže byť priemer stanice aj väčší, napr. 100 m, prípadne viac.

Priebežné stanice (obr. 31 a 32) s vysokým počtom prepravených cestujúcich budú mať výhybky a zakryté nástupištia, čo umožní organizovať pohyb unibusov nezávisle od harmonogramu trate. Stanice s malým počtom cestujúcich môžu byť navrhnuté ako otvorené plochy pri trati. Nastupovanie a vystupovanie cestujúcich na nich sa uskutočňuje počas brzdenia jednotlivého unibusu, ktorý nie je plne naložený.



Obr. 29. Schéma kruhovej stanice (variant)

1 – budova stanice, 2 – budova depa, 3 – kruhová trať, 4 – kruhové pohyblivé nástupište, 5 – výhybka, 6 – koncová kotevná podpera, 7 – unibus, 8 – vchod (východ) z/do stanice

52. Ako bude prebiehať nastupovanie a vystupovanie cestujúcich, napríklad na kruhovej stanici?

Pri vstupe do stanice uvidí cestujúci svietiacu tabuľu, ktorá sprevádza každý jeden unibus (táto sa nachádza buď priamo na unibuse, alebo na stene v hale vo forme pohybujuúcich sa riadkov) a je na nich vysvietený názov stanice, napríklad „konečná“.

V prípade, že cestujúci nenájde potrebnú stanicu, môže nasadnúť do ľubovoľného voľného unibusu a stlačiť tlačítko „konečná“ na ovládacom paneli, ktorý sa nachádza pri každom sedadle vnútri unibusu). Pri rýchlosti pohyblivého nástupišt'a 0,5 m/s (ak je k nemu pripojené vozidlo) a priemere kruhovej trate 50 m budú mať cestujúci 2,5 minúty na nastúpenie.

Po tom, ako sa vozeň uzavrie (automaticky alebo ručne) sa unibus „odrazí“ od pohyblivého nástupišt'a a preradením výhybky sa dostane na trať. Pokiaľ sa z nejakého dôvodu vozeň nezavrel, prípadne do unibusu nikto nenasadol, vráti sa tento na druhý kruh. Obdobne, len v obrátenom poradí, sa uskutočňuje vystúpenie cestujúcich na cieľovej stanici.

Vo všeobecnosti sa takáto schéma podobá na systém vyzdvihnutia batožiny na kruhových pásoch na moderných letiskách. Niektoré unibusy, ak je to potrebné, odchádzajú do depa, ktoré sa nachádza v samostatnej oddelenej budove alebo na prvom poschodí stanice.



Obr. 30. Nástupište



Obr. 31. Medzimestská prestupná stanica SkyWay



Obr. 32. Dvojpodlažná stanica na križovatke dvojtratóvých dráh

53. Ako budú fungovať terminály kontajnerovej prepravy?

Terminály kontajnerovej prepravy, na ktorých sa bude uskutočňovať automatizovaná prekládka a vykládka nákladných unikarov, môžu mať tak, ako aj štandardné stanice, kruhový tvar.

Budú sa vyznačovať kompaktnosťou a vysokou kapacitou vďaka originálnej technológii nakladacích a vykladacích prác ako aj konštrukcii špeciálnych nádob na tekutý, sypký alebo kusový náklad. Napríklad terminál s priemerom 100 m bude mať kapacitu okolo 100 tisíc ton nafty za deň (36,5 mil. ton za rok), teda rovnakú kapacitu ako morský prístav, ale pri značne menších rozmeroch.

54. Aká je maximálny objem cestujúcich na trase SkyWay?

Pri zostavení vysokorýchlostnej súpravy z piatich dvadsaťmiestnych unibusov (vzdialenosť medzi jednotlivými unibusmi je cca 200 m), rýchlosti 360 km/h (100 m/s), intervale pohybu 60 sekúnd, predstavuje prepravná kapacita jednej trate (koľaje) v dopravnej špičke za hodinu okolo 6 tisíc cestujúcich, a na medzimestskej trase (t.j. na dvoch tratiach rôznych smerov) je to až 12 tisíc cestujúcich za hodinu (288 tisíc cestujúcich za deň, 105 mil. cestujúcich za rok). Pritom samotná trať má potenciál zvýšiť svoju prepravnú kapacitu 3 až 5 krát bez nutnosti dostavby ďalších tratí, a to zvýšením počtu unibusov v jednej súprave (do 10 vozidiel) a znížením intervalu pohybu medzi nimi na 20-30 sekúnd.

Mestské trasy tak v rámci návesných, ako aj závesných SkyWay môžu byť naprojektované na počet 20-30 tisíc cestujúcich za hodinu, prípadne i viac, čo je približne na úrovni tradičného podzemného metra. Nosná kapacita mestských unibusov v rámci takýchto tratí „druhej úrovne“ môže byť do 100 cestujúcich.

Minimálna vzdialenosť medzi jednotlivými nákladnými unikarmi na rýchlostnej trati je 50 m (pod podmienkou, že na rozpätí jedného nosníka je jeden unikar), preto hraničná nosná kapacita jednej trate pri nosnosti jedného unikaru 5 ton predstavuje 36 tisíc ton za hodinu, alebo 864 tisíc ton za deň (315 mil. ton za rok). Pri dvojtraťovej premávke predstavuje prepravná kapacita 72 tisíc ton/h, resp. 1,73 miliónov ton/deň, 631 miliónov ton/rok.

Akákolvek trať SkyWay – mestská, medzimestská, nákladná, špecializovaná, návesná alebo závesná, môže byť v prípade nutnosti naprojektovaná tak, aby dokázala zabezpečiť prepravu 1 milióna ľudí za deň alebo 1 milióna ton nákladu za deň.

Traťová sieť „druhej úrovne“ bude schopná zabezpečiť omnoho väčší objem prepravy. Napríklad, ak by sa v Moskve postavila sieť „vzdušného metra“ SkyWay s celkovou dĺžkou okolo 1000 km (približne 3-násobná dĺžka liniek moskovského metra), jej prepravná kapacita by bola na úrovni 30-50 mil. ľudí za deň (pri priemernej dĺžke trasy 12 km, ako je to dnes aj v moskovskom metre).

Reálny objem vysokorýchlostnej osobnej a nákladnej prepravy bude omnoho nižší, preto budú trasy SkyWay využité na 10-20%, čo v konečnom dôsledku zvýši životnosť, spoľahlivosť a bezpečnosť prevádzky dopravného systému.

55. Môže SkyWay prepraviť viac nafty, ako ropovod?

Maximálna prepravná kapacita v jednom smere je do 200-300 miliónov ton/rok, a náklady na prepravu ropy a skvapalneného zemného plynu budú o niečo nižšie, ako je to u ropovodov a plynovodov. Pričom ropa a skvapalnený zemný plyn sa budú môcť prepravovať v hermeticky uzavretých vratných kontajneroch s objemom, napríklad 10 000 kg, vybavených elektronickou kartou s informáciami o objeme kontajnera, mieste pôvodu atď.

Tak sa zabezpečí, že ropa pochádzajúca z rôznych miest sa nebude miešať tak, ako k tomu dochádza pri ropovodoch, ale naopak – umožní sa spracovanie ľahkej ropy, ropy s vysokým obsahom síry resp. ropy s vysokým obsahom parafínu, zvlášť. Tradičný ropovod (plynovod) umožňuje prepravu len ropy (alebo plynu) jedným smerom, no u SkyWay bude možné prepravovať aj rudu, uhlie, drevo a iné suroviny, a opačným smerom zase potraviny, stavebné materiály, stroje, produkty z ropy (benzín, nafta atď.), pracovníkov zmeny a pod.

Pri tom všetkom bude trasa SkyWay omnoho lacnejšia ako ropovod s rovnakou prepravnou kapacitou. Nakládka a vykládka ropných a plynových kontajnerov sa bude uskutočňovať v automatizovanom režime na kontajnerových termináloch malých rozmerov – ich priemer bude menej ako 100 m.

56. Aký druh tovaru je možné prepravovať cez SkyWay?

Prakticky akýkoľvek nedeliteľný náklad s hmotnosťou do 10 ton pri vysokých rýchlostiach, do 20 ton pri zníženej rýchlosti (do 100 km/h), do 40-50 ton na špeciálne upravenej viackolesovej platforme. Na tratiach SkyWay je možné prepraviť 99,9% tovarov masovej spotreby: nafta, produkty z nafty resp. iný tekutý náklad, uhlie, ruda a iný sypký náklad, drevo, kontajnery, potraviny, nábytok, kovové výrobky, stavebné materiály, konštrukcie, chemické produkty, špeciálny náklad (skvapaľnený plyn, kryogénne kvapaliny, rádioaktívny a výbušný materiál, zbrane, atď.),

Vypracované sú špeciálne prototypy kontajnerov na prepravu tekutých, sypkých, kusových a špeciálnych druhov nákladu. Kontajnery prepravujúce tovar podliehajúci skaze, napríklad potravín, budú vybavené termoregulačným systémom (v zime) a klimatizačnými zariadeniami (v lete). Pri preprave ekologicky nebezpečných tovarov budú kontajnery vybavené viacvrstvovým vysokopevnostným obalom.

57. Existuje riziko opadania listov zo stromov, ponad ktorými sa bude SkyWay pohybovať?

Túto otázku položil v roku 1997 na pôde Štátneho výboru pre vedu Bieloruska jeho riaditeľ potom, ako autora Skyway podporil prezident Bieloruskej republiky (nakoľko riaditeľ výboru trval na svojom názore, vynálezca od neho nedostal žiadnu podporu či pomoc).

Nie, listy nebudú opadať – nepocítíme ani len záchvev vzduchu, ak sa budeme nachádzať vo vzdialenosti 5-10 m od unibusu pohybujúceho sa rýchlosťou 450 km/h. Je to dané výbornou aerodynamikou (koeficient odporu vzduchu $C_x = 0,07$) a nízkou energetikou unibusu (priemerný výkon motora je 200 Kw).

Z hľadiska fyziky sa koeficient účinnosti akéhokoľvek nadzemného dopravného systému - a Skyway nie je výnimkou - rovná nule: náklad má nulovú rýchlosť tak na nástupnej, ako aj výstupnej stanici, a nachádza sa v približne tej istej nadmorskej výške.

V konečnom dôsledku sa všetká energia, ktorá poháňa motor akéhokoľvek pozemného dopravného prostriedku, odovzdáva do životného prostredia – vo forme vibrácií povrchu a príľahlejšej pôdy, oderu štrkovej vozovky, hluku, búchania kolies, poryvu vetra atď., a nakoniec sa to všetko premieňa na teplo.

Preto je vplyv na životné prostredie daný nie rýchlosťou pohybu, ale intenzívnosťou emisií na jednotku dĺžky dráhy a povahou tejto energie. Intenzita uvoľňovania energie, napríklad pri rýchlosti 360 km/h (100 m/s) na jednotku dráhy bude u SkyWay najnižšia zo všetkých druhov dopravy - 1600 J/m alebo 380 kalórií/m (napríklad u automobilu Mercedes-600, ktorý sa svojimi veľkosťami aj rýchlostnými parametrami veľmi približuje SkyWay, je intenzita uvoľňovania energie okolo 4000 J/m, pričom takýto Mercedes nie je schopný dosiahnuť rýchlosť 360 km/h. U vysokorýchlostného vlaku dosahuje tento ukazovateľ ešte vyššie hodnoty - 80 000 J/m, t.j. 20 krát viac).

Povaha vyžarovanej energie bude u SkyWay patriť k tým najpriaznivejším: hodvábne jemná trať bez spojov a s vysokou úrovňou tlmenia nárazov, nízka hmotnosť kolies a trate zamedzia hluku kolies: vďaka dokonalému tvaru karosérie nedôjde k aerodynamickému hluku (častých kolísaní v dôsledku vetra a vzdušných vírov).

Energia sa v zásade bude vyžarovať vo forme pohybu vzdušniny. Nakoľko takáto masa je pomerne veľká, aj pohyb vzduchu bude vo forme poryvu ľahkého vetra, rýchlosť ktorého sa bude znižovať úmerne štvorcu vzdialenosti od pohybujúceho sa unibusu. Okrem toho trasa SkyWay bude pomerne prázdna – popri stacionárnom pozorovateli prejde koľajové vozidlo v zlomku sekundy, a ďalší unibus prejde rovnakým miestom až o 1-2 minúty (pri intenzite prepravy 20-50 tisíc cestujúcich za deň).

Z tohto dôvodu bude priemerná sila uvoľňovania energie do okolia v Skyway veľmi nízka: 15-30 W/m x sek. Zároveň bude toto drobné uvoľnenie energie vo forme šetrnej k životnému prostrediu.

58. Existujú ďalšie klimatické alebo iné obmedzenia limitujúce pohyb po trati?

Takých obmedzení niet. Pre SkyWay nepredstavujú hrozbu hmla, silný dážď, búrka, husté sneženie, krupobit je (pri krupobití môže unibus znížiť rýchlosť, aby sa zabránilo vzniku trhlín a dier v nosovej časti karosérie, hoci pri krupobití sa môžu používať unibussy s opancierovanou nosovou časťou), poľadovica, prachové a pieskové búrky, uragán atď. Pre SkyWay nie je nebezpečné ani tornádo – veľmi pevná konštrukcia trate, nízka úroveň „plachtenia“ a dobrá aerodynamickosť nielen stavebných konštrukcií, no aj samotného koľajového vozidla (SkyWay má oproti moderným železničným traťovým konštrukciám oveľa väčšiu relatívnu pevnosť).

Systém SkyWay je stabilnejší v porovnaní s inými dopravnými systémami aj voči prírodným katastrofám: zemetraseniam, zosuvom pôdy, silným dažďom, záplavám, povodniam, tsunami, púštnych piesočných búrok. Pre trate SkyWay nepredstavuje problém ani zložité geografické a klimatické podmienky: môžu byť ľahko položené na močaristých územiach, v džungli, na večne zamrzutej pôde, na púšti s pohyblivým pieskom, v horách, v mori atď.

Varianty prevedenia strunových konštrukcií v rôznych geografických podmienkach sú znázornené na obr. 35-40.

59. Aká bude hustota premávky na rýchlostnej trati SkyWay?

Na zabezpečenie dvojsmernej prepravy cestujúcich s kapacitou 20 tisíc cestujúcich za deň bude priemerný interval medzi jednotlivými desaťmiestnymi unibusmi (alebo dvadsaťmiestnymi unibusmi pri polovičnej kapacite prepravy)

pohybujúcimi sa rýchlosťou 300 km/h, predstavovať 7,2 km (86 sekúnd), pri 50 tisíc cestujúcich za deň to bude 2,9 km (35 sekúnd), pri 100 tisíc cestujúcich za deň – 1,4 km (17 sekúnd). Pri dvojsmernej nákladnej preprave o objeme 50, 100 a 200 tisíc ton za deň bude priemerný interval medzi vysokorýchlostnými nákladnými unibusmi s nosnosťou 4000 kg nasledovný: 1150 m (13,8 s), 580 m (6,9 s) a 290 m (3,4 s)

60. Budú sa na tratiach SkyWay využívať výhybky?

Trať SkyWay bude mať ultrarýchlostné (pre rýchlosť 350-500 km/h), vysokorýchlostné (200-350 km/h), rýchlostné (120-200 km/h) a nízkorýchlostné (menej ako 120 km/h) výhybky. Napríklad, prístupy ku vchodom a východom z nástupísk budú vybavené vysokorýchlostnými výhybkami, čo umožní organizáciu toku dopravy tak, aby prestupné unibusy prechádzali pomimo stanice (bez toho, aby do nej vstúpili), bez zastávok a bez zníženia rýchlosti. Takéto výhybky budú dostatočne zložité inžinierske stavby a ich dĺžka významne presiahne 100 m.

Na zvyšku trate (na staniach, zastávkach) sa budú inštalovať strednerýchlostné výhybky – unibusy pred vjazdom do stanice budú na nich pribrzdievať, pričom celý systém riadenia dopravy vopred zabezpečí čas a miesto na takýto manéver: dopravný tok spredu a zozadu sa trochu zhustí a daný unibus sa bude pohybovať (počas asi 1-2 min. Do manévra) osamotene – až kým sa stretne s ďalšími unibusmi za niekoľko kilometrov.

Nízkorýchlostné výhybky ako najlacnejšie a najbezpečnejšie sa budú môcť inštalovať pomerne často, takmer na každej kotevnej podpere. To umožní každému unibusu urobiť zastávku prakticky v ktoromkoľvek mieste trasy (takéto zastavenie však musí byť dopredu naplánované, aspoň 5-10 minút dopredu, aby sa celý systém riadenia mohol plynule pozmeniť).

Po konštrukčnej stránke sú výhybky SkyWay podobné výhybkam na železničných tratiach, hoci majú svoje osobitné vlastnosti podmienené prítomnosťou dvoch prírúb na každom kolese alebo bezpečnostným systémom proti vykoľajeniu s bočnými podpornými kolieskami. Výhybka je konštrukčne podobná systémom, ktoré sa využívajú v jednokoľajových tratiach a dopravných systémoch s magnetickým závesom vozidiel.

Okrem toho, SkyWay môže mať okrem horizontálnych aj vertikálne výhybky. Vďaka nízkej hmotnosti koľajových vozidiel je tak možné zabezpečiť ich premiestnenie na „druhú úroveň“ bez väčších problémov.

61. Ako sa bude schádzať z trate, ktorá sa nachádza vo výške 10 metrov?

Bude to oveľa jednoduchšie a bezpečnejšie, než vyjsť z lietadla lietajúceho vo výške 10 000 m, nakoľko lietadlo nemôže vysadiť cestujúcich medzi letiskami. V SkyWay môže cestujúci vystúpiť nielen na stanici alebo na zastávke, ale na akejkoľvek kotevnej podpere, t.j. každé 2-3 km. Po nastúpení do unibusu dá cestujúci príkaz palubnému počítaču (hlasom alebo zadaním číselného kódu miesta zastavenia) zastaviť na konkrétnej stanici. V prípade, že si cestujúci vyberie ako miesto výstupu podperu s výškou 10 m nachádzajúcu sa niekde v lese (pretože sa tam nachádzajú hriby), v takom prípade bude treba zísť pohodlne dole schodiskom, umiestnenom v tele podpery (pokiaľ sa bude jednať o často navštevované miesto, môže byť podpera vybavená výťahom alebo eskalátorom).

Pred výstupom zadá cestujúci pomocou palubného počítača príkaz, o akom čase si želá z daného miesta odísť. Môžete si byť istý, že v presne stanovený čas vás unibus bude na danom mieste čakať – počítač na to nezabudne.

Nastupovanie a vystupovanie cestujúcich na zastávkach a staniciach bude oveľa jednoduchšie (podobné autobusovým staniciam) – váš unibus vojde do budovy stanice, kde pokojne nastúpíte prípadne vystúpите. Výška trate tu nebude hrať nijakú úlohu, nakoľko trať sa môže nachádzať niekoľko kilometrov od stanice. Vysokorýchlostný vjazd na trasu (a z nej) bude vyžadovať zrýchľovač (brdu) s dĺžkou vyše 1000m, preto budú výhybky umiestnené niekoľko kilometrov od stanice a cestujúci príde do nej nie po hlavnej koľaji, ale vedľajšej koľaji, ktorá bude vchádzať do budovy stanice v prípade potreby nie vo výške, ale na úrovni zeme.

