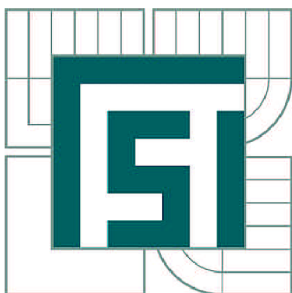


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

POSOUZENÍ PROVOZUSCHOPNOSTI NOVĚ ZAVÁDĚNÝCH LETOUNŮ NA REGIONÁLNÍCH LETIŠTÍCH STŘEDOEVROPSKÉHO REGIONU

ANALYSIS OF OPERABILITY OF THE NEWLY INTRODUCED AIRCRAFT TO REGIONAL
AIRPORTS OF THE EUROPEAN REGION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAROMÍR LANGER

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ CHLEBEK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jaromír Langer

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Letecký provoz (3708T011)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Posouzení provozuschopnosti nově zaváděných letounů na regionálních letištích středoevropského regionu

v anglickém jazyce:

Analysis of operability of the newly introduced aircraft to regional airports of the european region

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době řada evropských dopravců připravuje zařazení nových typů letadel do dvého letadlového parku. V řadě případů se jedná o typy letadel, které v daném regionu dosud nebyly provozovány. Je proto žádoucí zpracovat postupy pro posouzení možností provozování vybraných typů letadlové techniky za daných podmínek.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je definovat nově zaváděné typy letadel a porovnat jejich provozní charakteristiky s provozními aspekty vybraných letišť středoevropského regionu.

Součástí analýzy je rovněž definovat obecnou metodiku pro posouzení těchto aspektů a navrhnout příslušná opatření pro zabezpečení reálného provozu dané skupiny letadel.

Seznam odborné literatury:

Caves, R.E., Kazda, A.: Airport design and operation, Elsevier, Oxford, 2007

Annex14 - Aerodromes, ICAO, 2004

Airplane characteristics for Airport planning, Boeing

Detail specification B787, Boeing

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 15.11.2013

L.S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce popisuje dvojici nově zaváděných typů letadel (*Boeing 787 Dreamliner*, *Boeing 737 MAX*) a porovnává jejich provozní charakteristiky s provozními aspekty vybraných letišť středoevropského regionu.

ABSTRACT

This thesis describes a two of newly introduced types of aircraft (*Boeing 787 Dreamliner*, *Boeing 737 MAX*) and compares the operating characteristics of the operational aspects of the airports of the Central European region.

KLÍČOVÁ SLOVA

Boeing, Boeing 787 Dreamliner, Boeing 737 MAX, Mezinárodní letiště Václava Havla Praha, Mezinárodní letiště Brno – Tuřany, Letiště Leoše Janáčka Ostrava, Warsaw Chopin Airport, Katowice International Airport, Budapest Ferenc Liszt International Airport

KEY WORDS

Boeing, Boeing 787 Dreamliner, Boeing 737 MAX, Václav Havel airport Prague, Brno – Tuřany Airport, Leoš Janáček Airport Ostrava, Warsaw Chopin Airport, Katowice International Airport, Budapest Ferenc Liszt International Airport

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LANGER, J. *Posouzení provozuschopnosti nově zaváděných letounů na regionálních letištích středoevropského regionu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 94 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Posouzení provozuschopnosti nově zaváděných letounů na regionálních letištích středoevropského regionu* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 18. 05. 2014

Bc. Jaromír Langer

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jiřímu Chlebkovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady při zpracování daného tématu a hlavně svým rodičům, kteří mě nemalou měrou podporovali během studia a bez nichž by studium nebylo možné.

OBSAH

Úvod	10
1 Historie	12
1.1 The Boeing Company	12
1.2 Projekt 20XX	15
1.2.1 Koncept Sonic Cruiser	15
1.2.2 Koncept 7E7	16
1.3 Projekt 737 MAX	20
2 Srovnání s letouny obdobné kategorie	22
2.1 Airbus A350 XWB	22
2.2 Airbus A320 neo	24
3 Boeing 787 Dreamliner	26
3.1 Technický parametry	27
3.2 Výkonové parametry	28
3.3 Dostupné a plánované verze	28
4 Boeing 737 MAX	30
4.1 Technické parametry	31
4.2 Výkonové parametry	32
4.3 Dostupné a plánované verze	32
5 Srovnání B787 & B737 MAX	34

6	Posouzení provozuschopnosti na letištích v ČR	36
6.1	Mezinárodní letiště Václava Havla Praha	36
6.2	Mezinárodní letiště Brno – Tuřany	40
6.3	Letiště Leoše Janáčka Ostrava	44
7	Posouzení provozuschopnosti na letištích ve střední Evropě	48
7.1	Warsaw Chopin Airport	48
7.2	Katowice International Airport	52
7.3	Budapest Ferenc Liszt International Airport	56
8	Trendy ve vývoji nových letounů	60
	Závěr	64
	Seznam použitých symbolů a zkratk	68
	Seznam tabulek a grafů	72
	Seznam použitých zdrojů	74
	Seznam příloh	78
	Přílohy	80

ÚVOD

Cílem této diplomové práce je popsat nově zaváděné typy letadel a porovnat jejich provozní charakteristiky s provozními aspekty vybraných letišť středoevropského regionu. Součástí této analýzy je rovněž obecná metodika pro posouzení těchto aspektů a případný návrh příslušných opatření pro zabezpečení reálného provozu dané skupiny letadel. Tato práce je zaměřena na letouny **Boeing 787 Dreamliner** a **Boeing 737 MAX**, jakožto na velmi pravděpodobné alternativy, které budou provozovány na letištích v ČR a které, doufejme, budou taktéž ve službách českých leteckých dopravců.

V současné době se připravuje, nebo již probíhá modernizace letadlových parků mnohých leteckých dopravců za novou generaci dopravních proudových letounů. Všechny tyto letouny se vyznačují společnými charakteristikami, mezi nimiž je především snaha o maximální možné snižování provozních nákladů při zachování nebo vylepšení stávající úrovně bezpečnosti, spolehlivosti, provozuschopnosti a komfortu cestujících na palubě. Dalším společným činitelem, který nelze opomenout, je ekologie, které se v letectví přisuzuje čím dál větší role. Pro dosažení těchto základních cílů se dva majoritní výrobci dopravních letounů Boeing Commercial Airplanes a Airbus vydali stejným směrem. Směrem snižování hmotnosti, a to nejen použitím moderních kompozitů, coby hlavního konstrukčního materiálu, aplikací nejnovějších poznatků z oblasti aerodynamiky nebo použitím moderních pohonných jednotek s optimalizovanou spotřebou pohonných hmot. Jmenovitě se v současné době jedná hlavně o letouny Boeing 747-8 I/F, B787 Dreamliner a B737 MAX, respektive Airbus A350 XWB a A320 neo. ^[1]

1 HISTORIE

V první části této práce bych se rád věnoval stručně historii společnosti Boeing, neboť jsem přesvědčen, že se jedná o důležitý aspekt k pochopení základní filosofie, která je u tohoto výrobce nastavena. Dále pak poskytnu prostor k popisu historického pozadí a motivace k realizaci projektu B787, respektive B737 MAX, a to včetně nastínění samotného vývoje.

1.1 THE BOEING COMPANY

„We are embarked as pioneers upon a new science and industry in which our problems are so new and unusual that it behooves no one to dismiss any novel idea with the statement, It can't be done.“

William E. Boeing ^[2]

Historie společnosti Boeing začíná 15. července 1916 v Seattlu ve státě Washington, kde William Edward Boeing ve svých třiceti pěti letech zakládá společnost Pacific Aero Products Co. a zahajuje výrobu prvních hydroplánů. S nadcházející první světovou válkou přichází i první zvýšená poptávka letounů pro Námořnictvo Spojených států amerických (USN) a tím i první obchodní úspěchy. Dne 9. května 1917 je společnost přejmenována na Boeing Airplane Company. První krize mezi výrobce letadel přichází na konci války, kdy byl trh zahlcen válečnými přebytky, čímž byla značně utlumena poptávka a to nejen po nových letadlech. V tomto období vyhlásil bankrot ne jeden výrobce letecké techniky. Aby Boeing překlenul tuto krizi, zaměřil se na výrobu jiných, žádanějších produktů obyčejným nábytkem počínaje a celými částmi lodí konče. ^[2]

Ve třicátých letech dvacátého století začíná období mnohými označované jako „Zlatá éra letectví“. Doba bouřlivého rozvoje a zběsilých závodů jak mezi leteckými výrobci tak letci o překonávání rychlostních, výškových, vytrvalostních a dalších rekordů. Taktéž se v tomto období objevují již první seriózní pokusy o vytvoření pravidelných leteckých linek. Boeing samozřejmě nezaspal a úspěšně se prosazuje ve velmi intenzivním konkurenčním prostředí. Za všechny letouny z tohoto období bych rád uvedl dva typy, které deklarují pokrok, který společnost za těchto pár desítek let učinila. Jedná se o Boeing 247 (*Příloha 1*) z roku 1933, coby první, skutečně moderní dopravní letoun se dvěma piloty v uzavřené pilotní kabině, jednou stewardkou a až deseti cestujícími umístěnými ve dvou řadách v odhlučněné a tepelně izolované kabině. Cestovní rychlost činila 248 km/h, respektive 304 km/h, u verze 247D. Druhým z výše uvedené dvojice je pak Boeing 314 Clipper (*Příloha 2*), který byl vyráběn v rozmezí let 1938 – 1941. Jednalo se o hydroplán s dlouhým doletem a zároveň o jedno z největších letadel své doby. Na tratích přes Atlantický a Pacifický oceán, na které byl nasazován, mohl přepravovat až 74 cestujících ve dne, respektive až 36 cestujících v noci

(*lůžková úprava*), a 11 členů posádky cestovní rychlostí přesahující 300 km/h na vzdálenost až 5900 km.^[3]

V roce 1938 společnost Boeing získává další velké prvenství v podobě Boeingu 307 Stratoliner, jakožto prvního komerčního letounu v historii s přetlakovou kabinou.^[3] To již však Hitlerova mašinérie netrpělivě klepe na dveře a svět začíná zachvacovat válečné šílenství druhé světové války. V tomto období Boeing využívá svých zkušeností s výrobou velkých dopravních letadel a zaměřuje se primárně na výrobu těžkých čtyřmotorových bombardérů pro americkou armádu. Jmenovitě se jedná o typ Boeing B-17 Flying Fortress a později modernější Boeing B-29 Superfortress, ze kterého byly na sklonku války svrženy atomové bomby na Hirošimu a Nagasaki. Zajímavostí pak zůstává, že během války jednotliví výrobci letadel spolupracovali. Proto byl například již zmíněný bombardér B-17 vyráběn nejenom Boeingem, ale i společnostmi Lockheed Aircraft Corp. a Douglas Aircraft Co.^[2]

Situace na konci druhé světové války se již tolik nepodobala situaci na konci první světové války, neboť poptávka po nových a modernějších dopravních letadlech nepoklesla v takové míře jako v roce 1918. Ovšem zrušení objednávek na válečná letadla si vyžádala vlnu propouštění. Ve snaze zmírnit tyto dopady bylo rozhodnuto zaměřit se na výrobu Boeingu 377 Stratocruiser (*Příloha 3*), který koncepčně vycházel z bombardéru B-29 a který byl zalétán v roce 1947. Zajímavostí tohoto letounu bylo dvoupodlažní uspořádání kabiny pro 55 – 100 cestujících. Cestovní rychlost činila 547 km/h a dolet se pohyboval okolo 6700 km. Bohužel prodeje nebyly takové, jaké se očekávaly a Boeing musel vyřešit tuto situaci prodejem derivátů Stratocruiseru upravených pro vojenské účely pod označením C-97 (*úprava pro přepravu vojáků*), respektive KC-97 (*úprava pro doplňování paliva jiným letounům za letu*)^[2,3]

V šedesátých letech dvacátého století technologie výrazně pokročila a společnost v roce 1958 zahajuje věk proudového létání uvedením prvního dopravního letounu veleúspěšné řady B7X7 (*B707–B787*) Boeing 707 (*Příloha 4*) jako odpověď na britský De Havilland Comet, sovětský Tupolev Tu-104 a francouzský Sud Aviation Caravelle. Jednalo se o středně velký čtyřmotorový letoun, který mohl přepravit 140 – 189 cestujících cestovní rychlostí 890 km/h na vzdálenost až 10 600 km. Reakce konkurence samozřejmě na sebe nenechala dlouho čekat, ale nejen díky tomuto typu se Boeing velmi rychle ujímá vedoucí pozice mezi výrobcí proudových dopravních letounů. Na konci roku 1960 je představen model B727 a v roce 1966 je rozhodnuto o produkci typu B747 Jumbo Jet (*Příloha 5*), na kterém doslova stála budoucnost společnosti. V té době se jednalo o skutečnou inženýrskou a manažerskou výzvu, neboť byla, už do tak komplikovaného projektu, zahrnuta i výstavba největší montážní haly na světě situované v Everettu ve státě Washington. Dne 9. února 1969 Boeing úspěšně zalétává letoun, který se následně stává ikonou civilního letectví po celý zbytek dvacátého století.^[2,4]

V průběhu prací na projektu B747 společnost dne 9. dubna 1967 představuje menší dvoumotorový dopravní letoun určený pro krátké a střední vzdálenosti. V řadě B7X7 dostává označení B737 a v průběhu historie se stává nejprodávanějším komerčním proudovým dopravním letounem v letecké historii. Jeho modernizované verze se spolu s modelem B747 vyrábí pod názvy B737 MAX, respektive B747-8, do dnešních dnů.^[2]

Na začátku let sedmdesátých společnost postihují vážné ekonomické problémy, které jsou způsobené zejména válkou ve Vietnamu a s tím souvisejícími problémy, zpomalením prací na projektu Appollo a ekonomickou recesí z let 1969–1970. K tomu je nutné připočítat

dluh více než 2 miliardy dolarů za projekt B747, který se navíc opožďuje o 3 měsíce z důvodu problémů s pohonnými jednotkami Pratt & Whitney. Více než rok nebyla obdržena jediná objednávka. Další problém nastává v roce 1971, kdy americký kongres ruší finanční podporu na vývoj supersonického dopravního letounu Boeing 2707, jakožto odpovědi na anglo-francouzský Concorde a sovětský Tupolev Tu-144. Boeing je proto nucen tento projekt ukončit. Jako reakcí na všechny tyto negativní vlivy Commercial Airplane Group, do té doby zdaleka největší divize firmy Boeing, propouští 62 950 zaměstnanců.^[2]

Situace se začíná opět zlepšovat v roce 1983, objem letecké dopravy roste a Boeing prodává tisíce letounů B737. V tomto období však přichází i konkurence v podobě nově utvořeného evropského výrobce komerčních dopravních letadel – Airbusu. Nejen z tohoto důvodu je následně rozhodnuto o produkci dvou zcela nových letounů B757 (jako náhrady za B707 a B727) a jeho většího sourozence B767.^[2]

Dne 12. června 1994 Boeing zalétává nejmodernější komerční proudový dopravní letoun své doby B777 (*Triple Seven*) (Příloha 6) určený pro 314–451 cestujících v závislosti na konfiguraci kabiny. Vyplňuje tak místo na trhu mezi typy B767 a B747 a nahrazuje starší široko-trupé letouny. Jedná se o první letadlo z produkce této společnosti s řízením *fly-by-wire* a pyšní se nejvyšším doletem mezi dvumotorovými stroji obdobné kategorie (9,695–17,370 km). B777 je stále považován za jedno z nejbezpečnějších letadel na světě. V této době taktéž probíhají práce na modernizaci typu B737 označovaného jako NG (*Next Generation*). Tyto modely se následně stávají nejprodávanější v historii řady B737.^[2, 4]

V srpnu 1997 dochází ke sloučení se společností McDonnell Douglas pod společné jméno The Boeing Company. V této souvislosti je letounu McDonnell Douglas MD-95 přejmenován na Boeing 717 a výroba typu MD-11 je omezena pouze na nákladní verze. Po několika úspěšných desetiletích Boeing v roce 2003 ztrácí vedoucí postavení na trhu. V reakci na tuto změnu uvádí na trh modernizovanou verzi úspěšných typů B737 a B777. V roce 2004 je ukončena výroba typu B757 a je oficiálně oznámeno ukončení výroby B717 v roce 2006. V listopadu roku 2005 je jako odpověď na evropský Airbus A380 oznámena větší varianta B747 označená jako B747-8 I/F (*Intercontinental / Freighter*). Obě verze disponují prodlouženým trupem, novým křídlem, novými moderními motory a začleněním dalších technologií vyvinutých v projektu B787. Z toho důvodu se taky v názvu tohoto modelu objevila právě číslice 8. V tomtéž roce je také na aerosalonu v Paříži představen model B777-200 LR (*long range*) Worldliner, který 10. listopadu 2005 ustavil nový světový rekord v nejdélším non-stop letu. Jednalo se o let z Hong Kongu do Londýna, který stroj absolvoval za 22 hodin 42 minut a urazil přitom úctyhodnou vzdálenost 21 601 km.^[2]

V této době jsou však již práce na zcela novém letounu typové řady B7X7 (*později oficiálně nazvaném Boeing 787 Dreamliner*) v plném proudu tak, aby navázal na historická prvenství a úspěchy společnosti na poli komerční osobní dopravy.

V tomto velmi stručném výčtu historie jsem se zaměřil téměř výhradně na produkci civilních dopravních letadel. Pokud byste měli zájem o podstatně obsáhlejší informace a to i z oblasti vojenské či vesmírné techniky, rád bych vás odkázal na oficiální internetové stránky výrobce <http://www.boeing.com/boeing/history/>.

1.2 PROJEKT 20XX

V druhé polovině let devadesátých Boeing úspěšně uvádí na trh již zmíněné typy B777 a B737 NG (600, 700, 800, 900). V této době také společnost začíná uvažovat o nahrazení typu B747-400 a B767 z důvodu poklesu prodeje. Následně je představen projekt 747X, jakožto prodloužený a modernizovaný konkurent nově vznikajícímu Airbusu A380. V lednu roku 2001 je pak uveřejněna studie „Projekt 20XX“ zaměřená na výzkum nových směrů ve vývoji komerčních proudových dopravních letadel, jejíž součástí byly dva zcela odlišné, paralelně vyvíjené koncepty – *Sonic Cruiser* a 7E7.^[5]

1.2.1 KONCEPT SONIC CRUISER

Dne 29. března 2001 dochází k oficiálnímu představení konceptu Sonic Cruiser (*Obr. 1*), jakožto poměrně futuristicky vzhlízejícího letounu velikosti B767 s motory umístěnými v zadní části delta křídla. Hlavní devizou tohoto letounu byla rychlost, která měla být o 15% vyšší (přibližně *Mach 0.98*) než u současných dopravních letounů. V praxi by to znamenalo zkrácení doby letu z Londýna do Singapuru o 3 hodiny, respektive až o 5 hodin, při letu z Londýna do Sydney a to vše za stejných provozních nákladů, jako tomu bylo v případě typu B767. Z počátku letecké společnosti o Sonic Cruiser projeví zájem, avšak následující sled událostí vedl až k ukončení tohoto projektu. Vše v podstatě začalo odmítnutím Kjótského protokolu ze strany americké vlády, čímž (*na oplátku*) někteří členové evropských environmentálních kruhů začali upozorňovat na možné nepříznivé ekologické dopady tohoto „vysokorychlostního“ letounu.



Obr. 1: Sonic Cruiser [8]

Vše vyvrcholilo otevřeným dopisem Evropské komisařky pro životní prostředí Margot Wallström zaslaným přímo společnosti Boeing, ve kterém na tyto aspekty upozornila a naznačila možné problémy se zaváděním tohoto stroje do běžného provozu na evropských letištích. Rozhodující moment však nastává s teroristickým útokem uskutečněným dne *11. září 2001* a vznikem následných problémů, a to nejen v letecké dopravě. Následující průzkum poukázal na fakt, že letecké společnosti již nevěří na možnost získat dostatečný počet cestujících platící vyšší cenu za vyšší rychlost a také se objevily obavy o ekonomickou návratnost poměrně drahého stroje. ^[5, 6, 7]

1.2.2 KONCEPT 7E7

Dne *29. ledna 2003* je představen „environmentálně a ekonomicky optimalizovaný“ koncept s konvenčnější konfigurací, který byl vyvíjen ve vší tichosti souběžně s konceptem Sonic Cruiser, a to pod označením 7E7 (vývojové označení Y2) (Obr. 2). Na základě provedeného výzkumu mezi vybranými cílovými skupinami se tedy jedná o dvoumotorový proudový letoun menší střední velikosti, který představuje jednoznačný posun od teorie „hub and spoke“ k teorii „point to point“. První obrázky konceptu odhalily zajímavě řešená čelní okna kokpitu, zcela integrovaná do aerodynamicky tvarované přídě, a svislou ocasní plochu ve tvaru žraločích ploutve. Samotné „E“ v názvu mělo vyznačovat slova jako „efficiency“ nebo „environmentally friendly“, nicméně jak Boeing později uvedl, hlavně mělo poukázat na typovou řadu dopravních proudových letounů, ve které je tento letoun osmý (*eight*). ^[9]



Obr. 2: Boeing 7E7 [10]

V červenci roku 2003 je vyhlášena veřejná soutěž na pojmenování projektu 7E7, kterou (mezi označeními jako *eLiner*, *Global Cruiser* nebo *Stratoclimber*) vyhrává označení Dreamliner. Později dochází k definitivnímu přejmenování letounu na Boeing 787 Dreamliner (Obr. 3). Během návrhu B787 prochází rozsáhlými zkouškami v aerodynamických tunelech

Boeing Transonic Wind Tunnel, NASA Ames Research Center, QinetiQ Wind Tunnel (*Farnborough, UK*) a ve francouzském aerodynamickém výzkumném centru ONERA. Na základě výsledků měření je upraven design do více konzervativní podoby. Změnou prošla svislá ocasní plocha ve tvaru již zmíněné žraločí ploutve, okna kokpitu či samotná předletounu. ^[9]



Obr. 3: Boeing 787 Dreamliner [11]

Dne 16. prosince 2003 je rozhodnuto o místě stavby letounu v montážní hale společnosti Boeing v Everettu ve státě Washington a to s předpokládaným vznikem 800 – 1200 nových pracovních míst. Pro výrobu jednotlivých částí letounu jsou vybrány společnosti z celého světa. Klíčovými dodavateli se stávají japonské firmy, které se podílejí 35% na návrhu a výrobě Dreamlineru. ^[9] Jmenovitě se v první řadě jedná o *Mitsubishi Heavy Industries*, která dodává nosnou část křídla (*wing box*), *Kawasaki Heavy Industries* dodávající přední část středního segmentu trupu a pevnou část odtokových hran křídél a *Fuji Heavy Industries* pak dodává střední část křídél (*center wing box*). Dalšími dodavateli jsou kupříkladu *Alenia Aeronautica*, – střední část trupu a výškové ocasní plochy, *GE Engines* a *Rolls-Royce* – pohonné jednotky, *Spirit AeroSystems* – přední část trupu, pevné a pohyblivé náběžné hrany křídél, pilony pohonných jednotek, *Honeywell* – navigace, *Bridgestone* – pneumatiky, *C&D Zodiac Inc.* – okna a rámy dveří, *Goodrich* – motorové gondoly a další systémy, *Ipeco* – sedadla v kokpitu, *Korean Airlines Aerospace Division* – konce křídél, mechanizace vztlakových klapek, *Latecoere* – dveře pro cestující, *Messier-Dowty* – konstrukce hlavního a předového podvozku, *Messier-Bugatti* – brzdový systém podvozku, *PPG Aerospace* – okna s měnitelnou propustností světla, *Saab Aerostructures* – nákladové dveře, a další. Celkem se jedná o 43 dodavatelských firem. Společnost *Boeing Commercial Airplanes* vyrábí pohyblivou část odtokové hrany křídél, svislou ocasní plochu a spodní část trupu zajišťující aerodynamický přechod mezi křídlem a trupem. Dále zajišťuje dílčí, respektive celkovou montáž letounu, oživení, zálet a předání zákazníkovi, stejně jako *Boeing South Carolina*, kde se vyrábí zadní část trupu a kde byl první Dreamliner uveden do provozu na konci roku 2012. ^[12]

