



Modelování a simulace

2014/2015

Projekt č. 2: Studie účelnosti zbudování vodní cesty Dunaj-Odra-Labe

1. Úvod

Tato práce se zaměřuje na ekonomickou výhodnost výstavby dopravního vodního koridoru Dunaj-Odra-Labe. Model se zaměřuje na účelnost koridoru v porovnání potencionálního zisku vůči potřebným nákladům na výstavbu a údržbu. Smyslem simulace je ukázat přepokládané zisky v jednotlivých usecích v průběhu celého roku. Simulace bude počítat s možnými poruchami na vodních stavbách. Potencionální zisk je postaven na jistém zárobku z jednoho lodního TEO kontejneru.

Ze závěru bude možné zjistit, jaké části tohoto koridoru by se z ekonomického hlediska měly vystavět nejdříve a jestli vůbec bude možné vynaložené investice na výstavbu koridoru zhodnotit.

1.1 Autoři

- ❖ Filip Ilavský, xilavs01@stud.fit.vutbr.cz
- ❖ Michal Cáb, xcabmi00@stud.fit.vutbr.cz

1.2 Ověření validity

Vzhledem k odhadované délce výstavby, která je v nejlepším případě 40let(), je problematické odhadnout potencionální zisk, jelikož ceny konkurenčních přepravních způsobů se mohou dramaticky změnit.

2. Rozbor tématu a použitých metod/technologií

2.1 Použité postupy

V projektu byl použit programovací jazyk C/C++ s využitím simulační knihovny SIMLIB.

2.2 Původ použitých metod a technologií

- ❖ Jazyk C/C++ <http://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- ❖ Knihovna SIMLIB <http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>
- ❖ Studie vodního toku
 - <http://www.d-o-l.cz/>
 - <http://d-o-l.ic.cz/files/studie-D-O-L.zip>

- ❖ Poruchy plavebních komor

<http://www.vvb.sk/cms/index.php?mact=News.cntnt01.detail,0&cntnt01articleid=50&cntnt01origid=64&cntnt01returnid=39>

2.3 Vodní koridor Dunaj-Odra-Labe

Tento model je stavěn na základě studií provedených v roce 2007

(<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/5-?download=16%3A>) pro *Plavba a vodní cesty o.p.s.*[6], jelikož se jedná o přímého řešitele otázky budoucnosti vodního koridoru, můžeme tento zdroj považovat za relevantní.

Vodní koridor Dunaj-Odra-Labe(dále jenom koridor) na území České republiky je rozdělen do tří hlavních větví, jak svědčí i název. Dunajská větev, směřující z Rokytnic do Dunaje přes Slovenskou republiku, je plánována o délce 118km, Oderská větev směřující z Rokytnic do Bohumína má mít podle plánu 98km a nakonec Labská větev o délce 154km plánována od města Rokytnice přes Pardubice do Děčína. Přičemž celková plánovaná délka koridoru na území české republiky je 370km.

(<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/5-?download=16%3A>, 6).

2.4 Vodní stavby plánované na koridoru

Na koridoru je plánováno spolu 32 plavebních komor a 9 jednolodních tunelů, přičemž jiné druhy vodních staveb v modelu neuvažujeme, jelikož přímo neovlivňují provoz a tudíž ani zisk na jednotlivých větvích. Průměrná doba průplavu plavební komorou je 25 minut pro běžnou nákladní loď kategorie, která bude moci plout na koridoru [5].

Porucha na takovéto plavební komoře může způsobit nefunkčnost komory až na 4 dny (<http://www.vvb.sk/cms/index.php?mact=News.cntnt01.detail,0&cntnt01articleid=50&cntnt01origid=64&cntnt01returnid=39>). Poruchy tunelů nebo lodí nejsou v modelu brány v úvahu, jelikož historicky poruchy takového charakteru se nevyskytují natolik často, aby ovlivnily výsledek zkoumání. Lodě jsou zkoumány a opravovány v docích, dle zákona jsou každých 10 let kompletně kontrolovány a po stáří 30 let jsou kontrolovány každých 5 let

(http://www.mdcr.cz/NR/ronlyres/8AB93F31-8071-4F65-9E1A-489A0828EAD9/0/223_rtf, 5).

2.5 Nákladní lodě na koridoru

Dle specifikací šířky toku koridoru a podmínky možnosti plutí dvou tlačných remorkérů vedle sebe v opačném směru, je optimální velikost lodě 135 metrů na délku a 17 metrů na šířku (<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/5-?download=16%3A>, 12). Rychlost takovéto lodi se v běžných podmínkách pohybuje kolem 15 km/h ([1], 12). Rychlost lodě v jednolodním tunelu se pohybuje kolem 10 km/h (<http://d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/6-?download=46%3A>, 37). Průměrná zaplněná kapacita lodí na koridoru bude minimálně 192 TEO kontejnerů (<http://d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/6-?download=46%3A>, 18).