Neštandardné spôsoby núdzovej evakuácie cestujúcich boli opísané vyššie.

62. Je možné, že sa cestujúci unavia pri neustálom pohľade na mihajúce sa časti konštrukcie a stromy?

Najvyšším bodom návesného SkyWay na rovinatých úsekoch trase bude samotná strunová koľajnica, po ktorej sa bude pohybovať unibus, preto na úrovni očí cestujúceho nebude ani jeden prvok konštrukcie (na rozdiel od železničných tratí a automobilových ciest). Jednou z príčin, prečo je vhodné na niektorých úsekoch stavať trať vo výške 20-30 m, sú stromy. Je lepšie, ak sa nevyrúbu, ale ostané celé pod traťou, čiže pod úrovňou očí cestujúceho. Nič nebude prekážať cestujúcemu vo výhlade na okolitú prírodu z vtáčej perspektívy a s dobrým rozhľadom – 100 m dopredu a do strán.

63. Môžu u elektrifikovaných vozidiel SkyWay pri vysokých rýchlostiach nastať problémy pri prechode elektrického prúdu typu „koľaj-koleso“?

Nie, nemôžu, u SkyWay neexistujú obdobné problémy ako u vysokorýchlostných železničných tratí.

Pri nich existujú až dva zberače prúdu (a nie jeden): jeden je navrchu (trolejový drôt), druhý je naspodku (koľaj) a ku všetkým problémom dochádza hore, kde sa prúd zberá z nehybného a pružného medeného drôtu. Pri vysokých rýchlostiach klzania zberača trolejový drôt začne iskriť, horieť a vznikajú v ňom priečne a pozdĺžne oscilácie, nakoľko cez styčný bod pohybujúci sa rýchlosťou sto a viac km/h treba predať elektrickú energiu tisícok Kw.

Zároveň sa koleso vlaku valí (a nie kľže) po koľaji, preto prenos elektrickej energie prebieha prostredníctvom pevného kontaktu (povrch kolesa v mieste kontaktu s koľajnicou má nulovú rýchlosť), a vďaka vysokému kontaktnému napätiu medzi pevným kolesom a pevnou koľajnicou tam niet medzier. Presne takýto zber prúdu typu „koleso-koľajnica“ je vhodný v SkyWay („ľavé koleso-koľajnica, pravé koleso-koľajnica“), hoci možné sú aj iné varianty zberu energie, napríklad pomocou kontaktného drôtu. Pričom u SkyWay bude tento systém fungovať za priaznivejších podmienok – potrebný požadovaný výkon (okolo 200 kW) bude 1-2 násobne nižší, než u elektrovlaku.

SkyWay môže mať aj tradičný kontaktný drôt pripevnený zboku na jednej zo strunových koľají, prípadne nainštalovať v priestore medzi ľavou a pravou strunovou koľajou.

64. Bude SkyWay prevádzkyschopný aj pri veľkom nárazovom vetre, ktorý dokáže rušiť prenos elektrickej energie?

Pevnosť traťovej štruktúry a podpier SkyWay rádovo prevyšuje pevnosť drôtov a podpier vedenia vysokého napätia pri približne rovnakom „plachtení“ konštrukcie. Vzhľadom k nízkej úrovni „plachtenia“ konštrukcie SkyWay a unibusov predstavuje relatívny priehyb na rozpätí traťovej štruktúry návesného SkyWay pod vplyvom bočného vetra o rýchlosti 200 km/h hodnotu okolo 1/5000, čo nemá žiadny podstatný vplyv na fungovanie dopravnej linky.

Navrhnutá je taká konštrukcia traťovej štruktúry a podpier SkyWay, ktorá odstráni rezonančné javy pod vplyvom veterných poryvov, ktoré by mohli v opačnom prípade viesť k fenoménu dynamickej nestability (flutter) a následne k strhnutiu traťovej štruktúry a podpier. Základný rozdiel (okrem pevnosti, samozrejme) medzi traťovou štruktúrou návesného SkyWay a drôtov elektrického vedenia je v tom, že previs drôtov elektrického vedenia dosahuje na rozpätí dĺžku až niekoľko metrov, preto je jednoduché ich rozkolísať podobne, ako hojdačku. Previs strún v návesnom SkyWay (viď obr. 13) sa rovná len niekoľkým centimetrom a je „zašitý“ vnútri pevných a dokonale rovných trémov (koľají), ktoré sú navyše spojené nevzájom v priečnom smere v priestorovej konštrukcii (ľavá a pravá strunová koľaj sú so sebou spojené priečnymi lištami a vytvárajú tak dostatočne pevný rám). Roztrásť takúto konštrukciu by bolo náročné aj pre uragán, preto trasu SkyWay možno navrhnuť tak, aby bola odolná voči akémukoľvek vetru, vrátane tornáda.

Čo sa týka závesných SkyWay, pri približne tej istej úrovni absorpcie kinetickej energie vetra aká je u lanovkovej trate, je struna u SkyWay natiahnutá 3-5 krát silnejšie, navyše strunová koľajnica má výrazne vyššie hodnoty ohybu a torznej pevnosti, ktoré dvoj- až trojnásobne prevyšujú obdobné vlastnosti pružného lana lanovkovej trate.

Z tohto dôvodu bude závesný SkyWay oveľa odolnejší voči zaťaženiu vetrom. Zároveň treba spomenúť, že lanovkové trate, u ktorých maximálne rozpätie dosahuje 3000 m, sa stále úspešne využívajú v horách, kde spravidla fúka silný vietor.

65. V akých odvetviach je možné ešte využívať SkyWay?

SkyWay sa dá využívať ako nízkorýchlostný dopravný prostriedok (rýchlosť do 100 km/h) pre špeciálne účely: pri ťažbe dreva pre potreby internej (závodnej) dopravy, pri preprave rudy, škvary, výrobných odpadov, pri ťažbe v pieskových a štrkových lomoch, uhľových, rudných, ropných, plynových kondenzátoch, na dodanie uhlia do tepelných elektrární, pre vývoz odpadov z miest na skládky...atď.

Absencia náročných požiadaviek v rámci rýchlostnej prepravy, ako aj zníženie požiadaviek na bezpečnosť pohybu z dôvodu neprítomnosti cestujúcich, znížia cenu SkyWay pre takéto zvláštne účely v porovnaní s vysokorýchlostnými strunovými trasami 2-3 násobne.

Na báze strunových technológií je možné vyrábať aj pomerne lacné, rýchlorozkladacie strunové prechody pre chodcov (obr. 33), automobilové a železničné mosty, priechody, nadjazdy, trajekty (obr. 34), nadjazdy pre jednokoľajové trate a vlaky na magnetickom zavesení,

to všetko ako lacnejšie varianty nosných konštrukcií v porovnaní s tradičnými trámovými, nosníkovými či lanovými konštrukciami. Pritom náklady na strunové konštrukcie sú v porovnaní s obdobnými trámovými konštrukciami 2-3 krát nižšie.

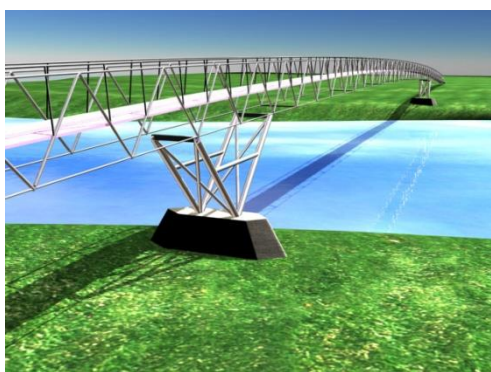
66. Môže trať SkyWay prechádzať po mori, a ak áno, akým spôsobom?

SkyWay sa môže stať univerzálnym druhom opravy, nakoľko trasy môžu prechádzať nielen po súši, ale aj po mori. Pri hĺbke mora do 20-30 m, napríklad na jeho šelfe, prejdú trasy, ktoré sú umiestnené na podperách zarazených do dna, vo výške 10-20 m nad hladinou vody (prípadne aj viac – v závislosti od požiadaviek na veľkostné parametre, vid' obr. 35 a 36).

Pri väčšej hĺbke mora bude strunovo-koľajová traťová štruktúra umiestnená v tuneloch (rúrach) s priemerom 2,5-3 m, uložených buď na dne mora (pri hĺbkach do 200-300 m), alebo vo vode v hĺbke okolo 50 m (obr. 37).

V poslednom menovanom prípade sú tunely vyrobené na báze strunových technológií (predpäté) s nulovou plávateľnosťou (presnejšie – s nevelkou prebytočnou plávateľnosťou) a ukotvené sú každých 1-2 km ku dnu mora. Vzhľadom k nízkej hmotnosti unibusov (do 10-15 ton) a ich pomerne riedkemu rozmiestneniu po trase (v priemere každých 1000 m) nedôjde k potopeniu tunela v dôsledku prejazdu niektorého z unibusov. Vďaka vysokej pevnosti v ohybe a osobitnej konštrukcii zabezpečia tunely vysokú rovnosť a pevnosť traťovej štruktúry SkyWay pri akýchkoľvek rýchlostiach a nezávisle od hĺbky mora.

Náklady na výrobu tunelov s malým priemerom, umiestnených v hĺbke vody, sú 7-10 krát nižšie ako náklady na tradičné podzemné tunele metra, ktoré sú umiestnené nie len v hrúbke podkladu, ale aj v tej istej povrchovej vode, ktorá sa nachádza pod tlakom, nakoľko povrchové vody sa na súši nachádzajú v hĺbke 10-50 m prakticky všade.



Obr. 33. most cez rieku pre peších chodcov



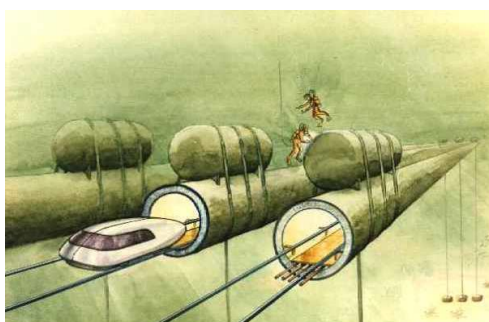
Obr. 34. Trajekt



Obr. 35. Jednotraťová trasa SkyWay po morskom šelfe



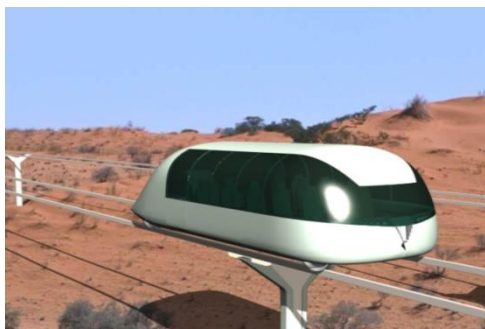
Obr. 35. Jednotraťová trasa SkyWay po morskom šelfe



Obr. 37. Variant prevedenia morského úseku trasy SkyWay



Obr. 38. Jednotraťová trasa SkyWay pozdĺž rieky



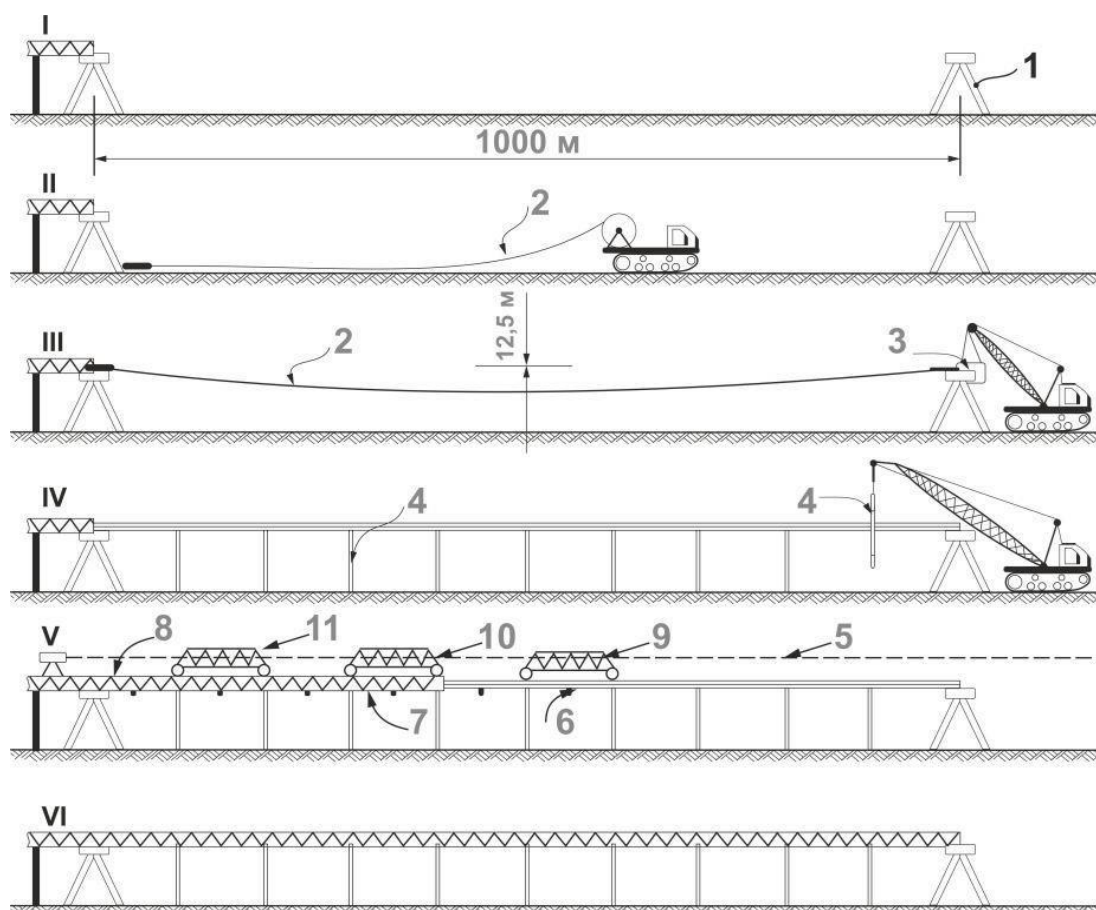
Obr. 39. Jednotraťová trasa SkyWay v púšti



Obr. 40. Jednotraťová trasa SkyWay v horách

67. Je stavebná technológia SkyWay komplikovaná?

S technologického hľadiska bolo možné začať stavať trasy SkyWay už v 19-om storočí – už v tom čase boli k dispozícii všetky nevyhnutné materiály, mechanizmy a zariadenia. Technológia výstavby strunovej trate je výrazne jednoduchšia než technológia výstavby mosta rovnakej dĺžky.



Obr. 41. Technológia výstavby trasy SkyWay (variant):

1 – kotevná podpera, 2 – vinuté alebo nevinuté lano (prvok struny), 3 – mechanizmus napnutia struny, 4 – priebežná podpera, 5 – línia výšky očí, 6 – priečna lišta, 7 – telo koľajnice, 8 – hlava koľajnice, 9, 10, 11 - technologické platformy pre výstavbu: priečných lišt, tela a hlavy koľajnice. I. Stavba kotevnej podpery, II. Rozloženie oceľových lán struny pozdĺž trate, III. Napnutie a ukotvenie struny, IV. Stavba priebežných podpier, V. Montáž prvkov koľajnice a traťovej štruktúry, VI. Hotový úsek trate

Jedno z možných prevedení technológie SkyWay spočíva v nasledovnom:

Prefabrikovaný prvok struny (napríklad vinuté vystužené lano K-7) je napínaný s pomocou technologického zariadenia na stanovenú hodnotu (ako kontrolný parameter sa dá použiť sila ťahu alebo predĺženie struny pri ťahu) a pevne sa zaistia jeho konce, napríklad mechanicky (pomocou kompresného kotevného uzla) alebo zvarením – ku kotevným podperám (privarí sa nielen samotné vlákno, čo by ho oslabilo, ale aj špeciálna objímka, ktorá sa nachádza na konci lana, alebo samotná kotevná výstuž, ktorá sa dá pripevniť k podpere aj mechanicky).

Priebežné podpery sú na trati namontované dopredu: počas napínania struny alebo po jej napnutí. Po nainštalovaní priebežných podpier a napnutí strún sa po nich spustí technologická platforma, ktorá je schopná sa samostatne pohybovať a pevne sa zafixovať k podperám.

S pomocou platformy sa postupne, nosník za nosníkom, vystavia celé telo koľajnice, zafixuje sa v konštrukčnej polohe, vyplní sa plnivom, položí sa hlava koľajnice, priečne lišty a potom sa dokončia ostatné práce potrebné pre dokončenie traťovej štruktúry. Všetky tieto práce sú mechanizované a dajú sa automatizovať, môžu sa teda vykonávať nepretržite v akomkoľvek počasí.

Vďaka tomu bude zabezpečená vysoká rýchlosť výstavby SkyWay (500 m za deň), nízka náročnosť a náklady. Pre odstránenie mikroskopických nerovností a vlnitosti povrchov hlavy koľajnice, ako aj jej priečných spojov bude ešte potrebné zbrúsenie týchto nerovností po celej dĺžke trate. Výstavba SkyWay sa môže vykonať s pomocou špeciálneho kombajnu, kedy sa struna a ostatné napínané prvky koľajnice napínajú nie na kotevnú podperu, ale na kombajn. Kombajn pri pohybe pozdĺž trasy s pomocou nožných podpier zanechá za sebou zmontované priebežné podpory s hotovou strunovou štruktúrou ktorá je pevne spojená s kotevnými podperami.

68. Aká je cena výstavby a údržby SkyWay v porovnaní s inými dopravnými systémami?

Skyway nebude mať po stránke nákladov na výstavbu konkurenciu v porovnaní s obdobnými dopravnými systémami „druhej úrovni“ s podobnou dopravnou kapacitou, pohodlím, rýchlostnými parametrami atď. Náklady na konkurenčných dopravných železničných tratiach položených v podmienkach rovinného povrchu sú (pri zohľadnení nákladov na infraštruktúru, vozový park a vyčlenenie pozemkov):

U vysokorýchlostnej trate – na násype: 30-50 mil. USD/km, v estakádnom prevedení: 50-70 mil. USD/km (pri rýchlosti do 350 km/h), u systému „Transrapid“ (vlak na báze magnetického závesu) – 70-90 mil. USD/km (rýchlosť do 450 km/h), súčasné autostrády a tradičná železničná trať: na násype – 3-5 mil. USD/km, v estakádnom prevedení -40-50 mil. USD/km (rýchlosť do 60 km/h).

