

VYUŽITÍ STRUKTURY AETS PRO HODNOCENÍ VLIVU LETECKÝCH EMISÍ A HLUKU

USE OF THE AETS STRUCTURES FOR ASSESING IMPACTS OF AIRCRAFT NOISE AND EMISSIONS

Peter Vittek¹, Zdeněk Hanuš²

Anotace: Dopady letecké dopravy na životní prostředí nejsou zanedbatelné. Jednotlivé systémy v letecké dopravě jsou vzájemně provázané, proto je nezbytné přijímat rozhodnutí na základě dostatečné a komplexní informační základny. Nástroje metody AETS (Aviation Environmental Tools Suite) vyvinuté americkým úřadem pro letectví FAA ve spolupráci s Národním úřadem pro letectví a kosmonautiku NASA umožňují prostřednictvím komponent EDS, AEDT, APMT-Economics, APMT-Impacts a APMT-Cost Benefit systémově zhodnotit finanční náklady, environmentální dopady zvažovaných rozhodnutí a jejich výhodnost pro daného provozovatele. Vhodné provádění ekologických opatření a investic může přinést leteckým provozovatelům či letištím úsporu nákladů a výrazné zlepšení dopadů letecké dopravy na životní prostředí.

Klíčová slova: environmentální dopady, AETS, EDS, AEDT, APMT-Impacts, APMT-Economics, APMT-Cost Benefit

Summary: The impacts of aviation on the environment are not negligible. Various systems in aviation are interrelated, so it is necessary to make decisions based on adequate and comprehensive information base. Tools of AETS (Aviation Environmental Tools Suite) method developed by FAA in cooperation with NASA allow components through EDS, AEDT, APMT-Economics, APMT-Impacts and APMT-Cost Benefit evaluate the financial costs, environmental impacts of decisions and consideration of their advantages. Appropriate implementation of environmental measures and investments may even provide aviation operators or airports cost savings and significant improvement of aviation impacts on the environment.

Key words: environmental impacts, AETS, EDS, AEDT, APMT-Impacts, APMT-Economics, APMT-Cost Benefit

ÚVOD

Dopady letecké dopravy na životní prostředí se v posledních desetiletích stávají více znatelnými a prostřednictvím emisí škodlivých látek a hluku prokazatelně ovlivňují kvalitu ovzduší a globální klimatické podmínky. Rozhodnutí v letecké dopravě navíc ovlivňují životní prostředí na dlouhé časové období (např. využití daného letadla v provozu přibližně 20 let), proto je důležité věnovat této oblasti velkou pozornost a přijímat strategická rozhodnutí

¹ Ing. Peter Vittek, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy, Horská 3, 128 03 Praha 2, Tel.: +420 224 359 185, Fax: +420 224 359 183, E-mail: xvittek@fd.cvut.cz

² Ing. Zdeněk Hanuš, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy, Horská 3, 128 03 Praha 2, E-mail: zdenek.hanus@email.cz, xzhanus@fd.cvut.cz

na základě dostatečné informační základny, jejichž získání umožňuje využití moderních nástrojů pro zhodnocení nákladů a environmentálních dopadů.

1. NÁSTROJE PRO ZHODNOCENÍ NÁKLADŮ A ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ INVESTIC V LETECKÉ DOPRAVĚ

1.1 CEA a distribuční analýza

Současně běžně užívané metody (např. CEA nebo distribuční analýza) se zaměřují ve většině případů pouze na porovnání nákladů / přínosu jednotlivých změn a již nezohledňují systémový přístup vzájemně závislých finančních a ekologických dopadů investic v letectví a neposkytují dostatečnou informační základnu pro vytváření strategických rozhodnutí. CEA analýza (Cost-effectiveness analysis) je využívána pro hodnocení zvažovaných změn, u kterých se očekává přínos v obdobném rozsahu, tedy rozhodujícím faktorem v této analýze je dosažení očekávaného přínosu s nejmenšími finančními náklady z porovnávaných variant. Distribuční analýza zhodnocuje, komu dané rozhodnutí přinese užitek a kdo ponese finanční stránku navrhovaného řešení (1).