Pro zjednodušení a urychlení přepravy jednotlivých částí Boeing upravil čtyři nákladní verze B747-400 a přejmenoval je na B747 Dreamlifter (*Obr. 4*). Pomocí těchto upravených strojů jsou přepravována nejen rozměrná křídla, ale i celé sekce trupů nevyjímaje ani další menší díly. ^[9]



Obr. 4: Boeing 747 Dreamlifter [13]

Chtěl bych upozornit na fakt, že přímo v Everettu se žádná komponenta letounu nevyrobí. Jedná se v podstatě o velkou montážní linku, kam se soustřeďují veškeré díly od jednotlivých dodavatelů „*just in time*“. Jedná se o osvědčenou metodu spořicí místo a finanční prostředky, které by se jinak musely vynakládat na nákup a skladování dílů dlouho dopředu. Jednotlivé díly jsou doručovány v předem daných časech a pořadí tak, aby přímo došlo k jejich uplatnění při montáži nového letounu. Zároveň pak netřeba uvádět, že se jedná o metodu poměrně riskantní, která klade vysoké nároky na dodavatele, logistiku a řízení. ^[14]

První veřejné představení (*roll-out*) si Dreamliner odbyl 8. července 2007. V této době však nebyly práce na letounu ani zdaleka dokončené. Letoun ještě neobsahoval všechny hlavní letové systémy a velké množství dílů bylo nainstalováno pouze dočasně pro dodržení termínu této exhibice. Následně projekt postihuje série zdržení a oddalování prvního letu. Důvody byly rozličné. Od nedokončeného softwaru až po problémy se zahraničními a domácími dodavateli. Nakonec se však problémy daří vyřešit a v následujících předletových pozemních testech letoun prokazuje připravenost k provedení prvního letu. Ten se uskutečnil dne 15. prosince 2009 vzletem z letiště Snohomish County Airport, Washington, v 10:27 PST (*Obr. 5*) a přistáním na letišti Boeing Field v King County, Washington, v 13:35 PST, přičemž samotná délka trvání letu byla z důvodu nepříznivého počasí zkrácena ze čtyř hodin na tři. ^[9] Vzhledem k faktu, že původní termín záletu byl naplánován na konec srpna roku 2007, některé letecké společnosti, včetně United Airlines nebo Air India, požádaly společnost Boeing o kompenzaci vzniklého zpoždění. ^[15, 16]



Obr. 5: Boeing 787 Dreamliner - první let [19]

Následující letový testovací program byl rozložen mezi šest prvních předsériových strojů s označeními ZA001 až ZA006. Letouny během jeho trvání nalétaly 4 645 letových hodin. Navštívily čtrnáct zemí v Severní i Jižní Americe, Evropě a Asii. Po úspěšném dokončení všech letů a zkoušek byl dne 26. srpna 2011 na slavnostní ceremonii v Everettu vydán certifikát letové způsobilosti, a to jak od amerického Federálního úřadu pro civilní letectví (FAA), tak od Evropské agentury pro bezpečnost letectví (EASA).^[17, 18]

1.3 PROJEKT 737 MAX

Od roku 2006 se ve společnosti Boeing začaly vést intenzivní úvahy o nahrazení rodiny úspěšných jednonoučkových letounů na krátké a střední tratě B737 NG. Původně se počítalo s návrhem zcela nového letounu (*vývojové označení Y1*) po vzoru většího Dreamlineru. V roce 2010 však představila společnost Airbus svojí vizi budoucnosti pro tento konkrétní segment trhu v podobě rodiny Airbus A320 neo. Hlavní devizou tohoto konkurenčního letounu mají být nové moderní pohonné jednotky s optimalizovanou spotřebou paliva a další dílčí vylepšení, přičemž počátek služby u leteckých dopravců je naplánován již na rok 2015. Právě obavy z dlouhého a problematického vývoje zcela nového typu, možné ztráty velmi důležitého postavení na trhu a volání leteckých společností po více efektivním letounu nakonec vedly Boeing k přehodnocení situace a v roce 2011 byly práce na novém letounu Y1 zcela zastaveny.^[20, 21]

Bylo rozhodnuto modernizovat (*po vzoru A320 neo*) stávající modelovou řadu B737 NG (700, 700ER, 800, 900ER). Tato již čtvrtá generace typu B737 následně dostala označení Boeing 737 MAX (*Obr. 6*). Hlavní změnou budou, stejně jako v případě konkurenčního stroje, nové pohonné jednotky, jejichž výběru byla při vývoji věnována velká pozornost.^[20, 21] Z počátku se vedly dlouhé diskuse o vhodnosti použití dvou různých průměrů vstupních dmychadel nových motorů CFM International LEAP-1B (*Obr. 7*), které měly hodnoty 66.1“ (168 cm), respektive 68.1“ (173 cm). Obě tyto varianty jsou oproti původním motorům CFM56-7B (61.8“ = 157 cm) použitých u rodiny B737 NG větší a vyžadují konstrukční změny podvozku pro dodržení minimální požadované světlé výšky nad zemí.^[22]



Obr. 6: Boeing 737 MAX 8 [24]

Výrobce nakonec přistoupil k použití motorů s větším průměrem, které mají nižší spotřebu pohonných hmot a vyšší účinnost výměnou za vyšší hmotnost, aerodynamický odpor a nutnost provedení rozsáhlejších změn v konstrukci draku. 17. května 2012 byla oznámena změna průměru dmyhadla na konečnou hodnotu 69.4“ (176 cm) při současném použití menšího průměru jádra motoru. Tím došlo i k výraznějšímu navýšení obtokového poměru nového motoru. ^[23]



Obr. 7: CFM International LEAP-1B [25]

2 SROVNÁNÍ S LETOUNY OBDOBNÉ KATEGORIE

V této části práce bych rád podrobil typ B787, respektive B737 MAX, přímému srovnání s letouny obdobné kategorie. V prvním případě se za konkurenční stroj dá jednomyslně označit evropský Airbus A350 XWB (*Obr. 8*), který je vyvíjen jako přímá odpověď na existenci Dreamlineru. V druhém případě se zcela nepochybně jedná o připravovanou rodinu Airbusu A320 neo, na kterou Boeing odpověděl právě představením čtvrté generace typu B737. Srovnání je provedeno jak po stránce technických, tak výkonových parametrů konkrétní dvojice modelů daného typu.

2.1 AIRBUS A350 XWB

Rodina A350 XWB (*Obr. 8*) patří, stejně jako B787, do třídy dvoumotorových letounů se širokým trupem, určených pro střední a dlouhé tratě. Jedná se o první Airbus, na jehož draku byly použity jako hlavní konstrukční materiál kompozity. K dispozici bude ve třech modelech A350-800, A350-900, A350-1000, což umožní dle uspořádání kabiny přepravovat od 250 do 550 cestujících. Prototyp A350 poprvé vzlétl 14. června 2013 z letiště Toulouse-Blagnac a v současné době se vývoj nachází ve fázi letových testů a certifikací. Vstup do služeb leteckých dopravců je naplánován v polovině roku 2014. Výrobce udává o 8% vyšší úsporu provozních nákladů, než je tomu v případě B787 a v současné době eviduje přes 800 objednávek všech verzí tohoto typu. ^[26] Následující srovnání základních parametrů je provedeno mezi modely B787-8 a A350-800. (*Tab. 1*)



Obr. 8: Airbus A350 XWB - první let [27]

<u>Technické parametry</u>	Boeing 787-8	Airbus A350-800
Posádka:	2	2
Rozpětí:	60,1 m (197,2 ft)	64,8 m (213,0 ft)
Délka:	56,7 m (186,0 ft)	60,54 m (198,6 ft)
Výška:	16,9 m (55,5 ft)	17,05 m (55,9 ft)
Plocha křídla:	325 m ² (3 501 sq ft)	443 m ² (4 770 sq ft)
Úhel šípu:	32,2°	31,9°
Šířka trupu:	5,77 m (18,9 ft)	5,96 m (19,6 ft)
Výška trupu:	5,97 m (19,6 ft)	6,09 m (20,0 ft)
Počet sedadel:	242 (3 třídy) 296 (2 třídy) 381 (maximum)	276 (3 třídy) 312 (2 třídy) 440 (maximum)
Maximální vzletová hmotnost:	228 000 kg	259 000 kg
Maximální přistávací hmotnost:	172 000 kg	193 000 kg
Maximální hmotnost bez paliva:	161 000 kg	181 000 kg
Provozní prázdná hmotnost:	118 000 kg	-
<u>Výkonové parametry</u>	Boeing 787-8	Airbus A350-800
Cestovní rychlost:	Mach 0,85 (490 kt / FL350)	Mach 0,85 (487 kt / FL400)
Maximální rychlost:	Mach 0,90 (515 kt / FL350)	Mach 0,89 (510 kt / FL400)
Maximální dolet:	8 200 NM (15 200 km)	8250 NM (15 300 km)
Operační dostup:	43 000 ft (13 100 m)	43 100 ft (13 130 m)
Maximální množství paliva:	126 210 l	129 000 l
Motory:	GEnx-1B ; RR Trent 1000	RR Trent XWB
Maximální tah:	2x280 kN	2x351 kN
<u>Další parametry:</u>	Boeing 787-8	Airbus A350-800
Přibližná cena:	211 800 000 USD	260 900 000 USD
Počet objednávek:	1031 (04/2014-všechny ver.)	812 (04/2014-všechny ver.)

Tab. 1: Srovnání základních parametrů B787-8 a A350-800 [5, 26]

Z porovnání základních technických parametrů je patrná rozměrová a hmotnostní převaha typu A350-800. S tím pak souvisí i větší počet cestujících, které tento letoun může přepravit. V případě výkonových parametrů již příliš výrazné rozdíly nepanují. Výhodou B787 může být možnost volby pohonné jednotky a nižší pořizovací cena. Dle mého názoru bude také rozhodující, do jaké míry dokáže evropského výrobce letadel reálně splnit avizované úspory provozních nákladů.

2.2 AIRBUS A320 NEO

Rodina A320 neo (*Obr. 9*) patří, stejně jako B737 MAX, do třídy dvoumotorových letounů s úzkým (*jednouličkovým*) trupem, určené pro krátké a střední tratě. Jedná se o modernizované modely (A319, A320, A321) původní rodiny A320 ceo, coby poslední krok v programu A320E (*Enhanced*). Ten byl oficiálně spuštěn v roce 2006 se zaměřením na postupné vylepšování a modernizování tohoto typu. A320 neo, který byl oficiálně oznámen 1. prosince 2010, tedy nabídne výběr ze dvou nových moderních pohonných jednotek (*CFM International LEAP-1A* nebo *Pratt & Whitney PW1000G*), dodatečné aerodynamické úpravy, vylepšené winglety (*Sharklets*) a redukci hmotnosti. Celkově by tato vylepšení měla znamenat snížení spotřeby pohonných hmot a provozních nákladů o 15, respektive 8%. Taktéž by mělo dojít ke snížení tvorby škodlivých emisí oxidů dusíku (NO_x) nejméně o 10% a snížení hladiny hluku. Díky předpokládané úspoře paliva by mělo dojít ke zvýšení doletu, a to až o 500 NM. Všechny tyto procentuální hodnoty vylepšení jsou vztaheny k současné generaci A320. Další vylepšení zaznamenají cestující na palubě díky novému podsvícení kabiny led technologií, zvětšeného místa pro zavazadla v přihrádkách u stropu a vylepšeným systémem čištění vzduchu v klimatizačních jednotkách. Nového konceptu se dočkala i palubní kuchyňka, ve které došlo ke snížení hmotnosti, vylepšení ergonomie a hygieny při zacházení s potravinami na palubě. První dodávky nových letounů jsou naplánovány na říjen roku 2015. Celkově se počítá s výrobou až 4 000 kusů v průběhu příštích patnácti let. ^[28] Následující srovnání základních parametrů je provedeno mezi modely B737 MAX 8 a A320 neo. (*Tab. 2*)



Obr. 9: Airbus A320 neo [29]

<u>Technické parametry</u>	Boeing 737 MAX 8	Airbus A320 neo
Posádka:	2	2
Rozpětí:	35,9 m (117,8 ft)	35,8 m (117,5 ft)
Délka:	39,5 m (129,6 ft)	35,6 m (116,8 ft)
Výška:	12,5 m (41,0 ft)	11,8 m (38,7 ft)
Plocha křídla:	-	-
Úhel šípů:	-	-
Šířka trupu:	3,76 m (12,3 ft)	3,95 m (13,0 ft)
Výška trupu:	-	-
Počet sedadel:	162 (2 třídy) 175 (1 třída)	150 (2 třídy) 164 (1 třída)
Maximální vzletová hmotnost:	82 200 kg	-
Maximální přistávací hmotnost:	-	-
Maximální hmotnost bez paliva:	-	-
Provozní prázdná hmotnost:	-	-
<u>Výkonové parametry</u>	Boeing 737 MAX 8	Airbus A320 neo
Cestovní rychlost:	Mach 0,79 (454 kt / FL360)	Mach 0,78 (447 kt / FL360)
Maximální rychlost:	-	Mach 0,82 (470 kt / FL360)
Maximální dolet:	3620 NM (6 700 km)	3700 NM (6 900 km)
Operační dostup:	-	-
Maximální množství paliva:	-	-
Motory:	CFM LEAP-1B	LEAP-1A nebo PW1000G
Maximální tah:	2x100-120 kN	2x109-146 kN ; 2x150 kN
<u>Další parametry:</u>	Boeing 737 MAX 8	Airbus A320 neo
Přibližná cena:	103 700 000 USD	102 800 000 USD
Počet objednávek:	1 939 (04/2014-všechny ver.)	2 675 (04/2014-všechny ver.)

Tab. 2: Srovnání základních parametrů B737 MAX 8 a A320 neo [24, 28]

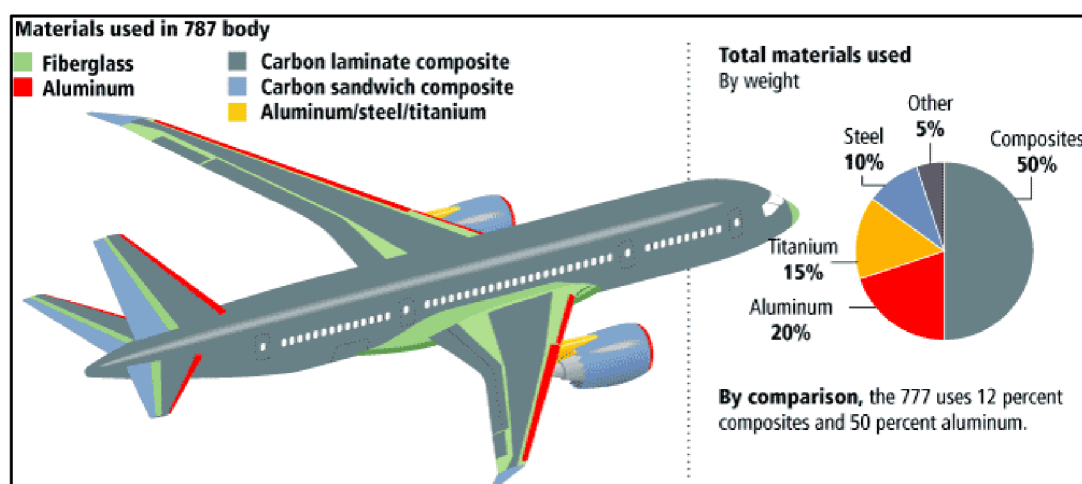
(V době dokončení této práce bohužel ještě nebyly k dispozici veškeré informace.)

Z porovnání je patrná jak rozměrová, tak výkonová podobnost obou srovnávaných typů, nicméně B737 MAX 8 disponuje delším trupem a tím i vyšším počtem možných platících cestujících. Je tedy pravděpodobné, že i v tomto případě zástupce Boeingu nabídne nejnižší provozní náklady na sedadlo v dané třídě dopravních letounů. Další výhodou by mohla být nižší pořizovací cena a obecně zavedenost, oblíbenost a spolehlivost tohoto stroje. A320 se taktéž těší veliké oblibě ze strany leteckých dopravců, což i deklaruje počet objednaných kusů.

3 BOEING 787 DREAMLINER

Tento letoun představuje nejmodernější a nejúspěšnější typ ze současné produkce firmy Boeing a stal se prvním dopravním letounem na světě využívajícím kompozity, coby hlavní materiál v konstrukci draku (*Obr. 10*). Díky redukci hmotnosti, aerodynamické optimalizaci a použití nové generace úsporných pohonných jednotek (*General Electric GEnx a Rolls-Royce Trent 1000*) se u tohoto typu udává celková úspora až 20% pohonných hmot v porovnání s letounem B767. Křídla mají zcela nový profil, vycházející z nejnovějších poznatků v oblasti aerodynamiky, s lepším poměrem vztlaku vůči aerodynamickému odporu. Jejich charakteristické zakončení „do špičky“ napomáhá do značné míry redukovat indukovaný odpor vznikající na koncích křídel. Další velkou změnou oproti konvenčním letounům je odstranění pneumatických systémů a jejich nahrazení systémy čistě elektrickými, vyjma systému odmrazování vstupních prstenců krytů pohonných jednotek. Speciálně tvarované kryty motorů napomáhají snižovat hlukové emise. Letoun se stal charakteristickým pro svá velká čtyřdílná okna kokpitu, která jsou plně integrována do aerodynamicky hladké přídě. Navíc B787 sdílí typovou kvalifikaci s větším typem B777, což značně ulehčuje výcvik a přeškolení posádek. ^[5, 9]

Trup složený ze třech hlavních kompozitových dílů umožňuje přetlakování na vyšší hodnoty tlaku stejně jako instalaci větších a výše umístěných oken s elektrickou regulací optických vlastností. Dále je kabina vybavena adaptivním podsvícením prostoru led technologií, většími úložnými prostory pro zavazadla a vylepšen byl systém filtrace vzduchu o takzvaný „plynný filtr“, který nově odstraňuje zápach a jiné dráždivé či znečišťující plynné látky. Samozřejmě pak je výrazně tišší prostředí. Výrobce uvádí, že je letoun vybaven technologií (*Smoother Ride Technology*), která dokáže aktivním zasahováním do řízení letounu do určité míry redukovat dopady neklidného ovzduší a přispívá tak ke klidnějšímu letu. Díky všem těmto změnám došlo k vylepšení komfortu pro cestující na palubě. ^[30]



Obr. 10: Zastoupení materiálů v konstrukci draku B787 [31]

3.1 TECHNICKÉ PARAMETRY

Pod označením Boeing 787 Dreamliner se skrývá rodina *dvoumotorových, proudových, širokotrupých* letounů *střední velikosti*, které se vyznačují signifikantní úsporou pohonných hmot v porovnání s konvenčními typy dopravních letadel obdobné kategorie (B767). Přepavní výkon se pohybuje v závislosti na modelu (B787-8/9/10) a uspořádání kabiny v rozmezí 160 – 400 cestujících. Výrobce taktéž zdůrazňuje možnost provozování nejen na dlouhých, ale i středních a krátkých tratích. ^[5]

Konfigurace letounu je shodná s osvědčenou konstrukcí současných dopravních letounů. Jedná se tedy o dolnoplošník s dvěma motory zavěšenými na pylonech pod šípovými křídly, po jednom na každé straně. Kýlová plocha se směrovým kormidlem a stabilizátor s výškovým kormidlem jsou umístěny na zádi trupu v klasickém uspořádání.

Technické parametry	Boeing 787-8	Boeing 787-9	Boeing 787-10
Posádka:	2	2	2
Rozpětí:	60,1 m (197,2 ft)	60,1 m (197,2 ft)	60,1 m (197,2 ft)
Délka:	56,7 m (186,0 ft)	62,8 m (206,0 ft)	68,3 m (224,1 ft)
Výška:	16,9 m (55,5 ft)	16,9 m (55,5 ft)	16,9 m (55,5 ft)
Plocha křídla:	325 m ² (3 501 sq ft)	325 m ² (3 501 sq ft)	325 m ² (3 501 sq ft)
Úhel šípu:	32,2°	32,2°	32,2°
Šířka trupu:	5,77 m (18,9 ft)	5,77 m (18,9 ft)	5,77 m (18,9 ft)
Výška trupu:	5,97 m (19,6 ft)	5,97 m (19,6 ft)	5,97 m (19,6 ft)
Počet sedadel:	242 (3 třídy) 296 (2 třídy) 381 (maximum)	280 (3 třídy)	323 (3 třídy)
Nákladový prostor:	137 m ³	172 m ³	175 m ³
Max. vzletová hmotnost:	228 000 kg	251 000 kg	251 000 kg
Max. přistávací hmotnost:	172 000 kg	193 000 kg	202 000 kg
Max. hmotnost bez paliva:	161 000 kg	181 000 kg	193 000 kg
Provozní prázdná hmotnost:	118 000 kg	-	-

Tab. 3: Technické parametry B787-8/9/10 [5]

3.2 VÝKONOVÉ PARAMETRY

<u>Výkonové parametry</u>	Boeing 787-8	Boeing 787-9	Boeing 787-10
Cestovní rychlost:	Mach 0,85 (FL350)	Mach 0,85 (FL350)	Mach 0,85 (FL350)
Maximální rychlost:	Mach 0,90 (FL350)	Mach 0,90 (FL350)	Mach 0,90 (FL350)
Maximální dolet:	8 200 NM (15 200 km)	8 500 NM (15 700 km)	7000 NM (13 000 km)
Operační dostup:	43 000 ft (13 100 m)	43 000 ft (13 100 m)	43 000 ft (13 100 m)
Max. množství paliva:	126 210 l	138 700 l	138 700 l
Motory:	GEnx-1B ; RR Trent	GEnx-1B ; RR Trent	GEnx-1B ; RR Trent
Maximální tah:	2x280 kN	2x320 kN	2x340 kN

Tab. 4: Výkonové parametry B787-8/9/10 [5]

3.3 DOSTUPNÉ A PLÁNOVANÉ VERZE

V současné době se od 25. září 2011 (první oficiální dodání - All Nippon Airways) sériově vyrábí, dodává a je provozován pouze první člen rodiny B787, model B787-8. Dne 17. září 2013 byl úspěšně zalétán model B787-9 a v současné době se tento projekt nachází ve fázi letových testů a certifikací. S prvními dodávkami zákazníkům se počítá v polovině roku 2014. Projekt třetího a největšího modelu B787-10 (Obr. 11) byl spuštěn v červnu roku 2013 s předpokládaným uvedením do provozu v roce 2018. ^[5]



Obr. 11: Boeing 787-10 Dreamliner [32]

V raných fázích návrhu se uvažovalo i o variantě B787-3 s kapacitou až 290 cestujících určené pro krátké tratě zejména japonského trhu. Problémy při vývoji základního modelu (B787-8) však způsobily odložení tohoto projektu a následný nedostatek zájmu ze strany zákazníků, posléze i jeho úplné zrušení. V lednu roku 2010 bylo proto celkem 43 objednávek této varianty od dvou japonských aerolinií (*All Nippon Airways a Japan Airlines*) převedeno na objednávky modelu B787-8. Během příštích 10 až 15 let se taktéž počítá, dle vyjádření výrobce, s vytvořením nákladní verze tohoto stroje. Bližší termín však zatím nebyl upřesněn. Plány v další budoucnosti pak údajně počítají s B787, coby kandidátem pro náhradu letounu VC-25 postaveného na bázi B747, který mnozí znají spíše pod označením Air Force One. ^[5,9]

4 BOEING 737 MAX

Připravovaná čtvrtá generace toho nejrozšířenějšího dopravního letounu přinese zejména nové pohonné jednotky CFM International LEAP-1B (*Obr. 7*) se zvětšeným průměrem vstupního dmychadla o 7,6“ (19 cm) oproti původním motorům CFM56-7B, sníženou spotřebou paliva a zvýšenou účinností. Dále pak přepracované křídlo s poměrně futuristicky vzhlízející winglety nazvanými MAX AT Winglet, přepracovanou zadní část trupu, vylepšenou palubní avioniku a systém řízení fly-by-wire. Prostředí v kabině pro cestující bude vylepšeno o větší okna, více místa v úložných prostorech u stropu a o adaptivní podsvícení celého prostoru led technologií (*Boeing Sky Interior*). Překvapením pak jistě nebude fakt, že většina technologií bude převzata z projektu B787. ^[20, 21]