Dopravný systém SkyWay bude pri obdových parametroch omnoho lacnejší (5-10 krát) než iné známe dopravné systémy „druhej úrovne“, obzvlášť preto, lebo sa odlišuje nízkou spotrebou tradičných (nie jedinečných) materiálov a konštrukcií na traťovú štruktúru a podpory. SkyWay nevyžaduje pri pokládke trate násyp, priehlbiny, drvené kamenivo a piesok, estakády, mosty, viadukty, nadjazdy, rúrové priepusty, prechody pre chodcov, mimoúrovňové križovatky a obdobné nákladné zariadenia.

69. Aké sú cestovné náklady pre cestujúceho?

Náklady na dopravu na cestujúceho (prevádzkové náklady delené počtom prepravených) vo vysokorýchlostnom Skyway na dĺžke trasy 1000 km pri rýchlosti 450 km/h budú nie viac ako 9 USD bez amortizácie a 18,5 USD s amortizáciou (výpočet bol urobený v rámci podnikateľského plánu „EVRAZ TRANSNET“ pre úsek Transneta s dĺžkou 1000 km a prepravnou kapacitou 20000 cestujúcich za deň). Nízkorýchlostné trasy (do 100 km/h) budú 1,5-2 krát lacnejšie. Prevádzkovateľ vysokorýchlostnej trate SkyWay bude mať možnosť stanovovať pomerne nízke ceny a zároveň dosahovať slušné zisky aj bez štátnych dotácií.

70. Aké sú náklady na prepravu tovaru?

Nákladnosť rýchlostnej prepravy tovarov po SkyWay bude nižšia v porovnaní s inými druhmi rýchlostnej prepravy, a to pri dostatočne vysokej rýchlosti – do 450 km/h. Priemerné náklady vysokorýchlostnej prepravy tony nákladu po rovinatej trase na vzdialenosti 1000 km bude menej ako 10 USD (bez amortizácie, a asi 20 USD s amortizáciou).

Nízkorýchlostná nákladná preprava (do 100 km/h) bude 1,5-3 krát lacnejšia.

71. Koľko stojí výstavba jedného kilometra trate SkyWay?

Náklady na výstavbu 1 km trasy SkyWay môže byť rôzne. Záleží to nasledovného: bude sa jednať o jednotraťovú alebo dvojtraťovú trasu, vysokorýchlostnú alebo nízkorýchlostnú, mestskú alebo medzimestskú, osobnú, nákladnú, osobno-nákladnú alebo špecializovanú, návesného alebo závesného typu, ultraľahkého, ľahkého, stredného, ťažkého alebo ultraťažkého typu, s hustou alebo riedkou sieťou staníc, zastávok, opravovní, nákladných terminálov a ostatných prvkov infraštruktúry; od systému riadenia – ručný, poloautomatický alebo automatický; od toho, či trasa prechádza po rovine, v horách alebo po morskom šelfe, cez tundru, večne zamrznutú oblasť alebo cez púšť; či bude trať na vysokých alebo nízkych podperách, s veľkými alebo menšími rozpätiami nosníkov atď.

Treba tiež poznamenať, že do nákladov tradičných dopravných komunikácií, napríklad automobilových ciest, sa na rozdiel od SkyWay nezaráta cena samotného vozidla (autobus, automobil, trolejbus) a infraštruktúry (stanice, zastávky, prechody pre chodcov, garáže, čerpacie stanice, mosty, nadjazdy, viacúrovňové križovatky a iné). Uvediem príklad: na jednom kilometri modernej diaľnice sa môžu nachádzať automobily s celkovou cenou 10 mil. USD, čo častokrát značne prevyšuje cenu samotnej diaľnice, nehovoriac už o nákladoch pri vyvlastnení a pri infraštruktúre – čerpacích staníc, opravovní, umyvární atď. Náklady na zničenú úrodnú pôdu (najcennejšieho zdroja našej planéty) sa do nákladov nezapočítavajú vôbec.

Ak by sme spriemerovali všetky vyššie spomenuté ukazovatele, jeden kilometer vybavenej vysokorýchlostnej dvojtraťovej trasy SkyWay (rýchlosť do 450 km/h) by stál: 3-5 mil. USD na rovine, 7-10 mil. USD v horách, 5-7 mil. USD na morských úsekoch pri umiestnení trate nad vodou a 10-15 mil. USD pri umiestnení trate do rúry (položenej v hĺbke vody, na morskom dne alebo pod dnom).

72. Aká je štruktúra nákladov výstavby trate „druhej úrovne“?

Do komplexu SkyWay patria: stacionárne zariadenia (stanice, nástupištia, depá, nákladné terminály, garáže, opravovne, trafostanice, systém riadenia, signalizácia, spojenie, výhybky atď), ktoré spolu predstavujú asi 20-30% všetkých nákladov. Traťové štruktúra a podpory predstavujú 50-70% (40-55% je traťová štruktúra, 10 - 20% - podpory). Náklady na projektovanie - 7-10%, koľajové vozidlá - 10-15%.

73. Je cena pohonných hmôt a elektrickej energie určujúcou pre konečnú cenu dopravy?

Áno, samozrejme. Asi 70 až 80% celkových nákladov na prepravu, bez amortizácie. SkyWay je rýchlostný dopravný systém, takže na dosiahnutie rýchlosti je potrebná značná energia (hoci v porovnaní s inými typmi vysokorýchlostnej dopravy je to 5-7 krát menej).

74. Aká cena stavebných materiálov a konštrukcií sa považuje za základ pri kalkulácii nákladov na strunokol'ajové trate?

Pri určovaní nákladov na výstavbu konštrukcií v Ruskej Federácii boli použité nasledovné ceny:

- montované oceľové konštrukcie, v závislosti od ich zložitosti a kvality použitej ocele 5 000-7 000 USD/tonu, prípadne viac
- konštrukcie z hliníkových zliatin s vysokou pevnosťou - 10 000 až 15 000 USD/tonu
- montované železobetónové konštrukcie - 400-500 USD/m³
- montované betónové konštrukcie - 200-300 USD/m³

Náklady na stanice a budovy sa počítali z ceny 2 500 do 3 500 dolárov za 1 štvorcový meter (stavebné práce plus inžinierske a technologické zariadenia), 1 500 - 2 000 USD na 1 štvorcový meter plochy opravovní a nákladných terminálov.

75. Aká bude cena „rodinného“ a viacmiestneho verejného vysokorýchlostného unibusu?

Náklady na rodinný vysokorýchlostný kol'ajový automobil (s kapacitou 3- osôb) na elektrifikovaných tratiach SkyWay možno hodnotiť v porovnaní s osobnými automobilmi, ktoré sa svojimi rozmermi ako aj konštrukčne na SkyWay najviac podobajú. Sériovo vyrábané SkyWay elektromotory s výkonom 25-50 kW budú 1,5-2 krát lacnejšie ako motory s vnútorným spaľovaním s rovnakým výkonom a zároveň budú spoľahlivejšie, odolnejšie a ľahšie udržiavateľné. Karoséria unibusu bude lacnejšia ako karoséria automobilu s obdobnými rozmermi vďaka jednoduchšej konštrukcii (bude bez radiátora, dverí, kapoty, svetlometov, stieračov atď.).

Podvozok a zavesenie unibusu SkyWay bude taktiež jednoduchšie a lacnejšie, než je to pri automobile (absencia nespoľahlivých a drahých pneumatík, mechanizmov otáčania kolies, zjednodušenie prenosu krútiaceho momentu na kolesá, absencia požiadaviek na prejazd po zlých cestách atď.).

Systém riadenia otáčok motora a krútiaceho momentu na kolesá je v oboch dopravných prostriedkoch približne rovnaký, čo sa týka nákladov aj zložitosti (u SkyWay je to jednotka riadenia otáčok motora, v automobile je to prevodovka, spojka, riadenie systému prenosu paliva do motora). Systém riadenia pohybu unibusu bude omnoho jednoduchší a lacnejší, než u automobilu, nakoľko kontrolovaných parametrov bude málo: rýchlosť pohybu, vzdialenosť medzi najbližšími unibusmi a súradnicové umiestnenie unibusu na trati.

O náročnosti riadenia automobilu hovorí už len tá skutočnosť, že bez ohľadu na progres v oblasti počítačových technológií, šoférovať automobil dnes ešte stále vie len mozog človeka (faktor šoféra je nutné brať do úvahy pri systéme riadenia a pri určení nákladov: každodenne na celom svete milióny ľudí strávia za volantom niekoľko hodín). Preto sa s úlohou riadenia unibusu popasuje lacný riadiaci program, ktorý bude kontrolovaný a riadený traťovými počítačmi napojených na jednotnú sieť. V systéme riadenia automobilu je okrem šoféra a riadicich mechanizmov (volant, posilňovač riadenia, plynový pedál, brzdový pedál, spojka, prevodové stupne) prítomný aj celý systém vizualizácie informácií potrebných pre riadenie, ktorý u SkyWay neexistuje: stierač čelného skla s mechanizmami pre pohyb a dodávku čistiacej kvapaliny (zebezpečuje čisté sklo, a teda lepšiu viditeľnosť na ceste), svetlomety, obrysové svetlá, parkovacie svetlá, prístrojová doska, zrkadlá, klaksón atď.

Interiér unibusu a automobilu je dosť podobný, môžu sa ale líšiť v závislosti od vkusu zákazníka. Okrem toho v elektrickom unibuse SkyWay ako aj v dopravnom systéme budú absentovať také prvky, ako: palivová nádrž (a samozrejme reťazec súvisiacich prvkov: čerpacie stanice, rafinérie, ropovody, ropné vrty), systém zásobovania paliva do motora, odvodušňovací systém a systém spaľovania výfukových plynov (napríklad, sprísnenie požiadaviek na ochranu životného prostredia v mnohých krajinách spôsobil výrazný nárast cien automobilov).

S ohľadom na vyššie uvedené argumenty je možné predpokladať, že pri sériovej výrobe bude elektrický rodinný SkyWay 2-3 krát lacnejší ako osobný automobil alebo mikrobús s obdobnou kapacitou a úrovňou pohodlia, a tým pádom bude dostupnejší pre osobné využitie (v dlhodobom horizonte je možné vďaka prednostiam SkyWay vytvoriť rozsiahlu dopravnú sieť na úrovni dnešnej cestnej siete).

Viacmiestne (verejné) unibusy budú mať po stránke veľkostných rozmerov blízko k súčasným medzimestským autobusom a pri sériovej výrobe nebudú drahšie (viď obr. 42, kde je ukázaný vysokorýchlostný unibus poháňaný naftovým motorom).

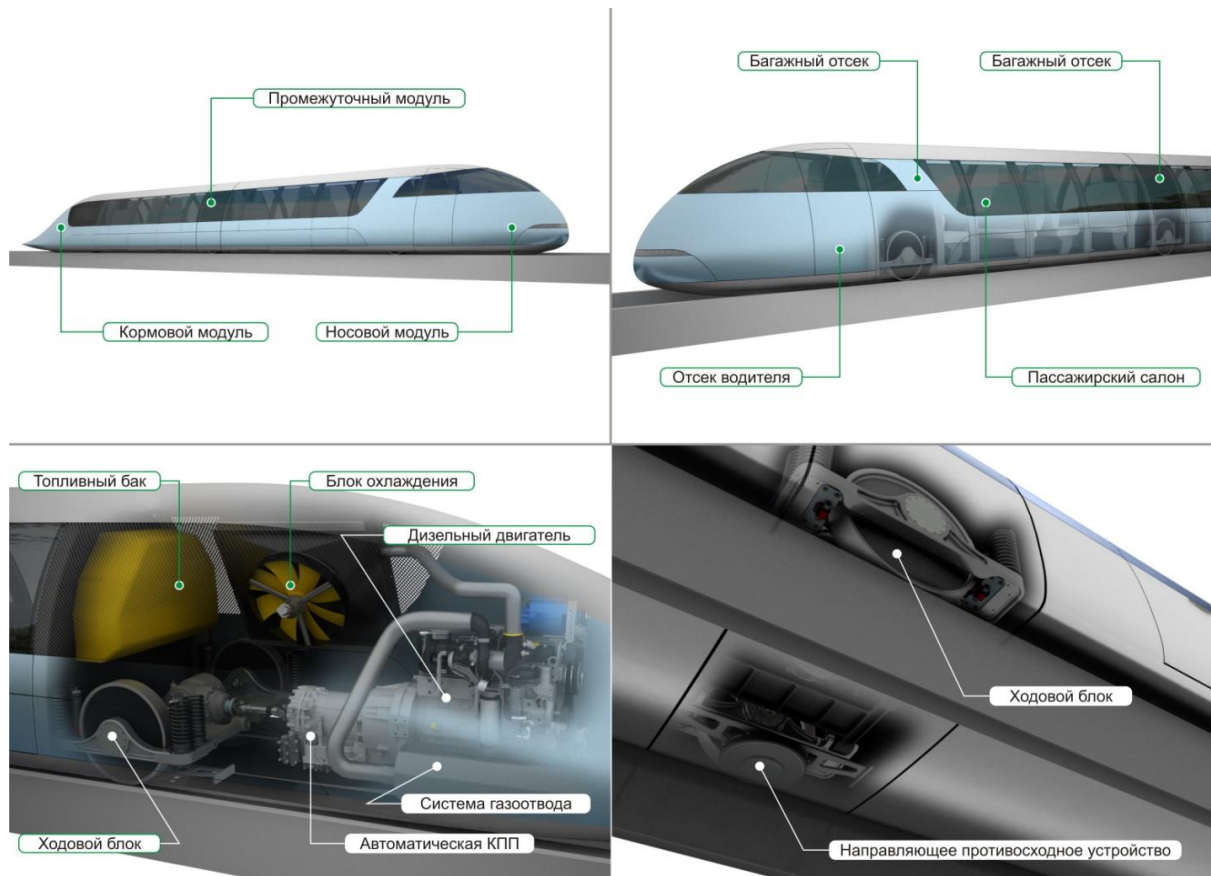
Viacmiestny elektrický mestský unibus bude čo do nákladov a rozmerov taktiež podobný súčasným električkám s obdobnou prepravnou kapacitou (viď obr. 43, kde je ukázaný mestský závesný unibus s pohonom na elektrický akumulátor).

Pri rovnakej prepravnej kapacite bude unibus 2-3 krát ľahší a zároveň lacnejší ako električka.

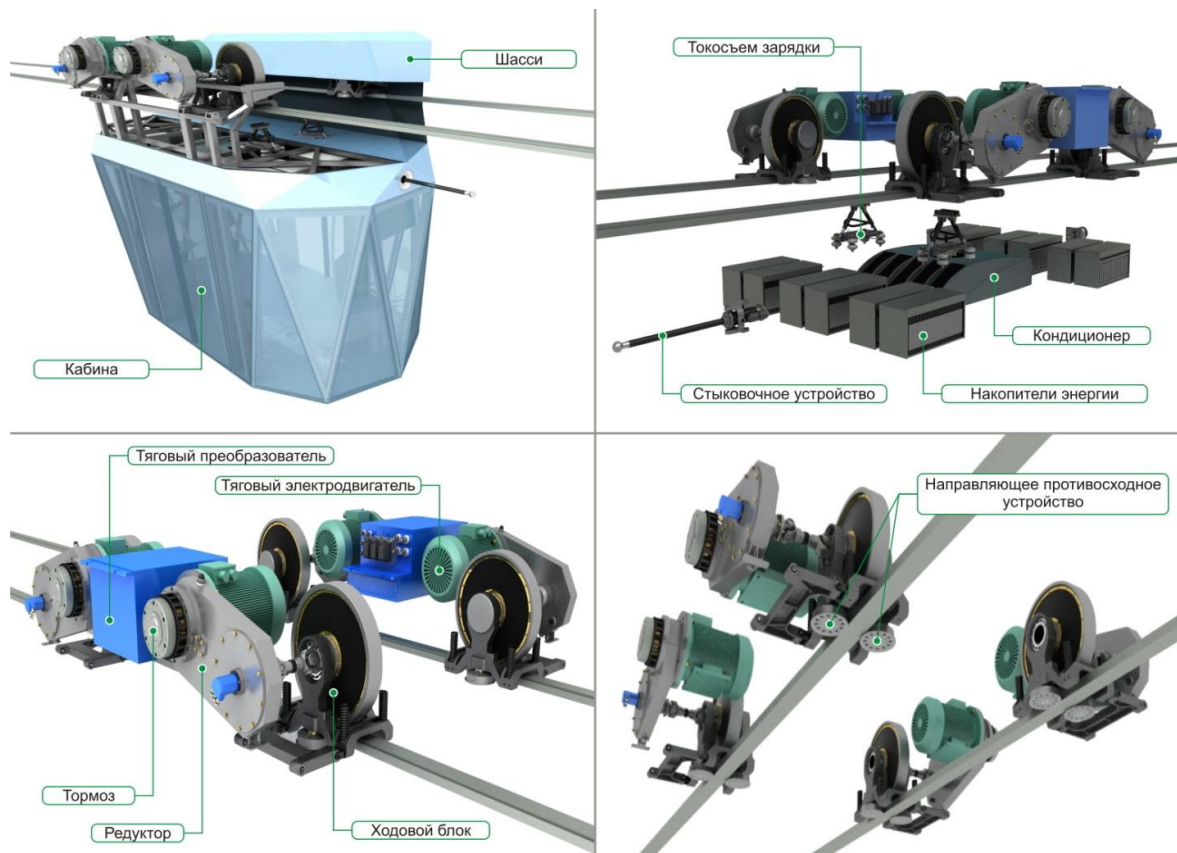
76. Aké sú očakávané náklady na jazdné súpravy?

Náklady na výrobu osobného unibusu pre vysokorýchlostnú prevádzku bude v závislosti od interiéru pri sériovej výrobe približne rovnaká ako pri osobnom automobile – 10 000 – 15 000 USD na cestujúceho, pričom unibusy môžu byť vyhotovené v pohodlnejšom prevedení ako tradičné osobné automobily.

Na takýchto unibusoch sa predpokladajú trasy o dĺžke do 900 km, čo predstavuje čas asi 2 hodiny. Unibusy pre dlhšie trasy budú vybavené WC, umývadlami a ak to bude nutné aj sprchovacími kútlami, vaňou a inými službami. Tieto budú o niečo drahšie – 20 000 – 25 000 USD na cestujúceho.



Обр. 42. Variant konštrukčného prevedenia vysokorýchlostného návesného unibusu



Обр. 43. Variant konštrukčného prevedenia mestského závesného unibusu

Náklady na výrobu dopravnej súpravy pre nízkorýchlostnú nákladnú dopravu priemyselného tovaru (rudy, uhlia, ropy, atď) sa pri sériovej výrobe približne rovnajú nákladom na výrobu tradičného železničného vozidla – 1000 USD na 1 tonu užitočného zaťaženia.

Zároveň je možné vyrobiť unibus aj na zakázku a môžu byť vybavené ako jedno-dvojmiestna hotelová izba alebo kancelária (prítomnosť nábytku, výpočtovej techniky, satelitného spojenia prípadne faxu).

