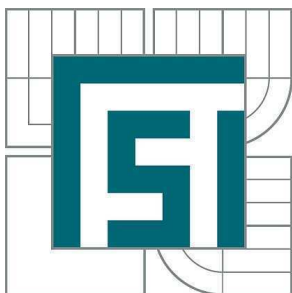


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

OPTIMALIZACE SÍTĚ POZEMNÍCH
RADIONAVIGAČNÍCH PROSTŘEDKŮ ZABEZPEČENÍ
RNAV
VE FIR PRAHA

OPTIMIZATION OF THE GROUND NETWORK INFRASTRUCTURE OF RADIO NAVIGATION AIDS
FOR RNAV IN FIR PRAHA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAN KREJČÍ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL PTÁČEK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Krejčí

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:

Optimalizace sítě pozemních radionavigačních prostředků zabezpečení RNAV ve FIR Praha

v anglickém jazyce:

Optimization of the ground network infrastructure of radio navigation aids for RNAV in FIR Praha

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Realizace současných postupů RNAV (RNAV 1 a RNAV 5) je v ČR zabezpečována pozemními radionavigačními systémy blízké navigace VOR/DME, DME/DME a systémy GNSS, které mohou být doplněny systémem INS. Vzhledem k přijaté navigační strategii ICAO, EUROCONTROL a ČR postupného rozšíření využití GNSS a současně podpory letových postupů pozemními systémy, které mohou sloužit jako záložní systémy k GNSS, vzniká v současnosti potřeba navržení optimálního uspořádání pozemních prostředků VOR a DME. Současně se předpokládá postupná redukce VOR a optimalizace uspořádání DME, primárně k zabezpečení RNAV 5 pro traťové lety, které mohou být doplněné o RNAV 1, při uvážení úrovně současných palubních soustav letadel provozovaných v ČR.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vypracovat studii možných řešení stávajících pozemních prostředků VOR, DME a případné umístění nových DME ve FIR Praha s cílem jejich optimalizace pro efektivní podporu traťové prostorové navigace.

Seznam odborné literatury:

- [1] VOSECKÝ, Slavomír. Základy leteckých navigačních zařízení I. Brno : Vydavatelství Vojenské akademie Antonína Zápotockého, 1988. 396 s.
- [2] Letecký předpis L 10/I: O civilní letecké telekomunikační službě: Svazek I: Radionavigační prostředky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2003.
- [3] KULČÁK, L. a kol. Zabezpečovacia letecká technika. 1. Vyd. : Žilinská univerzita v Žilině, 2010. 423 s. ISBN 80-7100-584-3.
- [4] NOVÁK, A. – FERENC, I. – HAVEL, K. Monitorovanie navigačných a sledovacích systémov. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žilině, 2010. 220 s. ISBN 978-554-0257-4.
- [5] Distance Measuring Equipment Tracer. November 2010. EUROCONTROL [online]. Novemeber 2010. Dostupný z WWW:

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Ptáček, Ph.D.

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

V Brně, dne 18.11.2013

L.S.

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

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

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vytvořením studie řešící optimalizaci sítě radionavigačních prostředků ve FIR Praha, sloužící k podpoře RNAV postupů. Práce uvádí rozbor koncepce rozvoje sítě radionavigačních prostředků, software DEMETER, ve kterém jsou prováděny optimalizační analýzy. Popisuje navigační systém DME/DME a to z hlediska jednotlivých komponent a parametrů. Vlastní studie se zabývá optimalizací sítě RNP, což zahrnuje definici požadavků na síť, vytvoření obecného postupu pro analýzu pokrytí a volbu vhodného budoucího umístění nového RNP. Nedílnou součástí studie jsou analýzy současného stavu navigační výkonnosti a variant řešících případná zlepšení sítě RNP.

Klíčová slova: Optimalizace pozemní sítě, Radionavigační prostředky, RNAV, prostorová navigace, DME/DME, VOR/DME, FIR Praha

Abstract

This diploma thesis concerns with creating of study which deals with the optimization of the ground network infrastructure of radio navigation aids for RNAV in FIR Praha. The thesis contains an analysis of concept of development of Czech navigation environment and introduces DEMETER software, in which the optimization analyses are realized. The thesis describes DME/DME navigation system from the perspective of individual components and parameters. The actual study deals with an optimization of the ground network infrastructure of the radio navigation aids and includes the definition of network performance requirements, creation of general methodology of optimization of navigation performance analysis and a procedure of choosing a suitable placement of radio navigation aid. The integral parts of the study are analyses of current state of navigation performance and analyses of possible improvement of radio navigation infrastructure.

Keywords: Optimization of the ground network, Radio navigation aid, RNAV, area navigation, DME/DME, VOR/DME, FIR Praha

Bibliografická citace bakalářské práce

KREJČÍ, J. *OPTIMALIZACE SÍTĚ POZEMNÍCH RADIONAVIGAČNÍCH PROSTŘEDKŮ ZABEZPEČENÍ RNAV VE FIR PRAHA*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 121 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Ptáček

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně za použití zdrojů uvedených na konci práce.

V Brně 23.5.2014

.....

podpis

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval všem, kteří mě jakýmkoliv způsobem podporovali při tvorbě této bakalářské práce. V první řadě vedoucímu práce panu Ing. Pavlovi Ptáčkovi za podporu, ochotu a množství užitečných rad, které mi během tvorby poskytnul. Dále odborníkovi z ŘLP s.p. ČR: panu Ing. Tomáši Dukovi za praktické rady a odbornou podporu. Chci také poděkovat členům mé rodiny za trpělivost a ohleduplnost, které mi během tvorby prokazovali.

Obsah

1. Úvod.....	3
1.1. Popis problému.....	3
1.2. Navigační koncepce	4
1.3. Popis prostorové navigace (RNAV).....	5
1.4. Důvody pro existenci záložního zdroje navigační informace	8
1.5. Analýza dokumentu Organizace EUROCONTROL.....	9
1.5.1. Popis problému dle dokumentu EUROCONTROL.....	9
1.5.2. Využití softwarových nástrojů	10
1.5.3. Demeter.....	10
2. Systém DME/DME.....	13
2.1. Základní popis a charakteristika DME.....	13
2.2. Faktory ovlivňující činnost DME.....	15
2.3. Požadavky na přesnost	16
2.3.1. Úvod.....	16
2.3.2. Celková chyba systému dle dokumentu Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment.....	16
2.3.3. Vzorec pro výpočet přesnosti DME/DME systému.....	17
2.3.4. Přesnost a chyby dle předpisu L10	17
2.4. Navigační systém DME/DME	18
2.5. Pracovní oblast systému DME/DME	19
2.6. Interference signálu DME a GPS	23
3. Rozmístění DME ve FIR Praha	25
3.1. Požadavky na pokrytí	25
3.2. Postup procesu optimalizace	26
3.3. Analýza současného stavu.....	28
3.4. Nové DME na místě současného NDB ve Starém Městě u Moravské Třebové.....	38
3.5. Nové DME na místě současného NDB u Holešova.....	44
3.6. Změna polohy radiomajáku Vlašim	47
4. Závěr	55
5. Seznam použitých zdrojů	56
5.1. Knižní zdroje.....	56
5.2. Zdroje obrázků	57
6. Seznam použitých zkratk	57
7. Seznam příloh	59
8. Přílohy.....	60

1. Úvod

Cílem této diplomové práce je vytvořit studii zabývající se možným umístěním radionavigačních prostředků s ohledem na požadavky moderních navigačních koncepcí. V úvodu práce je nastíněn její koncept. Nejprve je předložen popis daného problému. Dále jsou popsány současné způsoby navigace včetně systému prostorové navigace (RNAV). Následující část se zabývá popisem vybraného navigačního systému. V další části této práce je zhodnocen současný stav a jsou předložena možná řešení daného problému. V závěru této práce je provedeno zhodnocení jednotlivých variant.

1.1. Popis problému

Pokračující nárůst letecké dopravy zvyšuje nároky na kapacity vzdušného prostoru, což zdůrazňuje potřebu jeho optimálního využití. V dnešní době je naprostá většina letů prováděna podle pravidel IFR (Instrumental Flight Rules). IFR postupy zajišťují bezpečné a přesné vedení letu i ve zhoršených podmínkách. IFR navigace dosahuje díky implementaci specializovaných přístrojů mnohem vyšší přesnosti než VFR postupy (Visual Flight Rules) a tím podstatně zvyšuje efektivitu letu. Pro správnou funkci navigační systémy vždy potřebují informace o poloze letounu v prostoru. Tyto informace lze získat buď z radionavigačních prostředků, nezávislých systémů (inerciální navigační systémy- INS) nebo z GNSS (Global navigation satellite system). Moderní koncepce počítají s GNSS jako s primárním zdrojem informací pro prostorovou navigaci. Hlavním důvodem je globální dostupnost a přesnost systému. Stále je ale počítáno s tradičními radionavigačními prostředky jako se zálohou k GNSS. Z mezinárodních smluv vyplývá, že je povinností každého státu zajistit dostatečnou infrastrukturu pro potřeby letecké navigace a to včetně prostorové navigace. Každý stát tudíž musí vypracovat vlastní navigační strategii, která popíše stav a předpokládaný vývoj letecké navigace ve vzdušném prostoru daného státu. Pro Českou republiku je platný dokument **“A 1/12 Koncepce rozvoje navigačního prostředí České republiky v období do roku 2020”**. [12] Jelikož postupy RNAV nejsou zatím plně zavedeny, je cílem této práce navrhnout rozmístění radionavigačních prostředků ve FIR Praha umožňující RNAV. Stručný výpis z navigační koncepce bude uveden dále v textu.

1.2. Navigační koncepce

“Koncepce rozvoje navigačního prostředí České republiky v období do roku 2020“ [12] (dále jen Navigační koncepce) je dokument vydaný Řízením letového provozu s.p. ČR a zveřejněný jako AIC A1/12. V tomto dokumentu předkládá Ministerstvo dopravy ČR uživatelům vzdušného prostoru koncepci rozvoje letecké navigace pro dané období. Koncepce vychází z dokumentu “ECAC Navigation Strategy and Implementation Plan“. Koncepce udává, že rozvoj letecké navigace v ČR bude založen na implementaci navigace podle výkonnosti (Performance based navigation- PBN), podle dokumentu ICAO doc 9613.[8] Koncepce dělí dané období na 3 etapy: období do roku 2012, od 2012 do 2016 a období od 2016 do 2020.

První období- do roku 2012: Na tratích LPS je nad FL95 požadována specifikace B-RNAV (RNAV-5 podle PBN). V prostoru TMA Praha je požadována přesná prostorová navigace P-RNAV (RNAV-1 dle PBN). Základní traťovou navigací je B-RNAV s využitím infrastruktury VOR, DME a GNSS. Stávající infrastruktura DME poskytuje plné pokrytí pro poskytování B-RNAV v ČR. P-RNAV tratě jsou používány pouze v TMA Praha a na ostatních letištích zůstávají konvenční tratě nebo B-RNAV. Vzhledem k tématu práce nejsou části Navigační koncepce zabývající se navigací na konečném přiblížení a navigací po pohybové ploše relevantní.

Druhé období- od roku 2012 do roku 2016: V tomto období je plánované zahájení využívání systému GALILEO a další rozšíření využívání satelitních navigačních systémů. Dále je plánováno rušení traťových navigačních zařízení VOR po konci jejich životnosti. Toto rušení je plánováno bez náhrady. Zařízení DME budou zachována, případně přemístěna na vhodnější lokality. V oblasti navigace na přílety a odlety je plánováno pokračování v zavádění RNAV-1 pro přílety a odlety z TMA a rušení konvenčních SID/STAR tratí. Primárním zdrojem informací o poloze letounu bude satelitní navigace. Letištní VOR používané pro navigaci v TMA budou udržovány v provozu jako záloha k satelitní navigaci.

Třetí. období- od roku 2016 do roku 2020: V tomto období se již počítá s plnou integrací satelitních navigačních systémů jako primárního zdroje informací. Jako nezbytná záloha satelitních systémů je plánovaná síť DME.

Závěrem lze tedy Navigační koncepci shrnout takto: Dojde k postupnému přechodu na GNSS jakožto primární zdroj navigační informace, stávající zařízení VOR a NDB budou po skončení své životnosti vyřazena a to bez náhrady a zařízení DME budou

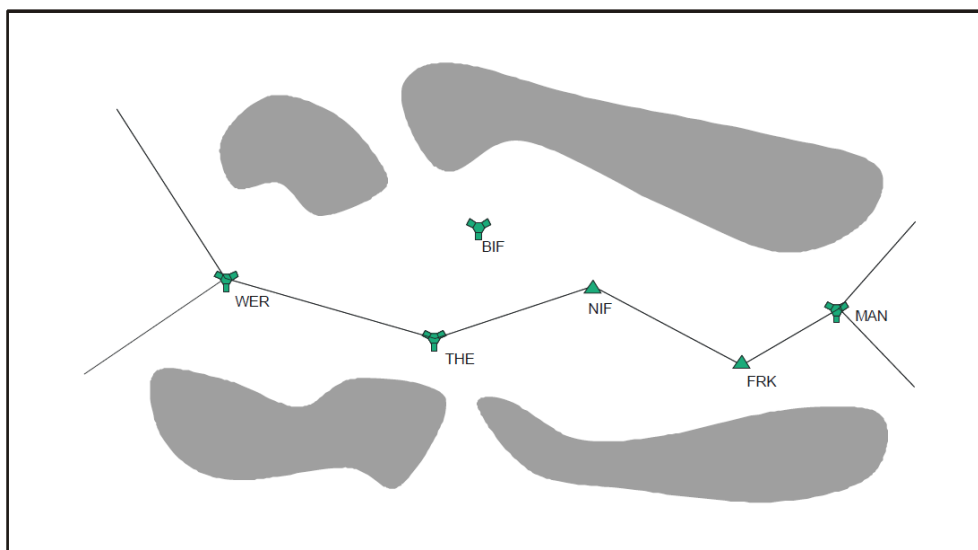
zachována, případně bude jejich síť rozšířena tak, aby splňovala zadané požadavky na přesnost. Tato síť je plánována jako záloha pro případ nefunkčnosti systému GNSS. [12]

Organizace EUROCONTROL vytvořila dokument zabývající se tvorbou RNAV infrastruktury.[9] Cílem tohoto manuálu je unifikovat podmínky poskytování navigační informace v rámci evropského vzdušného prostoru. Stručný výtah ze zmíněného manuálu bude popsán v kapitole 1.5.