Výrobce uvádí až 13% úsporu paliva v porovnání se současným letounem A320, respektive 4% v porovnání s připravovaným A320 neo. Dále slibuje nejnižší provozní náklady a nejdelší dolet ve své třídě, snížení škodlivých a hlukových emisí, vysokou spolehlivost doplněnou o nenáročnost údržby. Zákazníci na tyto slova slyší. V dubnu roku 2014 Boeing evidoval přes 1900 objednávek tohoto typu ve všech třech připravovaných modelech B737 MAX 7/8/9, které budou postupně nahrazovat původní modely B737-700, B737-700ER, B737-800 a B737-900ER. ^[20,21]

Z uvedených specifikací se jedná o vhodný letoun pro provoz ve středoevropských podmínkách a na trzích s nižší kupní silou. Právě to může být i jeden z důvodů, proč B737 MAX 8 (*Obr. 12*) upřednostnil v současnosti největší tuzemský letecký přepravce Travel Service, a.s. před nákupem typu B787. Stalo se tak 7. srpna 2013, kdy došlo k potvrzení finálního znění objednávky na tři kusy tohoto letounu v hodnotě 301,5 milionu dolarů. Dodání prvních letounů B737 MAX leteckým dopravcům je plánováno na rok 2017. ^[20, 21, 33]



Obr. 12: Boeing 737 MAX 8 [34]

4.1 TECHNICKÉ PARAMETRY

Pod označením Boeing 737 MAX se skrývá rodina *dvoumotorových, proudových, jednouličkových* letounů určených na krátké a střední vzdálenosti. Převážně výkon se pohybuje v závislosti na modelu (*B737 MAX 8/9/10*) a uspořádání kabiny v rozmezí 126 – 192 cestujících. ^[20]

Vzhledem k faktu, že B737 MAX je modernizací třetí generace osvědčených modelů B737 NG, konfigurace letounu se nezměnila. Jedná se tedy o dolnoplošník s dvěma motory zavěšenými na pylonech pod šípovými křídly, po jednom na každé straně. Kýlová plocha se směrovým kormidlem a stabilizátor s výškovým kormidlem jsou umístěny na zádi trupu v klasickém uspořádání. Zvláštností letounů B737 jsou vstupní prstence krytů pohonných jednotek, které z důvodu dodržení minimální požadované světlé výšky nad zemí nemají při pohledu zepředu kulatý tvar. Toto charakteristické poznávací znamení bude s největší pravděpodobností zachováno i u nové generace B737 MAX, avšak z důvodu použití nových pohonných jednotek s větším průměrem vstupního dmýchadla (69,4“=176 cm) dojde ke zvětšení vzdálenosti motorů nad zemí prodloužením příďového podvozku o 15 – 20 cm. ^[35]

Technické parametry	Boeing 737 MAX 7	Boeing 737 MAX 8	Boeing 737 MAX 9
Posádka:	2	2	2
Rozpětí:	35,9 m (117,8 ft)	35,9 m (117,8 ft)	35,9 m (117,8 ft)
Délka:	33,7 m (110,6 ft)	39,5 m (129,6 ft)	42,2 m (138,5 ft)
Výška:	12,55 m (41,0 ft)	12,5 m (41,0 ft)	12,5 m (41,0 ft)
Plocha křídla:	-	-	-
Úhel šípu:	-	-	-
Šířka trupu:	3,76 m (12,3 ft)	3,76 m (12,3 ft)	3,76 m (12,3 ft)
Výška trupu:	-	-	-
Počet sedadel:	126 (2 třídy) 140 (1 třída)	162 (2 třídy) 175 (1 třída)	180 (2 třídy) 192 (1 třída)
Nákladový prostor:	27,3 m ³	44,0 m ³	51,7 m ³
Max. vzletová hmotnost:	72 300 kg	82 200 kg	88 300 kg
Max. přistávací hmotnost:	-	-	-
Max. hmotnost bez paliva:	-	-	-
Provozní prázdná hmotnost:	-	-	-

Tab. 5: Technické parametry B737 MAX 7/8/9 [24]

(V době dokončení této práce bohužel ještě nebyly k dispozici veškeré informace.)

4.2 VÝKONOVÉ PARAMETRY

<u>Výkonové parametry</u>	Boeing 737 MAX 7	Boeing 737 MAX 8	Boeing 737 MAX 9
Cestovní rychlost:	Mach 0,79 (FL360)	Mach 0,79 (FL360)	Mach 0,79 (FL360)
Maximální rychlost:	-	-	-
Maximální dolet:	3 800 NM (7 000 km)	3620 NM (6 700 km)	3595 NM (6 660 km)
Operační dostup:	-	-	-
Max. množství paliva:	-	-	-
Motory:	CFM LEAP-1B	CFM LEAP-1B	CFM LEAP-1B
Maximální tah:	2x100-120 kN	2x100-120 kN	2x100-120 kN

Tab. 6: Výkonové parametry B737 MAX 8/9/10 [24]

(V době dokončení této práce bohužel ještě nebyly k dispozici veškeré informace.)

4.3 DOSTUPNÉ A PLÁNOVANÉ VERZE

Rodina B737 MAX (Obr. 13) se bude skládat ze tří modelů pod oficiálním označením B737 MAX 7/8/9, které se od sebe budou lišit především délkou trupu a přepravní kapacitou. Bohužel v době dokončení této práce ještě nebyly k dispozici informace, který z modelů bude k dispozici jako první, popřípadě zda budou všechny modely uvedeny na trh současně. Do budoucna lze předpokládat vznik nákladní varianty, která s největší pravděpodobností vznikne úpravou z modelu B737 MAX 7. ^[20]



Obr. 13: Boeing 737 MAX 7/8/9 [36]

5 SROVNÁNÍ B787 & B737 MAX

Přesto, že tyto letouny spadají do rozdílných kategorií, přikládám přímé srovnání vybraných technických a výkonových parametrů. K porovnání jsem vybral nejmenší model rodiny B787, respektive B737 MAX. Rozdíl ve velikosti a přepravních výkonech je patrný na první pohled a do značné míry reflektuje zaměření letounů pro rozdílné segmenty trhu.

<u>Technické parametry</u>	Boeing 787-8	Boeing 737 MAX 7
Posádka:	2	2
Rozpětí:	60,1 m (197,2 ft)	35,9 m (117,8 ft)
Délka:	56,7 m (186,0 ft)	33,7 m (110,6 ft)
Výška:	16,9 m (55,5 ft)	12,5 m (41,0 ft)
Plocha křídla:	325 m ² (3 501 sq.ft)	-
Úhel šípů:	32,2°	-
Šířka trupu:	5,77 m (18,9 ft)	3,76 m (12,3 ft)
Výška trupu:	5,97 m (19,6 ft)	-
Počet sedadel:	242 (3 třídy) 296 (2 třídy) 381 (maximum)	126 (2 třídy) 140 (1 třída)
Maximální vzletová hmotnost:	228 000 kg	72 300 kg
Maximální přistávací hmotnost:	172 000 kg	-
Maximální hmotnost bez paliva:	161 000 kg	-
Provozní prázdná hmotnost:	118 000 kg	-
<u>Výkonové parametry</u>	Boeing 787-8	Boeing 737 MAX 7
Cestovní rychlost:	Mach 0,85 (490 kt / FL350)	Mach 0,79 (FL360)
Maximální rychlost:	Mach 0,90 (515 kt / FL350)	-
Maximální dolet:	8 200 NM (15 200 km)	3 800 NM (7 000 km)
Operační dostup:	43 000 ft (13 100 m)	-
Maximální množství paliva:	126 210 l	-
Motory:	GEnx-1B ; RR Trent 1000	CFM LEAP-1B
Maximální tah:	2x280 kN	2x100-120 kN
<u>Další parametry:</u>	Boeing 787-8	Boeing 737 MAX 7
Přibližná cena:	211 800 000 USD	103 700 000 USD
Počet objednávek:	1031 (04/2014-všechny ver.)	1 939 (04/2014-všechny ver.)

Tab. 7: Srovnání základních parametrů B737 MAX 9 a B787-8 [5, 24]
(V době dokončení této práce bohužel ještě nebyly k dispozici veškeré informace.)

6 POSOUZENÍ PROVOZUSCHOPNOSTI NA LETIŠTÍCH V ČR

V této části je práce zaměřena na trojici vybraných veřejných mezinárodních letišť v České republice, u kterých je předpokládán budoucí provoz letounů B787-8, respektive B737 MAX. U těchto letišť je provedeno zhodnocení použitelných délek RWY pro vzlety a přistání (**A**, **B**), vyhodnoceny jsou únosnosti RWY, TWY, odbavovacích ploch (**C**), možnosti pohybu po provozních plochách (**D**) a dále pak manévr otočení o 180°, jedná-li se z hlediska infrastruktury letiště o kritický manévr (**E**). K tomuto účelu byla zvolena tato letiště: *Mezinárodní letiště Václava Havla Praha, Mezinárodní letiště Brno – Tuřany a Letiště Leoše Janáčka Ostrava.*

6.1 MEZINÁRODNÍ LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA PRAHA

LKPR (*Tab. 8, Příloha 13*) je veřejné mezinárodní letiště, které leží severozápadně od hlavního města Prahy a zajišťuje mezinárodní i vnitrostátní, pravidelný i nepravidelný letecký provoz. Zároveň se jedná o největší a nejvýznamnější letiště v ČR.

Mezinárodní letiště Václava Havla Praha	
ICAO kód:	LKPR
IATA kód:	PRG
Nadmořská výška / vztažná teplota:	1247 ft (380 m) / 23,6 °C
Kódové značení:	4E
Směry a rozměry RWY:	06-24 3715x45 m (<i>hlavní RWY</i>) 12-30 3250x45 m (<i>vedlejší RWY</i>) 04-22 2120x60 m (<i>odstavné parkování</i>)
Únosnost RWY:	06-24 PCN 62/R/B/X/T 12-30 PCN 62/R/B/X/T 04-22 PCN 45/F/B/X/T
Šířka TWY:	TWY R - 21 m ; ostatní - 22,5 m
Únosnost TWY:	TWY P PCN 40/F/D/X/T TWY L, M PCN 50/R/A/X/T ostatní TWY PCN 60/R/B/X/T
Únosnost odbavovacích ploch:	SEVER PCN 68/R(F)/B/X/T JIH PCN 30/F/B/X/T VÝCHOD PCN 65/R/C/X/T Aviation Service PCN 20/R/B/X/T

Tab. 8: Základní parametry letiště LKPR [43]

BOEING 787-8 DREAMLINER

A. Posouzení délek RWY pro vzlet.

Z grafu potřebné délky RWY pro vzlet (*Příloha 7*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při daném nastavení tahu pohonných jednotek, při maximální vzletové hmotnosti (*227 930 kg / 502 500 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka rozjezdu činit **2800 m. Hlavní dráha 06-24 i vedlejší dráha 12-30 vyhovují.**

B. Posouzení délek RWY pro přistání.

Z grafu potřebné délky RWY pro přistání (*Příloha 8*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při maximální přistávací hmotnosti (*172 365 kg / 380 000 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka přistání činit **1680 m** na suché, respektive **1920 m** na mokré RWY. **Hlavní dráha 06-24 i vedlejší dráha 12-30 vyhovují.**

C. Únosnost RWY, TWY a odbavovacích ploch.

Z grafu závislosti ACN (*aircraft classification number*) na celkové hmotnosti letounu (*Příloha 9, 10*) je pro maximální pojezdovou hmotnost (*228 384 kg / 503 500 lb*) s pneumatikami nahuštěnými na hodnotu 1,57 MPa / 228 PSI a tuhou vozovkou s únosností podloží 80 MN/m³ stanoveno klasifikační číslo letounu **71. Hlavní dráha 06-24 ani vedlejší dráha 12-30 z hlediska hodnocení $ACN \leq PCN$ nevyhovují. Pojezdové dráhy a odbavovací plochy z hlediska hodnocení $ACN \leq PCN$ nevyhovují.** (*Tab. 10*)

D. Možnost pohybu po provozních plochách.

LKPR odpovídá kódovému značení letiště 4E, což znamená, že délka RWY je větší než 1800 m a pro zajištění provozu bez omezení a výjimek musí mít letoun operující z tohoto letiště vnější rozchod kol hlavního podvozku menší nebo rovno 14 m. Rozpětí křidel musí být zároveň menší nebo rovno 65 m. B787-8 má vnější rozchod kol 11,6 m a rozpětí křidel 60,1 m (*Příloha 11*). **Letiště tedy pro pohyb po provozních plochách vyhovuje.** Výjimky, které se týkají tohoto letounu, jsou následující: *Pojíždění z TWY L na TWY R nebo z TWY R na TWY L je povoleno pouze pro letadla do rozpětí 36 m. Na RWY 04/22 v úseku mezi TWY L a TWY P je povoleno pojíždění letadel s rozpětím křidel do 29 m.* ^[43] Další plochy s omezením maximálního rozpětí křidel jsou uvedeny v Tab. 9. ^[43]

E. Otočení o 180°.

Vzhledem k infrastruktuře letiště a umístění pojezdových drah není otočení o 180° na RWY kritickým pozemním manévrem.

Mezinárodní letiště Václava Havla Praha		
TWY	kódové písmeno	maximální rozpětí
AA	D	52 m
A1 (mezi stáním 1 a 3)***	D	52 m
B1*	C	36 m
B2*	C	36 m
H (mezi TWY L a TWY B)**	D	52 m
H1 (mezi stáním 22 a 24)	D	52 m
H1 (mezi stáním 25 a 31)	C	36 m
J BLUE	C	36 m
J ORANGE	C	36 m
K	D	52 m
N (mezi TWY P a stáním S9)	C	29 m
N (mezi stáním S9 a odbavovací plochou Aviation Service)	B	19,5 m
RR	C	36 m
S	D	52 m
<p><i>Poznámka</i> *: Pojždění po TWYB1 na stání 4A povoleno pro letadla maximálního rozpětí 48 m. Pojždění po TWY B2 na stání 13 povoleno pro letadla maximálního rozpětí 51 m.</p> <p><i>Poznámka</i> **: Pojždění ze stání 58 po TWY H směrem k TWY L a TWY F povoleno pro letadla maximálního rozpětí 65 m.</p> <p><i>Poznámka</i> ***: Pojždění po TWYA1 na stání 3 povoleno pro letadla maximálního rozpětí 80 m.</p>		

Tab. 9: Omezení maximálního rozpětí křídel na LKPR [43]

BOEING 737 MAX

V době vydání této práce bohužel ještě nebyly k dispozici detailní informace o výkonech a provozních parametrech tohoto letounu, nicméně s největší pravděpodobností budou obdobné, jako u předchozí generace B737 NG. **V tomto případě bude letiště LKP vyhovující pro provoz tohoto letounu.**

Mezinárodní letiště Václava Havla Praha				
RWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
06-24	-	62<71	62>48	62>29
12-30	-	62<71	62>48	62>29
04-22	45<66	-	-	45>28
TWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
P	40<106	-	-	40<41
L, M	50<61	-	-	50>27
ostatní	60<71	-	-	60>29
APN (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
SEVER	68<71	-	-	68>29
JIH	30<66	-	-	30>28
VÝCHOD	65<84	-	-	65>34
Aviation Service	20<71	-	-	20<29
MTW=228 384 kg / 503 500 lb, MTOW=227 930 kg / 502 500 lb MLW=172 365 kg / 380 000 lb, OEW=117 800 kg / 259 700 lb zelená - vyhovuje / červená - nevyhovuje				

Tab. 10: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LKPR - B788

ZHODNOCENÍ

RWY vzhledem k rozměrům je pro vzlety a přistání B787-8 vyhovující. Limitním parametrem je maximální hodnota klasifikačního čísla letadla ACN=71, kdy může při intenzivním provozu docházet k přetěžování letištních provozních a odbavovacích ploch. Zavedení případných omezení bude záviset na počtu pohybů a dohodě mezi provozovatelem letiště a leteckým dopravcem. Během případného provozu by bylo vhodné prioritně využívat odbavovací plochu SEVER a vyvarovat se používání pojezdové dráhy P.

LKPR spadá pod kódové značení 4E a je běžně použitelné pro letadla do velikost B747-400 (rozpětí křídel 64,4 m, celková délka 70,6 m).^[43] Letiště tedy pro pohyb B787-8 po provozních plochách vyhovuje, nicméně je potřeba brát v potaz omezení popsání v části D a v Tab. 9.

LKPR bude s největší pravděpodobností vyhovovat pro provoz letounu B737 MAX ve všech parametrech.

6.2 MEZINÁRODNÍ LETIŠTĚ BRNO – TUŘANY

LKTB (Tab. 11, Příloha 14) je veřejné mezinárodní letiště, které leží 4 NM jihovýchodně od Hlavního nádraží v Brně a zajišťuje mezinárodní i vnitrostátní, pravidelný i nepravidelný letecký provoz. Jedná se o letiště s druhým nejvyšším ročním počtem odbavených cestujících v ČR.

Mezinárodní letiště Brno – Tuřany	
ICAO kód:	LKTB
IATA kód:	BRQ
Nadmořská výška / vztažná teplota:	778 ft (237 m) / 24,6 °C
Kódové značení:	4D
Směry a rozměry RWY:	10-28 2650x60 m (hlavní RWY) 09-27 800x30 m (tráva)
Únosnost RWY:	10-28 PCN 48/R/A/X/T 09-27 5700 kg (1,5 MPa)
Šířka TWY:	TWY A - 18/22 m, TWY B - 23 m TWY C, D, E - 22 m
Únosnost TWY:	PCN 27/R/B/X/T
Únosnost odbavovacích ploch:	APN VÝCHOD PCN 43/R/A/X/T APN STŘED PCN 28/R/A/X/T APN STŘED 2 PCN 49/R/C/W/T APN ZÁPAD PCN 28/R/A/X/T

Tab. 11: Základní parametry letiště LKTB [43]

BOEING 787-8 DREAMLINER

A. Posouzení délky RWY pro vzlet.

Z grafu potřebné délky RWY pro vzlet (Příloha 7) je patrné, že v daných podmínkách (teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY), při daném nastavení tahu pohonných jednotek, při maximální vzletové hmotnosti (227 930 kg / 502 500 lb) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka rozjezdu činit **2750 m. Hlavní dráha 10-28 pro vzlet s maximální vzletovou hmotností nevyhovuje.**

B. Posouzení délek RWY pro přistání.

Z grafu potřebné délky RWY pro přistání (*Příloha 8*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při maximální přistávací hmotnosti (*172 365 kg / 380 000 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka přistání činit **1670 m** na suché, respektive **1900 m** na mokré RWY. **Hlavní dráha 10-28 vyhovuje.**

C. Únosnost RWY, TWY a odbavovacích ploch.

Z grafu závislosti ACN (*aircraft classification number*) na celkové hmotnosti letounu (*Příloha 9*) je pro maximální pojezdovou hmotnost (*228 384 kg / 503 500 lb*) s pneumatikami nahuštěnými na hodnotu *1,57 MPa / 228 PSI* a tuhou vozovkou s únosností podloží *150 MN/m³* stanoveno klasifikační číslo letounu **61**. **Hlavní dráha 10-28 z hlediska hodnocení $ACN \leq PCN$ nevyhovuje. Pojezdové dráhy a odbavovací plochy z hlediska hodnocení $ACN \leq PCN$ nevyhovují.** (*Tab. 12*)

D. Možnost pohybu po provozních plochách.

LKTB odpovídá kódovému značení letiště 4D, což znamená, že délka RWY je větší než 1800 m a pro zajištění provozu bez omezení a výjimek musí mít letoun operující z tohoto letiště vnější rozchod kol hlavního podvozku menší nebo rovno 14 m. Rozpětí křídel musí být zároveň menší nebo rovno 52 m. B787-8 má vnější rozchod kol 11,6 m a rozpětí křídel 60,1 m (*Příloha 11*). **Letiště tedy pro pohyb po provozních plochách nevyhovuje.**

E. Otočení o 180°.

Vzhledem k použitelným provozním a odbavovacím plochám pro provoz kritických typů letadel na LKTB (*RWY 10-28, TWY B, TWY A – přiléhající k APN ZÁPAD a APN ZÁPAD*)^[43] bude kritickým pozemním manévrem otočení o 180° v případě vzletu nebo přistání ze směru 10 respektive 28. Při natočení předového podvozku o 65° a současného nevyužití asymetrického tahu pohonných jednotek ani diferenciálního brzdění kol hlavního podvozku činí minimální šířka pro otočení 42,2 m (*Příloha 12*). **Hlavní dráha 09-27 pro tento manévr vyhovuje.**

BOEING 737 MAX

V době vydání této práce bohužel ještě nebyly k dispozici detailní informace o výkonech a provozních parametrech tohoto letounu, nicméně s největší pravděpodobností budou obdobné, jako u předchozí generace B737 NG. **V tomto případě bude letiště LKTB vyhovující pro provoz tohoto letounu.**

Mezinárodní letiště Brno – Tuřany				
RWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
10-28	-	48<61	48>42	48>27
TWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
všechny	27<71	-	-	27<29
APN (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
APN VÝCHOD	43<61	-	-	43>27
APN STŘED	28<61	-	-	28>27
APN STŘED 2	49<84	-	-	49>34
APN ZÁPAD	28<61	-	-	28>27
MTW=228 384 kg / 503 500 lb, MTOW=227 930 kg / 502 500 lb MLW=172 365 kg / 380 000 lb, OEW=117 800 kg / 259 700 lb zelená - vyhovuje / červená - nevyhovuje				

Tab. 12: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LKTB - B788

ZHODNOCENÍ

RWY vzhledem k rozměrům je pro přistání B787-8 vyhovující. V případě vzletu s maximální vzletovou hmotností délka RWY nevyhovuje a bude nutné, ze strany letových posádek, věnovat vyšší pozornost výpočtu potřebné délky rozjezdu (*TORA*). Limitním parametrem je taktéž maximální hodnota klasifikačního čísla letadla ACN=61, kdy může docházet k signifikantnímu snižování životnosti letištních provozních a odbavovacích ploch. (Tab. 12) Kritickými plochami jsou pak všechny pojezdové dráhy, u nichž je poměr PCN/ACN=27<71 při MTW, respektive 27<29 při OEW. Na LKTB jsou na základě provedené safety studie zavedeny postupy pro provoz kritických typů letadel. Část z nich, důležité pro provozovatele a posádky letadel jsou publikovány v AIP AD-2 LKTB, kapitola 2.20.4., kde je taktéž uvedeno: *Překročení PCN RWY, TWY, APN povoluje provozovatel letiště na žádost provozovatele letadla.*^[43]

LKTB spadá pod kódové značení 4D. Kritickými letadly pro toto letiště jsou B787-3, B787-8, B747-400, A330-200, A350-800, Antonov 124 Ruslan, McDonnell Douglas MD 11, Lockheed C5 A/B. Pro provoz těchto letadel jsou uveřejněny postupy, podle kterých se počítá s využitím RWY 10-28, TWY B, TWY A (*přiléhající k APN ZÁPAD*) a APN ZÁPAD (*APRON W*). Posádky těchto letadel jsou dále povinny snížit standardní pojezdovou rychlost, využívat metodu přetočení (*oversteering*) v zatáčkách pro dodržení bezpečné vzdálenosti od okrajů TWY a v případě čtyřmotorových letounů používat minimální tah vnějších pohonných jednotek, nebo provádět pojíždění s vypnutými vnějšími pohonnými jednotkami, je-li to možné.^[43]

Na základě těchto postupů pro kritické typy letadel by bylo vhodné při nejbližších rekonstrukci pojezdových drah TWY A, TWY B a odbavovací plochy APN ZÁPAD (*APRON W*), uvažovat o zvýšení únosnosti, a tím pádem i budoucí životnosti.

LKTB bude s největší pravděpodobností vyhovovat pro provoz letounu B737 MAX ve všech parametrech.

6.3 LETIŠTĚ LEOŠE JANÁČKA OSTRAVA

LKMT (Tab. 13, Příloha 15) je veřejné mezinárodní letiště, které leží 10,8 NM jihozápadně od Hlavního nádraží v Ostravě a zajišťuje mezinárodní i vnitrostátní, pravidelný i nepravidelný letecký provoz.