1.2 AIM a AETS

Moderní nástroje na porovnání vynaložených nákladů pro získání ekologických zlepšení v letectví jsou založeny na složitých metodikách, které vyhodnocují vzájemně provázané oblasti návrhu letadel a souvisejících zařízení, provozních postupů, vývoje v oblasti, finančních nákladů a vlivu na životní prostředí. K těmto metodikám patří například projekty Cambridžské univerzity (AIM – Aviation Integrated Modeling) či amerického úřadu pro letectví FAA (Federal Aviation Administration) ve spolupráci s Národním úřadem pro letectví a kosmonautiku NASA (AETS – Aviation Environmental Tools Suite), které umožňují kvantifikovat vzájemné souvislosti mezi hlukem a emisemi, dopady na zdraví, finančními náklady, technologickým pokrokem, provozními a tržními podmínkami a poskytnout dostatečné informace pro provádění významných rozhodnutí v oblasti letecké dopravy s ohledem na environmentální ochranu (1).

2. AVIATION ENVIRONMENTAL TOOLS SUITE (AETS)

System AETS se skládá z následujících komponent: EDS, AEDT, APMT-Economics, APMT-Impacts a APMT-Cost Benefit. Environmental Design Space (EDS) pomáhá stanovit zdroje hluku, emisí, porovnává parametry současných letadel / letištní techniky a nových technologických a konstrukčních návrhů v této oblasti. Aviation Environmental Design Tool (AEDT) porovnává vhodnost použití zvažované technologie s ohledem na charakter letišť a četnosti využití. Dále umožňuje modelovat vhodnost nasazení letadla / letištní techniky s ohledem na spotřebu paliva, produkované emise a hluk (9).

2.1 APMT-Economics

Aviation Environmental Portfolio Management Tool for Economics (APMT-Economics) modeluje zvažované investice leteckých společností a leteckého odvětví ve vztahu k provádění environmentální politiky a porovnává finanční náklady navrhovaných řešení. V rámci APMT-Economics mohou být modelovány opatření ve 3 různých kategoriích:

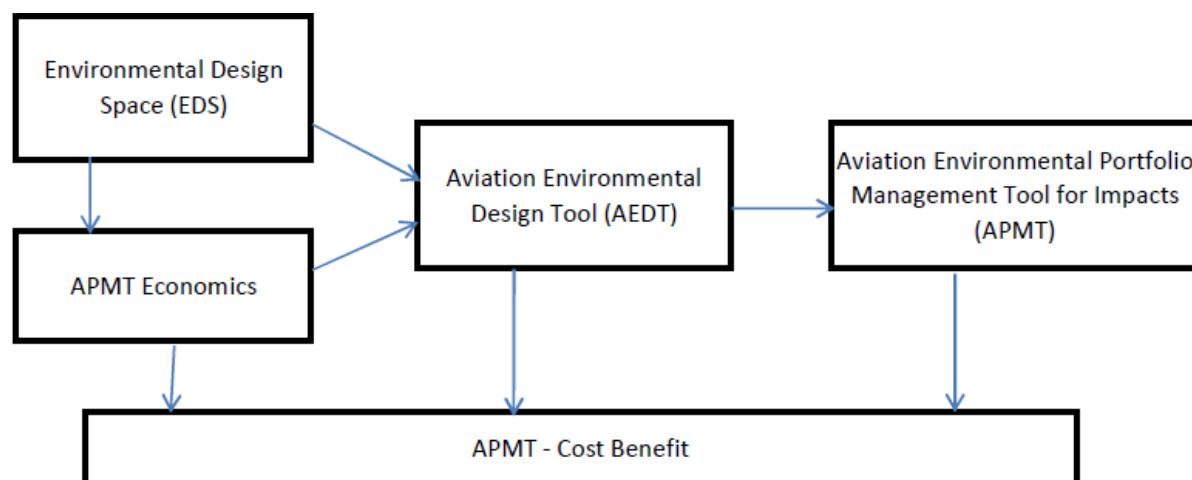
regulační opatření (přísnost úrovně hlukových a emisních limitů), finanční opatření (daně, poplatky a taxy) a provozní opatření (provozní změny, nová letadla / letištní technika) (1), (9).