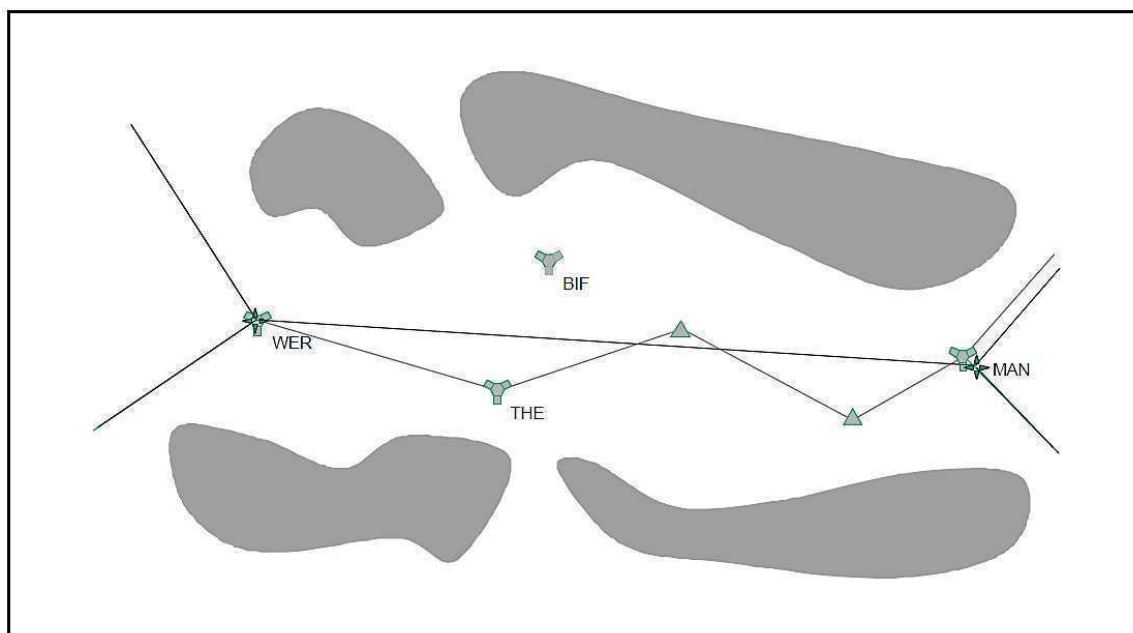
1.3. Popis prostorové navigace (RNAV)

Prostorovou navigaci nejlépe vystihuje definice předpisu L-2: „**Prostorová navigace (RNAV) (Area navigation)** Způsob navigace, který umožňuje letadlu provést let po jakékoliv požadované letové dráze, v dosahu pozemního nebo kosmického navigačního zařízení nebo v rozsahu vlastního vybavení letadla nebo kombinací obojího.“ [5 s. 1-5]

Z výše zmíněného vyplývá, že v případě RNAV navigace je možné odpoutat letovou trať od nutnosti navigovat „od majáku k majáku“. Příklad tratě podle koncepce klasické navigace je uveden na obrázku Obr. 1 a příklad RNAV tratě je uveden na obrázku Obr. 2. Postupy prostorové navigace umožňují volit trať mnohem flexibilněji a přizpůsobit ji přesně pro potřeby daného letu. RNAV tudíž umožňuje zkrátit trať letu i čas, který letadlo stráví ve vzduchu, rovněž náklady na let. Všechny zmíněné aspekty vedou k vyšší efektivnosti letu.



Obr. 1 příklad tratě klasické navigace



Obr. 2 příklad RNAV tratě

Pro správné provedení letu podle principů RNAV je nezbytně nutné neustále spojitě monitorovat přesnou polohu letounu. Tyto navigační informace mohou pocházet z různých zdrojů. V dnešní době patří mezi preferované zdroje navigační informace zvláště GNSS (GPS, Glonass ...). Dále je možné použít pozemní radiomajáky nebo inerciální navigační systémy, případně jejich kombinace. Vzhledem k poskytované přesnosti je nejvýhodnější systém DME/DME.

Pokročilejší stupeň představuje koncept navigace založené na výkonnosti (PBN). Dále uvedený popis této koncepce vychází z dokumentu ICAO PBN 9613.[9]

Koncepce PBN stanovuje, že požadavky na výkonnost systému prostorové navigace letadla by měly být definovány v oblastech přesnosti, integrity, dostupnosti, kontinuálnosti a funkcionality, které jsou potřebné pro předpokládané operace v rámci příslušného konceptu vzdušného prostoru. Koncepce PBN představuje posun od navigace založené na informacích ze senzorů k navigaci založené na výkonnosti. Výkonnostní požadavky jsou uvedeny v navigačních specifikacích, které rovněž určují volby navigačních senzorů a zařízení, které mohou být použity ke splnění požadavků na výkon. Tyto navigační údaje jsou definovány velmi podrobně s cílem usnadnit globální harmonizaci poskytovanou prostřednictvím specifických implementačních příruček pro jednotlivé státy a provozovatele.

V rámci PBN jsou obecné navigační požadavky definovány na základě provozních

požadavků. Následně jsou operátory hodnoceny možnosti s ohledem na dostupné technologie a navigační služby, které by mohly umožnit splnění těchto požadavků. Operátor má tudíž možnost vybrat cenově efektivnější variantu spíše než řešení, které bylo uloženo jako součást provozních požadavků. Technologie se může v průběhu času vyvíjet bez nutnosti přezkoumání, pokud poskytuje systému RNAV očekávaný výkon.

V rámci budoucích prací ICAO se předpokládá, že budou vyhodnoceny další prostředky pro splnění požadavků navigačních specifikací, které mohou být podle potřeby zahrnuty do použitelných navigačních specifikací.

PBN nabízí řadu výhod oproti metodě rozvoje vzdušného prostoru, která je založená na navigaci využívající informace ze senzorů, a metodě rozvoje vzdušného prostoru dle kritéria bezpečné výšky nad překážkami:

- a) snižuje potřebu zachovat specifické cesty a postupy pro klasickou navigaci a s tím související náklady
- b) odstraňuje potřebu vyvíjet specifické postupy pro klasickou navigaci s každým novým vývojem navigačních systémů, což by bylo cenově nákladné
- c) umožňuje efektivnější využití vzdušného prostoru (umístění trasy, spotřeby paliva a snížení hluku)
- d) upřesňuje, jak se používají systémy RNAV
- e) usnadňuje operativní schvalovací proces pro provozovatele tím, že poskytuje omezenou sadu navigačních specifikací určených pro celosvětové použití.

V rámci konceptu vzdušného prostoru budou požadavky PBN ovlivněny principy CNS (komunikace, navigace, dohledu) a prostředí ATM, infrastrukturou navigačních zařízení a funkčními a provozními schopnostmi potřebnými pro splnění aplikací ATM. Požadavky na výkon PBN jsou také závislé na tom, jaké historické non-RNAV prostředky navigace jsou dostupné a jaká míra redundance je nezbytná pro zajištění odpovídající návaznosti funkcí. Během vývoje navigační koncepce založené na výkonnosti bylo zjištěno, že vyspělé letecké RNAV systémy dosahují předvídatelné úrovně přesnosti výkonu navigace, která, spolu s odpovídající úrovní funkčnosti umožňuje efektivnější využití dostupného vzdušného prostoru. PBN především určuje požadavky na navigaci bez ohledu na prostředky, pomocí kterých jsou splněny.

1.4. Důvody pro existenci záložního zdroje navigační informace

Hlavním důvodem pro vytvoření záložního systému je fakt, že v případě úplného či částečného výpadku hlavního systému nebo pouhého snížení přesnosti poskytované navigační informace by mohlo dojít až k závažnému ohrožení bezpečnosti leteckého provozu. V lepším případě dojde pouze ke zhoršení efektivnosti letu, což se může projevit jako zpoždění, vyšší spotřeba paliva a podobně. Bez přesného vedení letu může docházet ke zmenšování laterálních a vertikálních rozestupů mezi jednotlivými letadly, což může vést až ke katastrofické události. Dle současných tendencí je kladen důraz na to, aby hlavním zdrojem navigačních informací byly prostředky satelitní navigace GNSS. Letadlo pozbývá schopnost navigovat se podle informací získaných z GNSS při ztrátě informace či nepřesné informaci o poloze. Krátkodobá ztráta signálu ve většině případů nepředstavuje velké riziko, protože letadlo je vybaveno systémy umožňujícími překonat tyto problémy. Ztráta informace může vzniknout tím, že vysílače GNSS systému přestanou vysílat nebo přijímače nebudou schopny přijmout signál. Nepřesná měření mohou vzniknout například rušením přenosu signálu či vysíláním nepřesných informací. Dále může dojít ke zhoršení vlastností ionosféry. Tento stav může silně ovlivnit možnost přenosu signálu od vysílače k přijímači. Vzhledem k počtu subjektů závislých na informacích z GNSS a vzhledem k mezinárodním smlouvám je možnost vypnutí vysílačů nemyslitelná. Druhá možnost, tedy rušení signálu, představuje reálnou hrozbu pro GNSS navigační systémy. Přestože provozovatelé GNSS navigačních systémů (GSP, Glonass, Galileo, ...) se snaží zajistit, aby jejich systémy fungovaly přesně a aby nemohly být ovlivněny rušením, v nedávné době bylo zaznamenáno několik incidentů, kdy se určitým subjektům povedlo signál např. GPS efektivně rušit. Tyto incidenty dokazují, že rušení GNSS není nereálné. Jako jeden z příkladů rušení signálu GPS může posloužit incident z Korejského poloostrova z roku 2012.

Jednou z možností, jak rušit signál GNSS, je zahltit frekvenci, na níž probíhá vysílání signálu GPS a tím velmi ztížit až znemožnit měření polohy (podstatné zvýšení šumu, který začne překrývat skutečný signál). Přestože je vysílání v pásmu letecké radionavigační služby celosvětově nelegální, je například v USA možné koupit komerčně vyráběné rušičky GPS signálu. Tyto rušičky, pracující výše zmíněným způsobem, jsou určeny především na rušení systémů na sledování polohy (například automobilů), tudíž mají relativně malý efektivní dosah (řádově v metrech). Nelze vyloučit, že se někomu podaří zvýšit jejich výkon. Dalším potenciálně velmi nebezpečným způsobem použití je

případ, kdy cestující zapne podobné zařízení na palubě letadla. Nejvyšší nebezpečí by tento čin představoval v takových kritických fázích letu, jako je konečné přiblížení.

Další možností ovlivnění měření polohy je využití vysílačů, které nezahltí frekvenci falešnými signály, ale způsobí pouze nepřesnosti ve výsledku měření. Používání takovýchto speciálních vysílačů je všeobecně uznávanou možností zvýšení přesnosti měření (např systémy WAAS, LAAS...) Nelze ovšem vyloučit, že zmíněná možnost může vést i k snížení přesnosti, ať už vinou chyby těchto vysílačů či úmyslného útoku.

Poskytovatelé signálu GNSS se snaží vylepšovat a rozvíjet své systémy, aby bylo jejich případné rušení či napadení čím dál obtížnější až nemožné. Popis způsobů ochrany signálu GNSS před rušením či napadením již přesahuje rámec této práce, a proto je zde pouze zmíněna jejich existence. Samotné způsoby zde však probírány nejsou. Přesto ale nelze zmíněné problémy vyloučit. Z výše zmíněného je tudíž jasné, že záložní systém je velmi žádoucí, ne-li nezbytný.

1.5. Analýza dokumentu Organizace EUROCONTROL

V následujícím textu je předložen stručný výtah z dokumentu Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment [9] vypracovaného organizací EUROCONTROL. Tento dokument představuje manuál pro sjednocení a harmonizaci infrastruktury radionavigačních prostředků poskytujících navigační informace pro postupy prostorové navigace.

1.5.1. Popis problému dle dokumentu EUROCONTROL

Poskytovatelé letových navigačních služeb mají za povinnost zajistit infrastrukturu (navigační prostředky, systémy...), která umožní provádění všech RNAV procedur s dostatečnou přesností. Tato povinnost je dána na základě mezinárodních smluv, jako například ICAO Doc 7300/8, ICAO Annex 11 a další. Tyto standardy definují zodpovědnost za úkoly, které řeší vyhodnocování vlastností navigační infrastruktury. Detailní návod popisující vazby mezi navigační infrastrukturou, navigačními specifikacemi a jejich aplikacemi v určitém vzdušném prostoru jsou přesně popsány v dokumentu ICAO Doc 9613- Performance Base Navigation Manual.[8]

Jednotlivé specifikace navigace vyvolávají konkrétní požadavky na navigační infrastrukturu. Mezi různými specifikacemi je v současné době široce implementována

RNAV-1. Tato technická specifikace je výsledkem harmonizace mezi regionálními specifikacemi P-RNAV, existující v Evropském vzdušném prostoru, a U.S.-RNAV, u které již z názvu vyplývá, že se jedná o americký standard.

1.5.2. Využití softwarových nástrojů

Dokument Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment [9] navrhuje použít vhodné softwarové nástroje k vytvoření a posouzení RNAV infrastruktury. Přestože tyto činnosti by mohly být realizovány pomocí ruční analýzy a ověřeny letovou kontrolou, používání softwarového nástroje je doporučeno z důvodu zvýšení efektivnosti činností spojených s posouzením infrastruktury. Softwarový nástroj by měl být přizpůsoben tak, aby splňoval požadavky stanovené ve specifikaci P-RNAV navigace.

Obecně platí, že softwarový nástroj pro hodnocení RNAV infrastruktury by měl zahrnovat 3D model terénu s dostatečným rozlišením a přesností, aby bylo umožněno předpovídání dosahu signálu jednotlivých navigačních zařízení, včetně analýzy dalších geometrických omezení. Velmi důležitý je i fakt že, přesnost modelu terénu v oblasti lokalizace systému DME má velký vliv na přesnost předpovědi šíření signálu a dosahu tohoto prostředku.

Vzhledem k tomu, že dokument Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment [9] doporučuje provádět návrh a analýzu infrastruktury radionavigačních prostředků pomocí programu DEMETER, který byl pro tento účel vydán a jelikož Letecký ústav tento softwarový nástroj autorovi opatřil, bude program DEMETER použit k analýzám v této diplomové práci.