Letiště Leoše Janáčka Ostrava	
ICAO kód:	LKMT
IATA kód:	OSR
Nadmořská výška / vztažná teplota:	844 ft (257 m) / 23,5 °C
Kódové značení:	4E
Směry a rozměry RWY:	04-22 3500x63 m
Únosnost RWY:	04-22 PCN 50/R/B/W/T
Šířka TWY:	TWY E - 23 m ; ostatní - 21 m
Únosnost TWY:	TWY A, B, G PCN 42/R/B/W/T TWY C PCN 47/R/B/W/T TWY D PCN 34/R/B/W/T TWY E PCN 37/R/B/W/T TWY F PCN 43/R/B/W/T
Únosnost odbavovacích ploch:	CENTRÁLNÍ PCN 43/R/B/W/T JIŽNÍ PCN 40/R/B/W/T SEVER 3 PCN 34/R/B/W/T GENERAL AVIATION PCN 34/R/B/W/T LET'S FLY PCN 10/F/C/X/U

Tab. 13: Základní parametry letiště LKMT [43]

BOEING 787-8 DREAMLINER

A. Posouzení délky RWY pro vzlet.

Z grafu potřebné délky RWY pro vzlet (Příloha 7) je patrné, že v daných podmínkách (teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY), při daném nastavení tahu pohonných jednotek, při maximální vzletové hmotnosti (227 930 kg / 502 500 lb) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka rozjezdu činit **2760 m. Hlavní dráha 04-22 pro vzlet s maximální vzletovou hmotností vyhovuje.**

B. Posouzení délek RWY pro přistání.

Z grafu potřebné délky RWY pro přistání (*Příloha 8*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při maximální přistávací hmotnosti (*172 365 kg / 380 000 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka přistání činit **1670 m** na suché, respektive **1900 m** na mokré RWY. **Hlavní dráha 04-22 vyhovuje.**

C. Únosnost RWY, TWY a odbavovacích ploch.

Z grafu závislosti ACN (*aircraft classification number*) na celkové hmotnosti letounu (*Příloha 9, 10*) je pro maximální pojezdovou hmotnost (*228 384 kg / 503 500 lb*) s pneumatikami nahuštěnými na hodnotu 1,57 MPa / 228 PSI a tuhou vozovkou s únosností podloží 80 MN/m³ stanoveno klasifikační číslo letounu **71**. **Hlavní dráha 04-22, pojezdové dráhy ani odbavovací plochy z hlediska hodnocení $ACN \leq PCN$ nevyhovují.** (*Tab. 14*)

D. Možnost pohybu po provozních plochách.

LKMT odpovídá kódovému značení letiště 4E, což znamená, že délka RWY je větší než 1800 m a pro zajištění provozu bez omezení a výjimek musí mít letoun operující z tohoto letiště vnější rozchod kol hlavního podvozku menší nebo rovno 14 m. Rozpětí křidel musí být zároveň menší nebo rovno 65 m. B787-8 má vnější rozchod kol 11,6 m a rozpětí křidel 60,1 m (*Příloha 11*). Kódovému značení 4E však odpovídá pouze RWY a TWY E, která ústí na odbavovací plochu JIH (*mimo terminál*). Ostatní pojezdové dráhy spadají do kategorie D. **Letiště tedy pro pohyb po provozních plochách vyhovuje pouze zčásti.**

E. Otočení o 180°.

Vzhledem k použitelným provozním a odbavovacím plochám pro provoz kritických typů letadel na LKMT (*RWY 04-22, APPRON CENTRAL a všechny pojezdové dráhy s výjimkou TWY A a TWY F v úseku mezi TWY A-B*)^[43] bude kritickým pozemním manévrem otočení o 180° v případě vzletu nebo přistání ze směru 22 respektive 04. Při natočení předového podvozku o 65° a současného nevyužití asymetrického tahu pohonných jednotek ani diferenciálního brzdění kol hlavního podvozku činí minimální šířka pro otočení 42,2 m (*Příloha 12*). **Hlavní dráha 04-22 pro tento manévr vyhovuje.**

BOEING 737 MAX

V době vydání této práce bohužel ještě nebyly k dispozici detailní informace o výkonech a provozních parametrech tohoto letounu, nicméně s největší pravděpodobností budou obdobné, jako u předchozí generace B737 NG. **V tomto případě bude letiště LKMT vyhovující pro provoz tohoto letounu.**

Letiště Leoše Janáčka Ostrava				
RWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
04-22	-	50<71	50>48	50>29
TWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
A, B, G	42<71	-	-	42>29
C	47<71	-	-	47>29
D	34<71	-	-	34>29
E	37<71	-	-	37>29
F	43<71	-	-	43>29
APN (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
CENTRÁLNÍ	43<71	-	-	43>29
JIŽNÍ	40<71	-	-	40>29
SEVER 3	34<71	-	-	34>29
GENERAL AVIATION	34<71	-	-	34>29
LET'S FLY	10<81	-	-	10<31
MTW=228 384 kg / 503 500 lb, MTOW=227 930 kg / 502 500 lb MLW=172 365 kg / 380 000 lb, OEW=117 800 kg / 259 700 lb zelená - vyhovuje / červená - nevyhovuje				

Tab. 14: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LKMT - B788

ZHODNOCENÍ

RWY je vzhledem k rozměrům pro vzlety a přistání B787-8 vyhovující. Limitním parametrem se může stát maximální hodnota klasifikačního čísla letadla ACN=71, kdy může docházet k signifikantnímu snižování životnosti letištních provozních a odbavovacích ploch. Přetěžování těchto ploch je na LKMT, dle sdělení vedoucí útvaru provozu letiště, běžně povolováno do hodnoty 10% PCN, nicméně pro případný pravidelný provoz by mohlo být vhodné zavést omezení na maximální pojezdovou hmotnost nebo počet pohybů. Při snížení maximální pojezdové hmotnosti z 228 384 kg / 503 500 lb na 190 000 kg / 418 878 lb (16,8%) poklesne hodnota klasifikačního čísla letadla přibližně na ACN=55. Při snížení maximální pojezdové hmotnosti na 164 427 kg / 362 500 lb (28%) poklesne hodnota klasifikačního čísla letadla přibližně na ACN=45. Toto řešení je pak samozřejmě velmi nezajímavé pro letecké provozovatele a vše bude záležet na individuální dohodě mezi leteckou společností a provozovatelem letiště.

Pro pohyb B787-8 po provozních plochách je plně vyhovující pouze RWY a TWY E. Pro zbytek letiště se tento typ jeví jako kritický. Příslušné postupy a směrnice pro kritické typy jsou na LKMT aktuálně zpracovávány a v současné době jsou ve fázi schvalování příslušnými úřady (ÚCL). Postupy řeší vzdálenosti od překážek při pojíždění, možné pojezdové trasy,

místa zvýšeného nebezpečí vyjetí z TWY či nasátí nečistot a jiných předmětů do motorů. Klasifikační číslo letadla a jeho účinky na provozní plochy letiště jsou v těchto dokumentech řešeny pouze okrajově. Pro pohyb kritických typů jsou uvažovány tyto provozní a odbavovací plochy: *RWY 04-22, APPRON CENTRAL a všechny pojezdové dráhy s výjimkou TWY A a TWY F v úseku mezi TWY A-B.*^[43]

LKMT bude s největší pravděpodobností vyhovovat pro provoz letounu B737 MAX ve všech parametrech.

7 POSOUZENÍ PROVOZUSCHOPNOSTI NA LETIŠTÍCH VE STŘEDNÍ EVROPĚ

V této části je práce zaměřena na trojici vybraných veřejných mezinárodních letišť ve středoevropském regionu, na kterých operuje společnost Travel Service, a.s. se svojí flotilou. U těchto letišť je provedeno zhodnocení použitelných délek RWY pro vzlety a přistání (**A**, **B**), vyhodnoceny jsou únosnosti RWY, TWY, odbavovacích ploch (**C**), možnosti pohybu po provozních plochách (**D**) a dále pak manévr otočení o 180°, jedná-li se z hlediska infrastruktury letiště o kritický manévr (**E**). K tomuto účelu byla zvolena tato letiště: *Warsaw Chopin Airport, Katowice International Airport, Budapest Ferenc Liszt International Airport*.

7.1 WARSAW CHOPIN AIRPORT

EPWA (*polsky: Lotnisko Chopina w Warszawie*) (Tab. 15, Příloha 16) je veřejné mezinárodní letiště, které leží ve čtvrti Włochy v jihozápadní části Varšavy a jedná se o nejvýznamnější a nejrušnější letiště v Polské republice.

Warsaw Chopin Airport	
ICAO kód:	EPWA
IATA kód:	WAW
Nadmořská výška / vztažná teplota:	362 ft (110,3 m) / 27,0 °C
Kódové značení:	4E
Směry a rozměry RWY:	11-29 2800x50 m 15-33 3690x60 m
Únosnost RWY:	11-29 PCN 77/R/A/W/T 15-33 PCN 82/F/C/X/T
Šířka TWY:	TWY B1 - 11 m ; TWY K - 15 m ; ostatní - 23 m
Únosnost TWY:	viz. příloha 17
Únosnost odbavovacích ploch:	viz. příloha 17

Tab. 15: Základní parametry letiště EPWA [44]

BOEING 787-8 DREAMLINER

A. Posouzení délek RWY pro vzlet.

Z grafu potřebné délky RWY pro vzlet (*Příloha 7*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při daném nastavení tahu pohonných jednotek, při maximální vzletové hmotnosti (*227 930 kg / 502 500 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka rozjezdu činit **2700 m. Dráhy 11-29 a 15-33 vyhovují.**

B. Posouzení délek RWY pro přistání.

Z grafu potřebné délky RWY pro přistání (*Příloha 8*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při maximální přistávací hmotnosti (*172 365 kg / 380 000 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka přistání činit **1640 m** na suché, respektive **1890 m** na mokré RWY. **Dráhy 11-29 a 15-33 vyhovují.**

C. Únosnost RWY, TWY a odbavovacích ploch.

Z grafu závislosti ACN (*aircraft classification number*) na celkové hmotnosti letounu (*Příloha 9, 10*) je pro maximální pojezdovou hmotnost (*228 384 kg / 503 500 lb*) s pneumatikami nahuštěnými na hodnotu 1,57 MPa / 228 PSI a tuhou vozovkou s únosností podloží 150 MN/m³ stanoveno klasifikační číslo letounu **61 (RWY 11-29)**. Pro netuhou vozovku s únosností podloží CBR=6 je stanoveno klasifikační číslo letounu **81 (RWY 15-33)** **Dráhy 11-29 a 15-33 z hlediska hodnocení ACN≤PCN vyhovují. Odbavovací plochy APN 3, 5b, 6, 12 a Cargo APN z hlediska hodnocení ACN≤PCN vyhovují. Pojezdové dráhy TWY A4, A5, A6, A7, A8, B6, B7, B8, C1, D4, E1, E2, E3, H1, H2, L, M1, N3, O2, S2, U2, Z1, Z2 z hlediska hodnocení ACN≤PCN vyhovují (Příloha 17, Tab. 16).**

D. Možnost pohybu po provozních plochách.

EPWA odpovídá kódovému značení letiště 4E, což znamená, že délka RWY je větší než 1800 m a pro zajištění provozu bez omezení a výjimek musí mít letoun operující z tohoto letiště vnější rozchod kol hlavního podvozku menší nebo rovno 14 m. Rozpětí křidel musí být zároveň menší nebo rovno 65 m. B787-8 má vnější rozchod kol 11,6 m a rozpětí křidel 60,1 m (*Příloha 11*). **Letiště tedy pro pohyb po provozních plochách vyhovuje.**

E. Otočení o 180°.

Vzhledem k infrastruktuře letiště a umístění pojezdových drah není otočení o 180° na RWY kritickým pozemním manévrem.

Warsaw Chopin Airport				
RWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
11-29	-	77>61	77>42	77>27
15-33	-	82>81	82>53	82>31
TWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
A0-3, D2-3, O1, S1, S3	77<84	-	-	77>34
A4, C1, E2, E3, N3	66=66	-	-	66>28
A5-7, B6-8, H1, H2	66=66	-	-	66>28
O2, Z1, Z2	71=71	-	-	71>29
E1, M1	71=71	-	-	71>29
F, M2, M3	58<71	-	-	58>29
Z Blue 1, Z Blue 2	70<71	-	-	70>29
Z Orange 1, Z Orange 2	70<71	-	-	70>29
A8	89>81	-	-	89>31
B1	22<81	-	-	22<31
D1	54<71	-	-	54>29
D4	66=66	-	-	66>28
K	39<66	-	-	39>28
L	81=81	-	-	81>31
N2	87<106	-	-	87>41
S2	89>81	-	-	89>31
T	48<66	-	-	49>28
U1	70<81	-	-	70>31
U2	78>71	-	-	78>29
V	70<84	-	-	70>34
W	43<71	-	-	43>29
APN (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
APN 1	41<71	-	-	41>29
APN 2	44<71	-	-	44>29
APN 3	71=71	-	-	71>29
APN 4	40<71	-	-	40>29
APN 5A, 5C	58<71	-	-	58>29
APN 5B	71=71	-	-	71>29
APN 6	84=84	-	-	84>34
APN 9	70<84	-	-	70>34
APN 10	57<71	-	-	57>29
APN 11	39<71	-	-	39>29
APN 12	77>71	-	-	77>29
Cargo APN	84=84	-	-	84>34
MTW=228 384 kg / 503 500 lb, MTOW=227 930 kg / 502 500 lb MLW=172 365 kg / 380 000 lb, OEW=117 800 kg / 259 700 lb zelená - vyhovuje / červená - nevyhovuje				

Tab. 16: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch EPWA - B788

BOEING 737 MAX

V době vydání této práce bohužel ještě nebyly k dispozici detailní informace o výkonech a provozních parametrech tohoto letounu, nicméně s největší pravděpodobností budou obdobné, jako u předchozí generace B737 NG. **V tomto případě bude letiště EPWA vyhovující pro provoz tohoto letounu.**

ZHODNOCENÍ

RWY 11-29 a 15-33 jsou vzhledem k rozměrům pro vzlety a přistání B787-8 vyhovující. Klasifikační číslo vozovky v případě těchto ploch taktéž vyhovuje. Dostatečnou únosnost mají také výše jmenované pojezdové a odbavovací plochy. Systém těchto pojezdových drah začíná u hlavní odbavovací plochy APN 3 a ústí na RWY 29, respektive 33 na jihovýchodním konci letiště. Z tohoto důvodu lze doporučit provádět veškeré vzlety s maximální vzletovou hmotností, pokud to aktuální meteorologická situace dovolí, právě z těchto směrů RWY, avšak spíše z RWY 33, které disponuje větší použitelnou délkou pro rozjezd TORA=3690 m. V případě nepříznivých meteorologických podmínek záleží na provozovateli letiště, zda povolí krátkodobé přetěžování pojezdových drah a tím pádem i snižování jejich životnosti při pojíždění na RWY 11, respektive 15. V praxi, pro případ nepravidelného provozu, by se však nemuselo jednat o závažný problém.

Vzhledem k faktu, že EPWA spadá pod kódové značení 4E, pro pohyb B787-8 po provozních plochách vyhovuje.

EPWA taktéž bude s největší pravděpodobností vyhovovat pro provoz letounu B737 MAX ve všech parametrech.

7.2 KATOWICE INTERNATIONAL AIRPORT

EPKT (*polsky: Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice*) (Tab. 17, Příloha 18) je veřejné mezinárodní letiště, které leží 18,4 NM severně od města Katowice u vesnice Pyrzowice. Služeb tohoto letiště s oblibou využívají i Češi obývající zejména Moravskoslezský kraj.

Katowice International Airport	
ICAO kód:	EPKT
IATA kód:	KTW
Nadmořská výška / vztažná teplota:	994 ft (303 m) / 23,0 °C
Kódové značení:	4D
Směry a rozměry RWY:	09-27 2800x60 m
Únosnost RWY:	09-27 PCN 46/R/B/X/T
Šířka TWY:	TWY A - 20 m ; TWY B - 28 m ; TWY F - 35 m ; TWY S - 50 m ; ostatní - 23 m
Únosnost TWY:	TWY B, D PCN 70/R/B/W/T TWY E1, E2, E3 PCN 70/R/B/W/T TWY A PCN 50/R/B/W/T TWY F PCN 46/R/B/W/T TWY S PCN 41/F/B/W/T
Únosnost odbavovacích ploch:	APN 1 (<i>stand 1-15</i>) PCN 70/R/B/W/T APN 1 (<i>stand 16-21</i>) PCN 50/R/B/W/T APN 1 (<i>stand 22-29</i>) PCN 70/R/B/W/T Holding Bay (<i>stand 40</i>) PCN 46/R/B/W/T

Tab. 17: Základní parametry letiště EPKT [44]

BOEING 787-8 DREAMLINER

A. Posouzení délek RWY pro vzlet.

Z grafu potřebné délky RWY pro vzlet (Příloha 7) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětrí, suchá RWY*), při daném nastavení tahu pohonných jednotek, při maximální vzletové hmotnosti (227 930 kg / 502 500 lb) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka rozjezdu činit **2770 m. Hlavní dráha 09-27 vyhovuje.**

B. Posouzení délek RWY pro přistání.

Z grafu potřebné délky RWY pro přistání (*Příloha 8*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při maximální přistávací hmotnosti (*172 365 kg / 380 000 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka přistání činit **1680 m** na suché, respektive **1920 m** na mokré RWY. **Hlavní dráha 09-27 vyhovuje.**

C. Únosnost RWY, TWY a odbavovacích ploch.

Z grafu závislosti ACN (*aircraft classification number*) na celkové hmotnosti letounu (*Příloha 9, 10*) je pro maximální pojezdovou hmotnost (*228 384 kg / 503 500 lb*) s pneumatikami nahuštěnými na hodnotu 1,57 MPa / 228 PSI a tuhou vozovkou s únosností podloží 80 MN/m³ stanoveno klasifikační číslo letounu **71**. **Hlavní dráha 09-27, pojezdové dráhy ani odbavovací plochy z hlediska hodnocení $ACN \leq PCN$ nevyhovují.** (*Tab. 18*)

D. Možnost pohybu po provozních plochách.

EPKT odpovídá kódovému značení letiště 4D, což znamená, že délka RWY je větší než 1800 m a pro zajištění provozu bez omezení a výjimek musí mít letoun operující z tohoto letiště vnější rozchod kol hlavního podvozku menší nebo rovno 14 m. Rozpětí křídel musí být zároveň menší nebo rovno 52 m. B787-8 má vnější rozchod kol 11,6 m a rozpětí křídel 60,1 m (*Příloha 11*). **Letiště tedy pro pohyb po provozních plochách nevyhovuje.**

E. Otočení o 180°.

Vzhledem k infrastruktuře letiště a umístění pojezdových drah bude kritickým pozemním manévrem otočení o 180° v případě vzletu ze směru 09 nebo přistání ze směru 27. Při natočení předového podvozku o 65° a současného nevyužití asymetrického tahu pohonných jednotek ani diferenciálního brzdění kol hlavního podvozku činí minimální šířka pro otočení 42,2 m (*Příloha 12*). **Hlavní dráha 09-27 pro tento manévr vyhovuje.**

BOEING 737 MAX

V době vydání této práce bohužel ještě nebyly k dispozici detailní informace o výkonech a provozních parametrech tohoto letounu, nicméně s největší pravděpodobností budou obdobné, jako u předchozí generace B737 NG. **V tomto případě bude letiště EPKT vyhovující pro provoz tohoto letounu.**

Katowice International Airport				
RWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
09-27	-	46<71	46<48	46>29
TWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
B, D, E1, E2, E3	70<71	-	-	70>29
A	50<71	-	-	50>29
F	46<71	-	-	46>29
S	41<66	-	-	41>28
APN (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
APN 1 (stand 1-15)	70<71	-	-	70>29
APN 1 (stand 16-21)	50<71	-	-	50>29
APN 1 (stand 22-29)	70<71	-	-	70>29
Holding Bay (stand 40)	46<71	-	-	46>29
MTW=228 384 kg / 503 500 lb, MTOW=227 930 kg / 502 500 lb MLW=172 365 kg / 380 000 lb, OEW=117 800 kg / 259 700 lb zelená - vyhovuje / červená - nevyhovuje				

Tab. 18: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch EPKT - B788

ZHODNOCENÍ

RWY 09-27 je vzhledem k rozměrům pro vzlety a přistání B787-8 vyhovující. Odbavovací plochy a pojezdové dráhy, které lze v praxi využít při maximální pojezdové hmotnosti letounu jsou APN 1 (stand 1-15) a APN 1 (stand 22-29) respektive TWY B, D, E1, E2, E3. Tyto pojezdové dráhy ústí na RWY, nicméně ani na jeden její konec. Pro vzlety ve směru 27 je nutné využít TWY F na úkor snižování životnosti této dráhy. Při vzletech ve směru 09 je nutné pro pojíždění využít přímo část RWY a na jejím konci provést obrat o 180°. Pojíždění probíhá nízkou rychlostí a v kombinaci s obratem na konci by mohlo docházet k signifikantnímu snižování životnosti RWY. Proto vzlety s maximální vzletovou hmotností ve směru 09 nelze doporučit ani v případě nepravidelného provozu. Typ provozu a zavedení případných provozních omezení bude záležet na dohodě mezi provozovatelem letiště a leteckým dopravcem.

EPKT spadá pod kódové značení 4D. Kritickým letounem pro toto letiště je B767-200 s rozpětím křídel 48,5 m. Pro pohyb B787-8 (rozpětí křídel 60,1 m) po provozních plochách proto bude nutné vypracovat studii s rozбором těchto parametrů: vzdálenost od překážek při pojíždění, místa zvýšeného nebezpečí vyjetí z TWY, nasátí nečistot a jiných předmětů do motorů. Kritickým místem je TWY A s šířkou 20 m. Šířky TWY B, F, S jsou více než dostačující. V případě nutnosti lze v zatáčkách využívat metodu přetočení (*oversteering*) pro dodržení bezpečné vzdálenosti od okrajů TWY.

EPKT bude s největší pravděpodobností vyhovovat pro provoz letounu B737 MAX ve všech parametrech.

7.3 BUDAPEST FERENC LISZT INTERNATIONAL AIRPORT

LHBP (maďarsky: *Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér*) (Tab. 19, Příloha 19) je veřejné mezinárodní letiště, které leží 8,6 NM východo-jihovýchodně od centra Budapeště. Jedná se o největší a nejrušnější letiště v Maďarsku.