Takto je možné zabezpečiť, aby sa v budúcnosti stal z unibusu nielen prostriedok dopravy, ale aj pracovné miesto (obzvlášť pre pracovníkov na služobnej ceste) a miestom oddychu pre turistov na výletoch.

Je nutné mať na zreteli, že náklady na výrobu vysokorýchlostného bezpečného unibusu boli kalkulované pri automatickom systéme riadenia. Preto nie je správne priamo porovnávať takýto unibus s pomalším, nebezpečnejším, neekologickým a nešetrným osobným automobilom, ktorý riadi vodič (naučiť vodiča riadiť automobil stojí čas aj peniaze, preto ak by sme chceli byť korektní, tieto náklady by mali byť započítané pri porovnávaní s unibusom). Ďalšie náklady spojené s automobilmi sa týkajú zdravia – každoročne zomrie na cestách okolo 1,5 mil. ľudí a ďalších 20 mil. ľudí sa stanú invalidmi – tieto straty predstavujú aj pri skromných odhadoch každoročne 2 bil. USD.

Je tiež nekorektné porovnávať rýchlostný nákladný unitrak SkyWay vybavený pohonom a automatickým systémom riadenia, s železničným vagónom, ktorý sám o sebe nie je samohybný a do pohybu ho dostane až lokomotíva, ktorá má tiež svoje náklady, a je riadená tímom rušňovodičov a dispečerov.

77. V akom časovom horizonte sa očakáva návrat investície SkyWay?

Návratnosť investície do systému SkyWay závisí predovšetkým od nasledujúcich faktorov:

- - Úroveň využitia trasy (objem prepravy ľudí a tovarov)
- - Normatívna ziskovosť využitia (s tým súvisí aj cena cestovných lístkov)
- - Prevádzkové náklady
- - Náklady na palivo (elektrickú energiu)

Podľa výpočtov na základe finančného modelu „EvrAz Transnet“ návratnosť vysokorýchlostných medzimestských trás SkyWay môže byť od 3 rokov od zavedenia tratí do prevádzky, a to aj pri takých nízkych objemoch prepravených osôb, ako je 20 000 cestujúcich za deň. Pri preprave 100 000 cestujúcich za deň je návratnosť trasy SkyWay v horizonte 1-1,5 roka. Veľké objemy prepravených cestujúcich sú možné aj v takých málo zaľudnených krajinách, ako napríklad Austrália, kde na úseku Melbourne – Sydney – Brisbane austrálski špecialisti predpokladajú objem 150 – 200 tisíc cestujúcich za deň, pokiaľ rýchlosť na trase nebude nižšia ako 350 km/h a cena lístka nepresiahne 200 USD (na vzdialenosti 1600 km).

78. Akú trhovú medzeru môže SkyWay predstavovať v hospodárstve jednotlivých krajín a v rámci celosvetovej ekonomiky?

Henry Ford pred takmer sto rokmi dokázal automobilizáciou uskutočniť kolosálny prevrat nielen v ekonomike USA, ale na celom svete. Ekonomický potenciál SkyWay nie je o nič menší. Svojou povahou a rozsahom môžeme SkyWay prirovnať k rozvoju siete Internet – na jeho základe môže byť vytvorená svetová dopravná sieť „Transnet“.

Potenciálna trhovú medzera strunovej dopravy vo svetovej ekonomike v 21-om storočí prevyšuje 100 biliónov USD, čo je napríklad viac, ako bola medzera, ktorú za 20 rokov vytvoril vtedy ešte neznámy, no dnes jeden z najbohatších ľudí sveta Bill Gates. V každej z krajín, ako sú Rusko, Čína, India, USA prevyšuje potenciálny objem objednávok SkyWay 10 biliónov USD. Prognóza rozvoja svetovej dopravnej siete, vrátane SkyWay, je znázornená na obrázku 44.

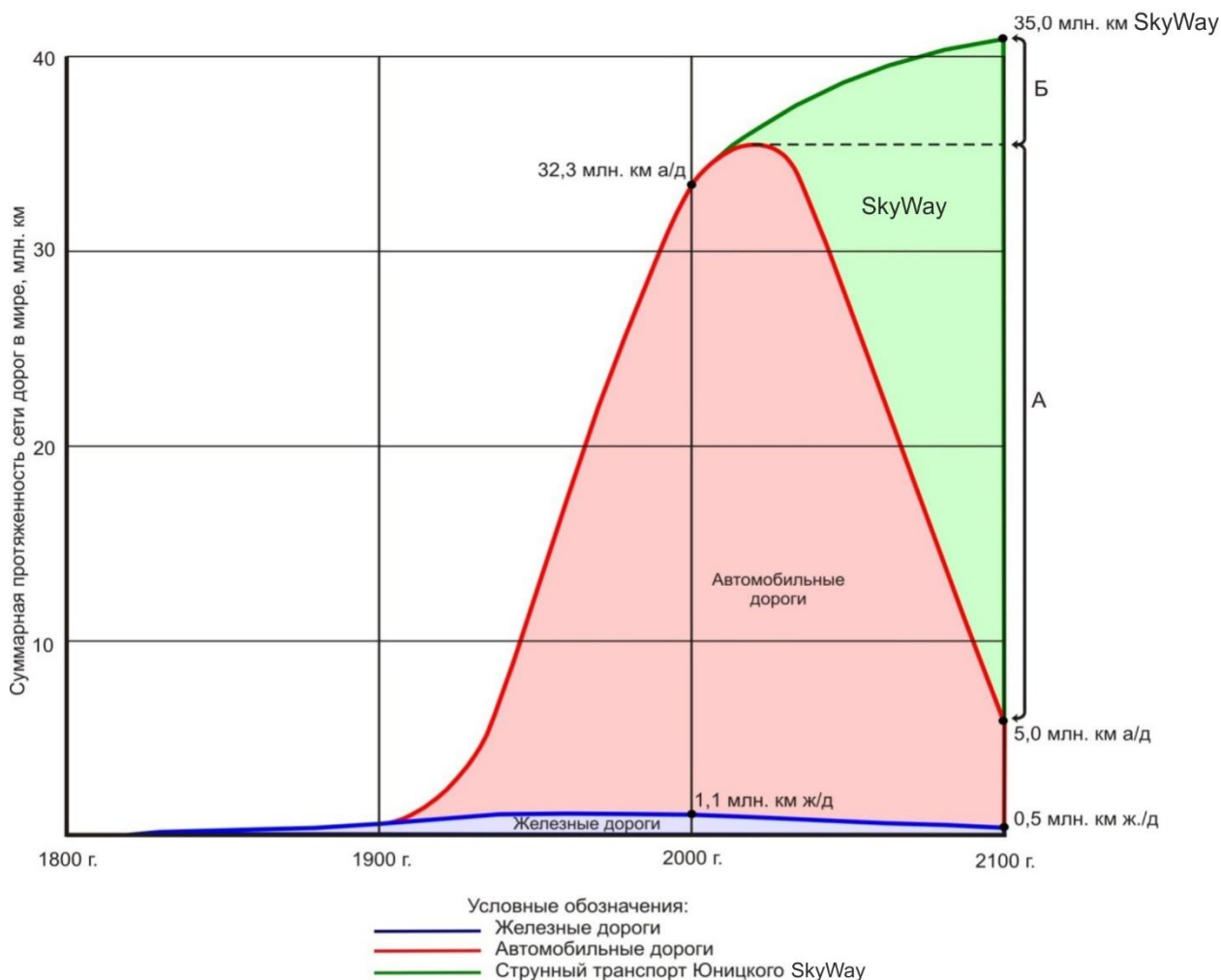
Ak budú prvé demonštratívne úseky certifikovaných tratí osobných alebo nákladných SkyWay predstavené v Centre predaja strunových technológií v r. 2016, tak v r. 2030 sa môže zastaviť budovanie nových automobilových ciest a ich dĺžka začne klesať približne s rovnakou intenzitou ako ich stavba v 20-om storočí, teda asi 300 000 km ročne. S presne takou intenzitou ich začnú nahradzovať efektívnejšie trasy „druhej úrovne“, preto bude potrebné budovať SkyWay približne v obdobnej dĺžke – 300-350 tisíc km za rok.

Okrem nahradenia ciest „prvej úrovne“ (počas 21-ého storočia je to 25-28 mil. km, teda 350-370 tisíc km/rok) bude nevyhnutné vybudovať nové trate „druhej úrovne“ v doteraz neprebádaných regiónoch a novými smermi. Celkovo pribudlo v 21 storočí okolo 8-12 mil. km nových ciest (z ktorých je v Rusku 2-3 mil km) a stavajú sa rýchlosťou 90-130 tisíc km za rok (viď obr. 44)

Rastúca sieť tratí SkyWay zabezpečí značné dodatočné príjmy aj vďaka príprave budúcich zamestnancov.

Ak by bol vyššie uvedený objem prác použitý na budovanie obyčajných železničných dráh a automobilových ciest, vysokorýchlostných železničných tratí, vlakov na magnetickom závese a jednokolajových dráh, žiadna spoločnosť na svete by nebola schopná poskytnúť dostatočné množstvo pracovnej sily, nakoľko by bolo potrebné zamestnať celú dospelú populáciu Ruska (napríklad, v najväčšej firme RAO momentálne pracuje okolo 1,5 mil. ľudí pri dĺžke cestnej siete 87 000 km, teda asi 20 ľudí na km.)

Skyway taktiež vytvorí nové netradičné trhy s príjmom viac ako 100 mld. USD za rok. Jedným z takýchto trhov bude predaj dvoch obnoviteľných zdrojov v Rusku: kvalitnej pitnej vody (jazero Bajkal, minerálny zdroj) a sibírskeho chladu (prírodno-klimatický zdroj). Konkrétne by sa jednalo o dodávanie vysokokvalitného jedlého ľadu ako zdroja pitnej vody do Číny, Indie a iných teplých krajín, a tiež chladu v takých veľkých objemoch, na získanie ktorých by bolo nutné v mnohých elektrárňach sveta každoročne spáliť niekoľko sto miliónov ton uhlia, mazutu a plynu a prenášať takto získanú elektrickú energiu cez tisíce kilometrov do klimatizačných zariadení a chladničiek.



А — замещение построенных в 20-ом веке устаревших и затратных в эксплуатации железных и автомобильных дорог транспортной системой «второго уровня» нового поколения — SkyWay (27 млн. км)
 Б — строительство SkyWay в ранее неосвоенных регионах и направлениях (8 млн. км)

A – nahradenie zastaralých a stratových železničných a automobilových ciest postavených v 20-om storočí systémom „druhej úrovne“ novej generácie – SkyWay (27 mil. km)
B – budovanie SkyWay v nových regiónoch a novými smermi (8 mil. km)

79. Aká je hospodárska efektívnosť rozsiahleho využitia SkyWay?

SkyWay je program vytvárajúci nové odvetvia, má vysokú ekonomickú efektívnosť vďaka nasledujúcim danostiam:

- významné zníženie nákladov na tratiach "druhej úrovne" a nákladov na infraštruktúru
- významné zníženie náročnosti na zdroje v dopravnom systéme zníženie nákladov na zabratú pôdu
- významná úspora paliva (energie) pri prevádzke vozidiel SkyWay
- významné zníženie nehodovosti
- významné zvýšenie ekologickosti dopravných služieb

Ak budeme predpokladať, že v 21. storočí SkyWay vytesní automobilovú dopravu aspoň o 50%, znamenalo by to nevyhnutnosť vystať aspoň 20 mil. km struno-koľajových tratí (dnes je na celom svete postavených približne 30 mil. km automobilových ciest).

Nakoľko je SkyWay dopravnou „druhej úrovne“, teda dopravnou štruktúrou postavenou nad úrovňou zeme na podperách, úspornosť v porovnaní s inými známymi dopravnými systémami „druhej úrovne“ pri rovnakej celkovej dĺžke dráh predstavuje:

- v porovnaní s jednokoľajovými dráhami (ich cena je 30-50 mil. USD/km): 400-600 tril. USD
- v porovnaní s vlakmi na magnetickom závесе (ich cena je asi 50-70 mil. USD/km): 600-1 200 tril. USD
- v porovnaní s automobilovými a železničnými estakádami (ich cena je 30-40 mil. USD/km): 600-800 tril. USD

V dnešnej dobe stojí nadobudnutie práv k pozemkom (cez ktoré prechádzajú cesty) od 100 tisíc USD/ha do 10 mil. USD/ha (v mestách aj viac). V priemere okolo 200 tisíc USD/ha. Pri inflačnom raste ceny pozemkov o 3-5% za rok bude v polovici 21-ého storočia takýto pozemok stáť okolo 1 mil. USD/ha. V takej situácii pozemky, cez ktoré vedú dnešné automobilové cesty (okolo 100 mil. ha, čo je viac ako celková plocha Spojeného Kráľovstva a Nemecka spolu), budú stáť okolo 100 tril. USD (teda asi 3 mil USD/ha). Ak SkyWay nahradí čo i len 50% dnešných automobilových ciest, dokáže sa tak uvoľniť pozemkový fond o veľkosti 50 mil. ha s cenou okolo 50 tril. USD.

Vysokorýchlostná súprava SkyWay má spomedzi všetkých dopravných prostriedkov najlepšiu aerodynamiku – v tejto oblasti SkyWay získal viac ako 10 patentov. Napríklad, jeden z najlepších automobilov firmy Porsche má koeficient aerodynamického odporu $C_x = 0,34$, zatiaľ čo unibus Skyway $C_x = 0,07$ (koeficient C_x bol nameraný experimentálne v podmienkach viacnásobného prefukovania v aerodynamických tuneloch). Pri rýchlosti 100 m/s (360 km/h) predstavuje u dvadsaťmiestneho unibusu hodnota aerodynamického odporu 250 kW, no ak by mal kontúry obvodu karosérie ako Porsche, takýto odpor by predstavoval až 1060 kW. Takýmto spôsobom zmenšenie hodnoty aerodynamického odporu predstavuje 810 kW, čo dokáže ušetriť 810 ton paliva za rok na jeden vysokorýchlostný koľajový automobil SkyWay (pri spotrebe 0,2 kg na jednu kWh a pri 5000 hodinách práce motora za rok).

Pri miernej premávke koľajových vozidiel - 1 unibus na kilometer trate, ich celkové požadované množstvo bude predstavovať asi 20 mil. kusov. Počas 20-tich rokov služby ušetrí vysokorýchlostný vozový park unibusov SkyWay približne 320 mld. ton paliva, ktorého cena pri dnešnej priemernej cene 1 USD/kg (1000 USD/tonu) bude predstavovať 320 tril. USD. Za 100 rokov bude celková úspora paliva premietnutá do ceny predstavovať 1500 tril. USD.

Skyway je jedným z najbezpečnejších spôsobov dopravy. Bezpečnosť spočíva predovšetkým v tom, že strunová koľaj SkyWay prechádza vo veľkej výške nad zemou, čím je vylúčená akákoľvek zrážka s dopravnými prostriedkami iných dopravných systémov, pešími chodcami, zverou atď. Bezpečnosť je daná aj tým, že stabilita pohybu jednotlivých oceľových kolies zabezpečujú dva hrebene a systém proti vykoľajeniu, a nie trecie sily, tak ako tomu je u pneumatík automobilu.

Skyway je tiež odolný voči hurikánu, silným dažďom, snehu, krupobitiu, mrazu, hmle, pieskovej a prachovej búrke, záplavám, zemetraseniu, tornádam, zosuvom pôdy a iným prírodným javom, ktoré môžu spôsobiť straty na životoch pri súčasných existujúcich druhov dopravy.

Nehodovosť bude u SkyWay nižšia, než pri leteckej doprave (pre porovnanie: pri leteckých nehodách zahynulo v období rokov 2008-2011 najmenej 1000 ľudí a pri nehodách na cestách približne 1,5 mil. ľudí, pričom ďalších 10 mil. ľudí utrpia pri nehodách traumy alebo majú trvalé následky)

Ak sa v 21-om storočí podarí znížiť automobilovú dopravu aspoň o 50% a zároveň ju nahradiť bezpečným dopravným systémom SkyWay, bude možné zachrániť v priebehu storočia okolo 60-70 mil. ľudí a zabrániť trvalým následkom takmer 1 mld. ľudí.

Ak by sme sa pokúsili vyčísliť náklady predčasne ukončeného života a invalidity s pohľadu poisťovníctva (1 mil. USD resp. 100 tis. USD), tak celkový ekonomický efekt v dôsledku zníženia dopravných nehôd v 21-om storočí by predstavoval približne 100 tril. USD.

Takýmto spôsobom by ekonomická efektivita masového využitia SkyWay v 21-om storočí prevyšila 2000 tril. USD.

80. Do akej miery závisí cena trate od terénu krajiny a jej ostatných charakteristík?

Náklady na výstavbu dopravných trás závisia len v malej miere od terénu a jeho charakteristík, preto bude s pomocou SkyWay možné preklenúť aj ťažkodostupné územia: púšte, bažinaté pôdy, permafrost, tajgu, tundru, džungľu, šelf oceánu, hory a tak ďalej...

Napríklad v prípade, že povrch členitého alebo hornatého územia si bude vyžadovať navýšiť priemernú výšku podpier z 5 m (na rovine) na 15 m, celková cena trate sa zvýši len o 15-20%, nakoľko podiel nákladov na podpory z celkovej hodnoty nákladov na dopravný systém je pomerne malý (10 -20%). Približne o takúto hodnotu sa navýši aj stavba strunovej vysokorýchlostnej trate vedúcej cez blatistý terén, púšť a permafrost – v takýchto prípadoch je nevyhnutné upevniť základ podpier a zatĺkať pilóty: do pevného dna močiara, hlboko pod vrstvou púštnych pieskov a pod topiacu sa vrstvu permafrostu v lete.

81. Aký bude vplyv SkyWay na životné prostredie na planetárnej úrovni?

Po prvé, zníži sa spotreba neobnoviteľných zdrojov energie (ropy a ropných produktov, uhlia, plynu), nekovových materiálov, železných a neželezných kovov (tmavých a farebných), pretože:

Traťová štruktúra a podpory SkyWay vynikajú extrémne nízkymi nárokmi na spotrebu materiálu, pre polozenie trate nie sú potrebné násypy, výkopy, drvené kamenivo a piesok, nadjazdy, viadukty, mosty, priepusty, prechody pre chodcov, mimoúrovňové objazdy a iné štruktúry, ktoré spotrebúvajú veľké množstvo nerastných surovín.

Po druhé, zníži sa znečisťovanie životného prostredia, nakoľko sa ako palivo bude v prvom rade využívať elektrická energia (najčistejší druh energie). Ďalej, spotreba energie bude pomerne nízka (v porovnaní s automobilovým vozidlom je nižšia 10-15 krát alebo viac). Dôjde k šetrnému využitiu zraniteľných ekosystémov (tundra, permafrost, džungľa, bažinaté oblasti a ďalšie). Okrem iného budú môcť byť ako palivo využité niektoré alternatívne ekologicky čisté zdroje energie (vietor, slnečná energia).