1.5.3. Demeter

DEMETER (DistancE Measuring Equipment TracER) je softwarový nástroj, který podporuje zavádění PBN a plánování navigační infrastruktury (racionalizace a další vývoj). Tento nástroj umožňuje poskytovatelům služeb určit minimální navigační infrastrukturu potřebnou pro podporu B-RNAV (nebo RNAV-5 při použití VOR/DME) a P-RNAV (nebo RNAV-1 při použití DME/DME). DEMETER využívá terénní databáze k určení dosahu signálu zařízení, k výpočtu navigační výkonnosti a zpracovává výsledky podle hodnotících kritérií RNAV podle ICAO Doc 9613. [8] (viz část 4.1 této práce

strana 23)

V roce 2010 byl DEMETER rozšířen s konkrétním zaměřením na integraci implementačních procesů. Provedený upgrade umožňuje vizualizaci výsledků simulace v souvislosti s provozními požadavky, které jsou stanoveny plánovači vzdušného prostoru, a podporuje plánování kontrolních letů, které v DEMETER zajišťuje, že musí být kontrolována pouze minimální sada zařízení DME. Všechny existující údaje mohou být shromažďovány na jediné platformě. Flexibilní rozhraní umožňuje import výsledků letové kontroly a následné přímé srovnání mezi simulací a výsledky letové kontroly. Kromě toho obsahuje tento software databáze navigačních prostředků umožňující změnu klíčových technických údajů (poloha zařízení, typ zařízení, dosah ...).

2. Systém DME/DME

Jak již bylo výše zmíněno, jednou z možností poskytování navigační informace je systém DME/DME. Tento systém je založen na soustavě dálkoměrných zařízení DME. Na rozdíl od GNSS jej tvoří síť pozemních radiomajáků. Oproti systému VOR/DME poskytuje vyšší přesnost a tudíž je výhodnější.

Následující část práce se zabývá popisem tohoto systému.

2.1. Základní popis a charakteristika DME

Základem popisovaného systému je radionavigační zařízení DME. Název tohoto zařízení vychází ze zkratky anglického názvu Distance Measuring Equipment, tedy DME. Jak již z názvu vyplývá, jedná se o měřič vzdálenosti letadlo-DME (respektive letadlo- pozemní anténa prostředku DME). Dle předpisu L10 *“Systém DME je určen pro zajištění nepřetržité a přesné indikace šikmé vzdálenosti letadla, vybaveného příslušným zařízením, vyhodnocované od referenčního bodu pozemního zařízení.”* [6 str. 3-23]

Princip činnosti zařízení DME je velmi podobný principu činnosti sekundárního přehledového radaru. DME se skládá z částí instalovaných na palubě letounu: *dotazovač* a *přijímač* a pozemní části: *odpovídač*. Systém DME pracuje v pásmu UKV (resp. UHF) v rozmezí 962-1213MHz s kanálovou roztečí 1MHz, tedy celkem na 256 kanálech. Činnost probíhá současně na dvou kanálech. Na jednom je vysílán DOTAZ a na druhém vysílá pozemní odpovídač ODPOVĚĎ. Z praktických důvodů jsou kanály dotazů a odpovědí párovány a to tak, že se frekvence těchto kanálů vždy liší o 63 MHz. Z výše uvedeného vyplývá, že je 126 různých použitelných dvojic frekvencí a tudíž pouze 126 možností volby frekvencí zařízení DME. Tento fakt je nutno brát v úvahu při tvorbě sítě DME, aby nedocházelo k rušení dvou zařízení DME pracujících na stejné frekvenci.

Principem činnosti zařízení DME je měření času od odeslání DOTAZU do přijetí ODPOVĚDI. Přesněji řečeno: palubní dotazovač vyšle signál DOTAZU ve formě dvouimpulzových kódů. Identifikačním znakem tohoto signálu je rozestup mezi čely prvního a druhého impulzu, který je 12 μ s. Na pozemním stanovišti zařízení DME je signál přijat. Na přijetí signálu reaguje *odpovídač* odesláním signálu ODPOVĚDI. Tento signál je odeslán s 50 μ s zpožděním na příslušné frekvenci, která odpovídá výše zmíněnému principu párování frekvencí. Signál ODPOVĚĎ má opět tvar dvouimpulzového kódu a identifikačním znakem je opět časový rozestup mezi čely

prvního a druhého impulzu (tentokrát 36 μ s). Signál ODPOVĚDI je po přijetí palubním přijímačem vyhodnocen a zároveň s tím je ukončeno měření času od odeslání DOTAZU do přijetí ODPOVĚDI. Během vyhodnocování je následně odečteno umělé zpoždění signálu ODPOVĚDI o 50 μ s a ze získané doby trvání přenosu signálu je vypočtena vzdálenost letadlo-pozemní anténa zařízení DME.

Další kritickou vlastností odpovídače DME je omezení maximální kapacity ve smyslu počtu obslužených letadel. Přesně danou problematiku popisují skripta Radionavigace: *„Odpovídač disponuje kapacitou 100 letadel (tzn. může současně pracovat až se 100 palubními dotazovači současně). S tím jsou spojeny dvě okolnosti- jednak je kapacita 100 letadel dána časovými/technickými důvody, jednak si každé letadlo musí „umět vybírat jen odpovědi na své vlastní dotazy“, protože odpovídač v normálním režimu odpovídá stejnou odpovědí na každý dotaz, který identifikuje jako správný a přitom nerozlišuje, které dotazy patří kterému letadlu.“* [1. strana 23] Schopnosti vybrat správné dotazy je dosaženo tím, že každé letadlo vysílá dotazy ve svém specifickém proměnném rytmu. Tyto pseudonáhodné posloupnosti vysílání dotazů statisticky zaručují při dlouhodobějším měření možnost vybrat správné odpovědi na dotazy a z nich měřením určit hledanou vzdálenost. Ostatní odpovědi přijímač ignoruje.

Z výše zmíněného vyplývá, že zařízení DME lze použít pro:

- relativně přesné měření hodnoty šikmé vzdálenosti mezi letadlem a pozemní anténou DME či teoreticky k jinému bodu, do jehož souřadnic je virtuálně umístěna anténa pozemního odpovídače (DME v rámci systému ILS),
- ke kontrole hodnot vzdálenosti a výšky během přiblížení k letišti
- k indikaci vzdálenosti k bodu dotyku při přiblížení podle ILS/MLS
- k poskytování potřebné navigační informace pro realizaci prostorové navigace – RNAV

Existují 2 základní kategorie zařízení DME: DME/N a DME/P. Předpis L10 definuje DME/N jako: *“Měřič vzdálenosti prvořadě určený pro navigační zabezpečení letových cest a koncových řízených oblastí. Písmeno „N“ označuje úzké spektrum vyzařovaného signálu.“* [6. strana 3-21]

a DME/P jako: *“Dálnoměrná část MLS, písmenem „Pop“ se označuje přesné měření vzdáleností. Spektrum vyzařovaného signálu je analogické jako DME/N.“* [6. strana 3-21]

Zařízení instalována v rámci systému ILS mají téměř vždy snížený výkon a tudíž i dosah. Tato zařízení většinou nelze použít pro navigaci na trati, respektive systémy FMS

je automaticky vylučují z počítání polohy, a proto s těmito zařízeními nebude v dále uvedených analýzách řešení pokrytí letových tratí počítáno. Přesné informace o použitelnosti daných zařízení pro potřeby RNAV navigace jsou dostupné z AIP vydaného LIS. Tyto informace budou uvedeny v kapitole 3. [3]

2.2. Faktory ovlivňující činnost DME

Pro činnost DME jsou rozhodující faktory ovlivňující dosah a přesnost výsledného měření.

V první řadě jde o přímou rádiovou viditelnost mezi dotazovačem a odpovídačem. Tento požadavek vychází z principu činnosti DME, popsaného výše, a to zejména z frekvenčního spektra, v němž DME pracuje. Ve spektru UKV (UHF) se elektromagnetická vlna šíří převážně jako prostorová vlna. Prostorová vlna vzniká součtem přímé vlny a vlny odražené od země. Přímá vlna se šíří přímočaře mezi vysílačem a přijímačem. U této vlny je tedy silně limitujícím faktorem přímá rádiová viditelnost. Vlna odražená od povrchu země vzniká u vysílačů s anténami umístěnými relativně nízko nad zemí. Část energie vyzářené anténou se odrazí od zemského povrchu a dorazí na palubu letounu s jinými fázovými vlastnostmi než vlna přímá. Prostorová vlna vzniká jako součet vlny přímé a vlny odražené od zemského povrchu tedy může obsahovat oblasti, kde vlivem vzájemného ovlivnění jednotlivých složek může dojít k tomu, že signál je například zeslabován (fázově se ovlivňující složky dané elektromagnetické vlny). Z toho vyplývá, že významnou roli hraje povrch terénu, konkrétně terénní nerovnosti či překážky. Tyto vytvářejí rádiový stín, tedy oblast kam se signál nedostane. V oblastech bez signálu samozřejmě není možné provádět měření vzdálenosti. Vliv terénních nerovností je zvláště markantní v malé výšce.

Vzhledem k omezenému počtu kanálů a jejich malému rozestupu je dalším problémem možná interference signálů dvou stanovišť DME. Tomuto problému je zabráněno vhodnou architekturou sítě zařízení DME a definováním DOC (prostorů zaručených dosahů). V první řadě je v rámci sítě zařízení DME potřeba zajistit, aby zařízení, která se nacházejí blízko sebe, nepracovala na kanálech s příliš malým frekvenčním rozestupem. Dále je nutné publikovat prostory zaručených dosahů DOC. Mimo tyto prostory by dané DME nemělo být používáno, protože jím poskytovaná navigační informace může být nepřesná.

Rovněž je třeba brát v úvahu fakt, že zařízení DME měří přímou vzdálenost letadlo-

pozemní anténa, tedy šikmou vzdálenost. Proto je vždy nutné provádět přepočítání hodnot šikmé vzdálenosti na vodorovnou. Zvláště důležitý je tento přepočítání v blízkosti pozemní antény.

2.3. Požadavky na přesnost

2.3.1. Úvod

Kromě pokrytí signálem DME v dané oblasti musí být rovněž dosaženo určité úrovně přesnosti. V následujícím textu jsou uvedeny požadavky dokumentu *Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment*. [9] Jde zejména o příspěvky do signálu poskytovaných pozemní infrastrukturou. Tento signál musí splňovat (nebo překračovat) požadavky na přesnost ve všech bodech v definovaném objemu RNAV prostoru. I když jsou požadavky na přesnost jednotlivých signálů DME v prostoru pro podporu RNAV v souladu se stávajícími požadavky na přesnost definovanými v ICAO Annexu 10 (Předpisu L10), je třeba ověřit, je-li splněn požadavek celkové chyby pro P-RNAV v rámci dané geometrie.

Je třeba zvážit i palubní vybavení a pilotní aspekty, zejména v případě, že DME podpora P-RNAV obsahuje jisté mezery v pokrytí.

2.3.2. Celková chyba systému dle dokumentu *Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment*

Přesnost laterálního vedení letu pro P-RNAV je definována celkovou systematickou chybou anglicky: Total System Error (TSE) a je nutné, aby byla stejná nebo menší než ± 1 NM pro 95% letového času. TSE je odvozen od Root Sum square (Odmocnina součtu čtverců- obecný zákon šíření chyb, anglicky- RSS) z navigační systémové chyby Navigation System Error (NSE) a letové technické chyby - Flight Technical Error (FTE). NSE zahrnuje chybu odhadu polohy Position Estimation Error (PEE), chybu definice tratě- Path Definition Error (PDE) a chyby zobrazení. Pro účely posouzení infrastruktury mohou být PDE a chyby zobrazení považovány za zanedbatelné. PEE se skládá z chyb signálu v prostoru a chyby šíření signálu vzduchem. Tato část se zaměřuje na dominantní příspěvky TSE, kterými jsou NSE a FTE.

První úroveň dělení přesnosti je mezi FTE a NSE. V rámci P-RNAV se používá pro FTE hodnota 0,5 NM (pro 95% času letu). To je v souladu s ICAO Doc 8168 (PANSOPS)

a Doc 9613. Přestože je doporučeno používání autopilota, chyba 0,5NM FTE je dosažitelná i v manuálním režimu řízení letu. FTE i NSE jsou považovány za nezávislé chyby. Rozdělení FTE stanoví maximální přípustnou NSE o $\pm 0.866\text{NM}$ (95%) za použití RSS vzorce (viz následující odstavec). Tyto chyby jsou považovány za kruhové chyby a žádné další přídavné hodnoty nejsou připočítávány ani v podélném ani příčném směru.

2.3.3. Vzorec pro výpočet přesnosti DME/DME systému

NSE se skládá ze dvou příspěvků: z palubního vybavení (dotazovacího) a z pozemního vybavení (transpondér) včetně účinků šíření signálu prostorem. Minimálním požadavkem pro poskytování RNAV s DME rozsahy je mít k dispozici 2 DME s vhodnou geometrií a dostatečným dosahem. Pro výpočet přesnosti DME RNAV byl schválen následující vzorec (ICAO Doc 9613 [8. kapitola 3.3.3.2.2. g]):

$$2\sigma_{DME1/DME2} \leq 2 \cdot \frac{\sqrt{(\sigma_{DME1,air}^2 + \sigma_{DME1,SIS}^2) + (\sigma_{DME2,air}^2 + \sigma_{DME2,SIS}^2)}}{\sin \alpha}$$

Popis jednotlivých členů:

$$\sigma_{SIS} = 0,05 \text{ NM (nebo větší hodnota pokud je třeba)}$$

$$\sigma_{air} = \text{MAX}\{0,085 \text{ NM}; 0,125\% \text{ ze vzdálenosti}\}$$

$$\alpha = \text{úhel (musí být mezi } 30^\circ \text{ a } 150^\circ)$$

Tento vzorec se používá k určení, zda je konkrétní dvojice DME schopna podporovat daný navigační postup. Předpokládá se, že DME je umístěn v nulové hodnotě, a tedy výsledek dva $\sigma_{DME/DME}$ je porovnán s maximální NSE (0.866NM). Tato maximální NSE je také používána jako limit ve vyhodnocování INS, při přechodu přes mezery v pokrytí signálem.