Budapest Ferenc Liszt International Airport	
ICAO kód:	LHBP
IATA kód:	BUD
Nadmořská výška / vztažná teplota:	495 ft (151 m) / 22,0 °C
Kódové značení:	4E
Směry a rozměry RWY:	13R-31L 3010x45 m 13L-31R 3707x45 m
Únosnost RWY:	13R-31L PCN 65/R/B/X/T 13L-31R PCN 75/R/B/X/T
Šířka TWY:	TWY A - 19 m ; ostatní - 23 m
Únosnost TWY:	TWY A1, B1, C, D PCN 60/F/B/X/T TWY A2-A9, B2-B5 PCN 75/F/B/X/T TWY J4, K, L, M, N PCN 75/F/B/X/T TWY T, U, X, Y, Z PCN 75/F/B/X/T
Únosnost odbavovacích ploch:	APRON 1 PCN 50/R/B/X/T APRON 2 PCN 75/R/B/X/T APRON AG PCN 75/R/B/X/T APRON AA PCN 75/R/B/X/T APRON AL PCN 75/R/B/X/T

Tab. 19: Základní parametry letiště LHBP [45]

BOEING 787-8 DREAMLINER

A. Posouzení délek RWY pro vzlet.

Z grafu potřebné délky RWY pro vzlet (Příloha 7) je patrné, že v daných podmínkách (teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY), při daném nastavení tahu pohonných jednotek, při maximální vzletové hmotnosti (227 930 kg / 502 500 lb) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka rozjezdu činit **2710 m. Dráhy 13R-31L a 13L-31R vyhovují.**

B. Posouzení délek RWY pro přistání.

Z grafu potřebné délky RWY pro přistání (*Příloha 8*) je patrné, že v daných podmínkách (*teplota 15°C, bezvětří, suchá RWY*), při maximální přistávací hmotnosti (*172 365 kg / 380 000 lb*) a při započítání nadmořské výšky letiště bude potřebná délka přistání činit **1650 m** na suché, respektive **1900 m** na mokré RWY. **Dráhy 13R-31L a 13L-31R vyhovují.**

C. Únosnost RWY, TWY a odbavovacích ploch.

Z grafu závislosti ACN (*aircraft classification number*) na celkové hmotnosti letounu (*Příloha 9, 10*) je pro maximální pojezdovou hmotnost (*228 384 kg / 503 500 lb*) s pneumatikami nahuštěnými na hodnotu 1,57 MPa / 228 PSI a tuhou vozovkou s únosností podloží 80 MN/m³ stanoveno klasifikační číslo letounu **71**. **Dráha 13R-31L z hlediska hodnocení ACN_≤PCN nevyhovuje. Dráha 13L-31R z hlediska hodnocení ACN_≤PCN vyhovuje. Odbavovací plochy APRON 2, AG, AA, AL z hlediska hodnocení ACN_≤PCN vyhovují. Pojezdové dráhy TWY A2-A9, B2-B5, J4, K, L, M, N, T, U, X, Y, Z z hlediska hodnocení ACN_≤PCN vyhovují.** (*Tab. 20*)

D. Možnost pohybu po provozních plochách.

LHBP odpovídá kódovému značení letiště 4E, což znamená, že délka RWY je větší než 1800 m a pro zajištění provozu bez omezení a výjimek musí mít letoun operující z tohoto letiště vnější rozchod kol hlavního podvozku menší nebo rovno 14 m. Rozpětí křídel musí být zároveň menší nebo rovno 65 m. B787-8 má vnější rozchod kol 11,6 m a rozpětí křídel 60,1 m (*Příloha 11*). **Letiště tedy pro pohyb po provozních plochách vyhovuje.**

E. Otočení o 180°.

Vzhledem k infrastruktuře letiště a umístění pojezdových drah není otočení o 180° na RWY kritickým pozemním manévrem.

BOEING 737 MAX

V době vydání této práce bohužel ještě nebyly k dispozici detailní informace o výkonech a provozních parametrech tohoto letounu, nicméně s největší pravděpodobností budou obdobné, jako u předchozí generace B737 NG. **V tomto případě bude letiště LHBP vyhovující pro provoz tohoto letounu.**

Budapest Ferenc Liszt International Airport				
RWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
13R-31L	-	65<71	65>48	65>29
13L-31R	-	75>71	75>48	75>29
TWY (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
A1, B1, C, D	60<66	-	-	60>28
A2-A9, B2-B5	75>66	-	-	75>28
J4, K, L, M, N	75>66	-	-	75>28
T, U, X, Y, Z	75<66	-	-	75>28
APN (PCN/ACN)	MTW	MTOW	MLW	OEW
APRON 1	50<71	-	-	50>29
APRON 2	75>71	-	-	75>29
APRON AG	75>71	-	-	75>29
APRON AA	75>71	-	-	75>29
APRON AL	75>71	-	-	75>29
MTW=228 384 kg / 503 500 lb, MTOW=227 930 kg / 502 500 lb MLW=172 365 kg / 380 000 lb, OEW=117 800 kg / 259 700 lb zelená - vyhovuje / červená - nevyhovuje				

Tab. 20: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LHBP - B788

ZHODNOCENÍ

RWY 13R-31L a 13L-31R jsou vzhledem k rozměrům pro vzlety a přistání B787-8 vyhovující. Klasifikační číslo vozovky v případě těchto ploch vyhovuje pouze u RWY 13L-31R. Dostatečnou únosnost mají také výše vyjmenované pojezdové a odbavovací plochy. Systém těchto pojezdových drah začíná u odbavovací plochy APRON 2 a ústí na oba konce RWY 13L-31R a na RWY 13R-31L ve směru 31L. Z tohoto důvodu lze doporučit provádět veškeré vzlety s maximální vzletovou hmotností z RWY 13L-31R, která taktéž disponuje větší použitelnou délkou pro rozjezd TORA=3707 m.

Vzhledem k faktu, že LHBP spadá pod kódové značení 4E, pro pohyb B787-8 po provozních plochách vyhovuje.

LHBP taktéž bude s největší pravděpodobností vyhovovat pro provoz letounu B737 MAX ve všech parametrech.

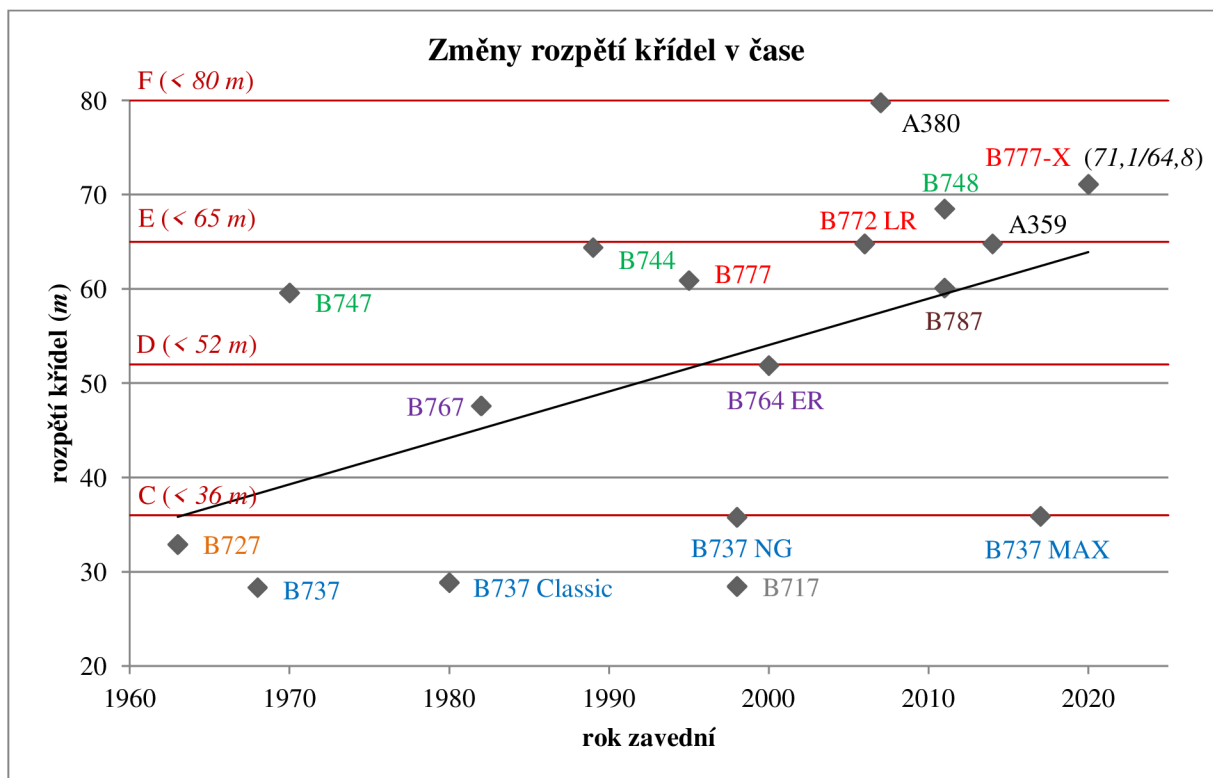
8 TRENDY VE VÝVOJI NOVÝCH LETOUNŮ

Dalším důležitým aspektem, na který je vhodné upozornit, jsou trendy ve vývoji nových letounů v průběhu času, a tím i předpokládaný budoucí vývoj požadavků na letištní infrastrukturu. Na základě dostupných dat byly porovnány tři základní parametry (*MTOW*, *ACN*, *rozpětí křidel*) letounů typové řady B7X7 a pro srovnání i data konkurenčních strojů A380-800 a A350-900. Data jsou vynesena do časových grafů a pro větší přehlednost jsou jednotlivé modely barevně odlišeny.

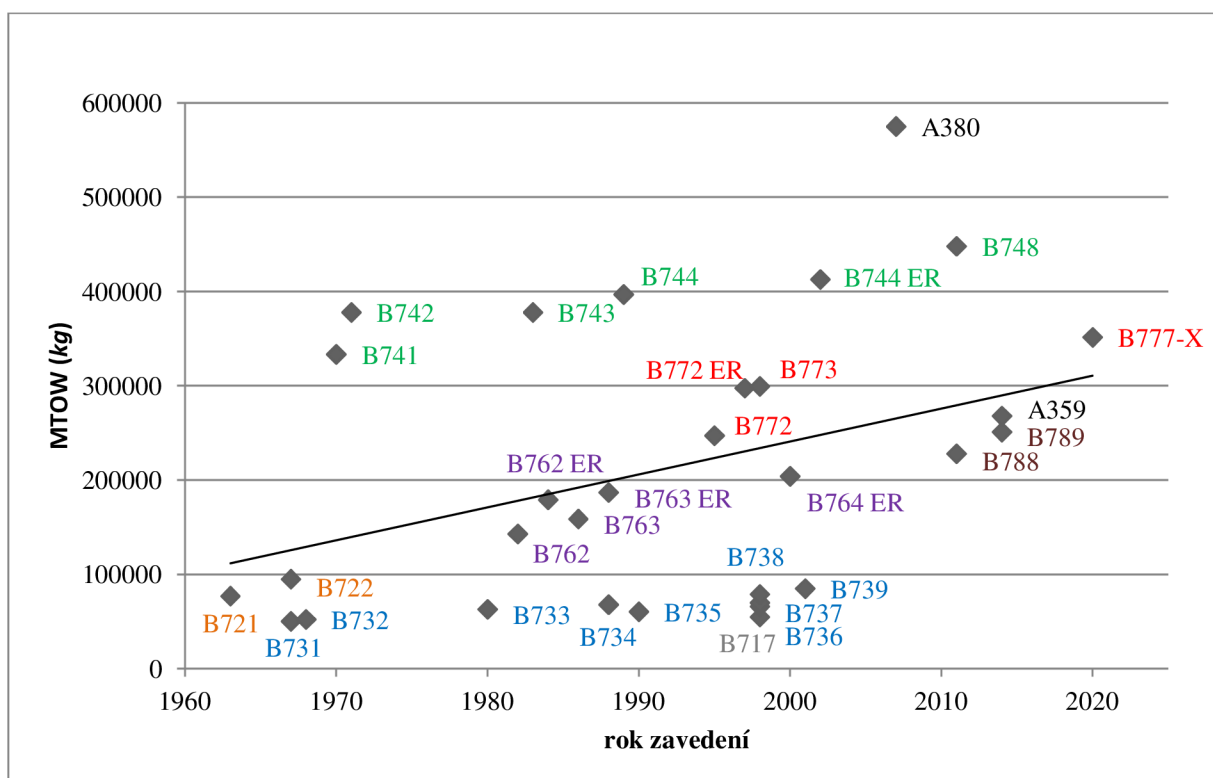
Všechny tři grafy mají vzestupný charakter, přičemž největší růst lze vyzorovat ve změně rozpětí křidel v čase (*Graf 1*). Tento fenomén je známý a koresponduje s neustále se zvětšující velikostí letounů. Taktéž z aerodynamického hlediska je výhodná koncepce velkého rozpětí a tím i štiřlosti křídla. Typickým zástupcem této filosofie je nově představený koncept B777-X, jehož rozpětí křidel bude celých 71,1 m. Aby však letoun mohl bez větších problémů operovat i z letišť s kódovým písmenem E, budou křídla vybavena sklápěcími konci, které rozpětí v případě potřeby zredukují na hodnotu 64,8 m.

S rostoucími rozměry se zvyšuje i maximální vzletová hmotnost (*MTOW*) a klasifikační číslo letounů (*ACN*) (*Graf 2*, *Graf 3*). Rozhodujícím parametrem bude, do jaké míry velikost letounů dále v budoucnu poroste. Dle mého názoru v horizontu příštích padesáti let nebude třeba většího letounu, než současně zaváděného A380. To však v žádném případě neznamená, že se zastaví růst hodnoty *ACN*. Ve snaze neustále optimalizace (*snižování hmotnosti a spotřeby pohonných hmot*) se u nových letounů začíná výrazněji projevovat trend rostoucí hodnoty *ACN* (*Graf 3*). Toto lze pozorovat nejen u typové řady B777, kde je změna nejmarkantnější, ale i u všech nově zaváděných letounů (*B748*, *B788*, *B789*, *A359*), jejichž hodnoty *ACN* jsou vyšší, než u A380 nebo B744. Rád bych taktéž upozornil na velký rozdíl této hodnoty mezi modely B788 a B789, přestože růst *MTOW* není tak výrazný, stejně jako u modelů B772 ER a B773.

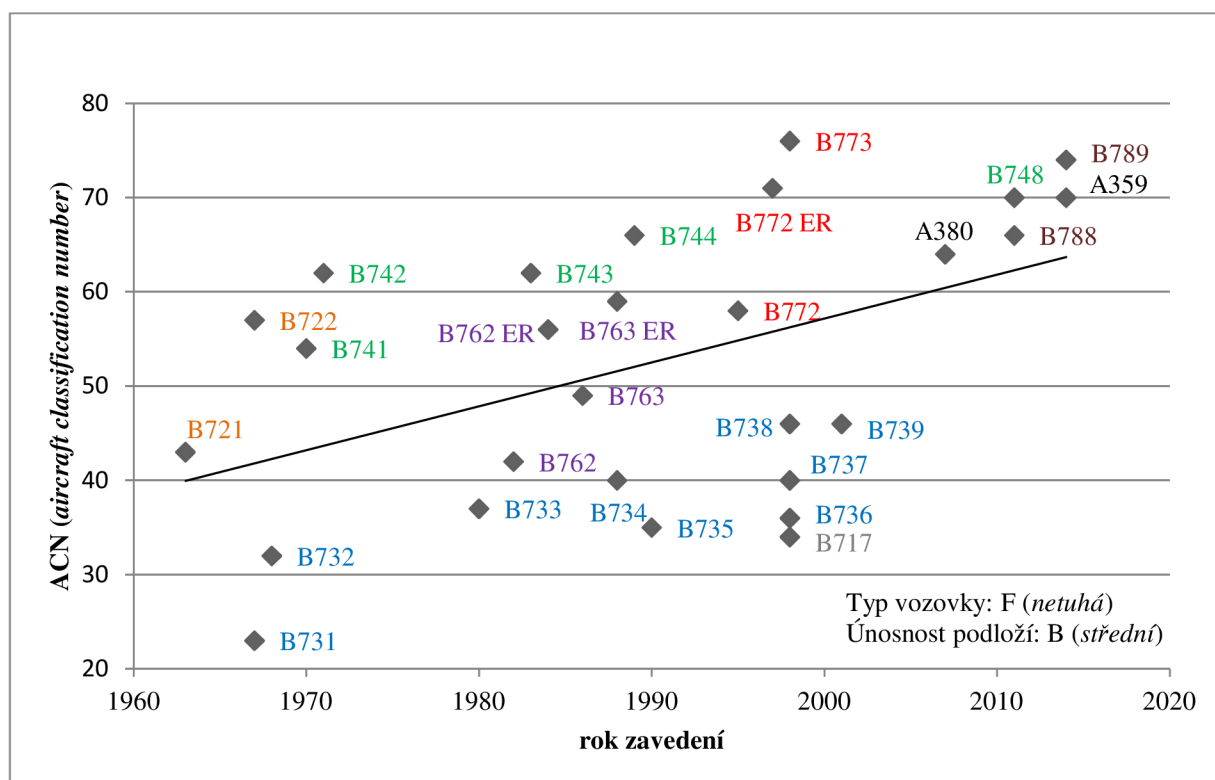
Současná praxe na většině, nejen, českých letišť je příliš se standardy *ACN/PCN* nezatěžovat. Běžně jsou povolovány přílety a odlety letounů, které překračují povolené hodnoty *PCN* provozních a odbavovacích ploch letišť s tím, že se případné vady na vozovkách průběžně opravují. Tento přístup se vzhledem k možnému růstu hodnoty *ACN* u nových letounů může stát problematickým. Jediné z českých mezinárodních letišť, kde je budoucí pravidelný provoz nových typů letounů (*B748*, *B788*, *B789*, *A359*) velmi pravděpodobný je Mezinárodní letiště Václava Havla Praha. V tomto ohledu je nutné prosazovat projekt výstavby nové paralelní dráhy, jako jediné možné varianty dalšího úspěšného rozvoje tohoto letiště. Na ostatních českých letištích je pravidelný provoz těchto letounů v blízké budoucnosti nepravděpodobný a dle mého názoru s těžejními typy zde nadále zůstanou letouny velikostní a váhové kategorie B737, A320, respektive jejich připravované modernizované modely B737 MAX, A320 neo.



Graf 1: Změna rozpětí křídel v čase [1, 2, 29]



Graf 2: Změna MTOW v čase [1, 2, 29]



Graf 3: Změna hodnoty ACN v čase [1, 2, 29, 46]

ZÁVĚR

V této diplomové práci je popsána dvojice nově zaváděných letounů **Boeing 787 Dreamliner** a **Boeing 737 MAX**. Nastíněna je historie, motivace k vývoji, technické i výkonové parametry, dostupné a plánované verze. Jednotlivé parametry jsou následně porovnány s přímými konkurenty A350 a A320 neo.

V další části je definována metodika pro posouzení provozních aspektů na vybraných letištích středoevropského regionu. (*Mezinárodní letiště Václava Havla Praha, Mezinárodní letiště Brno – Tuřany a Letiště Leoše Janáčka Ostrava, Warsaw Chopin Airport, Katowice International Airport, Budapest Ferenc Liszt International Airport.*) Jednotlivé parametry jsou podrobně vyhodnoceny a doplněny návrhy příslušných provozních opatření, jsou-li v daném případě zapotřebí. Celkové hodnocení je pak uvedeno v tabulkách 21 a 22.

Na všech vybraných českých letištích byly pro budoucí provoz B787 zjištěny nedostatky v kategorii únosnosti provozních a odbavovacích ploch. Nejhorší hodnoty vykazují všechny pojezdové dráhy na letišti LKTB, které mají hodnoty PCN/ACN=27<71 při MTW, respektive 27<29 při OEW. Dále toto letiště nevyhovuje délkou RWY pro vzlet s maximálním vzletovou hmotností 2750 m > TORA=2650 m. Vzhledem k momentální politické a ekonomické situaci je pravidelný provoz B787 jak na letišti LKTB tak na LKMT krajně nepravděpodobný. V případě nepravidelných letů bude provoz tohoto letounu provozovateli letišť pravděpodobně povolen s vědomím, že bude docházet ke snižování životnosti provozních a odbavovacích ploch. Velikostně se tento letoun pro obě letiště jeví jako nadkritický a posádky budou povinny dodržovat provozní postupy, které byly v případě LKTB již uveřejněny a na letišti LKMT jsou nyní ve fázi schvalování Úřadem pro civilní letectví. Dle všeho tedy nadále zůstanou stěžejními typy letouny B737, respektive A320, které vyhovují pro provoz na těchto letištích ve všech parametrech.

Jediné české mezinárodní letiště, kde je budoucí pravidelný provoz letounu B787 velmi pravděpodobný je LKPR. Bohužel i v tomto případě se vyskytuje jisté omezení v únosnosti provozních a odbavovacích ploch. V případě pravidelného provozu B787 bude rozhodující počet pohybů s MTW, respektive MTOW, a jejich dopad na letištní plochy. Velikostně se nejedná o letoun nadkritický, přesto však budou posádky povinny respektovat omezení maximálního rozpětí křídel na určitých místech a úsecích letiště (*Tab. 9*). Oba tyto provozní problémy řeší připravovaný projekt nové paralelní dráhy na LKPR. V tomto ohledu je nutné výstavbu prosazovat s naléhavou nutností. Provoz letounu B737 MAX bude s největší pravděpodobností vyhovovat ve všech parametrech a obejde se bez provozních omezení.

Zahraniční letiště EPWA a LHBP jsou na pravidelný provoz letounu B787 připravena o poznání lépe a vyhovují ve všech hodnocených parametrech. Pouze v případě hodnocení únosnosti letištních ploch lze doporučit vymezení provozu letounu pouze na plochy, které z hlediska ACN/PCN plně vyhovují. V případě EPWA se jedná o systém pojezdových drah, který začíná u hlavní odbavovací plochy APN 3 a ústí na RWY 29, respektive 33, na jihovýchodním konci letiště. Proto by bylo vhodné veškeré vzlety s maximální vzletovou hmotností, pokud to aktuální meteorologická situace dovolí, provádět právě z těchto směrů RWY, avšak spíše z RWY 33, které disponuje větší použitelnou délkou pro rozjezd

TORA=3690 m. V případě LHBP dostatečnou únosnost vykazuje pouze RWY 13L-31R a systém pojezdových drah, který začíná u odbavovací plochy APRON 2 a ústí na oba konce RWY 13L-31R a na RWY 13R-31L ve směru 31L. Z tohoto důvodu lze doporučit provádět veškeré vzlety s maximální vzletovou hmotností, z RWY 13L-31R, která taktéž disponuje větší použitelnou délkou pro rozjezd TORA=3707 m.

Letiště EPKT nevyhovuje v hodnocení únosnosti letištních ploch. V praxi by bylo možné využít určité části odbavovacích ploch a pojezdových drah, u kterých hodnota ACN nepřevyšuje hodnotu PCN v takové míře ($70 < 71$). Systém těchto drah však neústí ani na jeden konec RWY. Při provozu B787 bude tedy docházet ke snižování životnosti pojezdové dráhy F při vzletu z RWY 27, respektive západní části RWY, po které bude nutné realizovat pojíždění a otočení o 180° na jejím konci při vzletu z RWY 09. Velikostně se B787 jeví jako nadkritický a bude nutné vypracovat provozní postupy pro tuto kategorii letounů. Provoz B737 MAX na všech vybraných zahraničních letištích bude s největší pravděpodobností vyhovovat ve všech parametrech a obejde se bez provozních omezení.

Co se týče samotného letounu Boeing 787 Dreamliner. Faktem zůstává skutečnost, že vývoj byl dlouhý a komplikovaný. Ani jeho zavádění do služeb u leteckých přepravců se bohužel neobešlo bez závažných problémů a všechny tyto negativní události v konečném důsledku značně ovlivnily mínění nejen odborné, ale i laické veřejnosti. V tomto ohledu je nutné uvědomit si, že zavádění nové techniky i technologie bylo vždy zdrojem množství problémů, jejichž řešení vyžaduje čas a finanční prostředky. Společnost Boeing přináší inovace, a to nejen do leteckého průmyslu, v podstatě od dob svého založení a s řešením obdobných otázek má dlouholeté zkušenosti (B307, B377, B707, B727, B737, B747, B777). Z mého pohledu by tudíž nebylo příliš prozíravé dospět k názoru, že by se B787 neměl stát úspěšným letounem. Přeci jen se v současné době jedná o nejmodernější dopravní prostředek křížující atmosféru naší planety.