Po tretie, zmenší sa zaberanie úrodných pôd na úkor poľnohospodárskeho, rekreačného využitia zeme, nakoľko na polozenie strunovej trate je potrebných asi len 0,1 ha/km, teda asi toľko, koľko zaberie chodník alebo cesta pre peších chodcov a, ako už bolo spomenuté, nebude potrebné násypy, výkopy, tunely, výrub lesa, demolácie budov atď.

82. Akú úroveň dosahujú emisie škodlivých látok do atmosféry v porovnaní s inými druhmi dopravy?

Pri automobilovej doprave predstavujú emisie škodlivých látok v priemere 10 g/km, pri vysokorýchlostných vlakoch je to približne 0,6 g/km.

Najviac zo všetkých druhov dopravy znečisťuje atmosféru letecká doprava. U moderných lietadiel predstavujú celkové emisie škodlivých látok do atmosféry 300-400 g/km. Najväčšia časť emisií z lietadiel sa koncentruje práve v blízkosti letísk, t.j. okolo veľkých miest a megalopolisov – v čase preletu lietadla v menších výškach a pri akcelerácii motorov. V menších a stredných výškach (do 5000-6000 m) sa znečistenie oxidami dusíka a uhlíka udržiava niekoľko dní, aby sa neskôr toto znečistenie vymylo vlahou v podobe kyslých dažďov. Vo veľkých výškach je už letecká doprava jediným znečisťovateľom ovzdušia. Škodlivé látky sa dokážu v stratosfére udržať oveľa dlhšie – až jeden rok. Dokonca ani prechod na vodíkový motor tento problém nerieši. Nezávadné emisie z týchto motorov vo forme vodnej pary sa vo veľkých výškach premieňajú na kryštály ľadu, doliehajúce na povrch zeme.

Emisie škodlivých látok pri elektrifikovaných trasách SkyWay budú predstavovať hodnotu menej ako 0,1 g/km, t.j. menej ako je hodnota emisií pri vysokorýchlostných železničných tratiach, nakoľko u strunových tratí nebudú násypy, piesok a taktiež bude opotrebenie koľajnice, kolies a brzdových kotúčov menšie.

Okrem toho budú koľajové automobily SkyWay hermeticky uzavreté, vybavené vákuovými alebo chemickými toaletami, čo zamedzí vypúšťaniu rôznych aktívnych biologických a technologických odpadov do okolia – na to budú určené špeciálne zberače v železničnom depe.

Ako ukazuje skúsenosť, pásy okolo ciest a železničných tratí sú mimoriadne znečistené komunálnymi odpadmi cestujúcich.

Konstruktia nákladných kontajnerov SkyWay zabezpečí, že nedôjde k prepúšťaniu tekutých odpadov (nebude v nich čerpadlo, ventily, tesnenia a podobné prvky, ktoré by mohli spôsobiť prietok) a presýpaniu sypkých nákladov. Prípadná zrážka by spôsobila vykoľajenie len jedného menšieho koľajového vozidla s malým nákladom (brzdná dráha nasledujúceho vozidla bude kratšia ako vzdialenosť medzi nimi).

Zároveň nehody na železničných tratiach častokrát vedú k vážnemu znečisteniu životného prostredia v stovkách a tisíckach ton prevážaných tovarov. Pri haváriách na ropovodoch dochádza často k úniku desiatok tisíc ton ropy a ropných produktov, čo je obzvlášť nebezpečné v ťažobných regiónoch severných častí Ruska, ktoré sú po ekologickej stránke mimoriadne zraniteľné.

Emisie škodlivých látok a iné základné ekologické charakteristiky rôznych dopravných systémov sú opísané v tabuľke 2.

Tabuľka 2

**Základné ekologické charakteristiky dopravných systémov
(prepravná kapacita vyše 1000 cestujúcich za hodinu, resp. 1000 t nákladu
za hodinu)**

Druh dopravy	Merná spotreba energetických zdrojov (v litroch benzínu na 100 pasažierov alebo ton/km)		Emisie škodlivých látok, kg/100 pas. X km (resp. 100 t x km)	Zabratie pôdy pre účely dopravného systému, ha/100 km
	Osobná doprava	Nákladná preprava		
1.Železničná (80 km/h):				
•vysokorýchlostná	1,1—1,4	0,7—1,0	Viac ako 0,1	300—400
•Prímestská	1,2—1,5	0,9—1,4	Viac ako 0,1	300—400
•Mestská:				
- metrová	1,3—1,7	—	Viac ako 0,1	—
- električková	1,9—2,1	—	Viac ako 0,1	50—100
2.automobilová:				
- automobil				
- v meste (priemerná kapacita 1,6 pas., priemerná rýchlosť 15-20 km/h)	4,7—6,3	6,6—11,1	Viac ako 0,1	200—300
- mimo mesta (priemerná kapacita 3,5 pas, priemerná rýchlosť 80-100 km/h)	1,5—1,7	5,1—9,2	Viac ako 0,1	300—500
•autobus				
- v meste (priemerná rýchlosť 15-20 km/h)	2,1—2,3	—	Viac ako 0,1	200—300
- mimo mesta (priemerná rýchlosť 40-60 km/h)	1,4—1,7	—	Viac ako 0,1	300—500
•trolejbus (priemerná rýchlosť 15-20 km/h)	1,9—2,5	—	Viac ako 0,1	200—300
3.Letecká				
•dlhé lety (900 km/h)	6—10	50—75	Viac ako 10	20—50
•lokálne lety (400 km/h)	14—19	150—200	Viac ako 50	10—20
4.Morská (30 km/h)	17—19	0,38—0,95	Viac ako 10	5—10
5.Riečna (30 km/h)	14—17	0,57—1,4	Viac ako 10	2—3
6.Ropovodná (10 km/h)	—	0,51—0,57	Viac ako 1	50—100
7.Plynovodná (10 km/h)	—	5,7—6,1	Viac ako 1	50—100
8.Kontajnerová (10 km/h)	—	4,7—9,2	Viac ako 1	50—100
9.Hydrotransport (10 km/h)	—	2,3—4,7	Viac ako 1	50—100
10.Lanovková (20 km/h)	0,3—0,5	0,95—1,9	Viac ako 1	20—30
11.Vlak na magentickom závесе (400 km/h)	3,5—4,5	—	Viac ako 1	100—200
12.Vysokorýchlostná železničná trať (300 km/h)	2,5—3,5	—	Viac ako 1	300—500

13.Jednokolaťová trať (50 km/h)	1,5—2,5	—	Viac ako 1	50—100
14.Elektrifikovaná strunová doprava (osobná – 20 miest, nákladná – 10 ton nákladu) pri rýchlosti:				
•100 km/h (výkon 30 kW)				
•200 km/h (výkon 70 kW)	0,3	0,6	Menej ako 0,001	10—20
•300 km/h (výkon 150 kW)	0,35	0,7	Menej ako 0,001	10—20
•400 km/h (výkon 300 kW)	0,5	1,0	Menej ako 0,001	10—20
•500 km/h (výkon 450 kW)	0,75	1,5	Menej ako 0,001	10—20
	0,9	1,8	Menej ako 0,001	10—20

83. Elektrická energia v SkyWay je neškodná pri samotnej spotrebe, môže však dochádzať k znečisteniu životného prostredia pri jej výrobe v elektrárni?

Nebezpečné nie je iba samotné znečistenie životného prostredia, ale aj koncentrácia škodlivých látok. Vo vzduchu, vo vode a v potravinách sa nachádza celá Mendelejova tabuľka prvkov, no tieto sú v určitých koncentráciách bezpečné. Je vedecky dokázané, že existuje priamy vzťah medzi chorobami ľudí a úrovňou znečistenia atmosféry. Napríklad sa predpokladá, že v Rusku znečistenie životného prostredia znižuje očakávanú dĺžku života o približne 3-5 rokov.

Nekvalitná voda, na základe existujúcich odhadov nesie zodpovedenosť za zníženie dĺžky života o 2-3 roky. Akútne a chronické choroby v dôsledku otravy jedlom skracujú život o minimálne 1-2 roky.

Doprava, najmä v mestských oblastiach, je hlavným znečisťovateľom ovzdušia, nakoľko výfukové plyny sú do atmosféry vypúšťané v miestach hustého osídlenia ľuďmi. Aby sme si to vedeli ľahšie predstaviť, môžeme spraviť drobný experiment: zoberieme dopravný prostriedok s nízkovýkonným spaľovacím motorom, napríklad moped, a elektrický spotrebič s podobným výkonom, napríklad žehličku. Aj moped aj žehličku zapneme vnútri izby. Približne za minútu budeme mať tri možnosti:

1. Nasadiť si masku, aby nedošlo k uduseniu
2. Vypnúť moped a presadnúť si na bicykel
3. Vymyslieť taký dopravný prostriedok, ktorý by spotreboval palivo takým bezpečným spôsobom, ako žehlička, no aby zároveň nebolo potrebné šliapať na pedále, ako je to u bicykla.

Ale k niečomu podobnému vlastne dochádza každý deň, no nie v rámci nejakého experimentu, ale naozaj: v dome, v ktorom žijeme, hoci je väčší ako izby, sa rozbiehajú každý deň milióny nie mopedov, ale oveľa výkonnejších a životné prostredie viac zaťažujúcich automobilov.

Je pravda, že tepelné elektrárne znečisťujú životné prostredie, ale toto znečistenie je v prepočte na jednotkovú kapacitu nižšie, ako znečistenie spôsobené automobilmi, a navyše k takémuto znečisteniu dochádza ďaleko od husto osídlených miest. A okrem toho existujú aj menej nebezpečné či ekologicky bezpečné elektrárne – hydroelektrárne, atómové, prílivové, geotermálne, veterné a slnečné.

Okrem toho, SkyWay môže zabezpečiť rozkvet autonómneho zabezpečenia energie, založenom na obnoviteľných zdrojoch energie – vetre a slnku. Čo sa týka priameho vplyvu na životné prostredie, veterná energia je jedným z najčistejších zdrojov energie. V jej dôsledku nie sú do ovzdušia alebo do vodných nádrží vypúšťané škodlivé látky, nevyčerpávajú sa obmedzené zásoby neobnoviteľných minerálnych zdrojov a nemení sa režim vodných zdrojov.

Sú rozpracované základné schémy veterných a slnečných elektrární s vertikálnou osou otáčania, ktoré sú umiestnené spolu s podperami v rámci traťovej štruktúry SkyWay. Vďaka tomu sa výrazne znižujú kapitálové náklady na ich výstavbu a prevádzku – nie sú potrebné žiadne prístupové cesty k nim, nie je potrebné pokladať elektrické vedenie k elektrickému spotrebiteľu atď.

Pre pokrytie vlastných potrieb SkyWay postačuje ako zdroj energie s výkonom 100-200 kW/km, alebo po dve veterné turbíny (každá s výkonom asi 100-200 kW) na jednom kilometri trate. Maximálny počet takýchto zariadení sa rovná počtu podpier, teda asi 20-30 kusov na km trate, a ich celkový maximálny výkon môže predstavovať 1000 kW/km (na trati s miernym a silným vetrom).

To znamená, že celkový výkon veterných elektrární SkyWay môže presiahnuť 1 mil. kW na každých 1000 km trate (pri priemernej rýchlosti vetra 10 m/s), a náklady na výrobu elektrickej energie budú predstavovať asi 0,05 USD/kW – doba návratnosti sa odhaduje na 5 rokov.

Okrem schopnosti napájania vlastnou energiou sa SkyWay môže stať výkonnou elektrárnou, ktorá dokáže zabezpečiť energetické potreby príľahlých regiónov. Pričom nebudú potrebné nákladné a pre životné prostredie škodlivé vedenia vysokého napätia, nakoľko potrebné množstvo elektrického výkonu dokáže SkyWay dopraviť priamo k spotrebiteľovi.

84. V určitých prípadoch sa v unbuse využíva diesel. Nakoľko je to nebezpečné z ekologického pohľadu?

V prvotných fázach prevádzky vysokorýchlostných tratí Skyway je vhodnejšie využiť unbuse poháňané spaľovacím motorom.

Neelektrifikované trate „druhej úrovne“ budú lacnejšie ako elektrifikované trate o približne 0,5-0,7 mil. USD/km, preto ekonomický dopad využívania lacnejšej elektrickej energie nepokryje zvýšenie investičných nákladov pri výstavbe kontaktných sietí a elektrickej infraštruktúry a to ani v dlhodobom horizonte. Je to preto, lebo SkyWay má nezvyčajne vysokú palivovú (energetickú) efektívnosť, napríklad v porovnaní s automobilovou dopravou je úspora až 10 násobne vyššia. Preto náklady na palivo (energiu) v absolútnych číslach ovplyvňujú náklady na vysokorýchlostnú prepravu po strunových tratiach v oveľa menšej miere.

Všeobecne zastávaný názor, že elektrická energia je najviac šetrná k životnému prostrediu, nezodpovedá skutočnosti.

Za prvé, obvykle sa na ekologický dopad dívame na mieste, kde dochádza k spotrebe elektrickej energie, a nie na mieste, kde bola vyrobená. Napríklad, v CHMAO-Jugra elektrickú energiu vyrábajú vo veľkých tepelných elektrárnach spaľujúcich uhl'ovodíkové palivo.

V tomto ohľad sa takáto elektrárňň nijak neodlišuje od spaľovacieho motora – u oboch je účinnosť približne rovnaká (30-35%).

Za druhé, v unibuse sa mechanická energia prenáša zo spaľovacieho motora priamo na kolesá. Straty predstavujú len asi 10% - v prevodovke a reduktore. V elektrárni sa mechanická energia z parnej turbíny prenáša na elektrický generátor (účinnosť cca 90%), následne sa získaná elektrická energia prenáša v rámci reťazca: zvyšovací transformátor - elektrické vedenie vysokého napätia – znižovací transformátor - elektrické vedenie nízkeho napätia – privodné káble – transformovňa – kontaktná sieť -

zberač prúdu – elektrický motor – reduktor. Energetické straty v rámci tohto reťazca predstavujú nie menej ako 50%, a niekedy aj značne viac.

Za tretie, z pohľadu minimalizácie emisií pri spaľovaní paliva bude najefektívnejšie spaľovanie priamo na palube dopravného prostriedku, než v elektrárni (tu by bola spotreba paliva dvojnásobne vysoká).

Okrem toho očistenie spaľovacieho motora od splodín, napríklad v EURO-5, nie je o nič horšie ako čistenie v čistiacich zariadeniach v elektrárňňach, a koncentrácia (objem emisií v jedinom bode v priestore) bude nižšia niekoľko tisícnásobne.

Za štvrté, k samotným emisiám toxických zložiek v tepelných elektrárňňach treba prirátat negatívny dopad silného elektromagnetického žiarenia na životné prostredie, ktoré pochádza od vedenia vysokého napätia, a taktiež ekologické straty v dôsledku značného zaberania pôdy nachádzajúcej sa pod týmto vedením a tiež dodatočné plytvanie surovinovými zdrojmi na výrobu vedenia – od medi cez hliník až po oceľ, ktorých ťažba a spracovanie majú ďalší negatívny dopad na životné prostredie.

Okrem toho, omnoho väčšie zdroje sú potrebné v stacionárnych elektrárňňach pri premene tepelnej energie na mechanickú prácu. Napríklad, náklady na zabezpečenie výkonu súčasných tepelných elektrární predstavujú nie menej ako 2-3 tisíc USD/kW (pri atómových elektrárňňach je to nie menej ako 5 tisíc USD/kW), pričom cena moderného spaľovacieho motora v automobile predstavuje len asi 150-250 USD/kW.

Za piate, mýtus o bezpečnosti a nízkych nákladoch elektrickej energie rozptýlil Černobyl'. Do nákladov na výrobu elektrickej energie z pohľadu globálnej (nie lokálnej) ekológie a bezpečnosti treba prirátat ekologické dôsledky nielen v dôsledku samotnej havárie elektrárne v Černobyle, ale aj v dôsledku kyslých dažďov spôsobených spaľovaním uhlia v peciach elektrárne a tiež v dôsledku zničenia miliónov hektárov pôdy a lesov pod „umelými moriami“ vodných elektrární atď.

V budúcnosti, keď sa elektrická energia skutočne stane ekologicky čistou, bezpečnou a lacnou, môžu vysokorýchlostné trate SkyWay byť dodatočne elektrifikované a v unibusy budú na elektrický pohon.

V mestskej preprave SkyWay môže byť vhodnejšie používať len elektrický pohon, nakoľko z hľadiska mestských obyvateľov bude také vozidlo ekologicky bezpečnejšie.

V tabuľke. 3 sú ukázané denné emisie toxických zložiek vysokorýchlostných unibusov na trase „Chanty-Mansijsk – Surgut“ (dĺžka trasy je 250 km) a v tabuľke 4 sú pre porovnanie znázornené analogické emisie mikroautobusov „Gazel“ (modifikácia GAZ-322132, kapacita 13 cestujúcich).

Tabuľka. 5 a 6 ukazujú rovnaké dáta, no v prepočte na 1 km trasy. Pri výpočtoch sa počítalo s prepravným objemom 5300 cestujúcich/deň. Odhadovaná rýchlosť unibusov je 285 km/h, mikroautobusov 90 km/h. U motorov unibusov je použitá norma toxicity EVRO-5 (zavedená v EÚ v období rokov 2008-2009, v Rusku v rokoch 2013-2014), u mikrobusev „Gazel“ je to norma EVRO-2. Unibus má motor Cummins (USA) s výkonom 114 kW (pri 16-miestnom unibuse) a 90 kW motor (pri 10-miestnom unibuse). Denné emisie toxických látok u vysokorýchlostných unibusov na trase „Chanty-Mansijsk – Surgut“ Denné emisie toxických látok u mikrobusev „Gazel“ na trase „Chanty-Mansijsk – Surgut“ Relatívne emisie toxických látok u vysokorýchlostných unibusov na trase „Chanty-Mansijsk – Surgut“ Relatívne emisie toxických látok u mikrobusev „Gazel“ na trase „Chanty-Mansijsk – Surgut“ ekologicky najbezpečnejším palivom je pri unibusoch propán-bután (LPG) – skvapalnený ropný plyn (viď tab. 3.)

Pre porovnanie sú v tabuľke 7 ukázané toxické látky obsiahnuté v cigaretovom dyme z fajčenia jednej škatuľky cigariet (v tab. 7 sú zobrazené len najsilnejšie toxíny a karcinogény z celkovo 12 tisíc rôznych látok a chemických zlúčenín nachádzajúcich sa v cigaretovom dyme). O toxicite týchto látok vieme získať predstavu na základe skutočnosti, že pre človeka predstavuje smrteľnú dávku približne 60-80 mg nikotínu a 80-100 mg kyanovodíka. Karcinogény a toxíny obsiahnuté v cigaretovom dyme z jednej škatuľky cigariet

Najnebezpečnejšie látky tak vo výfukových plynoch, ako aj v cigaretovom dyme sú pevné častice. Pri použití LPG ako paliva (pri norme toxicosti Evro-5) budú 16-miestne vysokorýchlostné unibusy vypúšťať do ovzdušia 0,32 g pevných toxických častíc na jednom kilometri trasy. Približne toľko pevných častíc sa nachádza v dyme z cigariet zo štyroch škatuliek. Preto čo sa týka ekologickej bezpečnosti bude vysokorýchlostná trasa SkyWay „Chanty-Mansijsk – Surgut“ asi tak nebezpečná ako tisíc fajčiarov (resp. obrazne povedané, nebude nebezpečnejšia ako keby každých 250 m na tejto trase stál fajčiar a vyfajčil jednu škatuľku cigariet za deň).