2.3.4. Přesnost a chyby dle předpisu L10

Obecně lze říci, že chyba měření vzdálenosti roste s vzdáleností. Předpis L10 řeší přesnost zařízení DME/N v kapitole: 3.5.4.5.

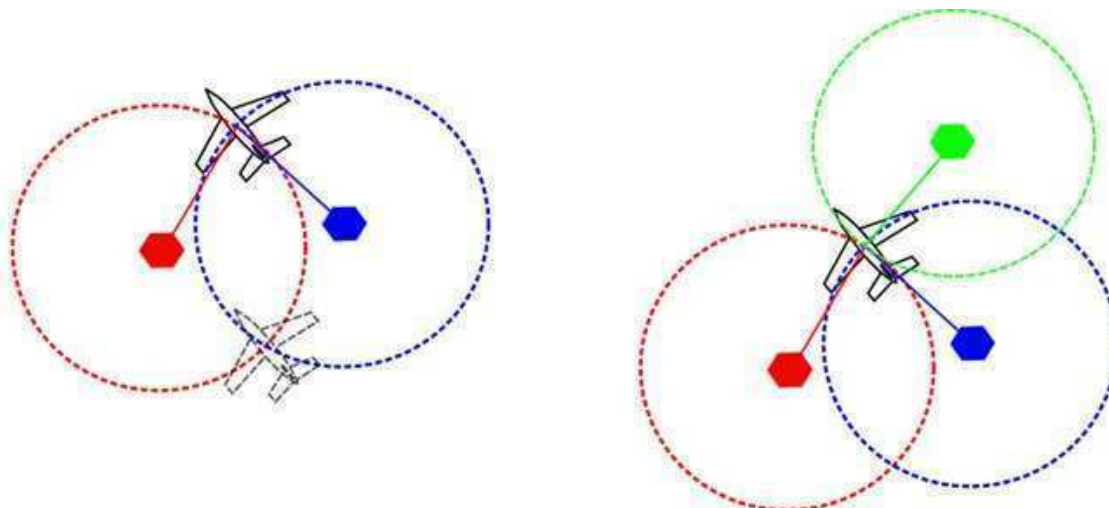
V kapitole 3.5.4.5 předpis stanovuje: “*DME/N. Doporučení. Podíl kombinace chyb odpovídače, chyb souřadnic polohy odpovídače, vlivů prostředí šíření vln a náhodné interference signálů na celkové chybě systému by neměl být větší než ± 340 m (0,183 NM) plus 1,25 procent měřené vzdálenosti. Poznámka: Toto omezení složky chyby zahrnuje všechny příčiny kromě palubního vybavení, a předpokládá, že palubní vybavení měří časové zpoždění na základě první složky impulzu dvojimpulzu.*

‡3.5.4.5.1.2 *DME/N. Kombinace chyb odpovídače, chyb souřadnic polohy odpovídače, vlivů prostředí šíření vln a náhodné interference signálů se na celkové chybě systému nesmí podílet více než ± 185 m (0,1 NM). Poznámka: Toto omezení složky chyby zahrnuje všechny příčiny kromě palubního vybavení, a předpokládá, že palubní vybavení měří časové zpoždění na základě první složky impulzu dvojimpulzu.*“ [6 str. 3-29]

Z uvedených citací předpisu vyplývá, že v rámci řešení přesnosti zařízení DME je uvažována pouze pozemní část.

2.4. Navigační systém DME/DME

Spojením více zařízení DME vznikne dálkoměrný systém sloužící k přesnému určení polohy. Vzhledem k tomu, že výsledkem měření vzdálenosti každého zařízení DME je jedna polohová čára, v případě dálkoměru se jedná o kružnici (kulovou plochu v trojdimenzionálním prostoru), je zapotřebí minimálně 2 DME pro určení polohy. Toto řešení je stále dvojznačné (vznikají 2 průsečíky polohových čar jednotlivých DME, kružnice ve 3D prostoru), přesto ale logické obvody vyhodnocující měření zvládají vzhledem k paměti minulé polohy určit pravděpodobnější z daných 2 průsečíků. V trojdimenzionálním prostoru je problém kružnice pravděpodobné polohy vyřešen zapojením údajů z výškoměru do výpočtu polohy. Zjistit polohu s nejvyšší přesností umožňuje až zapojení 3 DME. Ve 2D získáme jeden průsečík, v troj-dimenzionálním prostoru 2 body, z nichž jeden ovšem leží pod úrovní terénu.



Obr. 3 Příklad triangulace pomocí systému DME-DME

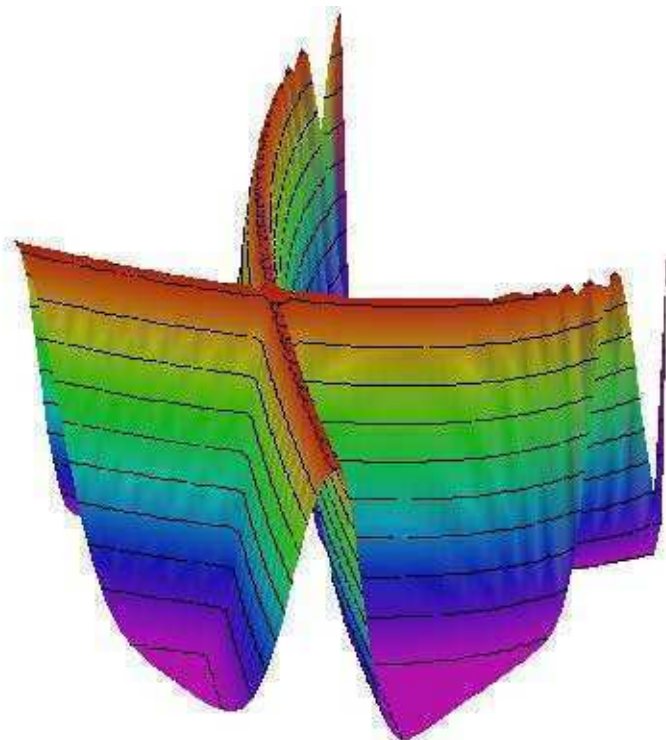
2.5. Pracovní oblast systému DME/DME

Významný vliv na přesnost měření polohy má i úhel, pod nímž se jednotlivé polohové čáry vzájemně protínají. Vliv tohoto úhlu se dá jednoduše vysvětlit za pomoci takzvané elipsy chyb. Vzhledem k tomu, že měření nemůže dosáhnout absolutní přesnosti, zavádí se tolerance přesnosti naměřených hodnot. Zavedení tolerancí má významný vliv na vyhodnocování měření, protože dojde ke změně a z polohové čáry se stane polohový pás odpovídající polohové čáře plus hodnotě tolerance. Velikost tohoto pásu, a tedy i tolerance, je dána požadovanou přesností určení polohy, charakteristikou zařízení a podobně. Výsledná poloha poté leží uvnitř tohoto pásu a řídí se pravidly pravděpodobnosti. Následující ilustrativní obrázek (Obr. 4) názorně ukazuje polohovou čáru, pás pravděpodobnosti a hodnotu pravděpodobnosti přesné polohy.

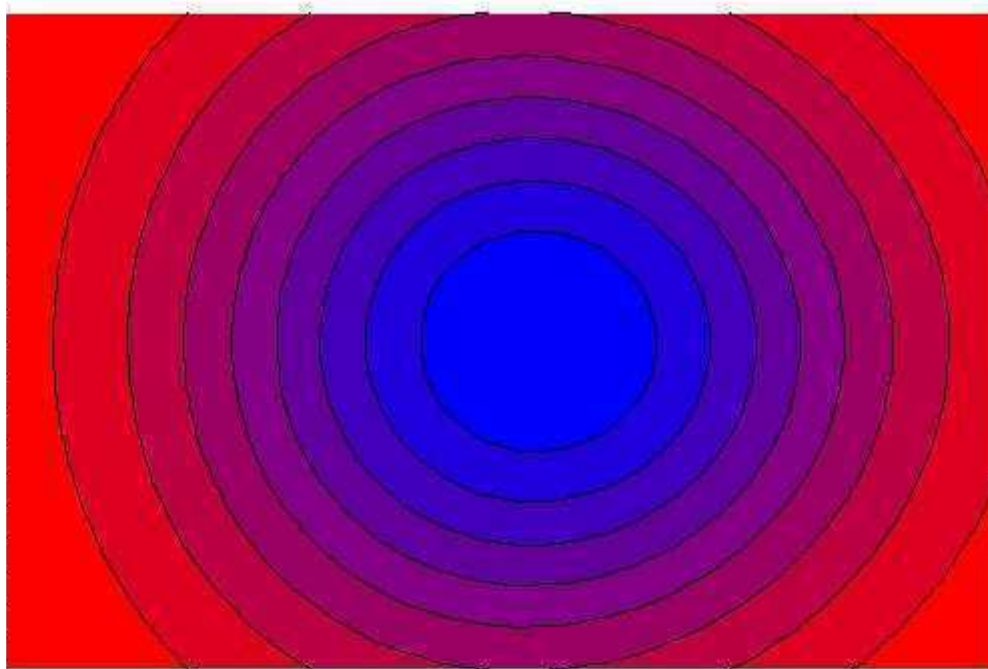


Obr. 4 vizualizace pásu pravděpodobnosti

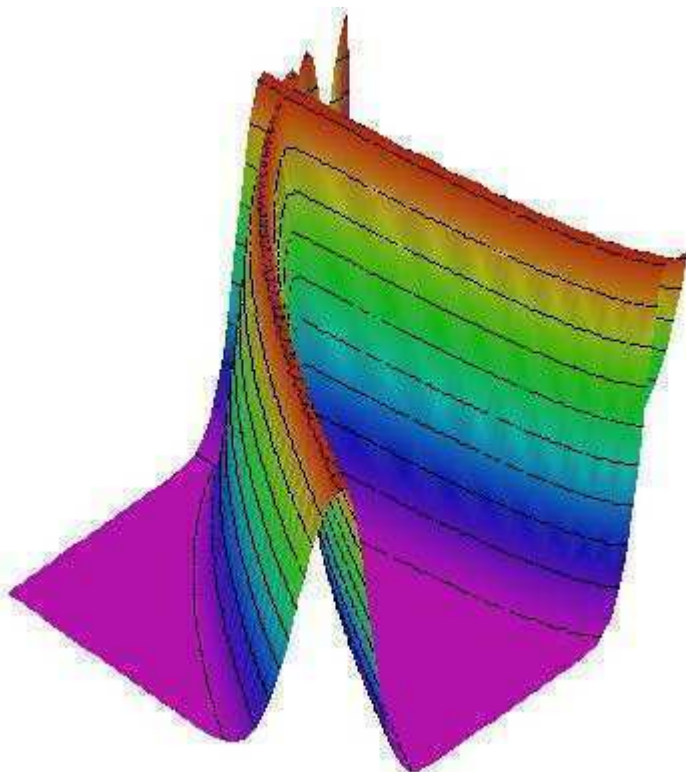
Po protnutí dvou pásů pravděpodobnosti vznikne elipsa pravděpodobné polohy. Tato elipsa znázorňuje oblast, v níž se nachází výsledná poloha vzhledem k stanovené toleranci a pravděpodobnosti. Tvar této elipsy je silně závislý na hodnotě úhlu, pod nímž se dané polohové čáry protínají. Následující obrázky (Obr. 5-Obr. 8) názorně ukazují tuto závislost.



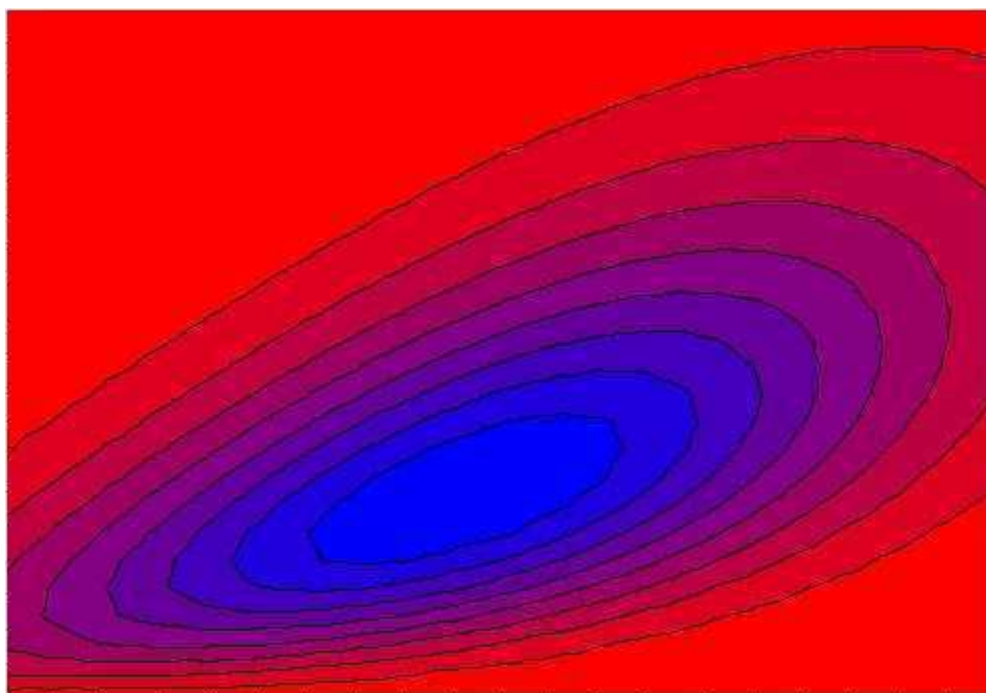
Obr. 5 vizualizace protnutí 2 pásů pravděpodobnosti pod úhlem 90°



