

Cena děkana Fakulty dopravní

Vactrain – nevyužitá alternativa

Hlava Petr
2014

Obsah

Úvod.....	2
I. Základní rysy	3
i. Maglev	3
ii. Vákuum v tunelu	5
II. Využití	6
i. Swissmetro	6
ii. ET3	8
iii. Hyperloop.....	10
iv. Transatlantický tunel	10
Závěr.....	11
Zdroje.....	12

Úvod

Jeden z hlavních aspektů při přepravě cestujících je doba, za kterou je možné cestu zvládnout. Během let se dopravní prostředky rozvíjeli různými směry, staly se výkonnějšími, ekologičtějšími a pravděpodobně i bezpečnějšími. Můžeme se jen představit, jak se budou nadále vyvíjet, ale nejspíše jen železniční doprava se změní tak jak ji známe dnes.

Vysokorychlostní vlaky překonávají maximální rychlost skoro každou chvíli a podle plánu Evropské unie se má kvůli odlehčení silniční dopravy začít s modernizací železnic a přecházení na vysokorychlostní tratě.

Další možností je Vactrain, vlak jezdící na polštáři magnetického pole uvnitř vzduchoprázdného tunelu. Jako každý způsob dopravy má samozřejmě své pro a proti a hodí se pro jiné účely. I když není žádná taková trať vybudována, je několik projektů, které se snaží tuto technologii použít.

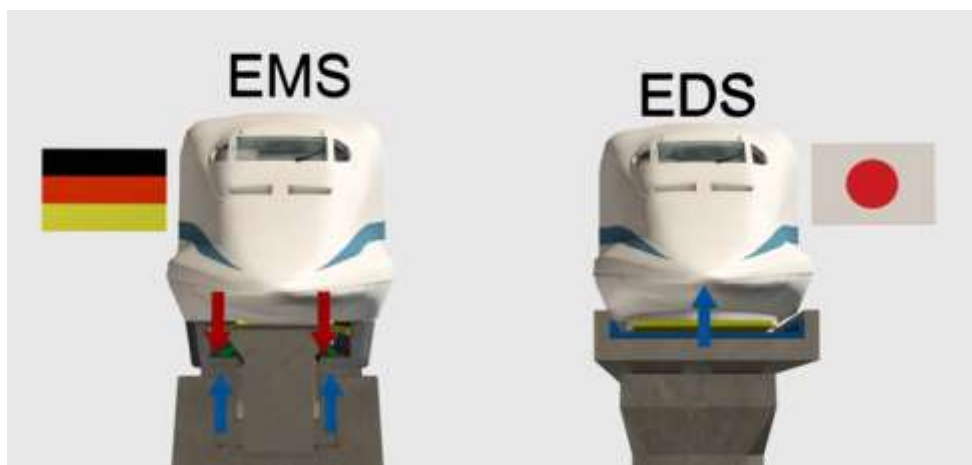
Chtěl bych v této práci představit Vactrain a zhodnotit tuto technologii očima studenta logistické školy ve čtvrtém ročníku.

I. Základní rysy

Stěžejní složky Vactrains je maglev, magnetická dráha eliminující tření, a tunel, který je buďto zcela nebo jen částečně zbaven vzduchu. Pokud vytvoříme vakuum a k tomu přidáme nulové tření, dokážeme vytvořit vlak, který má skoro neomezenou rychlost. Nepodléhá skoro žádným fyzikálním omezením jako ostatní druhy dopravy. Maximální rychlosti by v mezistátní přepravě měla být okolo 600km/h a mezikontinentální přeprava údajně až 6500km/h. Rychlost 600km/h by předešla nynější vysokorychlostní vlaky, do kterých se v současné době investují nemalé peníze.

i. Maglev

Díky technologii zvané maglev, **magnetic levitation**, se vlak může pohybovat na rozdíl od konvenčních tratí po magnetické dráze. Díky systému elektromagnetů umístěných na trati i ve vlaku se vznáší nad zemí a nedochází tak k žádnému tření během jízdy. V Evropě se například vlaky pohybují ve výšce přibližně 5 centimetrů a v Japonsku, kde je tento způsob nejčastěji využíván u vysokorychlostních vlaků, je díky častému zemětřesení okolo 10 centimetrů vysoko.