Таблица 3

**Суточные выбросы токсичных компонентов
парком высокоскоростных юнибусов на трассе «Ханты-Мансийск — Сургут»**

Пассажиро- мести- мость юни- буса, чел.	Выбросы токсичных компонентов в зависимости от вида топлива, кг/сутки											
	дизельное				бензин				пропан-бутан			
	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы
10	50,2	19,2	83,6	0,84	128,0	38,4	25,9	0,076	77,8	27,5	21,0	0,1
Всего	153,8				192,4				126,4			
16	39,7	15,2	66,2	0,66	101,2	30,4	20,5	0,06	61,5	21,7	16,6	0,08
Всего	121,8				152,2				99,9			

Таблица 4

**Суточные выбросы токсичных компонентов
парком микроавтобусов «Газель» на трассе «Ханты-Мансийск — Сургут»**

Вид топлива: бензин, кг/сутки				
CO	HC	NO _x	Твердые частицы	Всего
1059,0	208,4	236,5	30,5	1534,4

Таблица 5

**Относительные выбросы токсичных компонентов
парком высокоскоростных юнибусов на трассе «Ханты-Мансийск — Сургут»**

Пассажиро- мести- мость юни- буса, чел.	Выбросы токсичных компонентов в зависимости от вида топлива, г/сутки×км											
	дизельное				бензин				пропан-бутан			
	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы
10	200,8	76,8	334,4	3,36	512,0	153,6	103,6	0,3	311,2	110	84,0	0,4
Всего	615,4				768,3				505,6			
16	158,8	60,8	264,8	2,64	404,8	121,6	82,0	0,24	246	86,8	66,4	0,32
Всего	487,0				608,6				399,5			

Таблица 6

**Относительные выбросы токсичных компонентов
парком микроавтобусов «Газель» на трассе «Ханты-Мансийск — Сургут»**

Вид топлива: бензин, г/сутки×км				
CO	HC	NO _x	Твердые частицы	Всего
4236,0	833,6	946,0	122,0	6137,6

Таблица 7

Канцерогены и токсины, содержащиеся в табачном дыме от выкуривания одной пачки сигарет

Вещество	Количество, мг/пачка
СО	200—460
NO _x	2—12
Формальдегид	0,4—2
Ацетальдегид	8—28
Метанол	1,6—3,6
Синильная кислота	26
НИКОТИН	16—60

Je nutné ešte raz zamerať pozornosť na ekologickú bezpečnosť, ktorú predstavuje existujúca automobilová doprava. Napríklad, k celkovému objemu do ovzdušia vypustených pevných častíc v rámci vozového parku mikrobusev „Gazel“ v hodnote asi 122 g/ deň (viď tab. 6) treba prirátat' asi 219 g/deň nemenej nebezpečných drobných častíc v dôsledku opotrebenia gumových pneumatík. Preto celkové emisie v objeme 341 g/deň robia z automobilovej dopravy omnoho nebezpečnejší druh dopravy než je SkyWay, a to až 1000 násobne, čo by sa rovnalo miliónu fajčiarov rozmiestnených na trase „Chanty-Mansijsk – Surgut“. Treba pritom dodať, že SkyWay je približne 3,2 krát rýchlejší

85. Akú časť územia zaberie SkyWay v porovnaní s inými dopravnými systémami a do akej miery bude zasiahnuté životné prostredie v procese výstavby?

Pri výstavbe rýchlostnej automobilovej cesty (vrátane nutnosti vybudovania jazdných pásov, mnohých slučiek (objazdov) na rôznych úrovniach, napr. typu „štvorlístok“, zrýchľovacích a spomaľovacích pásov, odpočívadiel, čerpacích staníc, umývacích liniek atď), je na každý kilometer trasy potrebné vyňať približne 5-8 ha pôdy z vlastníctva majiteľov pozemkov

Vysokorýchlostná železničná trať si vyžaduje špeciálne oplatenie z oboch strán a protihlukové steny (ktoré predstavujú neprekonateľnú bariéru pre divé a domáce zvieratá či poľnohospodársku pôdu). Úhrnná plocha územia, ktoré treba vyvlastniť, predstavuje asi 4-6 ha/km (údaje z Nemecka).

Pri výstavbe moderných letísk je potrebné zabráť pôdu, ktorá sa svojou plochou približuje ploche vyňatej pri výstavbe železníc, no v tomto prípade sa plocha nachádza v bezprostrednej blízkosti od miest a megalopolisov, a je teda omnoho cennejšia.

Pri výstavbe SkyWay nie sú potrebné násypy, tunele, mosty, nadjazdy atď – inými slovami konštrukcie zaberajúce nemalú plochu.

Jedna podporná podpera zaberie len asi 1 m² pozemku, kotevná podpera asi 20 m². Pri jednom kilometri trate SkyWay tak plocha odcudzenej pôdy bude menej ako 100 m², t.j. 0,01 ha a šírka pásu zabratej pôdy bude len asi 10 centimetrov. To je omnoho menej, než je plocha potrebná na postavenie malého chodníka pre chodcov.

Dopravný systém SkyWay má vysokú úroveň ekologickej bezpečnosti nielen v čase jej prevádzky, ale aj v priebehu jej stavby. SkyWay možno postaviť s pomocou špeciálneho technologického zariadenia (technologických plošín a stavebných kombajnov) bez použitia privádzačov, nakoľko materiály a konštrukčné prvky sa budú na stavenisko prepravované po už hotových úsekoch trate.

Okrem toho, v priebehu výstavby nebudú nutné také pozemné práce, ktoré by mohli narušiť pôdnu vrstvu, v ktorej sa počas miliónov rokov hromadil humus, nakoľko podpory budú mať pilótový základ.

SkyWay môže prechádzať cez prakticky akýkoľvek terén aj bez násypov, pričom napríklad pri stavbe jedného kilometra rýchlostnej automobilovej cesty či železničnej trate objem prepravenej pôdy predstavuje 20-50 tisíc m³, a pri členitoma hornatom povrchu je to dokonca viac ako 100 tisíc m³. Pre systém SkyWay nehrá úlohu dĺžka rozpätia nosníka, preto les alebo voľne stromy stojace v ceste podperám nie je nutné vyrúbať – každá podpera môže byť v priebehu stavebných prác premiestnená pozdĺž trasy do jednej alebo druhej strany.

Systém SkyWay sa vyznačuje mimoriadne nízkou spotrebou stavebného materiálu, preto bude ekologicky čistý aj z technologického hľadiska. Napríklad, v porovnaní so železničnou traťou bude možné postaviť dvojtraťovú trasu SkyWay strednej triedy s rovnakou dĺžkou z materiálu, ktorý by bol potrebný na výstavbu dvoch železničných koľají a každého tretieho podvalu (u železničnej trate zostanú ešte dve koľaje, 2/3 podvalov, sieť kontaktov s medenými vodičmi a podpornými podperami, pieskový a kamenný násyp, hlinené násypy, mosty, viadukty, priepusty atď.)

Preto pre výstavbu SkyWay nie je potrebných toľko vysokých pecí, rudy a baní (bez ktorých nie je možné získať med' a oceľ), cementární a betonární, ílových, pieskových a kamenných lomov, množstva automobilovej a železničnej prepravy stavebných materiálov, príjazdových ciest atď, čo by inak mohlo spôsobiť značný, niekedy nezvratný ekologický tlak na prírodu.

86. Aké silné budú vibrácie na úrovni pôdy a hluk pri prejazde vozidla po SkyWay?

Unibus Skyway nemá žiadne vyčnievajúce časti, okrem úzkych kolies, vysunutých o 10 cm od karosérie. Nie sú nutné dokonca ani stierače alebo svetlomety (vodič v unbuse nie je), ktoré by pri vysokých rýchlostiach boli zdrojom určitého hluku

Karoséria unibusu má dokonalý aerodynamický tvar (koeficient aerodynamického odporu $C_x = 0,06-0,07$), prúdenie vzduchu okolo neho je symetrické, nevznikajú pri ňom nijaké bočné alebo klopivé sily, vzdušný prúd sa nevíri a nevznikajú turbulencie (pri ktorých, samozrejme, vzniká hluk). Kolesá sú vyrobené z ľahkých zliatin (zaťaženie na koleso je 1000-2000 kg), preto ich hmotnosť bude okolo 30-50 kg.

Hmotnosť koľajového vozidla bude niekoľko sto krát menšia ako je hmotnosť vlaku, jeho dĺžka bude kratšia desaťnásobne, hmotnosť neodpružených častí bude tiež menšia desaťnásobne, a zároveň bude trať rovnejšia (čo môže byť rovnejšie ako je natiiahnutá struna). Preto v porovnaní s vysokorýchlostným vlakom bude unibus stokrát menším zdrojom hluku a vibrácií. Zníženiu hluku napomôže aj to, že strunovo-koľajová traťová štruktúra nebude mať po celej svojej dĺžke nijaké spoje, no má systém vnútorných tlmičov a je podpretá na podperách pomocou tlmičov, ktoré budú utlmiť nízko- a vysokofrekvenčné oscilácie na trati.

87. Aké sú iné potenciálne škodlivé vplyvy SkyWay, napríklad elektromagnetické žiarenie??

Elektrifikované trate Skyway sú nízkeho napätia (napätie v nich predstavuje len 1000 V), preto nie sú zdrojom žiadneho vážneho elektromagnetického znečistenia a môžu sa nachádzať vo veľkých výškach (10 m aj viac) nad poľnohospodárskou pôdou, cez chránené krajinné oblasti a prírodné rezervácie. Absencia tradičných posuvných elektrických kontaktov medzi unibusom a kontaktnou sieťou a nízky (v porovnaní so železničnou traťou niekoľko desaťnásobne nižší) elektrický výkon samotného vozidla zamedzí rušeniu rádiových signálov. Nedôjde tu napríklad k takým špecifickým javom, ako v leteckej doprave – napríklad k silnému elektromagnetickému znečisteniu v dôsledku rádiorokačných staníc a žiarenia (každý cestujúci počas niekoľkohodinového letu absorbuje v dôsledku kozmického gama-žiarenia dodatočnú dávku niekoľko tisíc mikroröntgenov – dávka žiarenia v kabíne lietadla dosahuje 300-400 mkr/h pričom štandardná norma je okolo 20 mkr/h).

88. Aké sú sociálno politické výhody rozsiahleho využitia SkyWay?

Medzi hlavné sociálno-politické výhody patrí:

1. Zvýši sa komunikácia medzi ľuďmi (obchodné aj osobné kontakty, turistické výlety, exkurzie a výlety za oddychom, tak dlhšie ako aj víkendové)
2. Zabezpečí sa možnosť:
 - Pracovať vo veľkej vzdialenosti od domova bez nutnosti meniť obvyklé bydlisko
 - Vytvárania udržateľných obytných zón v blízkosti tratí SkyWay (dostupných pešou chôdzou)
 - Výstavby lineárnych miest v prírode pozdĺž trasy SkyWay
 - Poskytnutia núdzovej zdravotnej starostlivosti

- Nezasahovania do tradičných návykov ľudí v oblasti dopravných služieb (napríklad, možnosť presunúť sa na veľké vzdialenosti pomocou osobného automobilu za prijateľnú cenu)
- 3. Individualizácia prepravy s pomocou využitia koľajového automobilu SkyWay ako osobného dopravného prostriedku za dostupnú cenu, ktorý je navyše vysokorýchlostný, bezpečnejší a ekologickejší, než tradičný osobný automobil
- 4. Zníži sa nehodovosť rôznych druhov dopravy vďaka tomu, že bezpečnejší SkyWay zaberie časť segmentu prepravy osôb a tovarov (každoročne vo svete zomrie len na automobilových cestách okolo 1,5 mil. ľudí, a viac ako 10 mil. ľudí je zranených a so zdravotnými následkami.
- 5. Zvýši sa ochrana dopravno-energetického systému a komunikačných systémov pred prírodnými katastrofami (záplavy, zosuvy pôdy, zemetrasenia, cunami atď.) a tiež teroristickými činmi.
- 6. Doprava sa stane:
 - dopravou pre každé počasie (na jej využitie nebude mať žiadny zásadný vplyv hmla, sneh, poľadovica, vietor, piesočné búrky a mnohé iné nepriaznivé klimatické podmienky)
 - univerzálnou, nakoľko sa bude využívať tak na suchozemských ako aj morských úsekoch dopravných liniek pri preprave osôb a nákladov
 - dostupnejšou, bezpečnejšou, pohodlnejšou, lacnejšou a ekologickejšou, a to pri mestských, medzimestských a medziregionálnych linkách.
- 7. SkyWay významným spôsobom prispieje k formovaniu jednotného, vzájomne prepojeného, pohodlnejšieho a bezpečnejšieho sveta.

89. Aké geopolitické výhody môže získať Rusko, napríklad v prípade realizácie SkyWay v regiónoch so silným ťažobným priemyslom.

Asi 80% priemyselného potenciálu Ruska sa nachádza na západ od Uralu a 80% palivových zdrojov na východ od neho. To si vyžaduje každoročne prepraviť stovky miliónov ton paliva. Je zjavné, že pokiaľ nebudú vypracované bezpečné reaktory pre jadrové elektrárne, je pre daný región nutné nájsť iné dodatočné zdroje energie. Jedným z nich je uhlie v Pečorskej panve. Jej zdroje sú takmer dva krát väčšie ako zdroje Donbasu. Navyše, Pečorské uhľové sloje sú v porovnaní s Donbaskými mohutnejšie, podmienky ťažby výhodnejšie, efektívnosť práce baníkov je tu tiež vyššia, a náklady na ťažbu nižšie.

SkyWay umožní rýchlo zvýšiť export Pečorského uhlia, obzvlášť obohateného, nakoľko momentálne nie je na svetovom trhu konkurencieschopný kvôli vysokým nákladom na prepravu k spotrebiteľom. Napríklad, americké koksovateľné uhlie stojí na mieste odoslania 1,6 krát viac ako energetické uhlie dodané z Južnej Afriky do Holandska. Uhlie prepravené pomocou SkyWay z Pečorskej oblasti do Kaliningradu by stálo o 20-30% menej. Komu by sa Pečorské uhlie predávalo? Škandinávskym krajinám, ktoré ho dnes kupujú dokonca z ďalekej Kolumbie.

Ako je známe, vo Švédsku bolo prijaté rozhodnutie zastaviť výstavbu atómových elektrární a nahradiť ich tepelnými elektrárnami na báze uhlia a plynu. Bolo by teda vhodné ponúknuť Švédsku, ktoré je už dávno uznávaným dodávateľom banských zariadení, možnosť spolu s Ruskom osvojovať si nové oblasti Pečorskej panvy. Obdobné ponuky by mohli byť nasmerované k Fínsku, Nórsku, Nemecku a iným západoeurópskym krajinám a krajinám Pobaltia

Vďaka tomu by sa Pečorská oblasť mohla stať najväčšou základňou v Európe, a to nielen pre koks, ale aj pre energetické uhlie.

Prakticky celý ťažobný priemysel Ruska je sústredený do odľahlých a málo kultivovaných severných teritórií, kultiváciu ktorých Rusko nie je schopné zabezpečiť bez zahraničných investícií. Ruská vláda vypracovala zoznam 250 podobných ložísk, v ktorých zásoby zdrojov spolu predstavujú hodnotu okolo 12 tril. USD (ropa, plyn, uhlie, meď, striebro). Zo všetkých ropných a plynových ložísk sa najperspektívnejším javí Timano-Pečorská oblasť (región medzi Archangel'skom a Severným Uralom, odhadované zásoby ropy predstavujú 2,4 mld. ton), odkiaľ sa do Európy plánuje dovážať do 75 mil. ton ropy ročne.

Na východ od tohto regiónu, hneď za Severným Uralom, sa nachádza ešte jedno veľmi perspektívne ropné nálezisko: Priobskoje ropné pole (overené zásoby ropy tu taktiež predstavujú 2,4 mld. ton), vedľa ktorého sa v tesnej blízkosti nachádzajú ropné polia v Ťumeni, kde sa v súčasnosti ťaží významná časť objemu Ruskej ropy. Osvojenie si Timano-Pečorskej ropnej panvy bude viesť k osvojeniu si Priobského ropného poľa, a za tým účelom vytvorená komunikačná infraštruktúra SkyWay umožní osvojiť si aj morské dno Severného ľadového oceánu, kde sú zásoby ropy a plynu ešte väčšie.

Vo všeobecnosti sa tu jedná o včlenenie regiónu do svetovej ekonomiky, v ktorom zásoby paliva sú natoľko významné, že by mohli prispieť ku geopolitickej zmene na celej planéte, nakoľko Európa a západ by mohli významne znížiť alebo dokonca úplne odstrániť svoju závislosť od krajín Perzského zálivu.

Odborníci sa domnievajú, že kto bude kontrolovať tieto palivové zdroje, bude kontrolovať napríklad aj Nemecko.

Poloostrov Jamal je jedným z geologicky najmladších rozsiahlych teritórií subarktického priestoru, s mimoriadne zraniteľnou prírodou. V skutočnosti sa poloostrov skladá z niekoľkých veľkých blokov ľadu o hrúbke 50 metrov, ktoré ako keby boli spolu zošité a následne prekryté dvojmetrovou vrstvou morskej hliny. Samotná nadmorská výška Jamala nepresahuje 20 metrov. Azda nikde inde na svete neexistuje iné obdobne zraniteľné miesto, ktoré by na mapách malo byť obfarbené bielou farbou ľadu než zelenou farbou nížin.

Podľa odhadov odborníkov bolo v dôsledku nepremyslenej ťažby prírodných zdrojov Jamala zničených viac ako 6 mil. ha pasienkov. Na ich rekultiváciu by boli potrebné gigantické investície – do 100 mld. USD. V prípade využitia SkyWay pri vytvorení komunikačnej infraštruktúry by boli environmentálne dôsledky osvojovania si severných teritórií Ruska, obzvlášť územia poloostrova Jamal, úplne minimalizované.

V tejto súvislosti je potrebné poznamenať, že v budúcnosti to bude práve ekológia, ktorá bude určovať náklady na osvojenie severných teritórií. Je to vidieť aj pri skúsenostiach iných krajín. Napríklad, počiatočné náklady projektu na vybudovanie ropovodu na Aljaške (USA) predstavovali 600 mil. USD, no po protestoch spoločnosti a ekologických organizácií bola celá stavba pozastavená. Po vykonaní všetkých opatrení na ochranu životného prostredia, čo bolo v podmienkach permafrostu mimoriadne finančne náročné, sa ropovod nakoniec postavil, no celkové náklady vzrástli na 5 mld. USD, teda 8-násobne.