Obr. 6 vizualizace tvaru elipsy chyb pro úhel 90°



Obr. 7 vizualizace průtnutí 2 pásů pravděpodobnosti pod úhlem menší než 90°

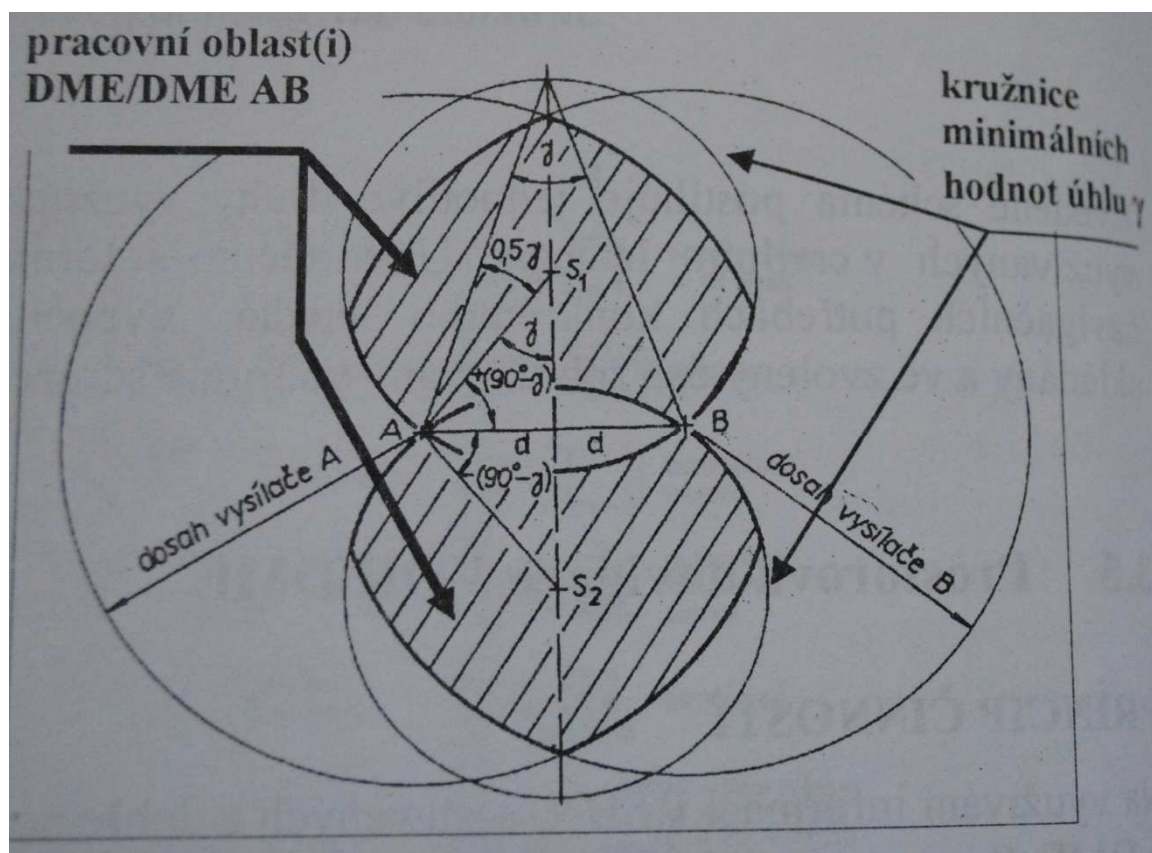


Obr. 8 vizualizace tvaru elipsy chyb pro úhel 90°

Z výše uvedených obrázků vyplývá, že čím ostřejší je úhel, pod nímž se polohové čáry protínají, tím vyšší je rozdíl mezi délkou hlavní a vedlejší poloosy elipsy. To má za následek různou velikost pravděpodobné odchylky v různých směrech. V jednom směru

sice velikost pravděpodobné chyby klesá, v druhém ale roste, a to většinou až nad únosnou mez. Ideálním případem je, pokud jsou protínající se polohové čáry navzájem kolmé. Poté přejde elipsa chyb v kružnici, velikost pravděpodobných chyb je ve všech směrech stejná a to maximálně v hodnotě dané šířkou pásu pravděpodobnosti tedy velikosti tolerance. Je tedy nutné při zavádění tolerance uvažovat i s tímto efektem a stanovit rozsah úhlů, pod nimiž se mohou dané polohové čáry protínat s ohledem na technické možnosti zařízení (přesnost daného zařízení, tedy šířka pásu pravděpodobnosti) a s ohledem na požadavky na danou navigační výkonnost. Dle ICAO Doc 9613 by tento úhel měl ležet v intervalu: 30° až 150° [8. Kapitola 3.2.1.3]. Software DEMETER, který je použitý k analýzám v této práci, počítá s touto podmínkou a výsledná pokrytá oblast je omezena i z tohoto hlediska.

Výše uvedená fakta vedou k základní geometrii prostoru použitelnosti polohového systému založeného na 2 dálkoměrných zařízeních. Následující obrázek (Obr. 9) názorně popisuje danou geometrii. Je z něj patrné, že oblast zaručeného správného fungování zařízení systému DME/DME je ohraničena kružnicemi minimálních hodnot úhlu γ a kružnicemi maximálních dosahů jednotlivých vysílačů.



Obr. 9 Tvar pracovní oblasti systému DME/DME

2.6. Interference signálu DME a GPS

Pro úplnost tématu je třeba zmínit problém, který představuje možnost interference signálu DME se signálem GPS. Tento problém může vzniknout vlivem toho, že obě zařízení pracují na stejné či blízké frekvenci. Konkrétně se jedná o to, že kanál L5 systému GPS, který se do budoucna uvažuje jako další kanál pro zvýšení přesnosti v rámci civilního použití (eliminace chyb vlivem ionosféry) svou frekvencí 1176,45 MHz leží v pásmu, ve kterém může vysílat i zařízení DME (962-1213 MHz). V případě jakéhokoliv rušení dostane s největší pravděpodobností přednost signál GPS.

3. Rozmístění DME ve FIR Praha

Následující část práce přináší výsledky analýz pokrytí signálem DME vytvořené pomocí programu DEMETER. Nejprve je provedeno zhodnocení požadavků na pokrytí signálem, dále je analyzován současný stav pokrytí a následně jsou předloženy varianty řešení objevených nedostatků.

3.1. Požadavky na pokrytí

Před vlastními analýzami je nejprve nutné stanovit požadavky na pokrytí. Za prvé: kde všude je pokrytí nutné. Dle odborných konzultací s ŘLP s.p. ČR je pokrytí nezbytně nutné tam, kde jsou publikované RNAV tratě. Pokrytí ostatních oblastí je výhodné pro možná budoucí rozšíření sítě RNAV tratí.

Rozsah nutného pokrytí tedy vychází ze seznamu publikovaných RNAV tratí, který je uveden v rámci letecké informační příručky AIP [11] pod kódovým označením: **ENR 3.3** a ve formě map pod označením: **ENR 6.1**. Kompletní seznam publikovaných RNAV tratí je přiložen v příloze [11.][13.] Pokrytí signálem je silně závislé na výšce nad terénem. Vzhledem k výškám publikovaných RNAV tratí budou analýzy pokrytí provedeny pro soubor 8 referenčních výšek. ŘLP s.p. ČR jakožto poskytovatel služeb letecké navigace v dokumentu **ENR 4.2** v odstavci 4.2.1.4 uvádí: „*V krytí signálem vhodným pro B-RNAV nebyly zatím shledány nepokryté oblasti v/nad FL 125.*“ [11 4.2.1.4] Z tohoto dokumentu a po konzultacích s odborníkem z ŘLP s.p. ČR bylo rozhodnuto, že analýzy budou prováděny pro výšky: 3000ft až 12 500ft (odpovídající FL125). Daný rozsah byl rozdělen do těchto 8 referenčních výšek: 3 000ft, 4000ft, 5000ft, 6000ft, 7000ft, 9 500ft, 11000 ft a 12 500ft. Hlavní důraz bude dle požadavků ŘLP s.p. ČR kladen na výšku odpovídající FL95. Dále je nutné specifikovat požadavky na síť radionavigačních prostředků. Jak již bylo výše zmíněno, jedná se například o hodnoty úhlů, pod nimiž se mohou protínat jednotlivé polohové čáry. Požadavky vycházející z kapitoly 3.2.1.3 dokumentu ICAO Doc 9613 jsou:

- „*minimální vzdálenost letadlo DME: 3 NM*
- *maximální vzdálenost letadlo DME: 160 NM*
- *maximální elevační úhel: 40°*
- *rozsah možných úhlů sevřených polohovými čarami: 30°- 150°*“ [8 str.

176]

Obrázek (Obr. 39) uvedený v příloze 1 ukazuje nastavení požadovaných hodnot v programu DEMETER.

Dalším důležitým parametrem jsou zařízení DME použitelná pro potřeby RNAV, která jsou rozmístěná v okolních státech. Dle informací z letecké informační příručky [11], konkrétně části označené **ENR 4.2**, je možné pro potřeby RNAV navigace použít tyto prostředky:

Tabulka 1 Radionavigační zařízení použitelná pro RNAV umístěná v okolních státech

	IDENTIFIKACE	TYP	NÁZEV
Německo	DRN	VOR/DME	DRESDEN
	BAY	VOR	BAYREUTH
	HDO	VOR/DME	HERMSDORF
	RDG	VOR/DME	RODING
Rakousko	FRE	VOR/DME	FREISTADT
	LNZ	VOR/DME	LINZ
	STO	VOR/DME	STOCKERAU
	WGM	VOR/DME	WAGRAM
Polsko	TRZ	VOR/DME	TRZEBNICA
	JAB	VOR/DME	JABLONKA
Slovensko	OKR	DME-ILS	
	JAN	VOR/DME	JANOVCE
	NIT	VOR/DME	NITRA
	SLC	VOR/DME	SLIAC

3.2. Postup procesu optimalizace

Jedním z cílů této práce je stanovení základního postupu pro optimalizaci sítě radionavigačních prostředků. Autor práce navrhuje následující postup: nejprve provést analýzu současného stavu, jejímž cílem je zjistit, jakou navigační výkonnost poskytuje aktuální síť radionavigačních prostředků. Výsledky této analýzy následně vyhodnotit a

identifikovat případná místa bez pokrytí či s nedostatečnou navigační výkonností.

V případě existence nepokrytých oblasti zhodnotit, je-li výhodnější přesunout některý ze stávajících radionavigačních prostředků, nebo jestli je efektivnější řešit danou situaci výstavbou nového radionavigačního prostředku, který bude následně začleněn do stávající sítě. V obou případech je nutné vhodně volit polohu přesouvaného či nového RNP.

Primárním faktorem při volbě nové polohy je tvar pracovní oblasti systému DME/DME (Obr. 9). Polohu RNP je třeba volit s ohledem na geometrii pracovní oblasti a to tak, aby předpokládané pokrytí obsáhlo i doposud nepokryté oblasti. Dále je třeba brát v úvahu reliéf terénu, protože má markantní vliv na šíření signálu, a to především v malých výškách. Je tedy vhodné zhodnotit v analýzách vliv orografie na dosah signálu RNP umístěného v uvažované pozici. V případě, že není dosah příliš ovlivněn terénními nerovnostmi, je možno pokračovat k analýzám navigační výkonnosti sítě RNP s již začleněným novým radiomajákem. Naopak, je-li vliv terénu příliš velký, je vhodné zjistit, které terénní nerovnosti ovlivňují dosah RNP a zauvažovat, jak jejich vliv minimalizovat (například zvětšit vzdálenost RNP od terénní nerovnosti).

Další významné faktory hrající roli při výběru místa jsou ekonomické náklady.

Mezi tyto faktory patří:

- cena vlastního radiomajáku
- náklady spojené s pořízením pozemku, na němž má budoucí RNP stát
- náklady na tvorbu potřebné infrastruktury (komunikace, zdroj el. energie ...)
- a další

Některé z výše uvedených ekonomických faktorů nelze příliš ovlivnit. Jedná se například o cenu vlastního radiomajáku. Další ovšem ovlivnit lze. Jednou z možností, jak snížit náklady spojené s pořízením pozemku a tvorbou infrastruktury, je varianta, kdy je nové radionavigační zařízení postaveno na místě starého, které je na konci své životnosti a vzhledem ke koncepcím rozvoje již nebude obnoveno (např. dosluhující NDB). Tato možnost má nesporné výhody, nicméně je nutná úzká spolupráce s ŘLP s.p. ČR, aby byly správně identifikovány dosluhující radionavigační prostředky. Pozemek je již ve vlastnictví subjektu provozujícího síť radionavigačních prostředků a také infrastruktura je na takovém místě již vybudována. Je teda zřejmé, že tato možnost umožňuje podstatným způsobem snížit náklady.

Další variantou, jak snížit náklady na pořízení pozemku, je využití pozemků ve vlastnictví armády. Vzhledem k současným koncepcím civilně-vojenské kooperace

v oblasti letectví je pravděpodobné, že by armáda mohla poskytnout již nepotřebný pozemek pro účely stavby radionavigačního zařízení. V tomto případě je také možné, že by se našel objekt, který má již vybudovanou infrastrukturu a tudíž by odpadla nutnost stavby například silnice či napojení na elektrickou rozvodnou síť. Přesto je ale možné, že infrastruktura na armádním pozemku nebude přesně odpovídat specifikacím daného RNP a že bude nutné tuto infrastrukturu upravit nebo modernizovat. U této varianty je ale nutné vybírat pozemek pečlivěji a brát ohled na bývalé použití. Je nevhodné volit pozemek pro budoucí RNP například uprostřed dopadové oblasti dělostřelecké střelnice. Dále stojí za zmínku skutečnost, že s využitím vojenských prostorů je spojená celá řada byrokratických problémů. Přes všechny obtíže se autor domnívá, že vojenské pozemky mají velký potenciál pro případné budoucí změny poloh radionavigačních prostředků.

Poslední variantou volby umístění nového RNP je postavit jej tzv. „na zelené louce“. Tato možnost je z hlediska nákladů nejméně výhodná, protože bude nutné zajistit v první řadě výkup daných pozemků a stavbu příslušné infrastruktury. Mezi infrastrukturu nezbytnou pro provoz RNP lze zahrnout:

- příjezdovou komunikaci umožňující přístup technickému personálu
- napojení na rozvodnou síť elektrické energie
- datové sítě umožňující monitorovat správnou funkčnost RNP
- a další

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že vytvoření kompletní infrastruktury nezbytné pro správnou funkci RNP je tedy ekonomicky i časově nákladné.

S těmito náklady je nutné počítat při úvahách o optimalizaci sítě RNP. Jako nejvýhodnější se tedy jeví použít první variantu- umístění nového RNP na místě starého dosluhujícího.