Obrázek 1 - Průřez tratě v Německu a Japonsku

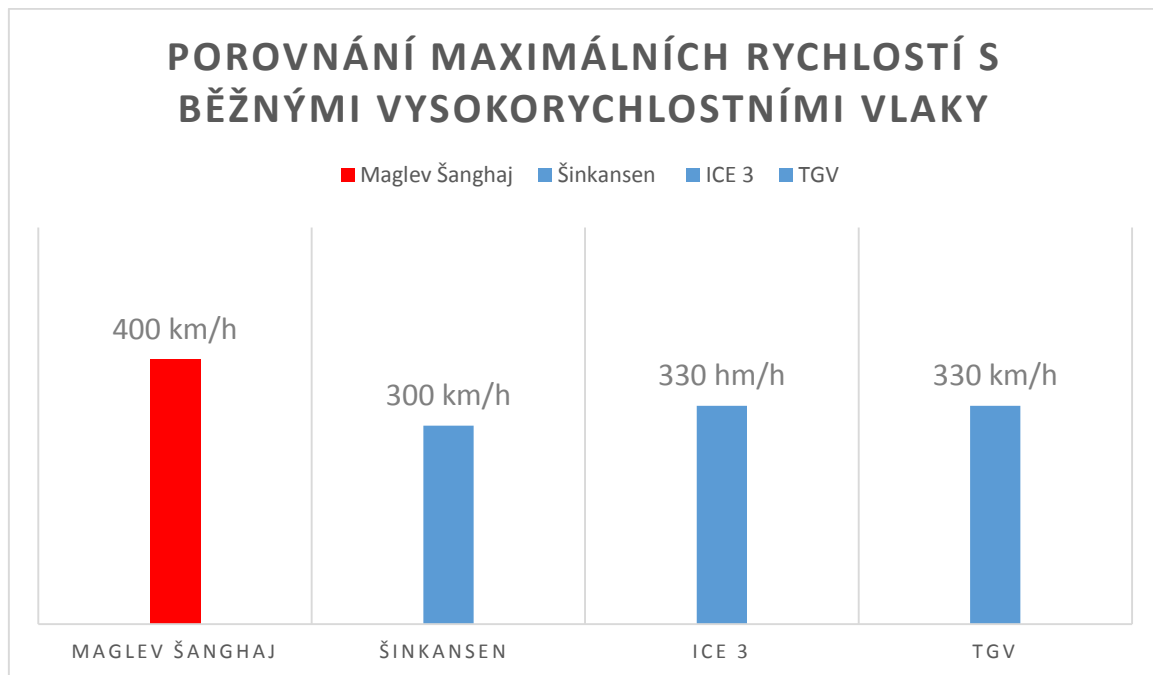
Zdroj: NMANewsDirect

Nejen, že je jízda mnohem rychlejší ale díky ztrátě kontaktu s kolejemi se stává i naprosto klidnou a nevydává žádný hluk. Zvýší se tím pohodlí poskytované cestujícím. Stavba těchto drah je ale velmi ekonomicky náročná.

Samotné náklady na pořízení dráhy jsou vysoké a díky bezpečnosti musí také být vedena v tunelu nebo na mostě. Díky velkému rozdílu od konvenčních tratí využívající kolo-kolej je nemožné spojit maglev s již vybudovanou infrastrukturou a je potřeba vytvořit nové koridory pro tyto vlaky. Odstrašujícím příkladem by mohlo být Německo. Pokus o vybudování první evropské komerční dráhy ztroskotl v momentě, kdy se náklady na její výstavbu vyšplhali