Kľúčovou otázkou všetkých severných projektov je – akým spôsobom sa bude ruská ropa dopravovať do Európy. Od toho v konečnom dôsledku závisí, ktorý región sa bude v rámci Európy rozvíjať rýchlo. Navrhovaný spôsob dopravy ropy prostredníctvom SkyWay umožní nasmerovať významnú časť zahraničných investícií do husto osídlených regiónov Ruska, cez ktoré budú prechádzať strunové trasy, a tiež do Kalinigradskej oblasti a do Kalinigradskeho prístavu.

V dlhodobom horizonte môže byť traťová štruktúra SkyWay rozšírená smerom na sever a východ, a tiež západ a juh, a bude sa po nej môcť prepravovať značná časť objemu ruských surovín pochádzajúcich zo severných častí a do Ruska zase západná priemyselná produkcia a potraviny.

System SkyWay sa spája aj s perspektívnymi plánmi dodávok ropy z Kazachstanu (50 mil. ton ročne) a Azerbajdžanu (25 mil. ton ročne) do Európy, nakoľko všetky dopravné komunikácie je možné skombinovať s pomocou SkyWay v regióne Smolensk. Do takejto koncepcie osvojenia severných regiónov budú zainteresované nielen ropné spoločnosti Ruskej Federácie (najmä Gazprom), ale aj ruská vláda, miestne vládne orgány, ktorým ropné a plynárenské spoločnosti zanechávajú za sebou zničenú a znečistenú tundru, na obnovu ktorej budú potrebné stovky rokov, a taktiež bieloruská vláda a západní investori, ktorí budú schopní vyhodnotiť efektívnosť svojich investícií (predpokladaný objem investícií je okolo 100 mld. USD).

90. Akým spôsobom dokáže SkyWay pomôcť riešiť demografické problémy?

Pozdĺž trasy SkyWay, vďaka ekologickej čistote dopravnej infraštruktúry a bezhlukovosti pohybu unibusov je možné vybudovať lineárne mestá, harmonicky splynuté s okolnou prírodou. Pritom nebude nutné vyrúbať les, stavať automobilové cesty a podobným spôsobom narušovať biogeocenózu v stavebnej zóne. V týchto oblastiach bude možné aj celkom jednoducho vybudovať poľnohospodárstvo a ekologicky čistý priemysel. To budú ohniská racionálne organizovanej spoločnosti. Vybudovanie takých lineárnych miest si vyžaduje menšie investície, než tradičná výstavba. Bude to výhodné, lebo život v normálnych prírodných a spoločenských podmienkach sa stane pre človeka dôležitejším, než vlastníctvo tej či onej veci. Tak sa položia základy budúceho života spoločnosti, života v súlade s prírodou a nie proti nej.

Je potrebné ešte raz pripomenúť, že najcennejší zdroj, ktorý potrebujú všetky existujúce dopravné systémy, obzvlášť vysokorýchlostné, je pôda. V Európe, obzvlášť v západnej, stojí jeden hektár zeme aj niekoľko miliónov dolárov, nakoľko sa táto buď vyjme z poľnohospodárskej pôdy, alebo sa jej vyňatím zmenší rekreačná plocha, prípadne je odobratá možnosť na nej stavať, čím sa zvýši hustota zaľudnenia a zároveň sa zhorší kvalita života ľudí, čo na nej žijú. Napríklad, západní experti predpovedajú, že ak Čína naberie kurz výstavby vysokorýchlostných ciest, ktoré zaberajú viac ako 3 ha pôdy na každý kilometer trate a tiež narušujú hydrológiu úrodných pôd, tak za 25-30 rokov sa v krajine začne hlad, svojimi rozmermi podobný hladu z čias kultúrnej revolúcie, ktorý stál životy viac ako 30 mil. ľudí.

SkyWay zaberie pod podperami len asi 0,05 ha/km zeme, no ak budú podpery postavené ako budovy, ktoré spolu dohromady vytvoria lineárne mesto, tak pod traťou nebude potrebné zaberať vôbec žiadnu pôdu. Navyše môže byť takáto lineárne mesto postavené na dnes neosvojenej, no vhodnej časti krajiny, napríklad v šelfe mora pozdĺž pobrežia, vo vzdialenosti 1-2 km od brehu (obr. 45).

Každá kotevná podpera SkyWay môže byť poľahky skombinovaná s neobvyklým a po architektonickej stránke výrazným výškovým domom, administratívnou budovou, reštauráciou, športovo-relaxačným areálom, ktoré budú navzájom spojené rýchlostnou vzdušnou trasou fungujúcou za každého počasia.

Takéto stavebné riešenie by zv prípade využitia morského šelfu zväčšilo územie napríklad Izraela o 300-500 km² (30-50 tis. Ha), Japonska o 10-20 tisíc km² (1-2 mil. ha).



Obr.45. Lineárne mesto na morskom šelfe

91. Ako budú trate SkyWay prechádzať cez územia rôznych štátov?

Rýchlostné unibusy sa pohybujú vo výškach bez zastávok, preto na prekročenie hraníc medzi krajinami je tak, ako v letectve, potrebný len vzdušný priestor. Colná kontrola spolu s inšpekciou cestujúcich a tovarov môžu byť uskutočnená len na konečných staniciach – na stanici príchodu a odchodu.

Napríklad v súčasnej dobe sa v Kaliningradskej oblasti porušujú ustanovenia ruskej ústavy týkajúce sa voľného pohybu tovaru a osôb. Je to z dôvodu nutnosti prekročiť naraz dve rôzne hranice a prejsť kontrolou cez dve colnice, ak sa chce prepravca dostať z tohto regiónu do akéhokoľvek regiónu Ruska. SkyWay tento problém odstráni, nakoľko Litva aj Poľsko (v závislosti od dopravnej varianty SkyWay) poskytnú len svoj vzdušný priestor pri tranzitnej nákladnej a osobnej doprave.

92. Aká je úroveň prepracovanosti SkyWay?

Momentálne sú už v rôznych odvetviach techniky používané všetky základné prvky strunového dopravného systému. Napríklad, charakteristickou črtou projektu je vytvorenie dokonale rovnej a mimoriadne pevnej trate, ideálnej pre pohyb oceľového kolesa koľajového automobilu. To sa dosahuje vďaka vysoko napätým oceľovým strunám a pevnosti ohybu koľajníc. No takéto riešenia sú podobné konštrukciám visutých a lanových mostov, ktoré v priebehu storočí dokázali svoj experimentálny, teoretický aj praktický potenciál, ktorý sa v plnej miere realizoval pri práci na projekte SkyWay.

Dopravný modul SkyWay je v podstate druh vozidla, ktoré je postavené na oceľových kolesách. Pri prácach na SkyWay boli taktiež využité skúsenosti s výrobou automobilov popredných svetových firiem. Treba však uviesť, že zlá aerodynamika moderného automobilu by neumožnila dosahovať vysokú rýchlosť SkyWay. Preto bola vyvinutá a experimentálne testovaná unikátna karoséria koľajového automobilu, ktorá nemá obdoby dokonca ani v letectve, jej koeficient odporu vzduchu je iba $C_x = 0,007$ (patent na to je zapísaný vo viacerých krajinách).

Úroveň prepracovanosti SkyWay je taká, že o jeho účinnosti a uskutočniteľnosti nepochybujú ani autor, ani vývojári a experti. Pritom všetky základné dielce a časti, ako aj technológia výstavby strunových tratí boli otestované na pokusnom pozemku postavenom v meste Ozery v Moskovskej oblasti ešte v roku 2001 (viď obr. 46-47). Úspešné pokusy, ktoré boli vykonané v rokoch 2001-2008 na pokusnom pozemku potvrdili úplný zhodu medzi predpokladanými a skutočnými vlastnosťami SkyWay, konkrétne: pevnosť a tuhosť strunovo-koľajovej traťovej štruktúry, stabilný a tichý pohyb dvojhrebeňového oceľového kolesa po strunovej koľaji, spoľahlivosť upevnenia oceľového lana v klieštinovom kotevnom upínadle, stabilný pohyb po špeciálne zmrazenej hlave koľaje pri hrúbke ľadu do 50 mm atď.

93. Prečo bol potrebný skúšobný pozemok SkyWay, vybudovaný v Ozerskej časti?

Pokusný pozemok SkyWay bol postavený v meste Ozery v Moskovskej oblasti v roku 2001 (viď obr. 46 a 47) a predstavoval vedecký experiment tak, ako kedysi lietadlo bratov Wrightovcov, ktorý približne 110 rokov nazad ukázal, že letectvo je predsa len možné a že stroje ťažšie ako vzduch sú schopné lietať. Ale na trh daný produkt uvedený nebol – veď kto by už kupoval experiment. Preto bratia Wrightovci zomreli chudobní a podnikanie robili tí druhí – firma Boeing, ktorá o 14 rokov po prvom úspešnom lete predstavila na trhu žiadaný produkt – lietadlo novej generácie (zakladateľ firmy William Boeing do roku 1916 pôsobil v drevospracujúcom priemysle). Táto firma počas mnohých rokov až desaťročí ovládala v rámci svojho segmentu približne 50% svetového trhu, hoci tento podiel sa v roku 2011 znížil na 36%.



Obr. 46. Modifikovaný ZIL-131 na strunovo-koľajovom nosníku s dĺžkou 24 m



Obr. 47. Modifikovaný ZIL-131 na strunovo-koľajovom nosníku s dĺžkou 48 m

94. Koľko rokov už pracuje autor na projekte SkyWay?

Okolo 30 rokov, no ak vezmeme do úvahy aj predchádzajúcu prácu (na celoplanetárnom dopravnom prostriedku – systéme širokého využitia blízkeho kozmického priestoru Zeme v budúcnosti, založenom na neraketových – strunových – princípoch, z ktorých sa vyvinul SkyWay, tak práce sa začali už pred 39 rokmi.

Táto doba sa môže javiť ako veľmi dlhá, no ak si pripomenieme históriu rozvoja techniky, tak aj automobilová aj železničná doprava mali veľmi dlhú históriu vývoja. Vlak na magnetickom závese, pri ktorom bol prvý patent získaný v Nemecku ešte v roku 1936, si vyžiadal viac času na vývoj, hoci bol omnoho štedrejšie financovaný než projekt SkyWay – len spoločnosť Siemens a vláda Západného Nemecka na neho minuli viac ako 6,5 mld. Euro a 66 rokov času (až do objednávky prvej trate v Číne an trase Shanghai-letisko). Bývalý Sovietsky zväz sa taktiež zaujímal o technológiu magnetického závesu, pričom na neho za niekoľko desaťročí minul okolo 5 mld. USD, no nepostavil pritom ani len jeden kilometer trate. Vývoj Airbus A-380 si vyžiadal 20 rokov času a 12 mld. Euro (podľa niektorých odhadov až 20 mld.). Jednoduchšie vynálezy, ako napríklad fotografia si od myšlienky až po realizáciu vyžiadali 100 rokov. Preto ak chce vynálezca niekedy na vlastné oči vidieť zrealizovanie veľkého vynálezu, akým je aj SkyWay, mal by na ňom začať pracovať v pomerne mladom veku.

Okolo desať rokov trvalo autorovi tohto vynálezu kým vypracoval samotnú myšlienku, vykryštalizovanie jej podstaty, vytvorenie nákresov a technicko-ekonomickej analýzy. Mnoho rokov sa venovalo výpočtom, štúdiám, získaniu súvisiacich technických riešení, vypracovaniu základných prvkov, navrhnutiu štandardov platných len pre SkyWay atď. Niekoľko rokov trvalo patentovanie základného konceptu strunového systému v najdôležitejších krajinách sveta, pričom hlavným problémom nebolo ani tak samotné patentovanie, ako jeho financovanie (minulo sa na to okolo 100 000 USD). Avšak, podľa názoru mnohých nezávislých expertov, cena aktív a výlučných práv na know-how, ktoré autor za celý ten čas vytvoril, prevyšuje miliardu USD.

Sériová (priemyselná) nerealizovateľnosť SkyWay bola doposiaľ nie v dôsledku jeho nedostatkov alebo nedoriešených technických problémov, ale výlučne nedostatkom potrebného financovania. Počas 37 rokov všetky práce boli vykonávané na náklady samotného autora a jeho blízkych kruhov, ktorých finančné možnosti sú a boli veľmi obmedzené. Systematická práca s cieľom prilákať investície sa začala len v roku 2014, kedy bola vytvorená investičná schéma na báze crowd-fundingu (teda individuálne mikrofinancovanie).

95. Kde je záruka, že realizácia projektu SkyWay bude úspešná?

Zárukou je samotný program SkyWay s jeho silným potenciálom. Úspech nebude závisieť ani od konkrétnych ľudí (dokonca ani od samotného autora), resp. od ich konkrétnych úspechov či chýb pri realizácii programu. Pripomeňme si prvé kroky letectva. Koľko sa stalo chýb, koľko bolo neúspešných rozhodnutí, koľko lietadiel vôbec nevzlietlo a koľko z tých, čo vzlietli, spadlo? Padajú aj dnes. A napriek tomu vytvorilo letectvo mimoriadne silné odvetvie vo svetovej ekonomike a nemieni nikomu odovzdať svoju pozíciu. A pritom lietadlá sa učili lietať ešte v čase, keď o aerodynamike, na ktorej je celé letectvo postavené, nikto nič nevedel, dokonca ani samotný konštruktér, ktorý lietadlo projektoval. Pripomeňme si tiež nedávnu minulosť, kedy sa pokladali základy raketovej techniky a modernej kozmonautiky.

Aké boli najťažšie úlohy, ktoré museli konštruktéri vyriešiť? Vezmime na príklad dve z nich: stabilita rakety a spaľovanie paliva v prúdovom motore. Čo sa týka stability, pripomína raketa ceruzku, ktorá je postavená na hrote. Čo už môže byť viac nestabilné, o akej stabilite je vôbec reč? Konštruktéri sa nezľakli ťažkostí a v dnešnej dobe už niet presnejších systémov ako sú raketové – kozmická loď štartuje ohromnou rýchlosťou z nesmierne rýchlo sa pohybujúcej Zeme a úspešne pristane na určenej planéte, ktorá sa pohybuje vo vzdialenosti stoviek miliónov kilometrov. A čo sa týka spaľovania paliva, kedy sa na jednom štvorcovom metri priestoru tryskovej komory dosahuje tepelný výkon milión kW? Zdalo by sa, že nemôže existovať taký materiál, ktorý by sa za daných podmienok neroztopil a vydržal by dané zaťaženie, no konštruktéri aj tu našli riešenie.

Pozrime sa ešte na vlak na magnetickom závесе „Transrapid“, presnejšie, problémov týkajúcich sa závеса na trati. Ak by sme zobrali obyčajný magnet a priblížili ho napríklad k spinke, došlo by k jednej z nasledovných možností:

1. Spinka zostane ležať na stole.
2. Spinka podskočí a prilepí sa k magnetu.

No, ako sa neskôr ukázalo, existuje ešte jedna - tretia možnosť – spinka sa vydvihne do vzduchu tak, že sa nebude dotýkať ani stola, ani magnetu. A práve tento scenár sa využíva pri „Transrapide“. Pravdaže, takáto „spinka“ váži okolo sto ton a pohybuje sa rýchlosťou okolo 450 km/h.

Ku žiadnemu, podobne náročnému problému u SkyWay nedochádza. Strunový systém je založený na jednoduchšej mechanike, obrazne povedané na „železe“, pri ktorom je už oddávna všetko známe a po technickej stránke otestované: aj oceľové koleso, aj pohon kolies, aj koľajnica, aj trať, aj traťová štruktúra, aj podpory či predpäté konštrukcie, a dokonca aj riadiaci systém. Konštrukčné výpočty traťovej štruktúry a podpier vychádzajú zo stavebnej mechaniky, ktorú využívajú projektanti mostov, budov a iných druhov stavieb. Pohyb unibusu po strunovo-koľajovej traťovej štruktúre predstavuje dynamiku predpätej stavebnej konštrukcie a aerodynamiku automobilu na oceľových kolesách.

To isté sa dá povedať aj o iných aspektoch týkajúcich sa SkyWay – buď sú už vyriešené v rámci modernej techniky, alebo ich riešenie nepredstavuje problém, nakoľko je možné aplikovať teoretické a praktické vedomosti v oblasti stavebných konštrukcií, železničných stavieb, automobilového a leteckého priemyslu, elektrotechniky, elektroniky atď.

96. Aké sú hlavné výhody SkyWay v porovnaní s inými druhmi dopravy?

Výhody SkyWay v porovnaní s inými druhmi dopravy sú opísané v tb. 8.

Tabuľka 8

Výhody SkyWay

Ukazovateľ	Relatívna veľkosť ukazovateľa	Odôvodnenie výhody SkyWay
1. Priemerné náklady na dopravný systém (trať*,		Náklady na SkyWay sú znížené vďaka: nízkym nárokom na materiály strunovo-koľajovej traťovej štruktúry, podpier,

* в стоимость трасс включена также усреднённая стоимость земли, изымаемой у землепользователя под размещение транспортной системы

Ukazovateľ	Relatívna veľkosť ukazovateľa	Обоснование преимуществ SkyWay
infraštruktúra** a koľajové vozidlo***): • SkyWay • železničná doprava • automobilová doprava • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závесе	100% 150—200% 300—500% 1 000—1 500% 1 500—2 000%	koľajových vozidiel a základných prvkov infraštruktúry, využitiu tradičných lacných a dostupných materiálov a surovinových zdrojov, strojárskym dielom, špičkovej technológii výstavby trate, výstavbe infraštruktúry a výroby koľajových vozidiel, nízkym nákladom na vysokoefektívnemu fungovaní (bez dopravných zápch, pri vysokej rýchlosti beznehodového pohybu za akéhokoľvek počasia) koľajových vozidiel (vyžaduje si to menšie množstvo dopravných prostriedkov na jednotku prepravy), malej ploche a malému objemu pozemných prác.
2. Objem dovezeného materiálu pri výstavbe trate a infraštruktúry • SkyWay • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závесе • automobilová doprava • železničná doprava	100% 200—500% 400—600% 3 000—5 000% 4 000—6 000%	Zníženie objemu prepravovaného materiálu pri výstavbe SkyWay sa dosiahne vďaka: absencii výkopov, násypov, mostov, viaduktov, oporných múrov, priepustov a iných inžinierskych stavieb, vďaka zníženiu veľkosti a hĺbky základov podpier vďaka menšiemu zaťaženiu podpier (napríklad v porovnaní s jednokoľajovou traťou), vďaka absencii vrchnej stavby (resp. podvalového roštu na železničnej trati) vyžadujúcej si podporu štrkového alebo piesočného podlažia a tiež spevnený základ, zníženiu prierezu podpier, napríklad v porovnaní s jednokoľajou – 2-3 násobne.
3. Spotreba paliva (elektrickej energie) na 1 pasažiera (pri rýchlosti vozidla 100 km/h) • SkyWay • železničná doprava • riečna doprava • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závесе • automobilová doprava	100% 200—400% 300—600% 500—1 000% 800—1 200% 1 500—2 500%	Medzi základné dôvody zníženia spotreby paliva (elektrickej energie) pri osobnej alebo nákladnej doprave SkyWay patrí: nízky odpor valivého pohybu oceľového kolesa po oceľovej koľajnici v porovnaní s pneumatikou (20-30 krát menej), cylindrické opieranie sa kolesa o koľaj (na železničnej trati je nosný povrch kolesa kužeľ), nízky koeficient aerodynamického odporu (prefukovanie v aerodynamickom tuneli pomohlo vytvoriť optimálny tvar), dve príruby na každom kolese a bočné bezpečnostné kolieska (na železničnej dráhe je jeden hrebeň na kolese) a absencia kolesového páru (každé koleso je zavesené samostatne), zlepšenie aerodynamiky vozidla vďaka odstráneniu vztlakovej sily (absencia plošného spodku), vyššia prevádzková účinnosť oceľového kolesa v porovnaní s elektromagnetickým závesom, redukcia hmotnosti koľajových vozidiel na jednotku nákladu, zlepšenie rovnosti povrchu (vďaka odstráneniu dilatčných škár a tiež vďaka predpätiu strún a hlavy koľajnice)
4. Spotreba materiálov na výstavbu trate a infraštruktúry a		Základné príčiny zníženia spotreby materiálov pri výstavbe SkyWay (zníženia nárokov na zdroje): odstránenie plošného, na materiály náročného a drahého spodku

** infraštruktúra v sebe zahŕňa: stanice, nástupištia, nákladné terminály, depo, opravovne, garáže, prejazdy, mosty, prechody, čerpacie stanice, vedenie vysokého napätia, elektrické rozvodne, a taktiež príľahlú pôdu.