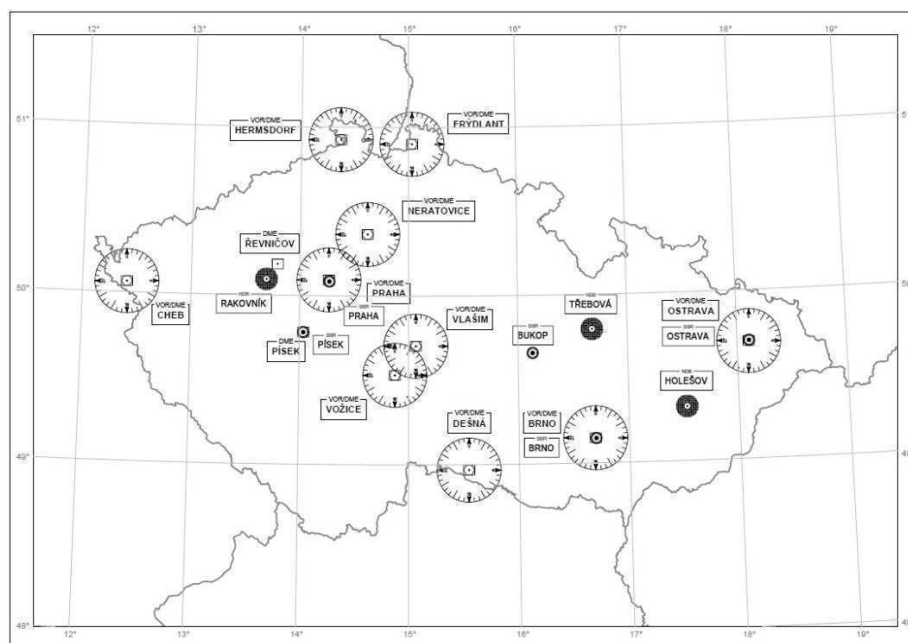
3.3. Analýza současného stavu

V současnosti je pro podporu prostorové navigace ve FIR Praha možné použít 11 radionavigačních prostředků. Část **ENR 4.2**, zveřejněná v rámci letecké informační příručky AIP [11] uvádí, že: pro potřeby RNAV navigace je možné při letech nad Českou republikou použít těchto 9 traťových zařízení:

Tabulka 2 Traťová radionavigační zařízení použitelná pro RNAV ve FIR Praha

IDENTIFIKACE	TYP	NÁZEV
BNO	VOR/DME	BRNO
OKF	VOR/DME	DEŠNÁ
OKG	VOR/DME	CHEB
OKX	VOR/DME	FRÝDLANT
OTA	VOR/DME	OSTRAVA
NER	VOR/DME	NERATOVICE
OKL	VOR/DME	PRAHA
VLM	VOR/DME	VLAŠIM
VOZ	VOR/DME	VOŽICE
RVC	DME	ŘEVNIČOV
PSK	DME	PÍSEK

Dle konzultací s ŘLP s.p. ČR je možné použít i v části **ENR 4.2** neuvedené DME Písek a Řevničov (ve výše zmíněné tabulce uvedeny pod tlustou čarou). V příloze [13.] této práce je uveden dokument **ENR 4.1**, zveřejněný v rámci letecké informační příručky AIP [11], který poskytuje přesné informace o daných radionavigačních zařízeních. Následující obrázek znázorňuje polohu jednotlivých radionavigačních prostředků na mapě dle AIP- dokumentu **ENR 6.7.**[11]



Obr. 10 Rozmístění Rádiových zařízení

Vyhodnocení současného pokrytí signálem VOR/DME:

Ve výšce 3000ft (viz příloha [2.]) je pokryta signálem VOR/DME značná část Čech, jižní Morava a i okolí Ostravy, přesto je zde patrný vliv reliéfu terénu. Míra redundance je ovšem mimo okolí Prahy nízká. Výsledky pro výšku 4000ft naznačují zvětšení pokryté oblasti (oblast mezi Brnem a Ostravou) a zlepšení míry redundance (Jihlavsko). Ve výšce 5000ft (viz příloha [2.]) je již pokryta téměř celá oblast FIR Praha. Nepokryté zůstávají pouze oblasti v pásu Krkonoše-Orlické hory- Jeseníky, jižní Čechy (Šumava a Domažlicko). Vzhledem k výšce terénu v této oblasti a neexistenci publikovaných tratí se zde pro výšku 5000ft ani do budoucna o potřebnosti pokrytí neuvažuje. Je patrné další zlepšení míry redundance.

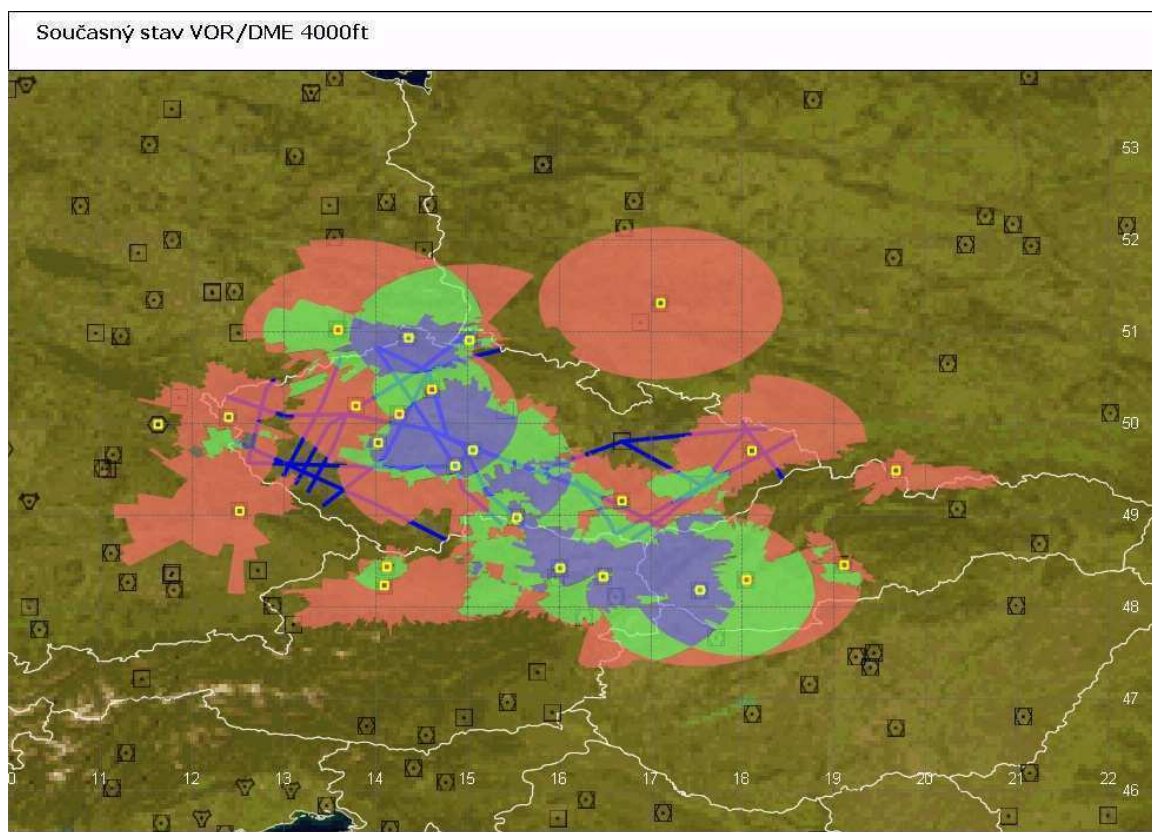
Ve výšce 6000ft (viz příloha [2.]) dochází k dalšímu zvětšení pokryté oblasti a zvětšení míry redundance. Nepokryté zůstává i nadále severovýchod a jih Čech.

Výsledky analýz pro výšku 7000ft (viz příloha [2.]) ukazují, že většina radiomajáků již pokrývá oblast, až do svého maximálního dosahu definovaného v DOC. Vliv orografie terénu již v této výšce není téměř patrný. Mír redundance nadále roste. V oblasti Čech se vyskytují již pouze lokálně ohraničené oblasti s nízkou mírou redundance (okolí DME Řevničov, Karlovarsko, jižní Čechy). Ostravsko je stále pokryto bez redundance.

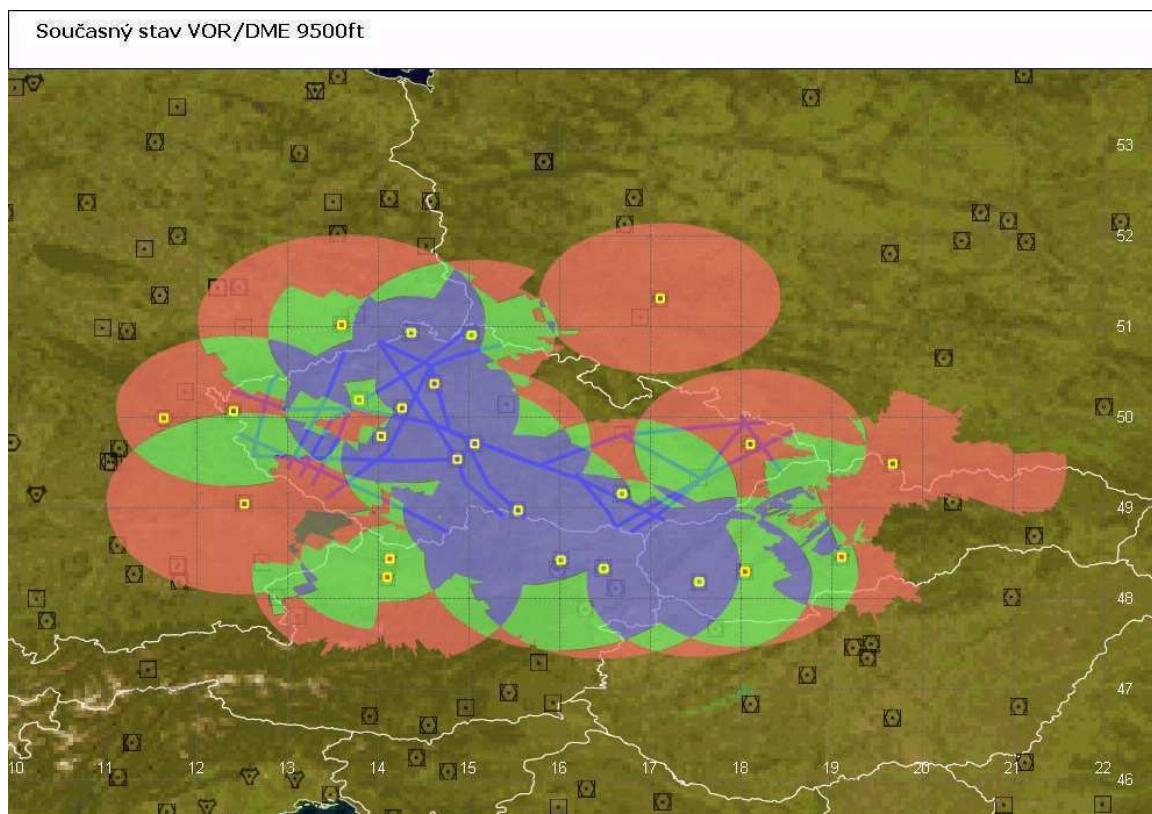
Od výšky 9500ft se již oblast pokrytá signálem nezvětšuje. Roste pouze míra redundance, přičemž nejlepších výsledků dosahuje samozřejmě výška 12500ft.

Na obrázcích je znázorněna míra redundance navigační výkonnosti pro systém VOR/DME nebo DME/DME. Barevné rozlišení poté představuje:

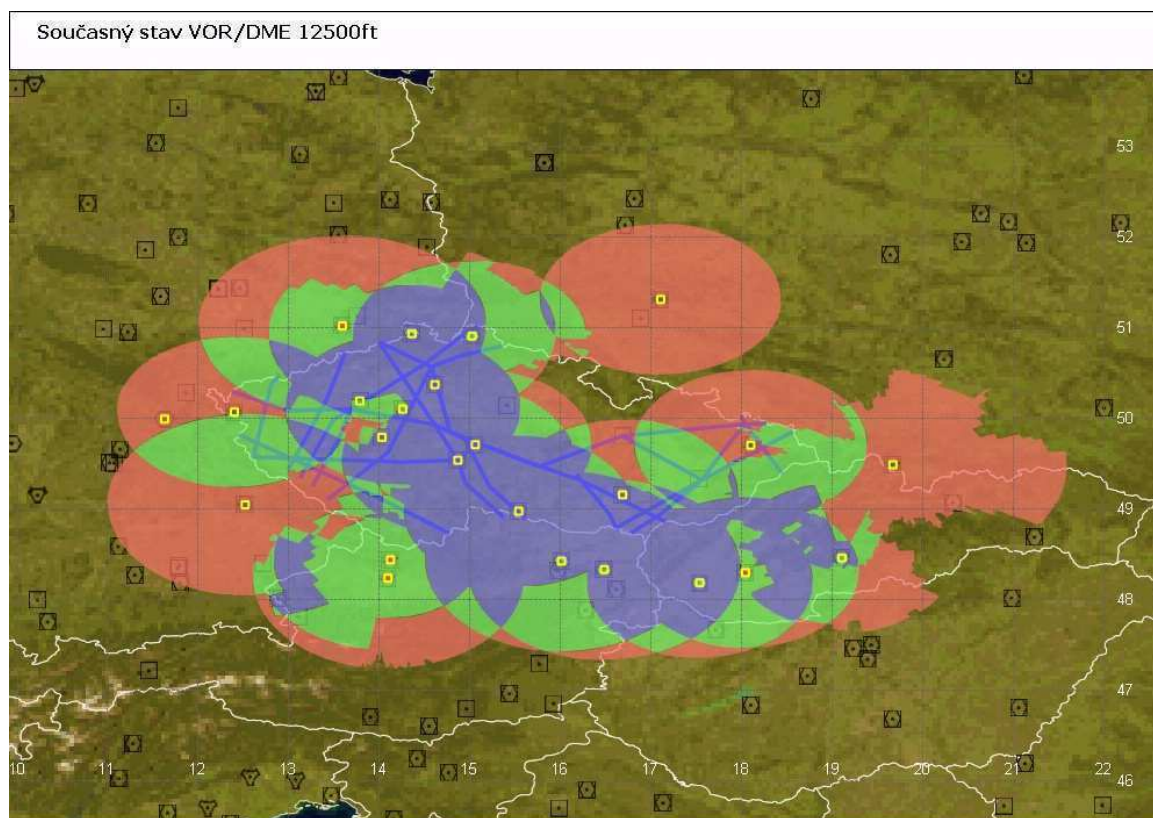
- Červená barva: pokryto signálem bez redundance
- Žlutá barva: pokryto signálem s omezenou redundancí
- Zelená barva: pokryto signálem s plnou redundancí
- Modrá barva: pokryto signálem s nadstandardní redundancí.