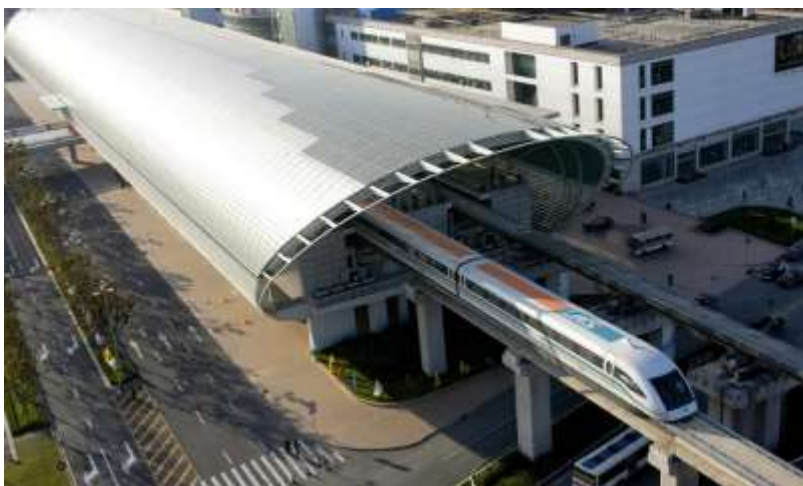
na 3,4 miliardy euro místo plánovaných 1,8 miliardy euro. Trať měla spojit Mnichov s mezinárodním letištěm. Vzdálenost byla 37 kilometrů a vlak by ji ujel za 10 minut.

Tato událost nevytvořila dobré jméno této technologii. Proto jedinou komerční tratí zůstává Šanghajská dráha mezi mezinárodním letištěm a centrem aglomerace. Její vzdálenost je 30 kilometrů, kterou ujede za 8 minut.



Od roku 2003 je Šanghajský rychlík jednou z nejrychleji jedoucích traťových vozidel jedoucích podle jízdního řádu.

I přes rychlost, které může být dosaženo touto metodou je stále využita jen v Číně. Jen hlavně díky vysokým nákladu spojené s jejím vytvořením a nejspíše také díky snaze o propojení Evropy kolejovou vysokorychlostní železnicí, které odsouvá ostatní metody stranou.



Obrázek 2 a 3 - Šanghaj Maglev

Zdroj: SMTDC



ii. Vákuum v tunelu

Dalším důležitým prvkem je vytvoření tratě, která bude zcela nebo částečně zbavena vzduchu. Určitě je to velmi technicky a časově náročné, ale tento způsob přinese pozitiva, která nejsou zanedbatelná.

Zaprvé rychlost. Nulový odpor vzduchu s technologií maglev dokáže teoreticky zvýšit rychlost až na tisíce kilometrů za hodinu. Tato rychlost by mohla být například využita k cestování mezi zeměmi napříč celými kontinenty. S takovou rychlostí je možné konkurovat všem druhům dopravy.

Další pozitivum je jednoduchost rozjezdu a celkově absence vzduchu eliminuje nutnost aerodynamického tvaru vozidla. Vozidlo nemusí překonávat takový odpor a jeho rozjezd je jednodušší. Sice by vlak nemohl využít co nejrychlejšího zrychlení, kvůli tlaku, který by na cestující působil. Například než by dosáhl rychlosti 3 500 km/h získával by tuto rychlost prvních 15 minut jízdy.

Také vnitřní průměr tunelu může být minimální. Nemusí být tak široký jako tunely pro kolejovou železnici nebo metro, protože kolem vlaku by neproudil žádný vzduch a díky tomu by mezi vlakem a stěnou tunelu nemuselo být tolik prostoru pro jeho průchod.

Samozřejmě dosáhnout takového stavu v tunelu, který může být tisíce kilometrů dlouhý je velmi obtížné ale ne nemožné. LIGO, vědecké zařízení v USA, pro své výzkumy používá 50 kilometrů dlouhou síť tunelů, které uvnitř obsahuje jen vakuum. Jejich technologie by se dala využít i pro Vactrains. Na úsecích tratě by byli čerpadla, která by zbavily tunel vzduchu. Spustili by zase se až v případě kdyby se hustota vzduchu zvětšila například z důvodu praskliny ve stěně. Na rozdíl od klasické potrubní dopravy není menší množství vzduchu problémem a nijak by nemělo ohrozit dopravu.

II. Využití

I když se Vactrains nikde nevyužívají, je několik projektů, které je o jejich výstavbu snažila nebo se nadále snaží. Mezi ty největší patří společnost ET3, která má vizi propojení celého světa touto technologií. Další je projekt Hyperloop, který se snaží propojit San Francisco a Los Angeles a nahradit tak stávající plány vytvořit první vysokorychlostní trať v USA. Poslední je evropský projekt Swissmetro, který měl spojit hlavní důležitá centra ve Švýcarsku.