-	LKPR	LKTB	LKMT	EPWA	EPKT	LHBP
A	vyhovuje	nevyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
B	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
C	nevyhovuje	nevyhovuje	nevyhovuje	vyhovuje	nevyhovuje	vyhovuje
D	vyhovuje	nevyhovuje	vyhovuje částečně	vyhovuje	nevyhovuje	vyhovuje
E	-	vyhovuje	vyhovuje	-	vyhovuje	-
Celkové hodnocení	vyhovuje pro pravidelný provoz s omezením	vyhovuje pro nepravidelný provoz s omezením	vyhovuje pro nepravidelný provoz s omezením	vyhovuje pro pravidelný provoz	vyhovuje pro nepravidelný provoz s omezením	vyhovuje pro pravidelný provoz

Tab. 21: Přehled hodnocení jednotlivých letišť - B788

-	LKPR	LKTB	LKMT	EPWA	EPKT	LHBP
A	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
B	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
C	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
D	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
E	-	-	-	-	vyhovuje	-
Celkové hodnocení	vyhovuje pro pravidelný provoz	vyhovuje pro pravidelný provoz	vyhovuje pro pravidelný provoz	vyhovuje pro pravidelný provoz	vyhovuje pro pravidelný provoz	vyhovuje pro pravidelný provoz

Tab. 22: Pravděpodobný přehled hodnocení jednotlivých letišť - B737 MAX

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A319	Airbus A319
A320	Airbus A320
A320 ceo	Airbus A320 current engine option
A320 neo	Airbus A320 new engine option
A321	Airbus A321
A350	Airbus A350
A350 XWB	Airbus A350 Extra Wide Body
A359	Airbus A350-900
A380	Airbus A380
ACN	Aircraft Classification Number (<i>klasifikační číslo letounu</i>)
APN	apron (<i>odbavovací plocha</i>)
B-17	Boeing B-17 Flying Fortress
B-29	Boeing B-29 Superfortress
B707	Boeing 707
B717	Boeing 717
B721	Boeing 727-100
B722	Boeing 727-200
B727	Boeing 727
B731	Boeing 737-100
B732	Boeing 737-200
B733	Boeing 737-300
B734	Boeing 737-400
B735	Boeing 737-500
B736	Boeing 737-600
B737	Boeing 737
B737	Boeing 737-700
B737 Classic	Boeing 737 Classic (<i>B737-300/400/500</i>)
B737 MAX	Boeing 737 MAX
B737 NG	Boeing 737 Next Generation (<i>B737-600/700/800/900</i>)
B738	Boeing 737-800
B739	Boeing 737-900
B741	Boeing 747-100
B742	Boeing 747-200
B743	Boeing 747-300
B744	Boeing 747-400
B744 ER	Boeing 747-400 Extended Range
B747	Boeing 747 Jumbo Jet
B747-8 I/F	Boeing 747-8 Intercontinental / Freighter
B748	Boeing 747-8
B757	Boeing 757

B762	Boeing 767-200
B762 ER	Boeing 767-200 Extended Range
B763	Boeing 767-300
B763 ER	Boeing 767-300 Extended Range
B764 ER	Boeing 767-400 Extended Range
B767	Boeing 767
B772	Boeing 777-200
B772 ER	Boeing 777-200 Extended Range
B772 LR	Boeing 777-200 Long Range
B773	Boeing 777-300
B777	Boeing 777
B777-X	Boeing B777-X
B787	Boeing 787
B788	Boeing 787-8
B789	Boeing 787-9
B7X7	typová řada Boeing 707 - 787
C-97	Boeing 377 Stratocruiser (<i>vojenské označení</i>)
cm	centimetr ($10^{-2} m$)
EASA	European Aviation Safety Agency (<i>Evropská agentura pro bezpečnost letectví</i>)
EPKT	Katowice International Airport (<i>Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice</i>)
EPWA	Warsaw Chopin Airport (<i>Lotnisko Chopina w Warszawie</i>)
ER	Extended Range (<i>prodloužený dolet</i>)
FAA	Federal Aviation Administration (<i>Federální úřad pro letectví</i>)
FL	Flight Level (<i>letová hladina</i>)
ft	foot / feet ($1 ft = 0,3048 m$)
KC-97	Boeing 377 Stratocruiser (<i>vojenské označení - tanker</i>)
Kg	kilogram ($10^3 g$)
km	kilometr ($10^3 m$)
km/h	kilometr za hodinu ($10^3 m * h^{-1}$)
kN	kilonewton ($10^3 N$)
kt	knot ($1 kt = 1,852 km/h$)
l	litr ($1 dm^3$)
lb	libra ($1 lb = 0,45359237 kg$)
LHBP	Budapest Ferenc Liszt International Airport (<i>Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér</i>)
LKMT	Letiště Leoše Janáčka Ostrava
LKPR	Mezinárodní letiště Václava Havla Praha
LKTB	Mezinárodní letiště Brno – Tuřany
LR	Long Range (<i>dlouhý dolet</i>)
m ; m ²	metr ; metr čtvereční
MLW	Maximum Design Landing Weight - Maximum weight for landing as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. (<i>maximální přistávací hmotnost</i>)

MN/m ³	meganewton na metr krychlový ($10^6 N * m^{-3}$)
MTOW	Maximum Design Takeoff Weight - Maximum weight for takeoff as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. This is the maximum weight at start of the takeoff run. (<i>maximální vzletová hmotnost</i>)
MTW	Maximum Design Taxi Weight. Maximum weight for ground maneuver as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. It includes weight of taxi and run-up fuel. (<i>maximální pojezdová hmotnost</i>)
NM	Nautical Mile (<i>námořní míle; 1 NM = 1,852 km</i>)
NO _x	oxidy dusíku
OEW	Operating Empty Weight. Weight of structure, powerplant, furnishing systems, unusable fuel and other unusable propulsion agents, and other items of equipment that are considered an integral part of a particular airplane configuration. Also included are certain standard items, personnel, equipment, and supplies necessary for full operations, excluding usable fuel and payload. (<i>provozní prázdná hmotnost</i>)
PCN	Pavement Classification Number (<i>klasifikační číslo letounu</i>)
PST	Pacific Standard Time (<i>tichomořský standardní čas</i>)
RWY	Runway (<i>vzletová a přistávací dráha</i>)
TORA	Takeoff Run Available (<i>použitelná délka pro rozjezd</i>)
TWY	Taxiway (<i>pojezdová dráha</i>)
USN	United States Navy (<i>Námořnictvo Spojených států amerických</i>)
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
USD	United States dollar (<i>Americký dolar</i>)
VC-25	Boeing VC-25 (<i>Air Force One</i>)
%	procento
“	palec ($1 \text{ “} = 0,025 \text{ m}$)
°	úhlový stupeň ($1 \text{ °} = 1/360 \text{ plného úhlu}$)
°C	stupeň Celsia

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tab. 1: Srovnání základních parametrů B787-8 a A350-800 [5, 26]	23
Tab. 2: Srovnání základních parametrů B737 MAX 8 a A320 neo [24, 28]	25
Tab. 3: Technické parametry B787-8/9/10 [5]	27
Tab. 4: Výkonové parametry B787-8/9/10 [5]	28
Tab. 5: Technické parametry B737 MAX 7/8/9 [24]	31
Tab. 6: Výkonové parametry B737 MAX 8/9/10 [24]	32
Tab. 7: Srovnání základních parametrů B737 MAX 9 a B787-8 [5, 24]	34
Tab. 8: Základní parametry letiště LKPR [43]	36
Tab. 9: Omezení maximálního rozpětí křídel na LKPR [43]	38
Tab. 10: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LKPR - B788	39
Tab. 11: Základní parametry letiště LKTB [43]	40
Tab. 12: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LKTB - B788	42
Tab. 13: Základní parametry letiště LKMT [43]	43
Tab. 14: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LKMT - B788	46
Tab. 15: Základní parametry letiště EPWA [44]	48
Tab. 16: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch EPWA - B788	50
Tab. 17: Základní parametry letiště EPKT [44]	52
Tab. 18: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch EPKT - B788	54
Tab. 19: Základní parametry letiště LHBP [45]	56
Tab. 20: Únosnosti provozních a odbavovacích ploch LHBP - B788	58
Tab. 21: Přehled hodnocení jednotlivých letišť - B787-8	66
Tab. 22: Pravděpodobný přehled hodnocení jednotlivých letišť - B737 MAX	66

Graf 1: Změna rozpětí křídel v čase [1, 2, 29]	61
Graf 2: Změna MTOW v čase [1, 2, 29]	61
Graf 3: Změna hodnoty ACN v čase [1, 2, 29, 46]	62

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ZÁKLADNÍ LITERÁRNÍ PRAMENY:

- [A] Caves, R.E., Kazda, A.: Airport design and operation, Elsevier, Oxford, 2007
- [B] Annex14 - Aerodromes, ICAO, 2004
- [C] Airplane characteristics for Airport planning, Boeing, 2012
- [D] Detail specification B787, Boeing, 2012

DALŠÍ POUŽITÉ ZDROJE:

- [1] Boeing Commercial Airplanes [online]. 2013 [cit. 2013-10-05] Dostupné z: <http://www.boeing.com/boeing/commercial/products.page>
- [2] Boeing [online]. 2013 [cit. 2013-10-06] Dostupné z: <http://www.boeing.com/boeing/history/narrative/n001intro.page?>
- [3] NĚMEČEK, V. Civilní letadla 1 : Vzducholoďe a dopravní letouny s pístovými motory. Praha : Nadas, 1981. 370 s.
- [4] NĚMEČEK, V. Civilní letadla 2 : Dopravní letadla s turbovrtulovými a proudovými motory. Praha : Nadas, 1981. 365 s.
- [5] Boeing Commercial Airplanes [online]. 2013 [cit. 2013-10-19] Dostupné z: <http://www.boeing.com/boeing/commercial/787family/index.page>
- [6] Thefreelibrary.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-19] Dostupné z: <http://www.thefreelibrary.com/EU+Environment+Commissioner+criticises+Boeing+over+Sonic+Cruiser.-a075827155>
- [7] Forbes.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-19] Dostupné z: <http://www.forbes.com/global/2001/0528/056.html>
- [8] Emotionreports.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-19] Dostupné z: http://www.emotionreports.com/images/sonic_cruiser.jpg
- [9] NORRIS, G., WAGNER, M. Boeing 787 Dreamliner
Minneapolis : Zenith Press, 2009. 160 s.
- [10] Aviaoaogeraldotocantins.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-19] Dostupné z: <http://www.aviaoaogeraldotocantins.com.br/aviaoaocomercial/Boeing787/Boeing787-03a.jpg>

- [11] 3.bp.blogspot.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-19] Dostupné z:
http://3.bp.blogspot.com/_2pgSqtBZECA/TCzetHbwXbI/AAAAAAAAA9g/qJqGWhPoRMw/s1600/K64937-02.jpg
- [12] Newairplane.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-21] Dostupné z:
http://www.newairplane.com/787/whos_building/
- [13] Img.planespotters.net [online]. 2013 [cit. 2013-10-21] Dostupné z:
http://img.planespotters.net/photo/380000/original/N747BC-Boeing-Boeing-747-400_PlanespottersNet_380808.jpg
- [14] National Geographic [online]. 2013 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.youtube.com/watch?v=8CCFjMRQTYI>
- [15] Bizjournals.com [online]. 2012 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
http://www.bizjournals.com/seattle/morning_call/2012/02/united-may-seek-damages-for-787-delays.html
- [16] Profit.ndtv.com [online]. 2012 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://profit.ndtv.com/news/corporates/article-govt-approves-air-india-compensation-package-for-dreamliner-delay-308387>
- [17] Faa.gov [online]. 2011 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
http://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=13064
- [18] Flightglobal.com [online]. 2011 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.flightglobal.com/news/articles/787-wins-certification-from-faa-and-easa-361346/>
- [19] Jyi.org [online]. 2013 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.jyi.org/wp-content/uploads/img21.jpeg>
- [20] Boeing Commercial Airplanes [online]. 2013 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.boeing.com/boeing/commercial/737family/737max.page?>
- [21] Flightglobal.com [online]. 2011 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.flightglobal.com/news/articles/caution-welcomed-boeing39s-737-max-361641/>
- [22] Flightglobal.com [online]. 2011 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.flightglobal.com/news/articles/boeing-narrows-737-max-engine-fan-size-options-to-two-361438/>
- [23] Online.wsj.com [online]. 2012 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702303360504577411102305043324?mg=reno64wsj&url=http%3A%2F%2Fonline.wsj.com%2Farticle%2FSB10001424052702303360504577411102305043324.html>
- [24] Newairplane.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-01] Dostupné z:
<http://www.newairplane.com/737max/>

- [25] Cfmaeroengines.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://www.cfmaeroengines.com/files/brochures/LEAP-Brochure-2013.pdf>
- [26] Airbus.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a350xwbfamily/>
- [27] Cockpitchatter.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
http://www.cockpitchatter.com/wp-content/uploads/2013/06/A350_XWB_First_Flight_take_off_6.jpg
- [28] Airbus.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/>
- [29] Airbus.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://www.airbus.com>
- [30] Newairplane.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
http://www.newairplane.com/787/design_highlights/#/home
- [31] Bintang.site11.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
http://bintang.site11.com/Boeing_787/Boeing787_files/Specifications.html
- [32] 1.bp.blogspot.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
http://1.bp.blogspot.com/-beiCmUykAc4/UmsvJO_0WhI/AAAAAAAAAAA/alN_Iv686lA/s1600/Boeing_787-10_CGI_1600_WM.jpg
- [33] Boeing.mediaroom.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://boeing.mediaroom.com/2013-08-07-Boeing-Travel-Service-Finalize-Order-for-Three-737-MAXs>
- [34] Newairplane.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://www.newairplane.com/737max/>
- [35] Flightglobal.com [online]. 2013 [cit. 2013-12-02] Dostupné z:
<http://www.flightglobal.com/news/articles/boeing-reveals-737-max-configuration-details-364280/>
- [36] Aviationtoday.com [online]. 2013 [cit. 2013-11-30] Dostupné z:
<http://www.aviationtoday.com/Assets/Image/ACA%20Boeing%20737s%20story.jpg>
- [37] Flickr [online]. 2013 [cit. 2013-10-06] Dostupné z:
<http://www.flickr.com/photos/sdasmarchives/7881250312/>
- [38] Wikipedia.org [online]. 2013 [cit. 2013-10-06] Dostupné z:
http://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_314
- [39] Aircraftinformation.info [online]. 2013 [cit. 2013-10-06] Dostupné z:
http://www.aircraftinformation.info/Images/Stratocruiser_01.jpg

- [40] Farm7.staticflickr.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-07] Dostupné z:
http://farm7.staticflickr.com/6059/6328084869_b54ed6a168_o.jpg
- [41] Farm9.staticflickr.com [online]. 2013 [cit. 2013-10-07] Dostupné z:
http://farm9.staticflickr.com/8219/8294237881_4214e73566_h.jpg
- [42] Upload.wikimedia.org [online]. 2013 [cit. 2013-10-07] Dostupné z:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Boeing_777_above_clouds,_crop.jpg
- [43] AIP ČR [online]. 2013 [cit. 2014-03-05] Dostupné z:
http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [44] AIP Poland [online]. 2013 [cit. 2014-03-10] Dostupné z:
<http://www.ais.pata.pl/aip/>
- [45] AIP Hungary [online]. 2014 [cit. 2014-03-13] Dostupné z:
http://ais.hungarocontrol.hu/eaip_hungary_2014-04-03/
- [46] Aircraft Classification Numbers (ACN's) [online]. 2011 [cit. 2014-04-23] Dostupné z:
<https://www.tc.gc.ca/eng/menu.htm>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Boeing 247 [37]	78
Příloha 2: Boeing 314 Clipper [38]	78
Příloha 3: Boeing 377 Stratocruiser [39]	78
Příloha 4: Boeing 707 [40]	79
Příloha 5: Boeing 747 Jumbo Jet [41]	79
Příloha 6: Boeing 777 [42]	79
Příloha 7: Graf potřebné délky RWY pro vzlet B787-8 [C]	80
Příloha 8: Graf potřebné délky RWY pro přistání B787-8 [C]	81
Příloha 9: Graf závislosti ACN na celkové hmotnosti B787-8 (<i>rigid pavement</i>) [C]	82
Příloha 10: Graf závislosti ACN na celkové hmotnosti B787-8 (<i>flexible pavement</i>) [C]	83
Příloha 11: Parametry podvozku B787-8 [C]	84
Příloha 12: Otočení o 180° B787-8 [C]	85
Příloha 13: LKPR [43]	86
Příloha 14: LKTB [43]	87
Příloha 15: LKMT [43]	88
Příloha 16: EPWA [44]	89
Příloha 17: Pojezdové dráhy a odbavovací plochy EPWA [44]	90
Příloha 18: EPKT [44]	91
Příloha 19: LHBP [45]	92

PŘÍLOHY



Příloha 1: Boeing 247 [37]



Příloha 2: Boeing 314 Clipper [38]



Příloha 3: Boeing 377 Stratocruiser [39]



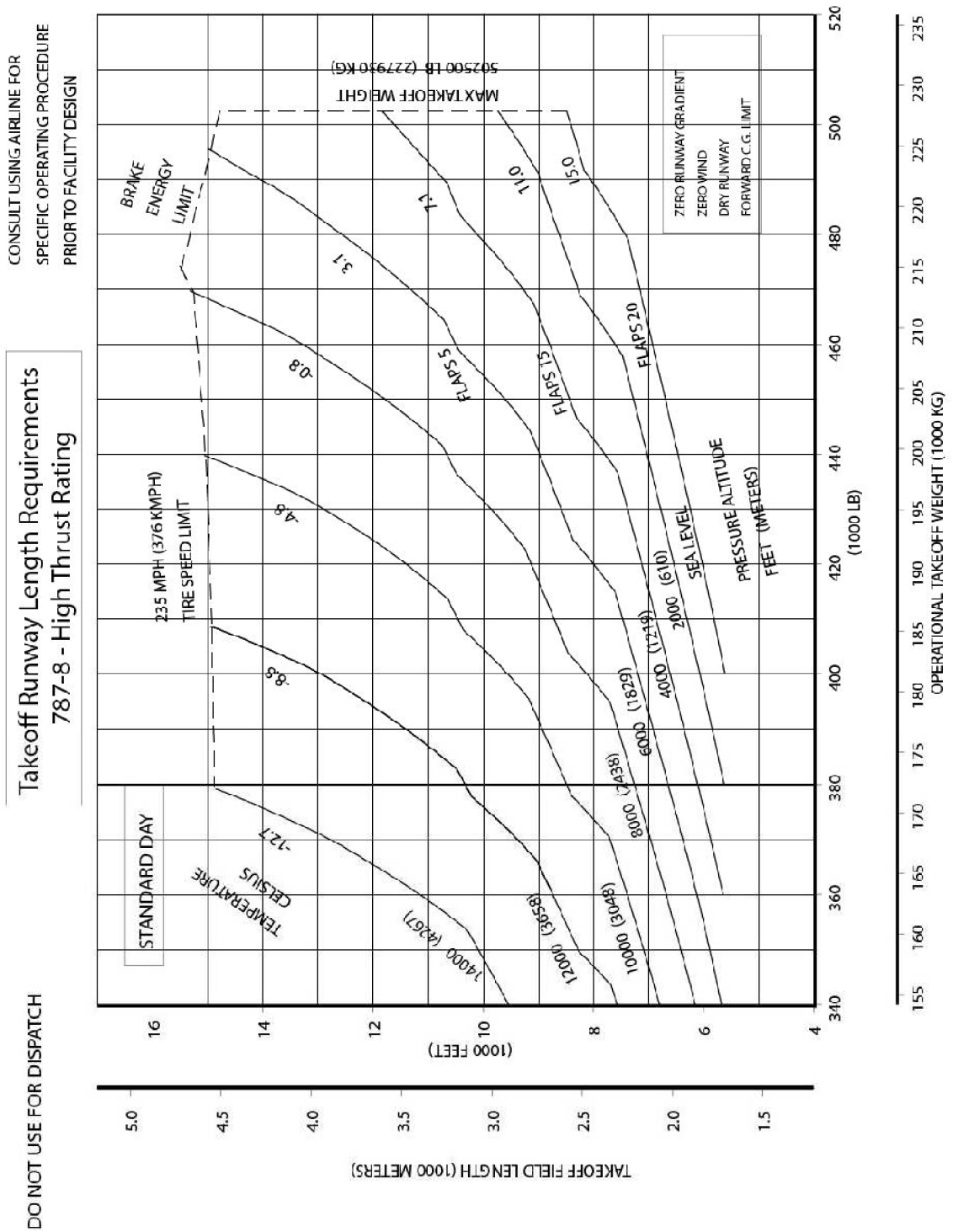
Příloha 4: Boeing 707 [40]



Příloha 5: Boeing 747 Jumbo Jet [41]



Příloha 6: Boeing 777 [42]



**3.3.5 FAA/EASA TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
STANDARD DAY, DRY RUNWAY
MODEL 787-8 (HI-THRUST ENGINES)**

REV H

D6-58333

OCTOBER 2012

25

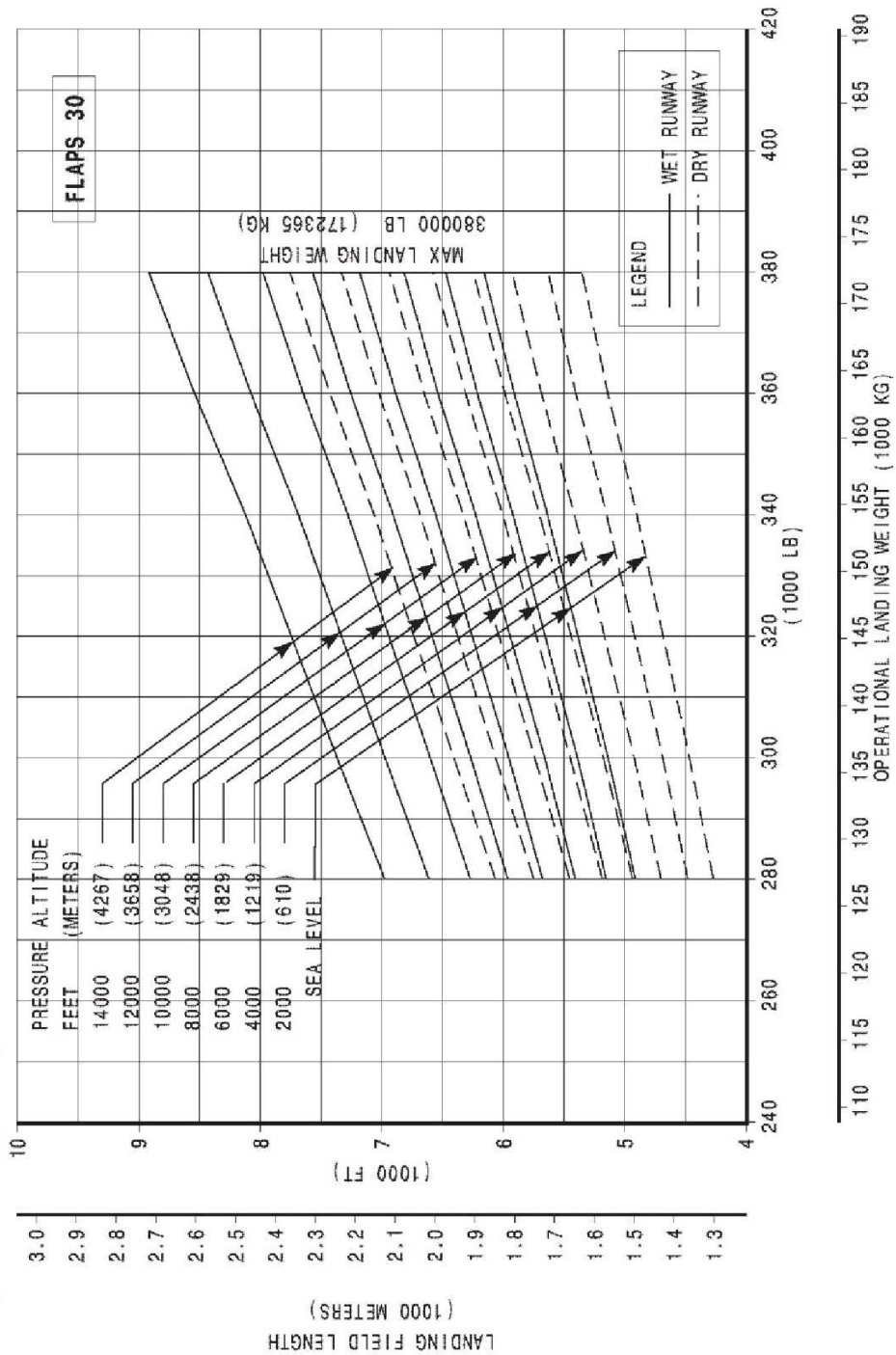
Příloha 7: Graf potřebné délky RWY pro vzlet B787-8 [C]