Obr. 11 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 4000 ft

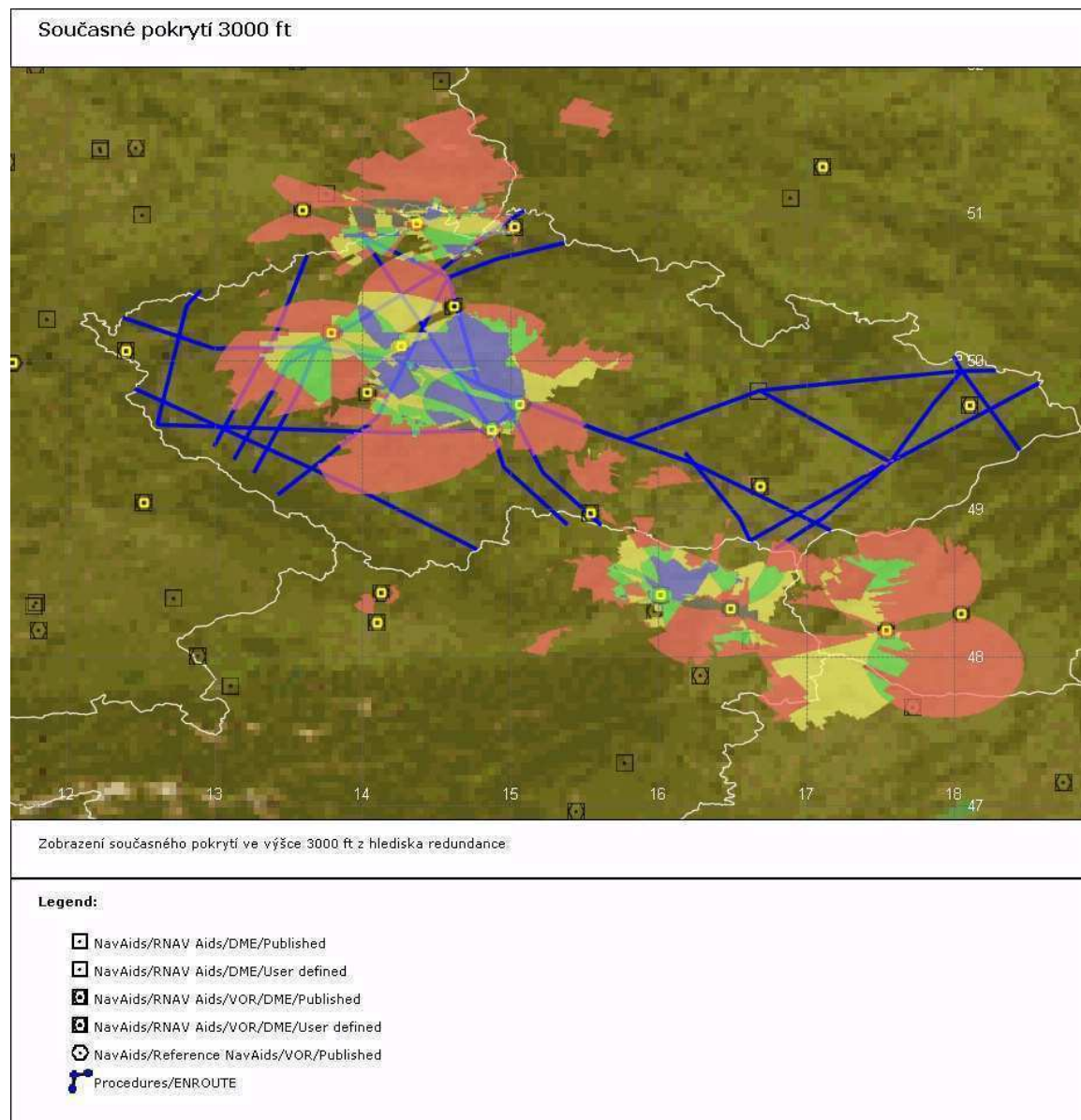


Obr. 12 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 9500 ft



Obr. 13 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 12500 ft

Následují analýzy navigační výkonnosti DME/DME se zohledněním míry redundance a analýzy velikosti NSE chyb:

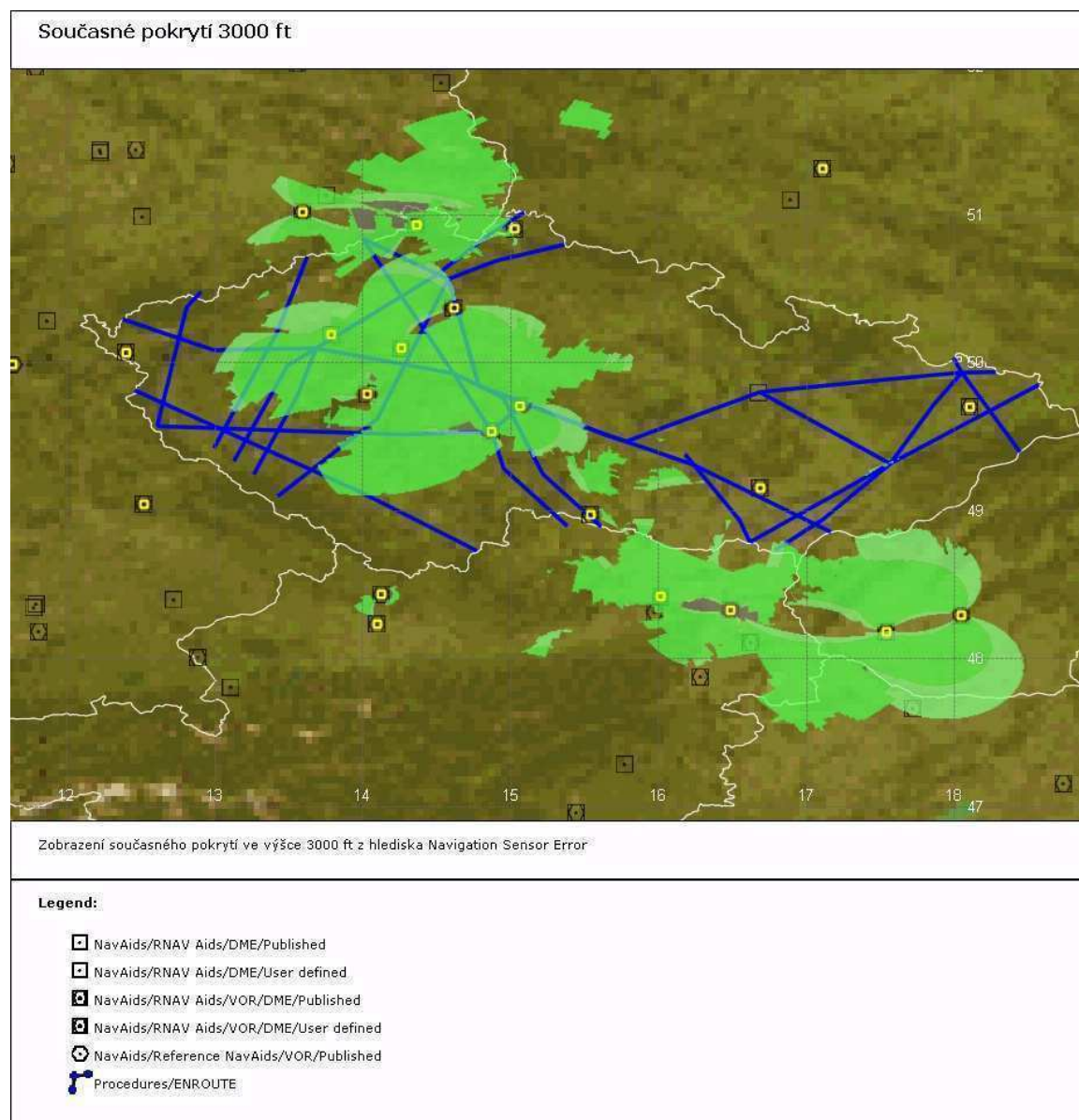


Obr. 14 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft- míra redundance

Vysvětlivky pro obrázky zobrazující výsledky analýzy pomocí software DEMETER:

Na obrázcích je znázorněna míra redundance pokrytí signálem pro systém DME/DME. Barevné rozlišení poté představuje:

- Červená barva: pokryto signálem bez redundance
- Žlutá barva: pokryto signálem s omezenou redundancí
- Zelená barva: pokryto signálem s plnou redundancí
- Modrá barva: pokryto signálem s nadstandardní redundancí.



Obr. 15 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 3000 ft- NSE

Vysvětlivky pro obrázky zobrazující výsledky analýzy pomocí software DEMETER:

Na obrázcích je znázorněn výsledek výpočtu navigační chyby NSE (Navigation Sensor Error) pro pokrytí signálem pro systém DME/DME. Barevné rozlišení poté představuje:

- Tmavě zelená barva: NSE= 0-0,2NM
- Světle zelená barva: NSE= 0,2-0,4NM

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že výška 3000 ft je příliš nízká a tudíž je vliv orografie terénu velmi významný. V okolí Prahy je pokrytí dostatečné díky většímu množství zařízení DME sloužících pro zajištění navigace v TMA Praha. Dosažení plného pokrytí signálem pro celou republiku je v této výšce nesmírně obtížné a představovalo by nutnost instalace většího množství nových zařízení DME.

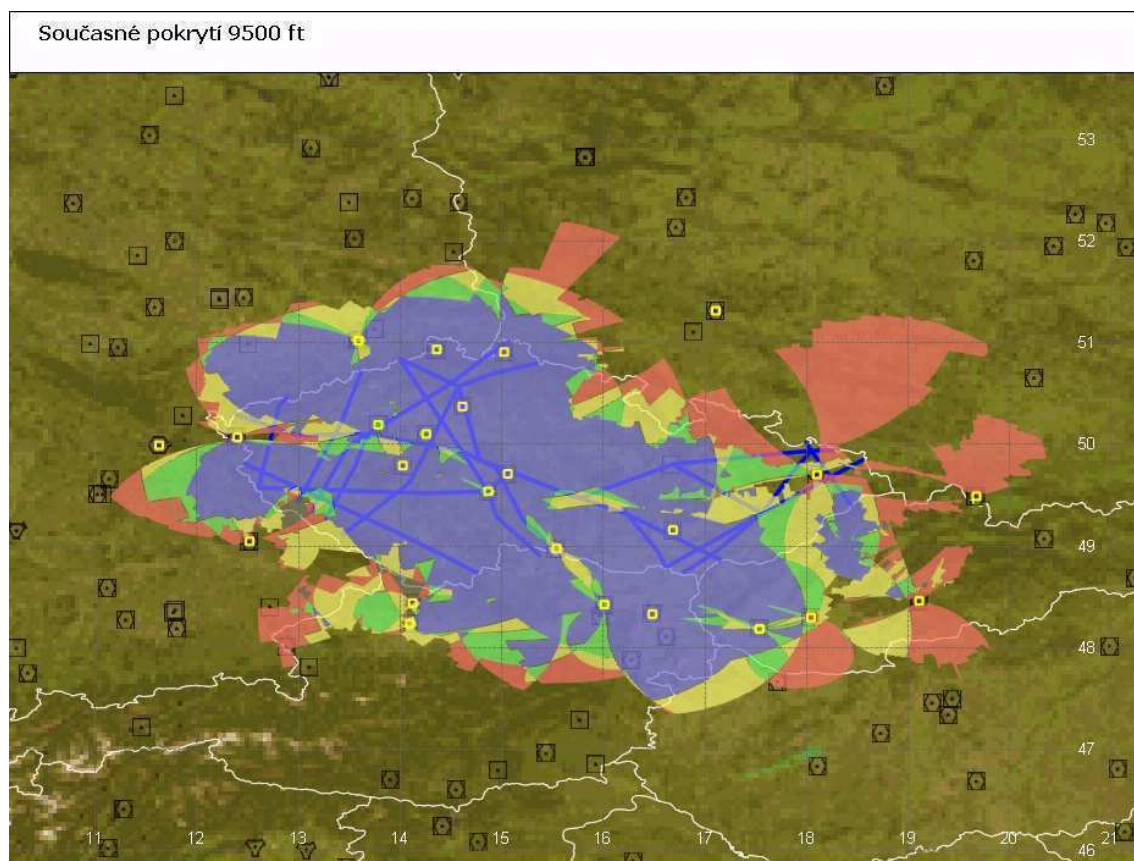
Výsledky pro výšku 4000 ft (viz příloha [3.]) vykazují zlepšení v pokrytí signálem, které je patrné například v okolí Velkého Meziříčí. Území Čech je již pokryto z velké části ovšem s nízkou mírou redundance. Výsledky naznačují, že například jižní Čechy jsou pokryty signálem bez redundance. Problematickou se jeví situace Moravy, která je bez pokrytí.

Výška 5000 ft (viz příloha [3.]) přináší další zlepšení. Oblast Čech je pokryta již téměř úplně, ale stále není dosaženo plné redundance. Výsledky analýzy ukazují, že bez pokrytí zůstává oblast Krkonoš. Nedostatečné pokrytí zde ovšem nepředstavuje kritický problém, protože zde nejsou publikované tratě. Problematickou zůstává i nadále oblast Moravy.