Všechny tyto projekty využívají Vactrain různými způsoby. Liší se rychlostí, počet cestujících, které je možné přepravit, ale i ambicemi, které projekt má.

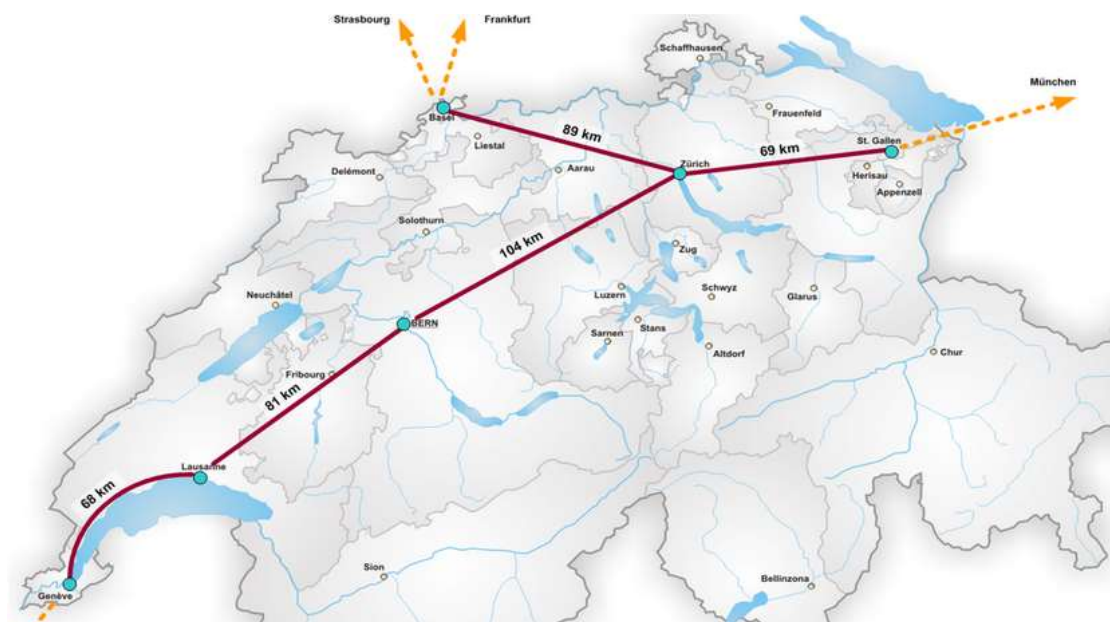
i. Swissmetro

Jako první v Evropě se o použití tohoto způsobu dopravy zajímali ve Švýcarsku. V roce 2004 byli zahájeny výzkumy a testy na proveditelnost. Cílem bylo zkrátit čas cestování mezi důležitými centry, jako třeba letišti, městy nebo průmyslovými centry. Například mezi Curychem a Ženevou by se zkrátila doba cesty na půl hodiny, dnes po dálnici nebo dráze trvá cesta 3 hodiny. Maximální cestovní rychlost by na některých úsecích byla až 600 km/h.

Podzemní dráha Swissmetra, by také nebyla problémem pro hustě osídlené Švýcarsko, kde je jeden z častých problémů pro provozovatele drah, odškodnění pro obyvatele za způsobený hluk.

Po vybudování Swissmetra, se mělo přejít na budování Eurometra, které by například propojovalo Mnichov, Lyon nebo Vídeň.

Bohužel projekt od listopadu 2009 zrušen. Důvodem byla malá podpora a rozhodnutí přejít na evropský trend výstavby vysokorychlostních železnic.