2.6 Ekonomické fakta

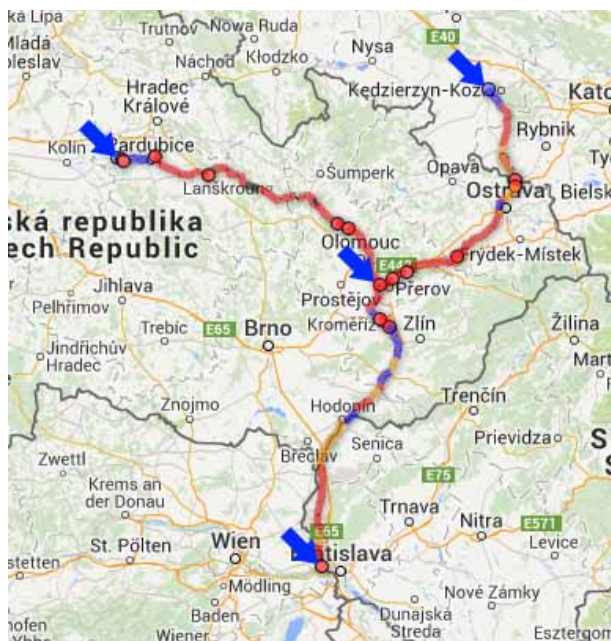
Pro úspěšné dokončení celého plavebního koridoru je za potřebí přibližně 40 let a investici o velikosti, dle statistických výpočtů, přibližně 8.1556 mld € (<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/7-?download=15%3A>, 14). Náklady na údržbu tras se časem zvyšují, počínajíc přibližně na hodnotě 50 mil € / rok (<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/7-?download=15%3A>, 14). Při výpočtu potenciálního zisku modelu se počítá jenom s cenou za náklad a výklad TEO kontejnerů z lodě, dohromady 50 € / kontejnr (<http://www.spap.sk/sites/default/files/spap-cennik.doc>, 1).

3. Koncepce - modelářská témata

Model koridoru má za úlohu zjistit ekonomickou výhodnost, tudíž nás nezajímají věci jako osobní přeprava, směr toku řeky, počet najetých kilometrů a ani sociální dopad na okolní obyvatelstvo, nebudeme je v modelu simulovat. Model se zaměří na jistá fakta zisku nebo ztrát. Ztrát způsobených omezením provozu na jednotlivých úsecích kvůli možnosti vzniku poruch na uvažovaných vodních stavbách. Taktéž neuvažujeme ani poruchy jednotlivých lodí a jím způsobené omezení z důvodů uvedených v kapitole 2.5.

3.1 Model koridoru

Model koridoru simulován v této práci se skládá ze tří vodních tras, přičemž celkový výsledek zkoumání modelu je prováděn nad celým koridorem. Jelikož se podmínky v jednotlivých trasách liší a je implementačně výhodnější a přesnější si celý koridor dekomponovat na konkrétnější části nad kterými budeme provádět simulace využití lodí to bylo nejvýhodnější řešení.



3.2 Model trasy

Na model trasy se nahlíží jako na posloupnost jednotlivých úseků jdoucích za sebou o velikosti jeden kilometr, a to v obou směrech. Vyjimku tvoří jenom stavby typu Tunel, přes které může v jeden okamžik plout pouze jedna loď a plavební komory, které se nepovažují za úsek dlouhý jeden kilometr.

3.3 Model lodě

Loď v systému představuje posouvající se objekt po jednotlivých kilometrech v udaném směru určitou rychlostí, přičemž na jednom kilometru se v jednom směru může nacházet pouze jedna loď. Loď pluje až na konec trasy, na trase musí projít všemi plavebními komorami a tuneli. Každý tunel v koridoru bude považován za jednolodní a taktéž spomaluje průjezd lodě na 10 km/h.

3.4 Model poruchy

Porucha v systému může dle už uvedeného nastat pouze v komoře a pouze počas využívání plavební komory lodí. Tudíž i loď, která se v komoře nachází počas poruchy musí čekat po dobu opravení aby mohla plout dál.

4. Koncepce - implementace

Model simuluje jeden rok provozu na koridoru, tudíž jednotkou času v simulaci je hodina. Jelikož simulujem pohyb lodí, které plují pomalu a také ve skutečnosti né tak hustě, je hodina přesností postačující časová jednotka.

4.1 Generátor lodí

Generátor lodí vstupujících do systému je implementován takovým způsobem, aby nemusel být vytvářen v kódu tolikrát, kolik je tras. To dává možnost většího členění, nebo dokonce použití modelu na jiný, ale podobný model řešící otázku vodního koridoru. Generátor je inicializován s indexem trasy v main funkci, a tenhle index posouvá při inicializaci také Lodi, která pak pracuje přímo s polem tras na zvoleném indexu. Generátor se vytváří pro všechny směry všech tras.