2.2 APMT-Impacts

Aviation Environmental Portfolio Management Tool for Impacts (APMT-Impacts) odhaduje environmentální dopady leteckého provozu prostřednictvím vlivu na zdraví, změny klimatu a kvality ovzduší. K hlavním environmentálním dopadům patří množství vyprodukovaných emisí a hluku. APMT-Impacts se dále dělí na 3 oblasti: Hlukový modul – odhaduje dopady leteckého hluku prostřednictvím fyzikálních a peněžních měřítek. Tento modul stanovuje hlukové oblasti (dosahovaná průměrná hodnota leteckého hluku překračuje hodnotu 55 dB) v okolí letišť a v těchto oblastech sčítá množství obyvatel vystavených této vyšší hlukové zátěži. Peněžní náklady jsou vyjádřeny prostřednictvím hlukového indexu znehodnocení, který je definován jako koeficient procentního úbytku ceny bydlení (NDI) k jednotce dB při změně hlukové expozice. Dopady hluku dále generují další finanční náklady souvisejícím se zdravotními následky, poklesem produktivity práce a snížení hodnoty nemovitostí v okolí letišť. Modul kvality ovzduší – odhaduje dopady na zdraví primárně z pevných částic v ovzduší (především saze) a sekundárně z aerosolů tvořených z SO_x, NO_x a plynných uhlovodíků. Emise z leteckých činností je možné znázornit pomocí modelu povrchových reakcí (RSM), který byl vyvinut na základě simulačního modelu Community Multiscale Air Quality (CMAQ). Na základě modelu RSM nejvíce ovlivňují kvalitu ovzduší NO_x emise (70%), nestálé pevné částice (14%), SO_x emise (12%) a částice uhlovodíků (4%). Základní schéma pro stanovení zdravotních dopadů je založeno na základě poznatků z evropského a amerického výzkumu (prostřednictvím EPA – Environmental Protection Agency). Změny v koncentracích částic v ovzduší odhadované RSM modelem jsou provázány s úmrtností a porodností prostřednictvím příslušných dat o populaci a lineární funkcí koncentrace (CRFs) odvozených od epidemiologických studií, které se zabývají vlivem vystavení populace znečišťujícím látkám a souvislosti se zdravotním stavem. V závěrečném kroku analýzy dochází k převedení zdravotních dopadů na peněžní jednotky použitím statické hodnoty života (VSL), ochoty k placení (WTP) a nákladů na nemoc (COI). Dosavadní limitací globálního využití modulu kvality ovzduší je skutečnost, že zahrnuje zatím pouze letecké emise, které vznikají při pozemních postupech, odletu a přistání, tedy nezahrnuje emise vznikající při ostatních letových fázích. Klimatický modul – odhaduje dopady CO₂ a dalších znečišťujících plynů prostřednictvím fyzikálních a peněžních jednotek. Je umožněno oddělené modelování dlouhodobých účinků CO₂ či dopad NO_x na ozónovou vrstvu a vytváření oblaků (1).

2.3 APMT-Cost Benefit

Cost Benefit with the Aviation Environmental Portfolio Management Tool (APMT-Cost Benefit) umožňuje využitím výše uvedených komponent AETS poskytnout dostatečnou informační základnu pro relevantní výstup s ohledem na provádění strategických rozhodnutí (9).



Zdroj: (1)

Obr. 1 – Schéma AETS

3. PŘÍKLADY VYUŽITÍ AETS V LETECKÉ DOPRAVĚ - WHEELTUG

3.1 EDS

Příkladem moderní technologie, která může významným způsobem snížit environmentální dopady pojíždějících letadel na letištích je systém Wheeltug. Jedná se o systém, který se skládá ze dvou elektromotorů, které se instalují na kola předního podvozku. Systém může být využíván pro pohyb letadla po letištní ploše (od vytlačení letadla ze stojánky až po pojíždění daného letadla k vzletové a přistávací dráze a naopak). Tedy není nutné využívat pro pohyb po letištní ploše letištní pozemní techniku (např. tahače) a dále dochází k významné úspoře paliva oproti pojíždění letadla s použitím vlastních pohonných jednotek. Tento systém je ovládán z pilotní kabiny, potřebnou elektřinu získává z pomocného energetického zdroje (5).