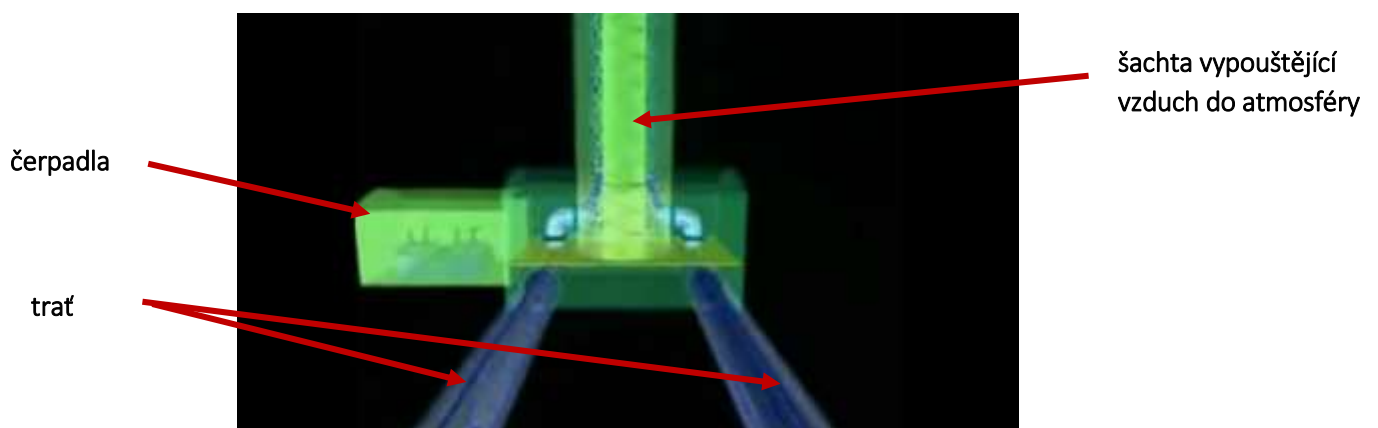


Obrázek 4 – Mapa plánované trasy Swissmetra

Zdroj: Wikipedia

Vlak Swissmetra by dokázal přepravit stejný počet cestujících jako průměrná motorová jednotka na kolejích. Plánovalo se, že budou příždět do stanic minimálně s 5 až 10 minutovými rozestupy, obdobně jako metro. Nápad vznikl kvůli rostoucí poptávce po přepravě cestujících a silniční i vlakové kapacity byly ve špičce nedostačující. Hlavním argumentem bylo, že i když se do železniční přepravy vloží velké investice nebude to stále dostačující.

Tunely, které by mělo Swissmetro používat by měli vnitřní průměr 6,5 metrů a jejich hloubka by se pohybovala od 50 do 100 metrů v závislosti na geologii a podzemní vodě. Jejich vzduchoprázdno by mělo být zajištěno čerpadly, který by na různých úsecích tratě a byli by v provozu jen když by jich bylo potřeba. Vlaky Swisstrain nepotřebují pro provozuschopnost vakuum, jenom méně vzduchu, aby bylo docíleno větší rychlosti a úspore na energii.



Obrázek 5 – Odstranění vzduchu ve Swissmetru

Zdroj: swissmetro.ch

Mezi problematiku Vactrains patří nasupování cestujících. To by mělo být rychlé, pokud například příjíždí vlaky každých 5 minut jako u v tomto případě. Samozřejmě nesmí dojít k uvolnění vzduchu do tunelů a musí se myslet i na komfort cestujících. Swisstrain vyřešil tento problém pomocí 3 hermeticky uzavíratelných ramp, které se vysunou z nástupiště v momentě kdy vlak vjede do stanice.



Obrázek 6 – Animace způsobu nastupování do vlaku

Zdroj: swissmetro.ch



ii. ET3

ET3 je společnost založena v USA, která se snaží zavést systém Evacuated Tube Transport (ETT). Jejich technologie je podobná Swisstram jenom s tím rozdílem, že místo vlaku využívají kapsle o průměru 1,5 metrů. Ty by mohli naložit až 6 osob a přepravovat je rychlostí od 600km/h až po 6 500 km/h. Rychlost závisí spíše na destinaci než na technickém omezení. Plánem společnosti ET3 není nic menšího než propojení celého světa pomocí jejich technologie.



Obrázek 7 – Mapa plánu ET3 na propojení světa

Zdroj: et3.eu

-  **Značka znázorňující hlavní trať pro mezi kontinentální přepravu (max. rychlost 6 500km/h)**
-  **Značka pro vedlejší statní přepravu (max. rychlost 200-600 km/h)**

Pokud by něco takového vzniklo, mohli bychom cestovat například mezi New Yorkem a Pekingem za necelé 2 hodiny. Nejen, že díky vysoké rychlosti se zkrátí čas, ale díky nízké váze kapsle (prázdná 183 kg) je menší spotřeba energie. Maglev, který je normálně využíván k levitaci s několika tunovými vlaky v tomto případě není tolik zatížen a výdej energie je minimální. Podle ET3 je také výstavba tunelů, popřípadě mostů, mnohem levnější než stavba dálnice nebo vysokorychlostní železnice.