4.2 Proces Lod'

Proces loď vykonává veškerou simulační činnost. Jakmile loď vypluje, což znamená, že obsadí první možný kilometr, ukládají se všechna využitelná data(odpluté kilometry, pozice na trase) do polí, které se po konci simulace zpracovávají. Tento proces kontroluje každým krokem, zda se před ním nenachází plavební komora, tunel a nakonec volný kilometr pro obsazení. Plavba přes komoru v systému není závislá na směru plavby. To znamená, že pro oba směry jedné trasy jsou dvě plavební komory. Naopak je to ale s tunelem, který je vždy společný pro oba směry jedné trasy. Proces loď také implementuje poruchu na komoře, a to takovým způsobem, že po obsazení komory se kontroluje zda nastala chyba pod určitou pravděpodobností, zdali ano, pak se čeká na opravení této chyby a pokračuje se v provozu tohodle směru až po uplynutí opravovacího času. Porucha komory jednoho směru trasy nijako neovlivňuje poruchu na druhém směru.

5. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

Tento model má za úlohu zjistit ekonomickou účelnost zbudování vodního koridoru Dunaj-Odra-Labe. Už z výše uvedeného je zřejmé, že pokud by měl být koridor alespoň minimálně efektivní, musel by jeho zisk přesáhnout výdavky na údržbu. Důležitou informací je proto minimálního průměrný provoz na celém koridoru, aby byl tento požadavek splněn, čímž se i experimenty zabývají.

5.1 Minimální potřebný provoz

V kapitole 2.6 je uvedena průměrná roční částka nutná na údržbu koridoru, která činí 50 mil € / rok. Experimenty zjistili, že minimální denní provoz pro udržení neztrátového stavu koridoru je provoz průměrně 2 lodě za den. Z pozorování uz existujících toků, ku příkladu tok Dunaj, na který by se měla jedna z tras napájet, je tohle množství několikanásobně větší, tutíž je velmi nízká pravděpodobnost výskytu tohoto stavu.

5.2 Maximální přípustný provoz

Z pohledu druhého, je nutné zjistit limity jednotlivých tras, tedy maximální kapacity těchto tras. Nejhuře je natom trasa Labe, kde početné tunely a plavební komory spomalují provoz natolik, že při vyplutí loďe na trasu každou hodinu by způsobilo absolutní obsazení až úplný kolaps provozu. Ovšem že takováhle situace nastane ve skutečném světě s extrémně nízkou pravděpodobností, takže ji nemusíme uvažovat jako problémovou a není ji nutno řešit. Ostatní trasy podobný problém nemaj, což ve výsledku znamená, že žádné omezení na počtu, když li vezmem reální možné počty lodí na celé trase, nejsou za potřebí.

6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr

Tímito simulacemi vodního koridoru Dunaj-Odra-Labe bylo potvrzeno, že napříc vysokým investicím a vysokým nákladem na údržbu by bylo zbudování přínosem ne jenom ekonomickým, ale také ekologickým a enviromentálním vzhledem k odlehčení konkurenčních typů dopravy.

Zdroje:

- [1] VODNÍ CESTY A PLAVBA [online], [cit. 8. 12. 2014]. URL
http://fast10.vsb.cz/krajcovic/!kombinovane/!dopravni_a_vodni_stavby/pomucky_k_reseni/pdf/VODNI_DOPRAVA_KOMBI.pdf
- [2] ÚZEMNÍ STUDIE REÁLNOSTI A ÚČELNOSTI ÚZEMNÍ OCHRANY PRŮPLAVNÍHO SPOJENÍ
Dunaj-Odra-Labe. [online], [cit. 8. 12. 2014]. URL
<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/5-?download=16%3A>
- [3] Hodnocení efektivnosti projektu výstavby vodního koridoru DUNAJ-ODRA-LABE [online], [cit. 7. 12. 2014]. URL
<http://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/7-?download=15%3A>
- [4] CENNÍK POPLATKOV ZA POSKYTOVANÉ SLUŽBY A PARKOVANIE V AREÁLI SPaP a.s., PRÍSTAV BRATISLAVA [online], [cit. 8. 12. 2014]. URL
<http://www.spap.sk/sites/default/files/spap-cennik.doc>
- [5] G Stupeň Gabčíkovo [online], [cit. 8. 12. 2014]. URL
http://www.gabcikovo.gov.sk/doc/manip/A_4_6.htm
- [6] STRÁNKY O VODNÍM KORIDORU DUNAJ-ODRA-LABE [online], [cit. 8. 12. 2014]. URL
<http://www.d-o-l.cz>