DO NOT USE FOR DISPATCH

**Landing Runway Length Requirement
787-8**

STANDARD DAY, ZERO WIND
AUTO SPOILERS OPERATIVE
ANTI-SKID OPERATIVE
ZERO RUNWAY GRADIENT
FORWARD C.G. LIMIT

CONSULT USING AIRLINE FOR SPECIFIC OPERATING PROCEDURE PRIOR TO FACILITY DESIGN



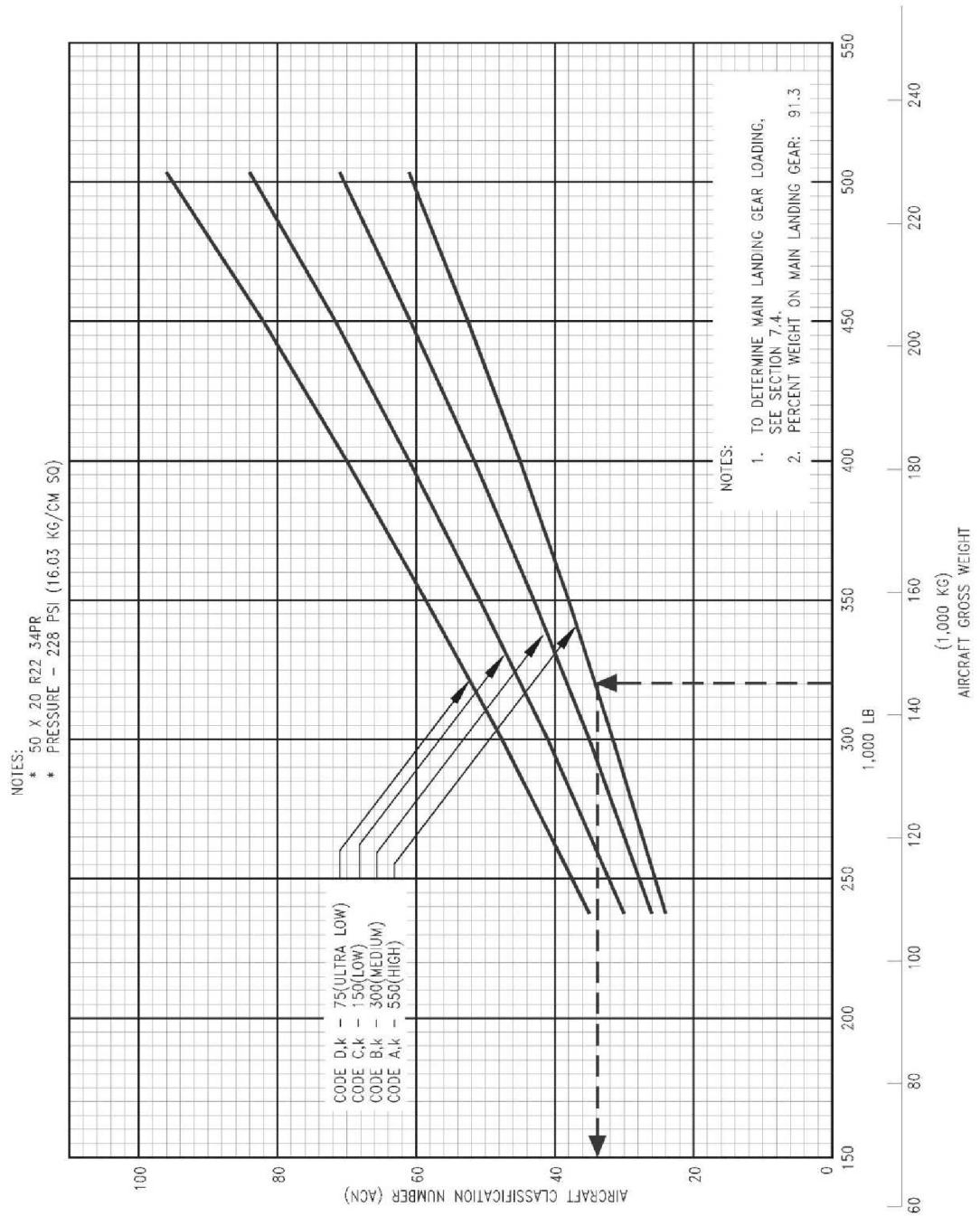
3.4.1 FAA/EASA LANDING RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS - FLAPS 30
MODEL 787-8, (ALL ENGINES)

REV H

D6-58333

OCTOBER 2012 29

Příloha 8: Graf potřebné délky RWY pro přistání B787-8 [C]



7.10.2 AIRCRAFT CLASSIFICATION LOW NUMBER - RIGID PAVEMENT
 MODEL 787-8

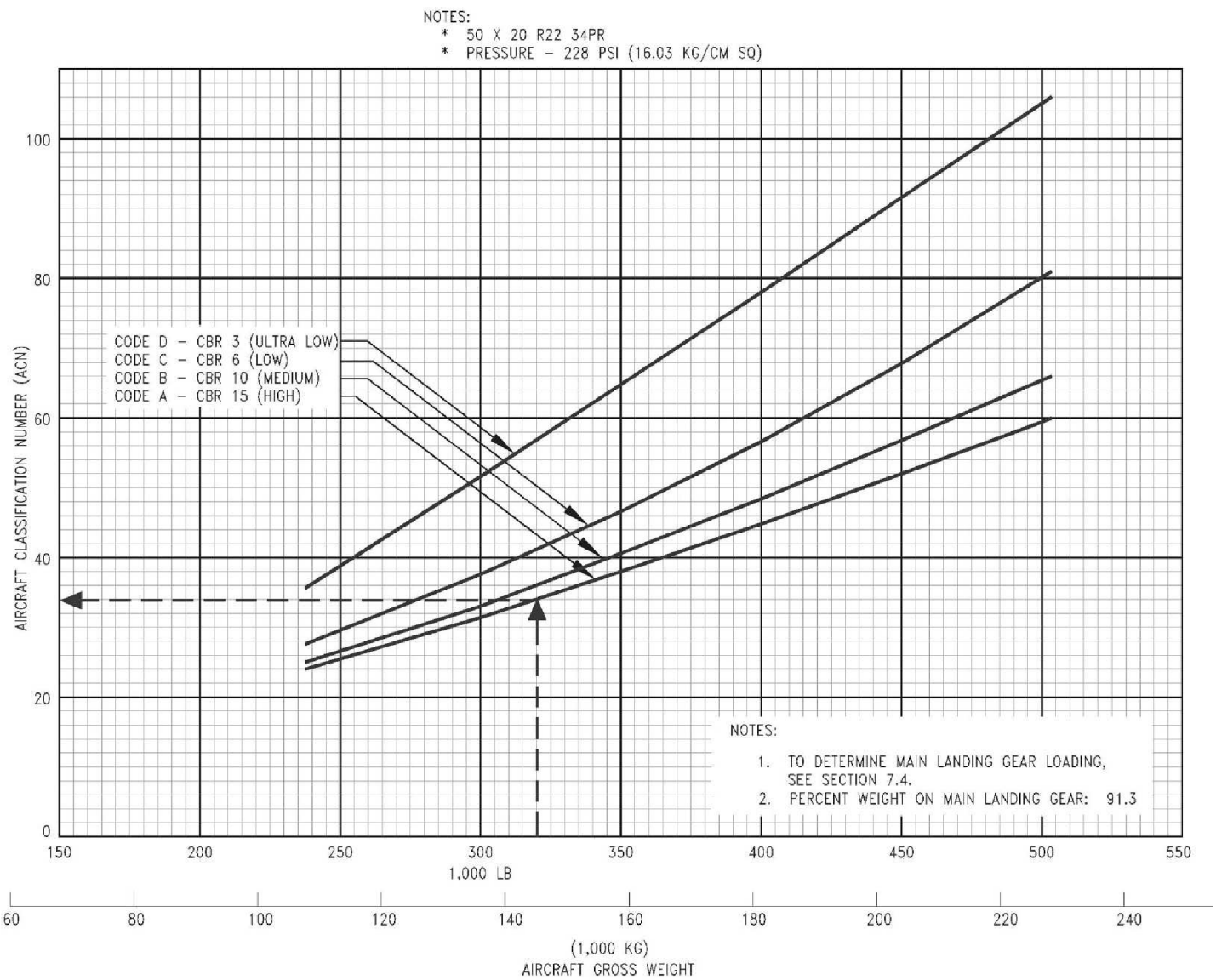
REV G

D6-58333

JULY 2012

93

Příloha 9: Graf závislosti ACN na celkové hmotnosti B787-8 (rigid pavement) [C]



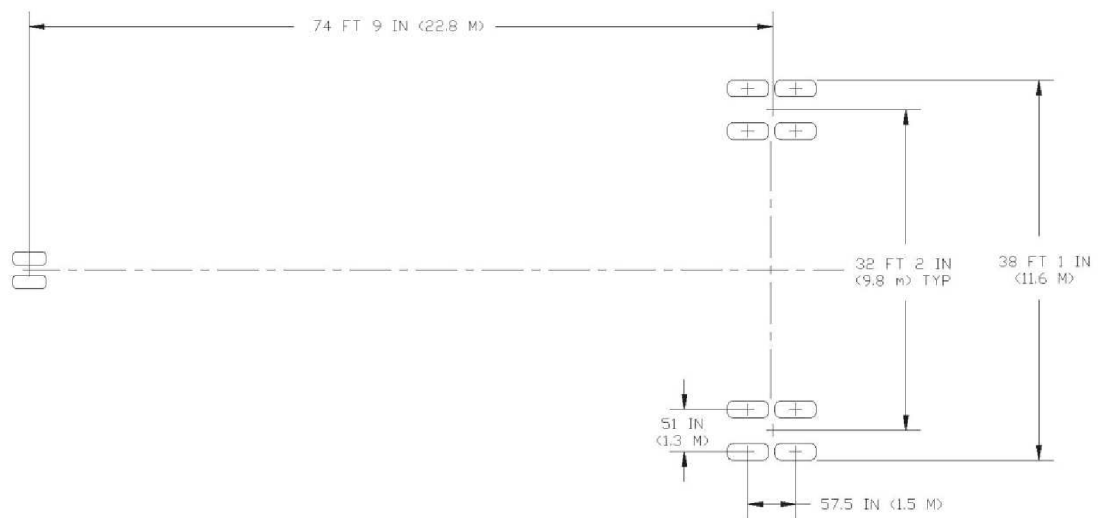
7.10.1 AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBER - FLEXIBLE PAVEMENT
 MODEL 787-8

92 JULY 2012

D6-58333

REV G

Příloha 10: Graf závislosti ACN na celkové hmotnosti B787-8 (flexible pavement) [C]



	UNITS	787-8
MAXIMUM DESIGN	LB	503,500
TAXI WEIGHT	KG	228,384
PERCENT OF WEIGHT ON MAIN GEAR		SEE SECTION 7.4
NOSE GEAR TIRE SIZE	IN.	40 x 16.0 R16 26PR
NOSE GEAR TIRE PRESSURE	PSI	187
	KG/CM ²	13.15
MAIN GEAR TIRE SIZE	IN.	50 x 20.0 R22 34 PR
MAIN GEAR TIRE PRESSURE	PSI	228
	KG/CM ²	16.03

7.2 LANDING GEAR FOOTPRINT

MODEL 787-8

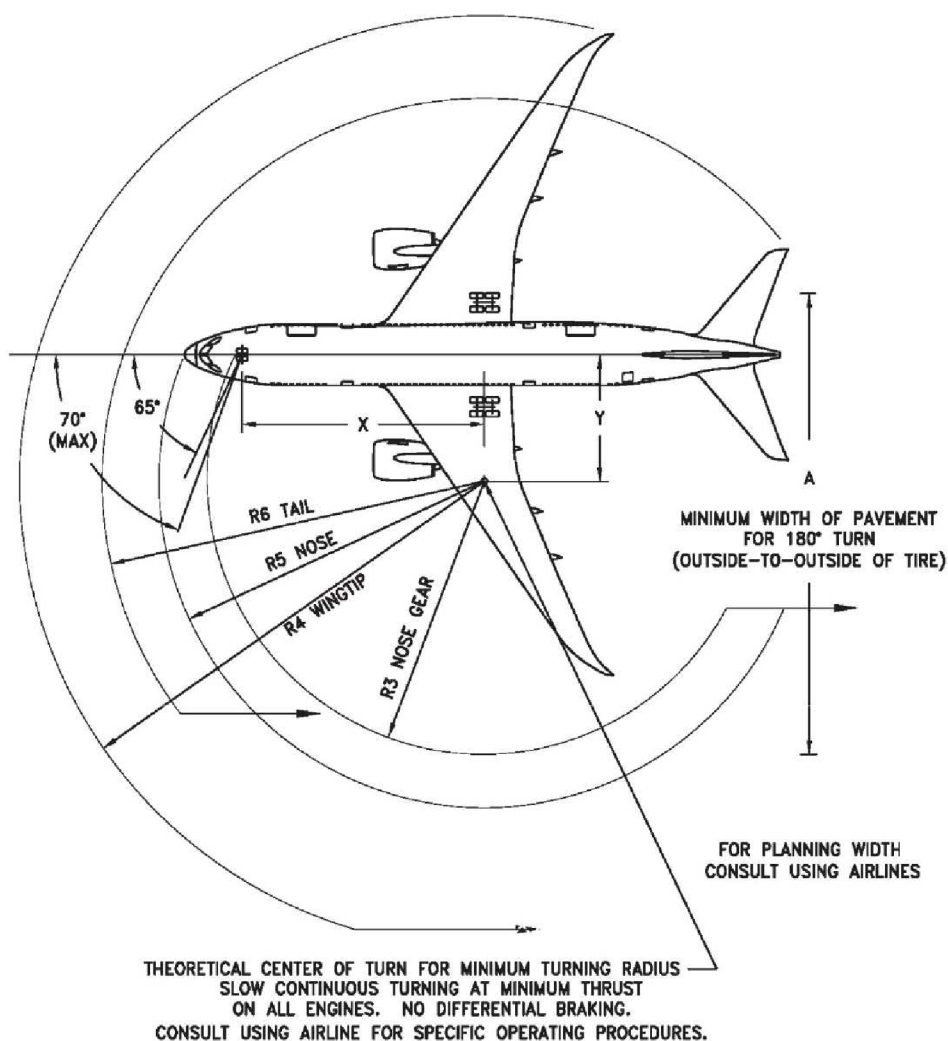
REV G

D6-58333

JULY 2012

77

Příloha 11: Parametry podvozku B787-8 [C]



MODEL	EFFECTIVE STEERING ANGLE (DEG)	X		Y		A		R3		R4		R5		R6	
		FT	M	FT	M	FT	M	FT	M	FT	M	FT	M	FT	M
787-8	65	74.8	22.8	34.9	10.6	138.3	42.2	84.7	25.7	139.3	42.5	99.0	30.2	115.3	35.1

4.3 CLEARANCE RADII
MODEL 787-8

D6-58333

REV G

JULY 2012 35

Příloha 12: Otočení o 180° B787-8 [C]

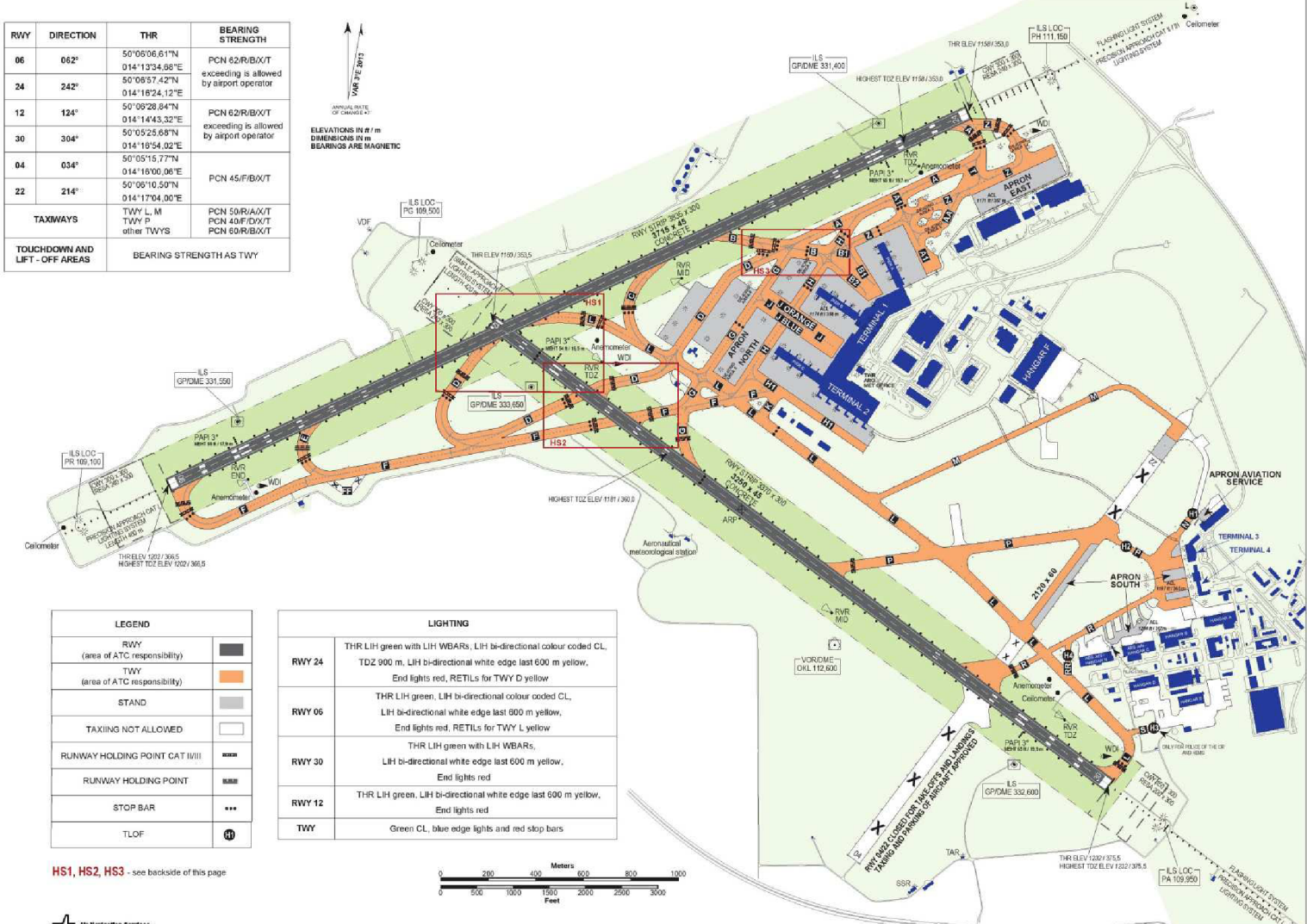
ARP	50° 06' 03" N 014° 15' 36" E	RUZYŇNÉ TWR	118,100 121,500	RUZYŇNÉ GROUND RUZYŇNÉ DELIVERY	121,900 120,050	AD ELEV 1247 ft / 380 m	AERODROME CHART - ICAO	PRAHA/Ruzyňé
-----	---------------------------------	-------------	--------------------	------------------------------------	--------------------	-------------------------	-------------------------------	---------------------

RWY	DIRECTION	THR	BEARING STRENGTH
06	062°	50°06'06.61"N 014°13'34.68"E	PCN 62/R/B/X/T exceeding is allowed by airport operator
24	242°	50°06'57.42"N 014°16'24.12"E	PCN 62/R/B/X/T exceeding is allowed by airport operator
12	124°	50°08'28.84"N 014°14'43.32"E	PCN 62/R/B/X/T exceeding is allowed by airport operator
30	304°	50°05'25.68"N 014°16'54.02"E	PCN 45/F/B/X/T
04	034°	50°05'15.77"N 014°16'00.06"E	PCN 45/F/B/X/T
22	214°	50°06'10.50"N 014°17'04.00"E	PCN 45/F/B/X/T
TAXIWAYS	TWY L, M TWY P other TWYS	PCN 50/R/A/X/T PCN 40/F/D/X/T PCN 60/R/B/X/T	
TOUCHDOWN AND LIFT-OFF AREAS	BEARING STRENGTH AS TWY		

↑
TWR (121.500)

↑
ANNUAL RATE
OF CHANGE (%)

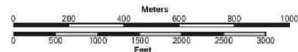
ELEVATIONS IN # / m
DIMENSIONS IN m
BEARINGS ARE MAGNETIC



LEGEND	
RWY (area of ATC responsibility)	
TWY (area of ATC responsibility)	
STAND	
TAXIING NOT ALLOWED	
RUNWAY HOLDING POINT CAT I/II/III	
RUNWAY HOLDING POINT	
STOP BAR	
TLOF	

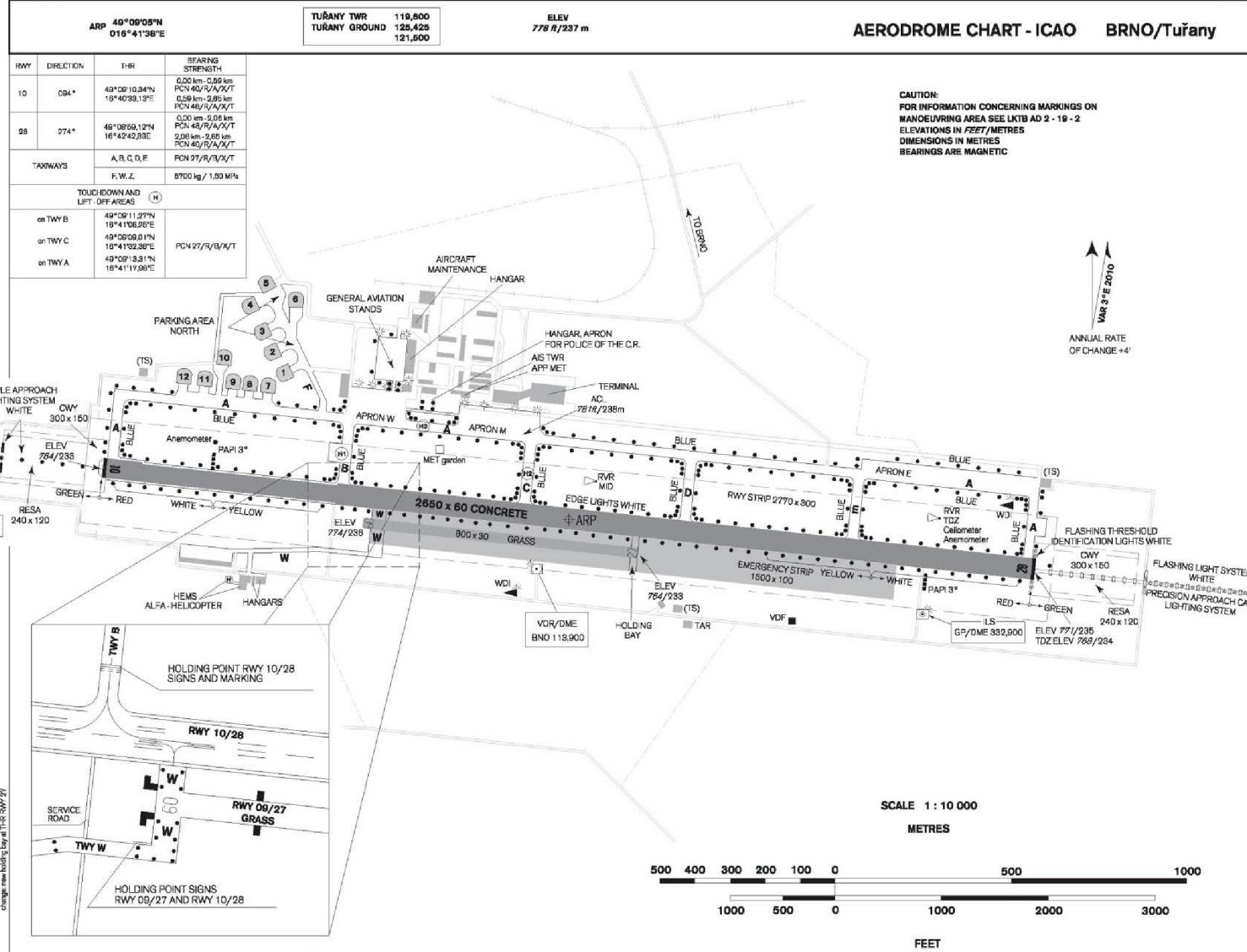
LIGHTING	
RWY 24	THR L/H green with L/H WBARS, L/H bi-directional colour coded CL, TDZ 900 m, L/H bi-directional white edge last 600 m yellow, End lights red, RETILs for TWY D yellow
RWY 06	THR L/H green, L/H bi-directional colour coded CL, L/H bi-directional white edge last 600 m yellow, End lights red, RETILs for TWY L yellow
RWY 30	THR L/H green with L/H WBARS, L/H bi-directional white edge last 600 m yellow, End lights red
RWY 12	THR L/H green, L/H bi-directional white edge last 600 m yellow, End lights red
TWY	Green CL, blue edge lights and red stop bars