3.2 AEDT

Instalace systému Wheeltug je vhodná na letadla provozovatele, které slouží na pravidelné operování mezi letišti střední a menší velikosti, kde není dostatečně moderní handlingová infrastruktura. Optimální je instalace systému pouze na vybranou část letadel z provozované flotily, které následně budou nasazovány ve větší míře pouze mezi vybranými destinacemi. Při pojíždění letadla Airbus A320 v délce 28 minut (zahrnuto pojíždění před odletem a přistáním) je možné dosáhnout úspory spotřeby paliva letadla při použití systému Wheeltug oproti pojíždění s vlastními motory letadla až o 85% (5).

3.3 APMT-Economics

Tab. 1 – Porovnání spotřeby paliva při pojiždění s využitím vlastních motorů letadla Airbus 320-200 / se zařízením Wheeltug

	standardní pojiždění letadla A320-200 s vlastními motory	instalace Wheeltug – A320-200
	spotřeba paliva letadla (kg)	spotřeba paliva letadla (kg)
1 let (zahrnuto pojiždění před odletem a po přistání v délce 28 minut)	320,00	48,00
1 den (4 lety)	1 280,00	192,00
1 rok	467 200,00	70 080,00
Úspora paliva (kg) / rok		397 120,00

odhad celkových pořizovacích nákladů	-	doposud výrobcem oficiálně nezveřejněno
---	---	--

úspora paliva (1 litr = 20 CZK) / rok	-	7 942 400,00 Kč
úspora nákladů na emisní povolenky (1 tuna CO ₂ = 250 CZK)	-	312 732,00 Kč
CELKOVÁ ÚSPORA / rok	-	8 255 132,00 Kč

Zdroj: (5), Autor

Tab. 2 – Porovnání spotřeby paliva při pojiždění s využitím vlastních motorů letadla Airbus 340-200 / se zařízením Wheeltug

	standardní pojiždění letadla A340-200 s vlastními motory	instalace Wheeltug – A340-200
	spotřeba paliva letadla (kg)	spotřeba paliva letadla (kg)
1 let (zahrnuto pojiždění před odletem a po přistání v délce 28 minut)	980,00	147,00
1 den (4 lety)	3 920,00	588,00
1 rok	1 430 800,00	214 620,00
Úspora paliva (kg) / rok		1 216 180,00

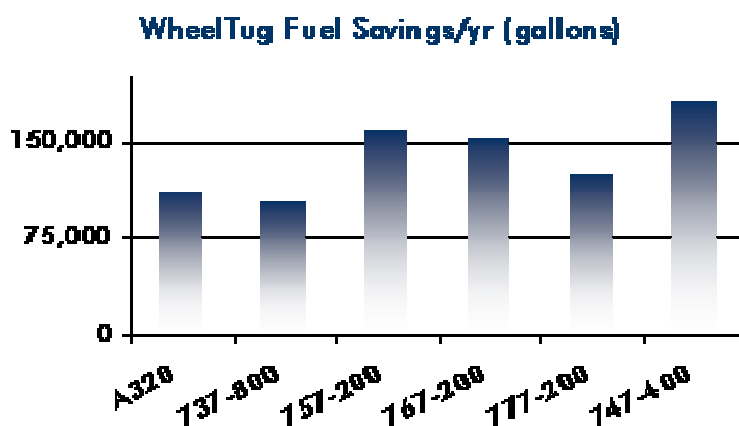
odhad celkových pořizovacích nákladů	-	doposud výrobcem oficiálně nezveřejněno
---	---	--

úspora paliva (1 litr = 20 CZK) / rok	-	24 323 600,00 Kč
úspora nákladů na emisní povolenky (1 tuna CO ₂ = 250 CZK)	-	957 741,75 Kč
CELKOVÁ ÚSPORA / rok	-	25 281 341,75 Kč

Zdroj: (5), Autor

3.4 APMT-Impacts

Při používání systému Wheeltug dochází v průměru ke snížení vzniku emisí škodlivým látek oproti pojiždění s vlastními motory letadla následovně: CO₂ – snížení až o 85%, NO_x (pojiždění s jedním motorem) – snížení o 50%, NO_x (pojiždění se 2 motory) – snížení o 66%, nespálené uhlovodíky – snížení o 60% (5).