Kapsle pro 6 osob by měly nosnost 367 kg. Počítá se také s nákladní dopravou. Kapsle pro 3 europalety a pro sypké i kapalné substráty by měly být k dispozici. Osobně si ale myslím, že nákladní doprava by byla zbytečná z důvodu nutnosti oddělení nákladky a vykládky zboží od nádraží cestujících.

Dráha by byla vedena v tunelu a pomocí sloupů držena nad zemí. To by pomohlo vyrovnat některé povrchové nerovnosti.

Cesta samotná by začala ve stanicích, kde by lidé nastoupili do kapslí. Pomocí nich by se automatizovaným systémem dostali do přetlakové komory. V té by každá kapsle měla strávit 29 sekund než by se odstranil všechen vzduch. Poté by se měla dostat do tunelu, kde by pokračovala v jízdě až do své finální destinace.

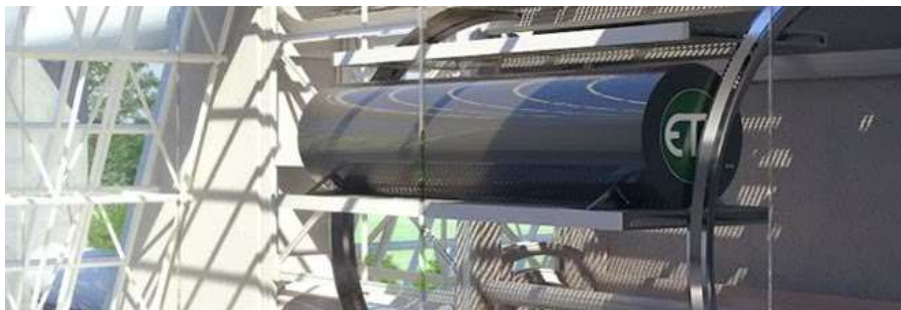
Cestující by měl mít možnost v určitém momentu před další stanicí mít možnost volby, zda chce zde zastavit nebo ne. Pokud se rozhodne zastavit v další stanici, bude pomocí výhybky převeden na odbočovací pruh, která by vedla do stanice a kde by mohl bezpečně zpomalit.

Největší problém podle ET3 je politika. Jediný důvod proč nebyl jejich způsob dopravy použit je ten, že zákonodárci nechtějí jejich projektu dát zelenou. Proto často cílí na své investory nebo zájemce, aby dali vědět, např. v USA svým kongresmanům, že je možný tento způsob dopravy, a že ho lidé chtějí. Ale problém bych hlavně viděl v politicích jiných zemí, kteří by plán na spojení celého světa přes jejich území nemuseli povolit.



Obrázek 8 – Testovací dráha vytvořena ET3

Zdroj: et3.eu



Obrázek 9 – Kapsle pro přepravu cestujících

Zdroj: nextbigfuture.com

iii. Hyperloop

Plán na Hyperloop vznikl jako náhrada za první vysokorychlostní trať v USA, která by se měla stavět mezi Los Angeles a San Franciskem. Projekt uvedl Elon Musk, který je ředitel firmy Tesla Motors a projektu SpaceX. Tímto si získal Hyperloop ohlas již od svého začátku.

Od předchozích projektů se ale liší způsobem, jakým využívá vzduch. Používá ho místo magnetické levitace a pohon mu dodávají lineární elektromotory jako ve Swissmetru. I když je tato technika naprosto nevyzkoušená, slibuje průměrnou rychlost 962 km/h a maximální 1 220 km/h.

Pokud by se ale ukázala jako funkční, odpadla by nutnost používat maglev a s tím částečně i vysoké pořizovací náklady.

Ale stejně jako Vactrains, používá kvůli úsporám na energii a vyšší rychlosti řidší vzduch.