HS1, HS2, HS3 - see backside of this page



Příloha 13: LKPR [43]

Source: airczechrepublic.com, LKPR AD 2-19-1, LKPR AD 2-19-1, LKPR AD 2-19-1, LKPR AD 2-19-1



Příloha 14: LKTB [43]

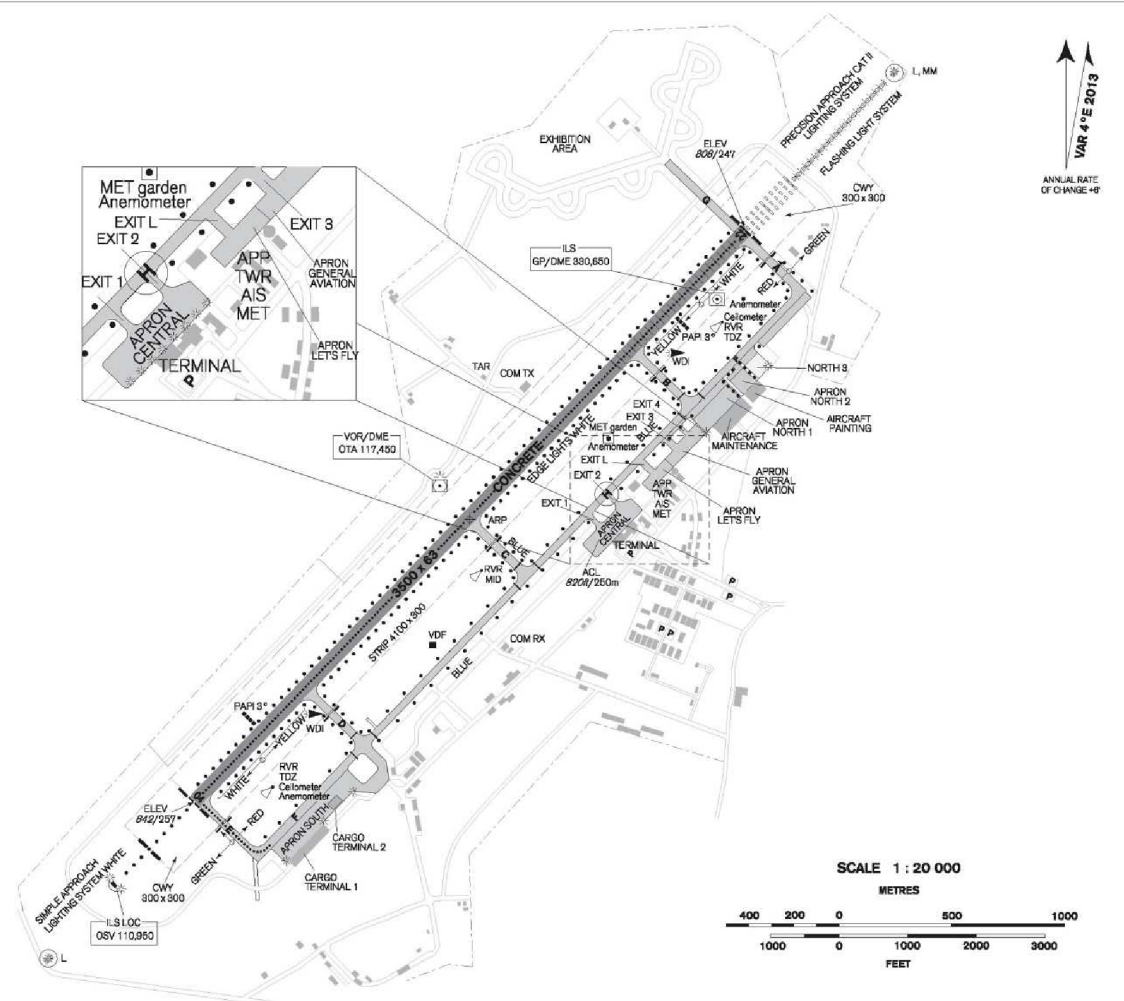
AIP
CZECH REPUBLIC

LKMT AD 2 - 19 - 1
17 OCT 13

ARP 49°41'46"N 018°08'39"E TWR 120,800 121,500 ELEV 844 ft/257 m AERODROME CHART - ICAO OSTRAVA/Mošnov

RWY	DIRECTION	THR	BEARING STRENGTH
04	042°	49°41'07.18"N 18°05'33.69"E	PCN 50/R/B/W/T
22	222°	49°42'25.69"N 18°07'42.41"E	
TAXIWAYS			PCN 43/R/B/W/T
TOUCH-DOWN AND LEFT-OFF AREAS		BEARING STRENGTH AS TWY	

ELEVATIONS IN FEET/METRES
DIMENSIONS IN METRES
BEARINGS ARE MAGNETIC



LEGEND	
STOP CROSSBARS RED	—
RUNWAY GUARD LIGHTS YELLOW	—
INTERMEDIATE HOLDING POSITION MARKINGS	—

change address of NORTH 3 from APRON NORTH 3 to holding area NORTH 3

AIR NAVIGATION SERVICES OF THE C. R.

AMDT 281/13

Příloha IS: LKMT [43]

AIP POLSKA
AIP POLAND

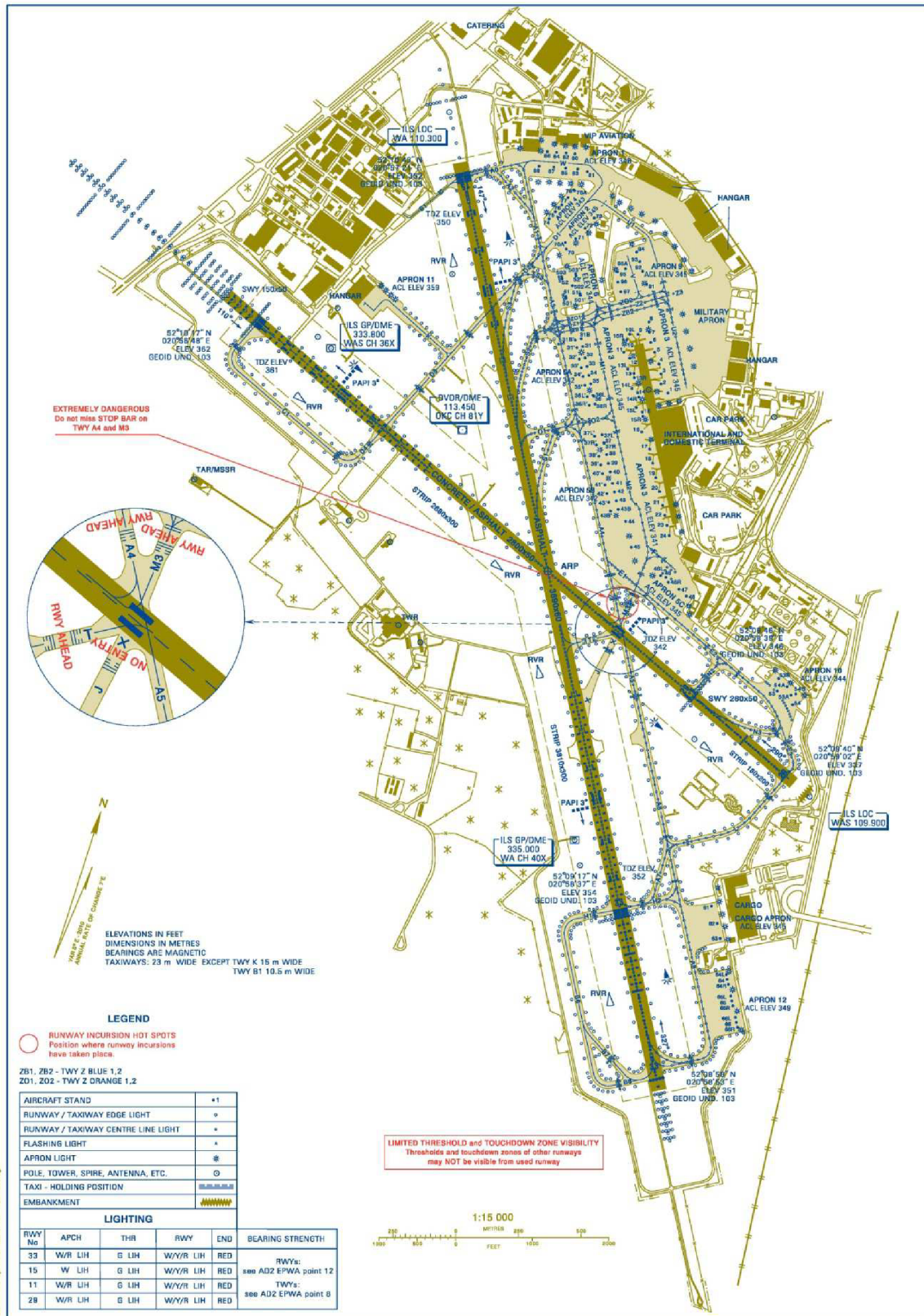
AD 2 EPWA 1-1-1
25 JUL 2013

AERODROME CHART - ICAO

52°09'57" N
020°58'02" E ELEV 362 ft

TWR 118.300
GROUND 121.900

WARSAW CHOPIN AIRPORT



Druk: LEWO Sp. z o.o. Zam. 4427, nakł. 800 egz.

DISTRICT ENTERPRISE OF GEODESY AND CARTOGRAPHY IN CRACOW
© 2013 DPEK w Krakowie Sp. z o.o. ALL RIGHTS RESERVED

AIRAC AMDT 139

Příloha 16: EPWA [44]

AD 2 EPWA 1-4

AIP POLSKA

AIRAC effective date 25 JUL 2013

AIP POLAND

EPWA AD 2.8	PLYTY POSTOJOWE, DRÓGI KOŁOWANIA I PUNKTY KONTROLI WSKAZAN PRZYRZĄDOW POKŁADOWYCH	APRONS, TAXIWAYS AND CHECK LOCATIONS/POSITIONS DATA
1.	Nawierzchnia i nośność płyty APN 1 - ASPH, PCN 41 R/B/W/T APN 10 - CONC, PCN 57 R/B/X/T APN 11 - CONC, PCN 39 R/B/X/T APN 12 - CONC, PCN 77 R/B/X/U APN 2 - CONC, PCN 44 R/B/X/T APN 3 - CONC, PCN 71 R/B/X/T APN 4 - CONC, PCN 40 R/B/X/T APN 5A - CONC, PCN 58 R/B/W/T APN 5B - CONC, PCN 71 R/B/X/T APN 5C - CONC, PCN 58 R/B/W/T APN 6 - CONC, PCN 84 R/C/X/T APN 9 - CONC, PCN 70 R/C/W/T Cargo APN - CONC, PCN 84 R/C/X/T	Apron surface and strength APN 1 - ASPH, PCN 41 R/B/W/T APN 10 - CONC, PCN 57 R/B/X/T APN 11 - CONC, PCN 39 R/B/X/T APN 12 - CONC, PCN 77 R/B/X/U APN 2 - CONC, PCN 44 R/B/X/T APN 3 - CONC, PCN 71 R/B/X/T APN 4 - CONC, PCN 40 R/B/X/T APN 5A - CONC, PCN 58 R/B/W/T APN 5B - CONC, PCN 71 R/B/X/T APN 5C - CONC, PCN 58 R/B/W/T APN 6 - CONC, PCN 84 R/C/X/T APN 9 - CONC, PCN 70 R/C/W/T Cargo APN - CONC, PCN 84 R/C/X/T
2.	Szerokość drogi kołowania, nawierzchnia i nośność TWY "A0" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A1" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A2" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A3" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A4" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "A5" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "A6" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "A7" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "A8" - 23 m, ASPH, PCN 89 F/C/W/T. TWY "B1" - 11 m, ASPH, PCN 22 F/C/W/T. TWY "B6" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "B7" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "B8" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "C1" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "D1" - 23 m, CONC, PCN 54 R/B/X/T. TWY "D2" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "D3" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "D4" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "E1" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/W/T. TWY "E2" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "E3" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "F" - 23 m, CONC, PCN 58 R/B/W/T. TWY "H1" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "H2" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "J" - (Zamknięta dla ruchu lotniczego.) TWY "K" - 15 m, ASPH, PCN 39 F/B/X/T. TWY "L" - 23 m, ASPH, PCN 81 F/C/X/T. TWY "M1" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/W/T. TWY "M2" - 23 m, CONC, PCN 58 R/B/W/T. TWY "M3" - 23 m, CONC, PCN 58 R/B/W/T. TWY "N2" - 23 m, ASPH, PCN 87 F/D/W/T. TWY "N3" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "O1" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "O2" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/X/T. TWY "S1" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "S2" - 23 m, ASPH, PCN 89 F/C/W/T. TWY "S3" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "T" - 23 m, ASPH, PCN 49 F/B/X/T. TWY "U1" - 23 m, ASPH, PCN 70 F/C/W/T. TWY "U2" - 23 m, CONC, PCN 78 R/B/W/T. TWY "V" - 23 m, CONC, PCN 70 R/C/W/T. TWY "W" - 23 m, ASPH, PCN 43 R/B/W/T. TWY "Z Blue 1" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z Blue 2" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z Orange 1" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z Orange 2" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z1" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/X/T. TWY "Z2" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/X/T.	TWY width, surface and strength TWY "A0" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A1" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A2" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A3" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "A4" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "A5" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "A6" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "A7" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "A8" - 23 m, ASPH, PCN 89 F/C/W/T. TWY "B1" - 11 m, ASPH, PCN 22 F/C/W/T. TWY "B6" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "B7" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "B8" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "C1" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "D1" - 23 m, CONC, PCN 54 R/B/X/T. TWY "D2" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "D3" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "D4" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "E1" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/W/T. TWY "E2" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "E3" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "F" - 23 m, CONC, PCN 58 R/B/W/T. TWY "H1" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "H2" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/W/T. TWY "J" - (Closed for air traffic.) TWY "K" - 15 m, ASPH, PCN 39 F/B/X/T. TWY "L" - 23 m, ASPH, PCN 81 F/C/X/T. TWY "M1" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/W/T. TWY "M2" - 23 m, CONC, PCN 58 R/B/W/T. TWY "M3" - 23 m, CONC, PCN 58 R/B/W/T. TWY "N2" - 23 m, ASPH, PCN 87 F/D/W/T. TWY "N3" - 23 m, ASPH, PCN 66 F/B/X/T. TWY "O1" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "O2" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/X/T. TWY "S1" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "S2" - 23 m, ASPH, PCN 89 F/C/W/T. TWY "S3" - 23 m, ASPH, PCN 77 R/C/X/T. TWY "T" - 23 m, ASPH, PCN 49 F/B/X/T. TWY "U1" - 23 m, ASPH, PCN 70 F/C/W/T. TWY "U2" - 23 m, CONC, PCN 78 R/B/W/T. TWY "V" - 23 m, CONC, PCN 70 R/C/W/T. TWY "W" - 23 m, ASPH, PCN 43 R/B/W/T. TWY "Z Blue 1" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z Blue 2" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z Orange 1" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z Orange 2" - 23 m, CONC, PCN 70 R/B/W/T. TWY "Z1" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/X/T. TWY "Z2" - 23 m, CONC, PCN 71 R/B/X/T.
3.	Punkt sprawdzania wysokościomierzy Patrz: AD 2 EPWA 1-3-1, 1-3-2, 1-3-3.	ACL and elevation See: AD 2 EPWA 1-3-1, 1-3-2, 1-3-3.
4.	Punkty sprawdzania VOR/INS INS	VOR/INS checkpoints INS
5.	Uwagi Patrz: AD 2 EPWA 1-3-1, 1-3-2, 1-3-3. Stosowanie procedury push-back (patrz punkt 2.20.2.1.3.1). Ograniczenia w kołowaniu (patrz punkt 2.20.2.1.2).	Remarks See: AD 2 EPWA 1-3-1, 1-3-2, 1-3-3. Push-back procedure applicability (see point 2.20.2.1.3.1). Taxiing restrictions (see point 2.20.2.1.2).

AIRAC AMDT 139

POLSKA AGENCJA ŻEGLUGI POWIETRZNEJ
POLISH AIR NAVIGATION SERVICES AGENCY**Příloha 17: Pojezdové dráhy a odbavovací plochy EPWA [44]**

AIP POLSKA
AIP POLAND

AD 2 EPKT 1-1-1
22 AUG 2013

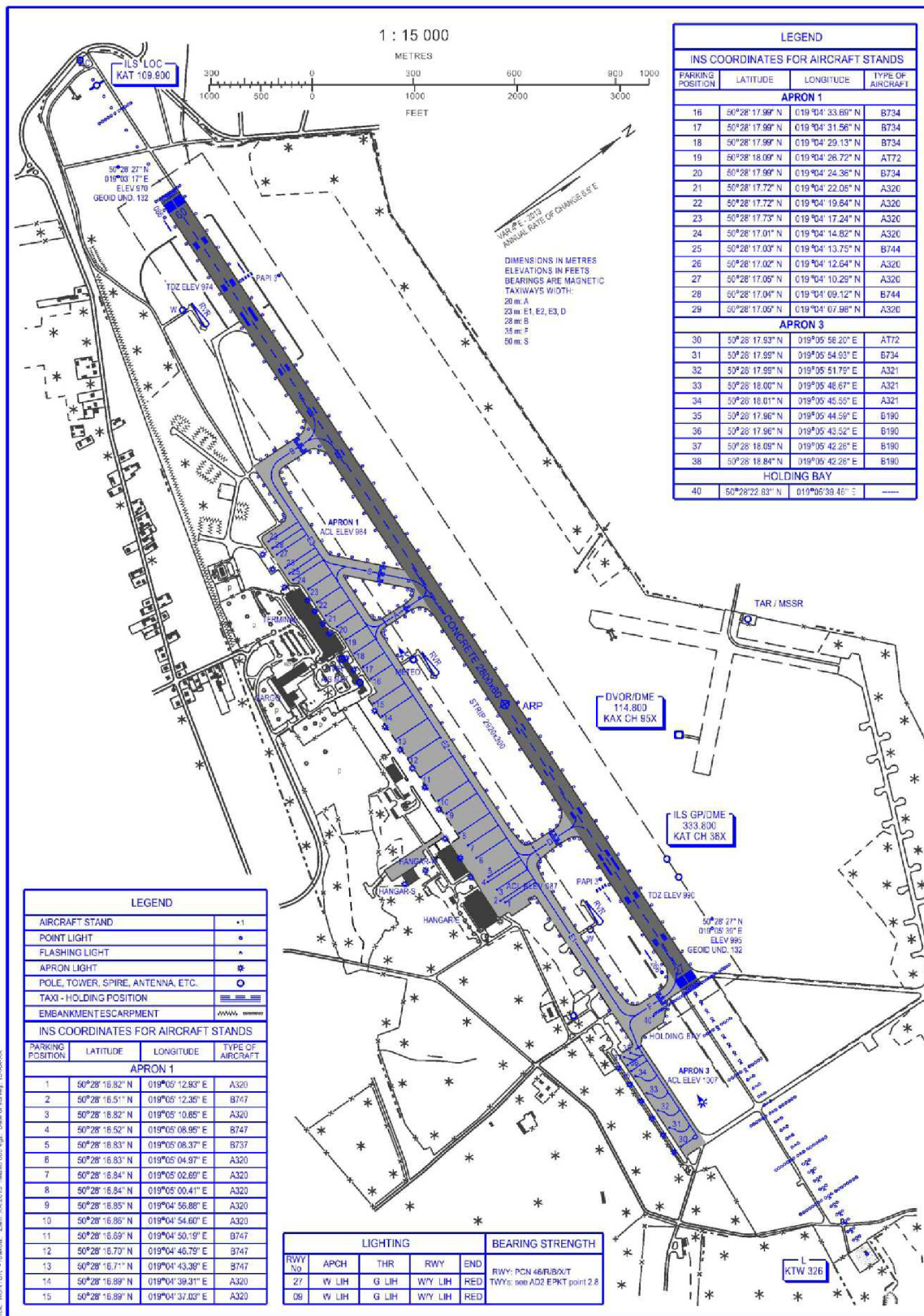
AERODROME CHART - ICAO

50°28' 27" N
019°04' 48" E

ELEV 994 ft
GEOID UND. 131 ft

TWR 129.250
DELIVERY 121.800

KATOWICE / Pyrzowice



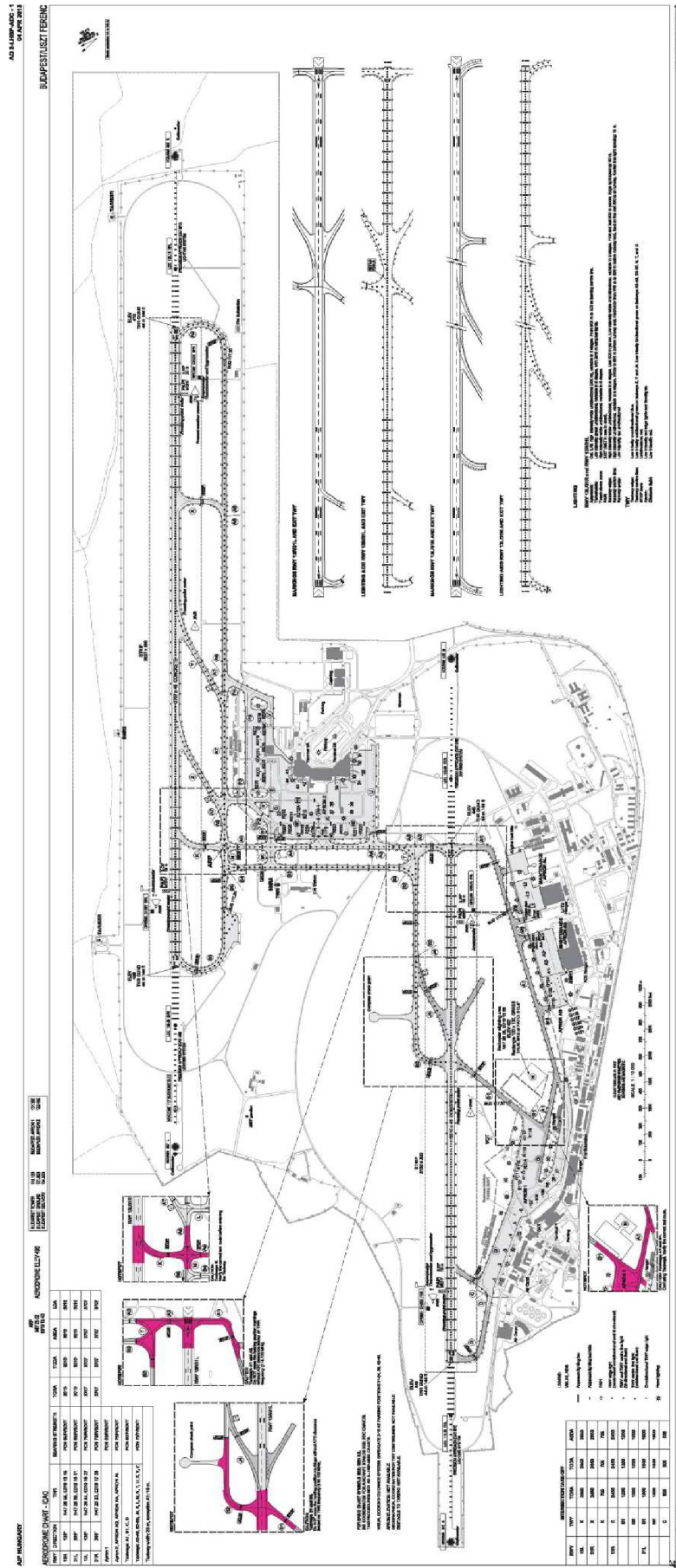
Druk: "KONTUR" - Kraków, Zam: A000013, wydruk: 100, data: 13.03.13

ENTERPRISE GEODESY AND CARTOGRAPHY "GEOPORT" IN CRAKOW
© 2013 Przemysław Górecki - Kartograficzne "GEOPORT" - ALL RIGHTS RESERVED

DATE OF SURVEY 13-04-20
DATA POMIARU

AIRAC AMDT 140

Příloha 18: EPKT [44]



Priloha 19: LHBP [45]