Zdroj: (7)

Obr. 2 – Úspory paliva různých typů letadel při využití systému WheelTug

3.5 APMT – Cost Benefit

K výhodám zavedení systému WheelTug patří: značné úspory paliva, zvýšená bezpečnost a flexibilita provozu, zrychlení odbavení letadel, snížení opotřebením motoru a následných nákladů na opravy, snížení opotřebením brzd, snížení vyprodukovaných emisí a hluku, snížení pravděpodobnosti vzniku nehody na letadle či letištní pozemní technice, zvýšení ochrany zdraví zaměstnanců pohybujících se na letištní pohybové ploše, zlepšení kvality ovzduší v okolí letiště. K nevýhodám patří nutnost vynaložení vyšších pořizovacích nákladů, které se ovšem v řádu několika let leteckému provozovateli vrátí vzhledem k úsporám na spotřebě paliva a platbách emisních povolenek s ohledem na snížení produkce CO₂ (5), (8).

4. PŘÍKLADY VYUŽITÍ AETS V LETECKÉ DOPRAVĚ - TAXIBOT

4.1 EDS

Jedná se o tažné zařízení – tahač bez oje, který může být využíván pro pohyb široko či úzkotrupého letadla na letištní ploše. Inovativní předové kolo eliminuje zátěž při zrychlování a brždění, převádí řízení z letadla na tahač. Kontrola řízení v podélném směru je umožněna pomocí brzdových pedálů, v příčném směru je umožněna řídicí pákou (mechanicky či digitálně ovládaným kormidlem). Ovládání je možné buď přímo z pilotní kabiny či od řidiče v tahači. V zařízení Taxibot bude řidič, který bude sloužit jako „záchranná brzda“ při možném vzniku problémů a pro odvezení zařízení k/od letadla. Tahač může být poháněn buď hybridním, elektrickým pohonem nebo pomocí dvou dieselových osmiválců, každým o výkonu více než 500 koní, který je dostatečný i pro roztlačení plně naložených letadel typu Boeing 747 či Airbus 380. Hlavní výhodou tohoto zařízení je skutečnost, že pro použití není zapotřebí u většiny typů letadel žádných, pouze u několika typů letadel provedení minimálních úprav. Pro pohyb na letištní ploše nepotřebuje pilot žádné plánování trasy předem (3), (4).



Zdroj: (6)

Obr. 3 – Schéma připojení části zařízení Taxibot na podvozkové kolo letadla

4.2 AEDT

Zařízení Taxibot nalezne uplatnění především na letištích s vyšším počtem denních pohybů. Ve špičkových časech je možné dosáhnout rychlejší a plynulejší organizace pojíždějících letadel na letištních pohybových plochách. Mezi další výhody patří také výrazné snížení hlukové a emisní zátěže v blízkosti letištních terminálů. Velkou předností je také to, že při využití Taxibot není zapotřebí provádět na letadlech žádné úpravy či vynakládat další investice pro možnost používání (2).

4.3 APMT-Economics

Tab. 3 – Porovnání spotřeby paliva při pojiždění s využitím vlastních motorů letadla Airbus 320-200 / se zařízením Taxibot

	standardní pojiždění letadla A320-200 s vlastními motory	Taxibot
	spotřeba paliva letadla (kg)	spotřeba paliva letadla (kg)
1 let (zahrnuto pojiždění před odletem a po přistání v délce 28 minut)	320,00	140,00
1 den (4 lety)	1 280,00	560,00
1 rok	467 200,00	204 400,00
Úspora paliva (kg) / rok		262 800,00
odhad celkových pořizovacích nákladů	-	60 – 70 mil. Kč
úspora paliva (1 litr = 20 CZK) / rok	-	5 256 000,00 Kč
úspora nákladů na emisní povolenky (1 tuna CO ₂ = 250 CZK)	-	206 955,00 Kč
CELKOVÁ ÚSPORA / rok	-	5 462 955,00 Kč