*** do úvahy sú brané priemerné náklady na osobnú a nákladnú jazdnú súpravu pripadajúcu na 1 km trate (pri cestách – motocykle, osobné automobily, mikrobuses, autobusy, trolejbusy, nákladné automobily)

* objem pozemných prác pri výstavbe moderných automobilových ciest a železničných tratí predstavuje okolo 100 000 m³/km, zvyšuje cenu a má škodlivý vplyv na životné prostredie

Ukazovateľ	Relatívna veľkosť ukazovateľa	Odôvodnenie výhody SkyWay
vyhotovenie jazdnej súpravy: • SkyWay • železničná doprava • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závесе • automobilová doprava	100% 1 000—1 500% 1 000—1 500% 1 500—2 000% 2 000—3 000%	, ktorý je uložený na štrkovom a pieskovom podklade, a na zemnej hrádzi (túto nahradili kompaktné a na materiál nenáročné podpory a strunové koľaje), zníženie materiálového zaťaženia v dôsledku využitia predpätých strún (vďaka čomu traťová štruktúra nefunguje na princípe prehýbajúceho sa mostového nosníka, ale ako pevná niť) bez toho, aby bola znížená pevnosť traťovej štruktúry, zníženie zaťaženia podpier a podkladu (len 1-2% podpier sú zaťažené viac – kotevné podpory), zníženie spotreby materiálu na výrobu koľajového vozidla (na jednotku nákladu) v porovnaní s tradičným automobilom resp. železničnou súpravou.
5. Celkové znečistenie životného prostredia pri výstavbe a využívaní dopravného systému: • SkyWay • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závесе • riečna doprava • železničná doprava • automobilová doprava	100% 200—300% 200—300% 250—350% 300—400% 1 000—1 500%	Základné príčiny zníženia celkového znečistenia životného prostredia (SkyWay v porovnaní s druhými dopravnými systémami): významný pokles spotreby paliva (energie) pri preprave osôb a nákladov pri všetkých rýchlostných úrovniach, absencia opotrebovania pneumatík a asfaltu, ako aj ich zápachu pri vyšších teplotách, absencia prašných, ľahko narušiteľných násypov a výkopov, štrkových a iných podkladov, absencia využívania rozmrazovacích solí a snežných pluhov v zime, absencia vysokého elektrického napätia, silného prúdu v striedavých magnetických poliach, nízka spotreba zdrojov, čo zvyšuje ekologickú bezpečnosť v štádiu výstavby (zvyšuje sa technologická a ekologická čistota vďaka zníženiu tlaku na prírodu pri ťažbe a spracovaní surovín a tiež vďaka nižšiemu objemu stavebných prác na stavenisku.
6. Celkové prevádzkové náklady (vrátane pohonných hmôt, elektrickej energie, nákladov na opravy a údržbu trate, koľajových vozidiel a infraštruktúry, platy zamestnancov a ďalšie.) • SkyWay • železničná doprava • riečna doprava • vlak na magnetickom závесе • automobilová doprava • jednokoľajová trať	100% 150—200% 150—200% 200—300% 200—300% 400—600%	Nízke prevádzkové náklady Skyway sú dané nasledovným: nižšia spotreba pohonných hmôt na jednotku prepravenej práce, vyššia životnosť strunovej koľajnice, podpier a koľajového vozidla (vďaka absencii dilatčných škár a vysokej rovnosti hlavy strunovej koľajnice v SkyWay prakticky neexistuje dynamické zaťaženie od úderov pohybujúceho sa kolesa), Prevádzkyschopnosť za každého počasia (v silnom daždi, pri krupobití, hustej hmle, víchrici, poľadovici, hustom snežení, povodniach, atď); v zime nie je potrebné čistiť trať od snehu a ľadu, pri extrémnych podmienkach (uragán, lejak, záplava, zemetrasenie, tsunami) nie je nevyhnutné obnovovať trať, nakoľko nedôjde k jej narušeniu, znížený objem opráv kvôli dlhej životnosti systému a tiež zníženiu spotreby materiálu.
7. Dopravná nehodovosť (spolu s traumami a smrťou ľudí, domácich aj divoko žijúcich zvierat:		Vysoká stabilita unibusu na strunových koľajniciach (vďaka bezpečnostnému systému a nezávislému zaveseniu každého kolesa) a „druhej úrovne“ dopravy vylučujú možnosť zrážky s pozemnými dopravnými prostriedkami,

Ukazovateľ	Relatívna veľkosť ukazovateľa	Odôvodnenie výhody SkyWay
• SkyWay • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závese • riečna doprava • železničná doprava • automobilová doprava	100% 100% 110% 100–150% 300–500% Viac ako 10 000%	Ľuďmi, domácimi či divokožijúcimi zvieratami a SkyWay tak bude najbezpečnejší dopravný systém na svete: nehodovosť, vrátane tráum a úmrtí bude nižšia než pri železničnej a leteckej doprave – v porovnaní s automobilovou dopravou bude nehodovosť až 10 000 krát nižšia. Vzhľadom na absenciu násypov a výkopov nevzniknú prekážky prirodzenému pohybu podzemných a povrchových vôd, pohybu osôb, zvierat, poľnohospodárskej techniky atď., čo zníži nehodovosť a zvýši bezpečnosť systému. Absencia mechanicky nestabilných násypov zvýši bezpečnosť dopravného systému voči záplavám, zosuvom pôd, tsunami, zemetraseniam, prírodným katastrofám a tiež terosistickým útokom (vďaka k vysokej pevnosti podpier, traťovej štruktúry a nedostupnosti strunovej koľajnice, zdvihnutej do značnej výšky)
8. Celkový negatívny vplyv na životné prostredie (pri stavbe a využívaní trasy, infraštruktúry a jazdnej súpravy): • SkyWay • jednokoľajová trať • vlak na magnetickom závese • riečna doprava • železničná doprava • automobilová doprava	100% 200–300% 300–500% 400–600% 500–800% 1 500–2 000%	Dopad SkyWay na životné prostredie bude minimálny vo všetkých fázach jeho životného cyklu, nakoľko: - koeficient účinnosti závesného systému v rámci traťovej štruktúry (t.j. ocelového kolesa) dosahuje najvyššie hodnoty spomedzi všetkých doteraz známych perspektívnych riešení (99,95%) a v budúcnosti nebude prekonalý (napr. účinnosť elektromagnetického závesu u vlaku „Transrapid“ je len okolo 40%), preto koľajové vozidlo je s jeho aerodynamickými vlastnosťami najhospodárnejší známy dopravný prostriedok s minimálnym dopadom na životné prostredie. - bezstyková koľajová trať s hladkým jazdným povrchom (pracovná plocha koľajnice bude obrúsená za účelom odstránenia všetkých mikroskopických nerovností) zabezpečí, aby bol pohyb kolesa tichým pri všetkých rýchlostiach, vysoká aerodynamika koľajových vozidiel (4-5 násobne vyššia než u športových automobilov) zamedzí výskytu aerodynamického hluku pri všetkých rýchlostiach, výstavba tratí SkyWay nepovedie na rozdiel od iných, pozemných dopravných systémov, k zničeniu resp. narušeniu prírody krajiny a jej ekosystémov, a okrem toho významne zníži počet úmrtí v dôsledku havárií u ľudí a domácich ako aj voľne žijúcich zvierat. - malý objem pozemných prác a malá plocha zabratých pozemkov pod traťou SkyWay povedie k minimálnemu vyňatiu úrodnej pôdy (v ktorej sa po milióny rokov vytváral humus) z poľnohospodárstva a tým pádom aj minimálnemu zásahu do procesu, v ktorom zelené rastliny vytvárajú kyslík, nevyhnutný pre neustálu obnovu atmosféry našej planéty.

97. Nakoľko závisia technicko ekonomické ukazovatele SkyWay na parametroch dopravnej súpravy?

Technicko-ekonomické ukazovatele Skyway ako dopravného systému „druhej úrovne“ závisia do značnej miery od veľkostných a hmotnostných parametrov koľajových vozidiel. Ako každá iná estakáda, tak aj strunovo-koľajová traťová štruktúra s podperami

SkyWay musí byť navrhnutá s prihliadnutím na predpokladané zaťaženie a maximálnu rýchlosť vozidiel. Preto je pri technicko-ekonomickej analýze a následnom výbere konkrétnej varianty realizácie projektu SkyWay dôležité nezvyšovať kapacitu a tým pádom aj hmotnosť a maximálnu rýchlosť koľajového vozidla. V opačnom prípade by náklady na SkyWay mohli byť neprimerane nadhodnotené, ziskovosť znížená a doba návratnosti investície násobne dlhšia.

98. „Strunový“ je pomerne nešťastné pomenovanie, evokuje niečo slabé či neperspektívne. Nebolo by vhodnejšie nájsť iné pomenovanie?

„Struna“ je len obraz, ktorý naznačuje, že základnou konštrukčnou črtou SkyWay je element natiahnutia a predpätia v traťovej štruktúre, a tiež „druhú úroveň“ umiestnenia nad zemou. Preto porovnávať principiálne nový dopravný systém „druhej úrovne“ s gitarou alebo balalajkou, ako to robia niektorí odborníci a takmer všetci oponenti, je to isté, ako hľadať pri „mrakodrape“ ruky, ktoré driapu mraky.

„Struna“ predstavuje veľmi silný obraz. Namietat' môže len ten, kto nerozumie technike a zriadeniu tohto sveta. Zo štyroch typov odporu stavebných materiálov nášho materiálneho sveta – ťahu, tlaku, ohybu a krúteniu – je pre materiály a konštrukcie najvhodnejší práve ťah.

Vedel to už sám stvoriteľ, preto keď vytváral náš svet použil pre jeho základy kvantové struny (podľa súčasných predstáv teórie strún celá štruktúra nášho vesmíru sa skladá z kvantových strún s charakteristickou veľkosťou rádovo 10-32 cm, t.j. rozmer Planckovej dĺžky. Vie to aj samotná príroda, preto pavučina, extrémne ľahká a odolná, pozostáva zo systému tenučkých strún, a naše rúrkovité kosti majú takú vysokú pevnosť preto, lebo sú zosilnené predpätými strunovými vláknami. Vedia to aj inžinieri, preto aj železničné betónové podvaly robia ako struny, z predpätého vysokopevnostného vlákna. Svojim spôsobom za strunové môžeme považovať aj visuté či lanové mosty, konštrukcie z predpätého železobetónu, televízna veža Ostankino a mnohé ďalšie. Pritom nikto nepochybuje o pevnosti a spoľahlivosti takých konštrukcií len preto, že sú v ich konštrukcii struny.

Aby sme dokázali pevnosť, tuhosť, spoľahlivosť, dlhú životnosť a iné výhody strunových konštrukcií, porovnajme vyššie zmienenú balalajku s Moskovskou jednokoľajovou traťou (u oboch dochádza k značnému statickému a dynamickému zaťaženiu):

1) Kto išiel na jednokoľajovke vie, akú má rovnosť trate – nedá sa to ani len porovnať s rovnosťou struny (a viete, koľko krivých trámov, ktoré sa už nijako nedajú vyrovnáť, bolo jednoducho vyhodnených počas stavby tejto „vysoko modernej“ trate 21-ého storočia, kde rýchlosť – až 20 km/h – je 2,5 krát nižšia než bola rýchlosť na prvej železničnej trati Stevensona, ktorá bola vytvorená takmer dve storočia nazad?

2) Struna v balalajke sa roztrhne nie preto, že na nej hrajú, ale preto, lebo ju príliš natiahli pri ladení (výrobe) nástroja, alebo nesprávne pripevnili. No balalajka za to nemôže, môže za to starý známy ľudský faktor.

3) Teraz sa pozrieme na dynamiku oboch konštrukcií a skúsime ich uviesť na spoločný rozmer. Struna balalajky má priečny rozmer asi 0,5 mm, a ruka, ktorá na ňu celé roky udiera, má dĺžku asi 0,5 m (ok končekov prstov po lakeť). Moskovská jednokoľajová trať má priečny rozmer asi 1 m, teda 2000 krát viac ako struna. Ak zväčšíme ruku 2000 násobne, teda na 1000 m, a skúsime v mysli udrieť Dubajským mrakodrapom do moskovskej koľajnice, táto sa rozsype nie kvôli úderu, ale kvôli duneniu vetra, ktorý vznikne po náraze.

A pritom struna balalajky obdobné tlaky vie vydržať celé roky. Je možné urobiť podobný experiment v mysli aj opačným spôsobom – zmenšíme koľajové vozidlo pohybujúce sa po jednokoľajovej trati 2000 násobne na rozmer muchy, ktorá začne liezť po trune balalajky s rýchlosťou 3 mm/s a preberať prstami (pre konštrukciu je to horšie ako pohyb kolesa). Je zjavné, že mucha bude hrať na balalajke minimálne 500 rokov, a to je pre SkyWay viac než postačujúce.

99. Aký náročný je proces certifikácie SkyWay?

S certifikáciou SkyWay problémy nebývajú. Samozrejme, určité problémy vzniknú, ale nebudú to problémy natoľko komplexné, ako napríklad pri certifikácii lietadiel, ktoré sa pri lete opierajú o vzduch a majú vzletovú hmotnosť niekoľko stoviek ton, alebo pri certifikácii vysokorýchlostných železničných systémov, pri ktorých jazdné súpravy dosahujú dĺžku stoviek metrov a hmotnosť stovky ton, alebo pri certifikácii vlakov na magnetickom závese, ktoré sú taktiež úspešne certifikované. Z pohľadu certifikácie má SkyWay najbližšie k automobilovým cestám a konštrukciám na nich, ako aj k automobilovej doprave, pre ktorú sú vlastne takéto trate aj určené. Celý komplex automobilových ciest je certifikačným analógom SkyWay.

SkyWay pozostáva z troch principiálne odlišných a samostatných objektov:

1) Koľajové vozidlo – unibus, ako samohybný dopravný prostriedok je druhom električky (na elektrifikovaných tratiach) alebo autobusu (na neelektrifikovaných cestách). Preto musí byť unibus certifikovaný ako električka alebo ako autobus, a nie ako železničný vlak, s ktorým ma unibus v podstate len jeden spoločný znak – materiál na výrobu kolies (ocel').

2) Strunová koľajnica – ktorá je umiestnená na priebežných podperách a upevnená koncami na kotevných podperách je druhom predpätej oceľovoželezobetónovej estakády, zmontovanej z certifikovaných materiálov a komponentov priamo na stavenisku. Vo všeobecnosti sa estakády a iné podobné stavebné konštrukcie, ako napr. mosty, prejazdy, viadukty, priehrady atď. nikde vo svete necertifikujú. Preto sa dopravná linka „druhej úrovne“ bude projektovať, dokumentácia bude musieť prejsť odbornými posudkami a samotná strunová estakáda sa bude stavať a uvádzať do prevádzky napríklad v Rusku podľa mostných predpisov (SniP „Mosty a Kanále“).

3) Infraštruktúra – stanice, nástupištia, terminály, servisné garáže atď., sa skladá zo stavebných konštrukcií a komerčne certifikovaných zariadení a mechanizmov. Neštandardizované zariadenia, ako napríklad výhybky či systém automatizovaného riadenia, budú certifikované dodatočne. Infraštruktúra SkyWay sa teda bude projektovať, budovať a uvádzať do prevádzky podobne ako mnohé iné tradičné stavby, budovy a zariadenia.

100. Kedy sa začne vytvárať celosvetová sieť Transnet?

Podľa predbežných odhadov sa vytvorenie globálnej komunikačnej siete Transnet na báze strunových technológií začne približne za 3 roky – po demonštrovaní certifikačných zón SkyWay pre každý jeden jeho typ – vysokorýchlostný medzimestský systém, mestský systém a nákladný systém pre prepravu priemyselných tovarov.

V súčasnosti, ako aj v histórii vytvárania a rozvoja dopravných a iných technicky náročných systémov 19 a 20-ého storočia, existuje u zákazníkov, odborníkov a užívateľov určitá nedôvera k novému inovatívne produktu. Uveriť vo vysokú užívateľskú kvalitu tohto produktu a o to viac oceniť jeho vlastnosti je možné len po tom, čo sa začne organizovaná sériová výroba pre svetové trhy v súlade s vlastnosťami deklarovanými vynálezcom.

Pritom produkt, ktorý ponúkame celému ľudstvu nie je ani tak komunikačná sieť Transnet (tzv. „železo“), ako sociálna zložka „železa“, ktorou je „dopravná služba“. A táto služba, čo sa týka dostupnosti, pohodlnosti, bezpečnosti, efektívnosti a ekologickosti by mala mať patričnú kvalitu, prevyšujúcu svetovú úroveň a zodpovedajúcu požiadavkám 21-ého storočia.

Certifikačno-demonštračné trasy SkyWay sa stanú tou pomyselnou hranicou, za ktorou budú nasledovať masové objednávky a rozsiahla výstavba už nie inovatívneho, ale certifikovaného komunikačného systému SkyWay, služby ktorého budú spočiatku využívať milióny, a neskôr miliardy ľudí.