V současnosti se k tomuto projektu přidala ET3. Je možné, že hyperloop projde mnoha změnami, protože jeho plány jsou ještě stále zběžné. Možná se dočkáme první pravé trať právě v Kalifornii. Osobně doufám, že projekt vznikne a ukáže zda tato technika může mít úspěch nebo ne.

iv. Transatlantický tunel

I když toto není oficiálně žádný projekt, je to myšlenka tunelu, který by spojoval Starý a Nový kontinent pomocí tunelu pod mořskou hladinou. Tato obrovská a nákladná stavba podle odhadů zabrala ne celé století a na její stavbu by byla potřeba celá roční spotřeba ocele.

Kdyby se tento tunel stal skutečností, využíval by nejspíše Vactrains. Nejčastěji se mluví o spojení New Yorku s Londýnem podmořským tunelem. Tento tunel by byl ukotven ocelovými dráty a řetězy, okolo 50 metrů od hladiny oceánu. Tímto způsobem by se vyhnul špatnému počasí na hladině a velkému tlaku v hloubkách. Nejen že by stavba byla finančně i časově náročná, ale hlavně by se odehrávala v těch nejextrémnějších podmínkách.

I když by tato trasa snížila cestu mezi New Yorkem a Londýnem pod 2 hodiny, stále by bylo jednodušší plán spojení společnosti ET3 a spojit Evropu s Amerikou přes Asii, přesněji přes Aljašku a Rusko.



Obrázek 10 – Animace plavidla určené pro ponoření úseku pro transatlantický tunel
Zdroj: Discovery Channel

Závěr

V současné době se bohužel nemůžeme setkat s žádnou Vactrain drahou, ale možná se toto během několika let změní. I když je stále spojena s vysokými náklady na pořízení, určitě si najde někde své uplatnění, nebo se alespoň dostane do fáze testování v praxi.

Často jsou ale v tuto chvíli předkládány jen teoretické informace, domněnky a nápady. Nicméně věřím, že nejsou pochybnosti o její rychlosti ale spíše o rentabilitě a celkově o celém technickém provedení.

Zdroje

1. **Kaplan, Lubomír.** Vysokorychlostní tratě světa. *Vysokorychlostní železnice*. [Online] Prosinec 2013. [Citace: 20. Listopad 2014.] <http://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/>.
2. **Fett, Justin.** interestingengineering.com. *Interesting Engineering*. [Online] 19. Červenec 2014. [Citace: 19. Prosinec 2014.] <http://interestingengineering.com/hyper-loop-and-vactrains-transportation-of-the-future/>.
3. **Schilling, David Russell.** industrytap.com. *Industry tap into news*. [Online] 3. Listopad 2013. [Citace: 20. Prosinec 2014.] <http://www.industrytap.com/transatlantic-meglev-train-would-be-largest-project-in-human-history/16108>.
4. **maglev.net.** *maglev.net*. [Online] 25. Duben 2013. [Citace: 22. Prosinec 2014.] <http://www.maglev.net/abandoned-maglev-projects>.
5. **Heller, Gernot.** reuters.com. *Reuters*. [Online] 27. Květen 2008. [Citace: 20. Prosinec 2014.] <http://www.reuters.com/article/2008/03/27/germany-transrapid-idUSL2777056820080327?sp=true>.
6. **Shanghai Maglev train.** *smtdc.com*. [Online] [Citace: 21. Prosinec 2014.]
7. **Vokáč, Petr.** zeleznicar.cd.cz. *Železničář*. [Online] České dráhy, 23. Prosinec 2014. [Citace: 27. Prosinec 2014.] <https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/zahranici/tunel-pod-atlantikem--silenost--nebo-technicka-realita--/6176/>.
8. **et3.com.** *Evacuated Tube Transport Technologies*. [Online] ET3. [Citace: 19. Prosinec 2014.] <http://www.et3.com/>.
9. **et3.eu.** *Evacuated Tube Transport Technologies*. [Online] [Citace: 19. Prosinec 2014.] <http://www.et3.com/>.
10. **ligo-wa.caltech.edu.** *LIGO*. [Online] [Citace: 27. Prosinec 2014.] https://www.ligo-wa.caltech.edu/ligo_overview.html.
11. **LeBeau, Phil.** cnbc.com. *NBC*. [Online] 12. Říjen 2013. [Citace: 27. Prosinec 2014.] <http://www.cnbc.com/id/100955989>.
12. **swissmetro.ch.** *Swissmetro*. [Online] [Citace: 20. Prosinec 2014.] <http://swissmetro.ch/en/vision.html>.