Zdroj: (2), Autor

Tab. 4 – Porovnání spotřeby paliva při pojiždění s využitím vlastních motorů letadla Airbus 340-200 / se zařízením Taxibot

	standardní pojiždění letadla A340-200 s vlastními motory	Taxibot
	spotřeba paliva letadla (kg)	spotřeba paliva letadla (kg)
1 let (zahrnuto pojiždění před odletem a po přistání v délce 28 minut)	980,00	350,00
1 den (4 lety)	3 920,00	1 400,00
1 rok	1 430 800,00	511 000,00
Úspora paliva (kg) / rok		919 800,00

odhad celkových pořizovacích nákladů	-	60 – 70 mil. Kč
---	---	------------------------

úspora paliva (1 litr = 20 CZK) / rok	-	18 396 000,00 Kč
úspora nákladů na emisní povolenky (1 tuna CO ₂ = 250 CZK)	-	724 342,50 Kč
CELKOVÁ ÚSPORA / rok	-	19 120 342,50 Kč

Zdroj: (2), Autor

4.4 APMT-Impacts

Při používání systému Taxibot dochází v průměru ke snížení vzniku emisí škodlivým látek oproti pojiždění s vlastními motory letadla následovně: snížení CO₂ emisí až o 43,75%, NO_x (pojiždění s jedním motorem) – snížení o 25,7%, NO_x (pojiždění se 2 motory) – snížení o 34%, nespálené uhlovlodíky – snížení o 31% (2).

4.5 APMT-Cost Benefit

Environmentální a provozní výhody používání zařízení Taxibot jsou obdobné jako v případě systému Wheelug. Rozdíl ovšem spočívá v okruhu uživatelů, pro které je Taxibot primárně určen. Toto zařízení je vhodné především pro poskytovatele handlingových služeb na velkých letištích, kteří nevýhodu vyšší pořizovací ceny dokážou eliminovat vzhledem k poskytování služeb více leteckým provozovatelům a během delšího denního provozu.

ZÁVĚR

Jednotlivé systémy v letecké dopravě jsou vzájemně provázané, proto je nezbytné přijímat rozhodnutí na základě dostatečné a komplexní informační základny, s ohledem na environmentální dopady. Nástroje metody AETS umožňují prostřednictvím komponent EDS, AEDT, APMT-Economics, APMT-Impacts a APMT-Cost Benefit komplexně zhodnotit u zvažovaných opatření či zavádění nových technologií finanční náklady, environmentální dopady a celkovou výhodnost. Hlavním cílem tohoto příspěvku bylo uvést, že provádění strategických rozhodnutí s využitím metody AETS je vhodným nástrojem pro uplatňování environmentální politiky, která navíc může přinést letištím a leteckým provozovatelům nezanedbatelnou úsporu finančních nákladů.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) MAHASHABDE, A., WOLFE, P., ASHOK, A., DORBIAN, CH., HE, Q., FAN, A., LUKACHKO, S., MOZDZANOWSKA, A., WOLLERSHEIM, CH., BARRETT S., LOCKE, M., WAITZ, I., *Assessing the environmental impacts of aircraft noise and emissions*. Progress in Aerospace Sciences 47, 2011. p. 15-52.
- (2) *Dispatch Towing – The Green Revolution from Airbus* [online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z <<http://www.groundhandling.com/GHI%20Conf/downloads/updated%20papers/2010/Airbus,%2014%20Isabelle%20Devatine-Lacaze.pdf>>.
- (3) *Taxibot* [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupné z <<http://www.environmentalleader.com/2009/06/29/can-taxibot-deliver-airport-fuel-co2-reductions>>.
- (4) *Taxibot, Clean Sky „Dispatch Towing Vehicle (DTW)“* [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupné z <<http://www.cleansky.eu/content/interview/taxibot-clean-sky-dispatch-towing-vehicle-dtv>>.
- (5) *WheelTug* [online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z <<http://airinsight.com/2011/11/07/elal-launches-wheeltug/>>.
- (6) *Taxibot – šetříme životní prostředí* [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupné z <<http://www.autoplanet.cz/blog/taxibot-setrime-zivotni-prostredi/>>.
- (7) *WheelTug – Fuel Savings* [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupné z <http://www.wheeltug.gi/fuel_savings.shtml>.
- (8) *WheelTug* [online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z <<http://www.wheeltug.gi/index.shtml>>.
- (9) *Models – Aviation Environmental Tools Suite* [online]. [cit. 2012-01-28]. Dostupné z <http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/index.cfm?print=go>.