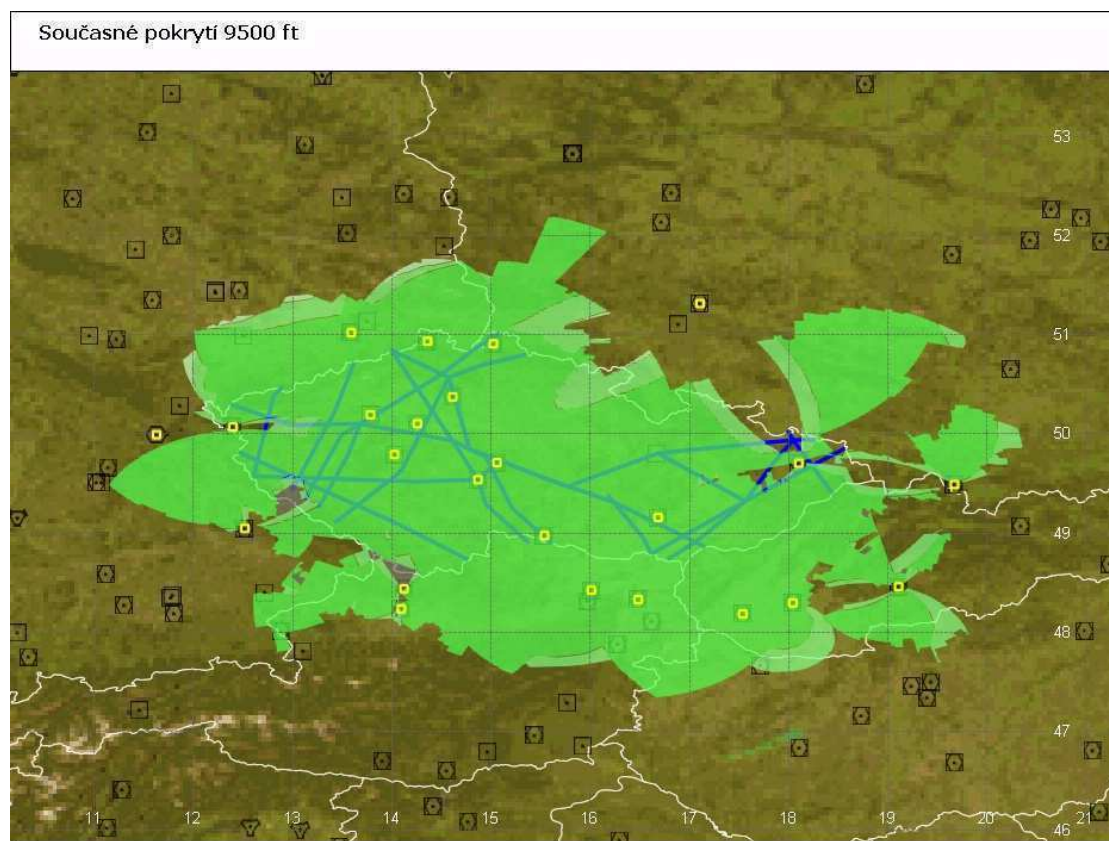
Ve výšce 6000 ft je již značná část Čech (konkrétně severovýchod, kromě Krkonoš, Českobudějovicka) pokryta signálem s nadstandardní mírou redundance, stále se však vyskytují oblasti bez pokrytí (východně od Chebu). Oblast jihu Moravy již začíná být pokryta signálem, stále však s nízkou mírou redundance. Problematickou zůstává oblast severní Moravy a Ostravska.

Výsledky pro výšku 7000 ft (viz příloha [3.]) již naznačují pro oblast Čech plné pokrytí s nadstandardní redundancí. Pouze malé oblasti vykazují nižší míru redundance či úplné nepokrytí signálem (oblast východně od Chebu, okolí DME Řevničov). Pokrytí signálem na Moravě je oproti nižším výškám opět lepší, ale lze pozorovat velký rozdíl mezi výsledky pro jižní a severní část Moravy. Kvalita pokrytí a redundance v severní polovině Moravy stále nedosahuje uspokojivých hodnot.

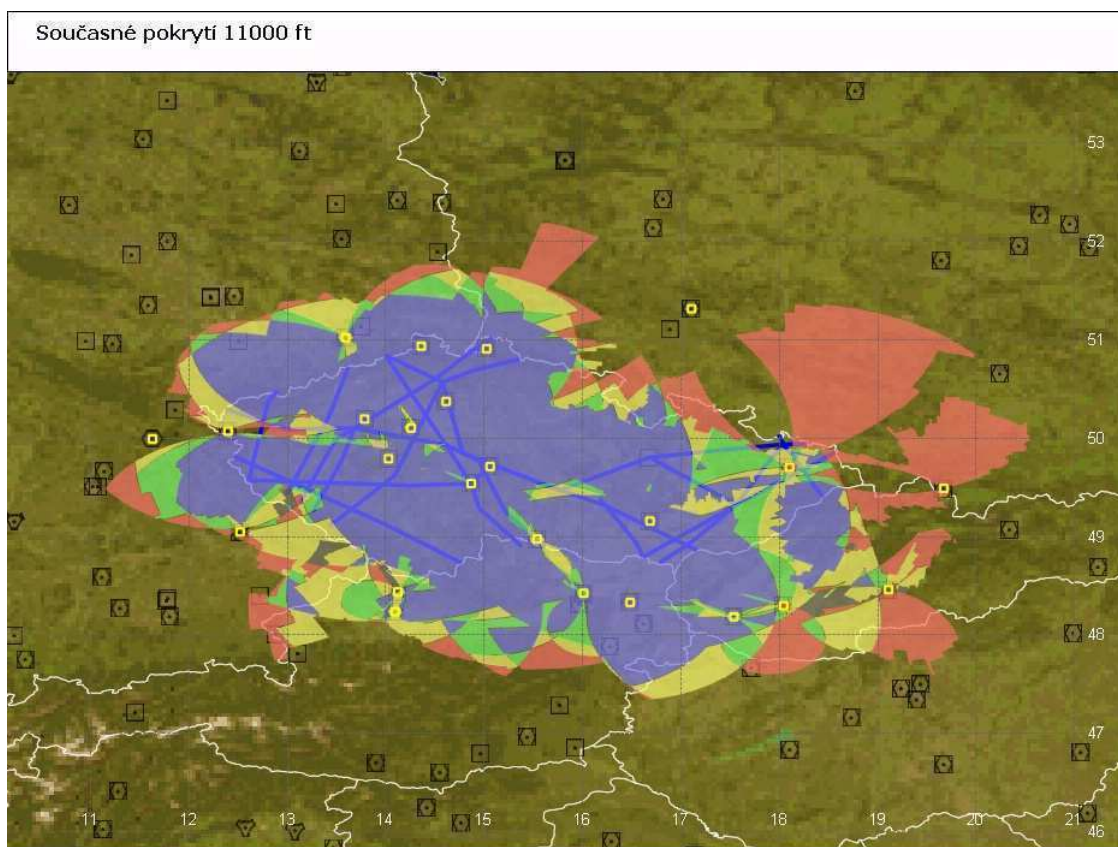
Ve výšce 9500 ft je již možné považovat téměř celou oblast FIR Praha za pokrytou signálem s dostatečnou mírou redundance. Stále se ale vyskytují nepokryté oblasti (východně od Chebu, oblast poblíž Domažlic, Ostravsko...)



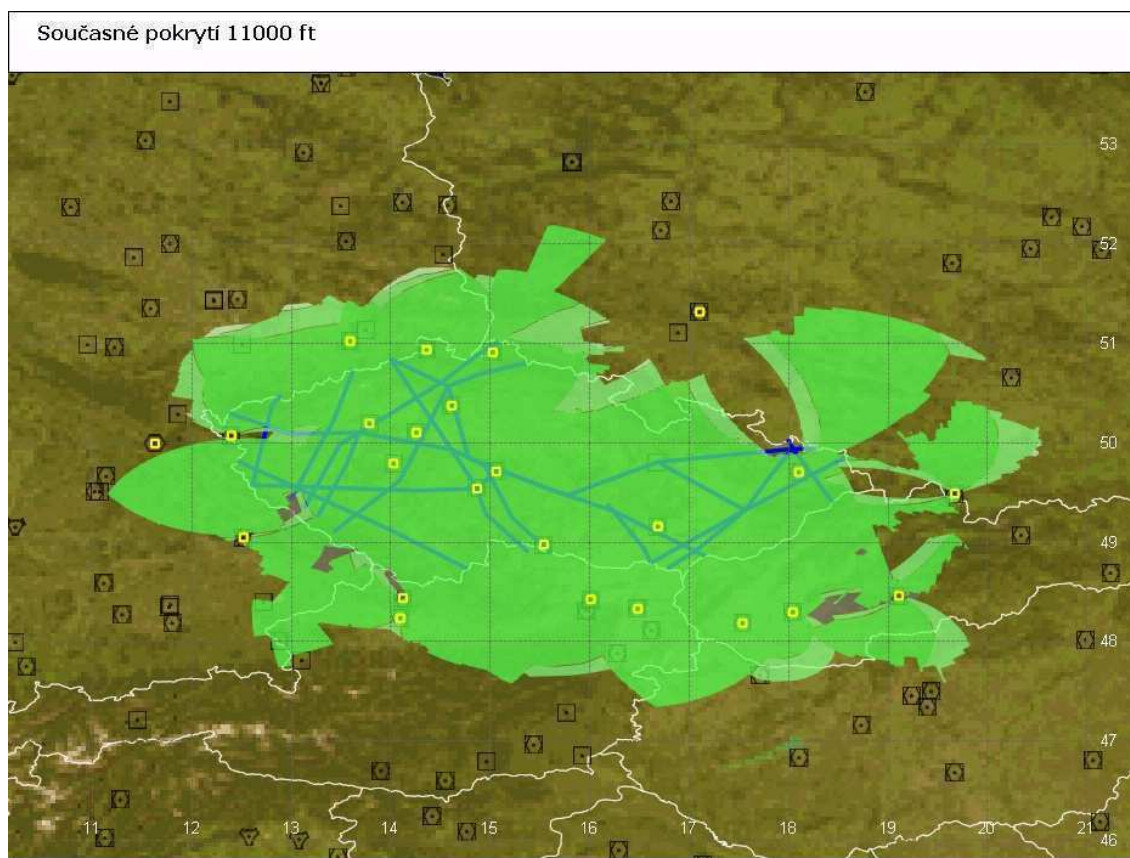
Obr. 16 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 9500 ft



Obr. 17 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 9500 ft



Obr. 18 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 11000 ft



Obr. 19 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 11000 ft

Podle výsledků analýz lze od výšky 11000 ft považovat již i oblast Ostravska za pokrytou signálem s alespoň základní mírou redundance.

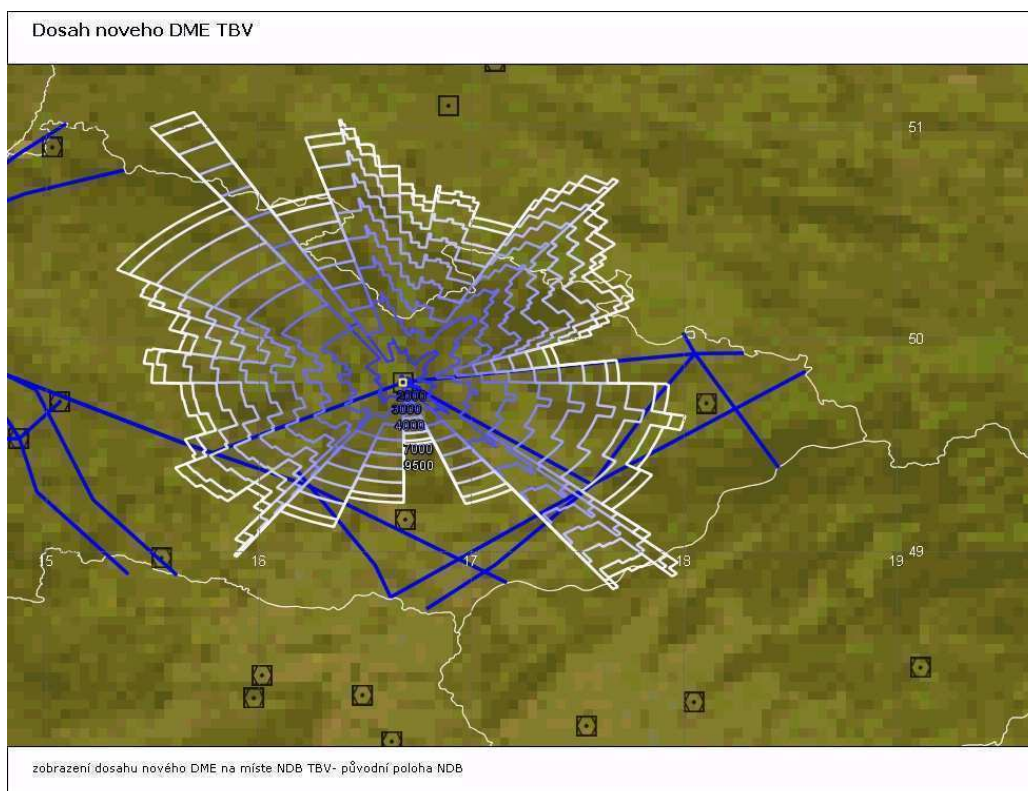
Výsledky analýzy navigační výkonnosti pro výšku 12500 ft (viz příloha [3.]) ukazují, že v této výšce je již prakticky celá oblast FIR Praha pokryta signálem s vysokou mírou redundance. Vyskytuje se pouze pár výjimek- oblastí se sníženou, ale stále dostačující mírou redundance. Oblast východně od Chebu zůstává stále bez pokrytí signálem. Tento fakt je dán geometrickými omezeními pracovní oblasti systému DME/DME, které byly popsány v části 3.5 (viz Obr. 9.).

Z provedených analýz vyplývají určité možnosti zlepšení pokrytí signálem. V nízkých výškách (3000, 4000ft) je bohužel vlivem orografie terénu plné pokrytí velmi obtížné. Vyžadovalo by instalaci většího počtu nových zařízení DME.

Vzhledem k tomu, že v daných výškách letadla téměř nelétají podle postupů RNAV, jeví se autorovi snaha o pokrytí takto nízkých výšek jako zbytečná a neefektivní. Za zmínku ovšem stojí možnost pokrytí signálem oblasti Moravy, konkrétně Ostravska. V následující kapitole této práce budou tedy řešeny možnosti zlepšení pokrytí signálem v této oblasti.

3.4. Nové DME na místě současného NDB ve Starém Městě u Moravské Třebové

První možností řešení problému s dostupností signálu v oblasti Moravy je vytvoření nového DME na místě stávajícího NDB ve Starém Městě u Moravské Třebové. Tato možnost se jeví jako výhodná z důvodu existence zázemí pro radionavigační zařízení. Následující analýzy ovšem ukazují, že umístění nového DME přesně na místo stávajícího NDB není příliš vhodné. Obrázek (Obr. 20) znázorňuje výsledek analýzy pokrytí signálem pro výšky 0-9500ft.



Obr. 20 Zobrazení výsledku analýzy pokrytí signálem DME umístěného přesně na pozici stávajícího NDB

Z obrázku je patrné, že v jižním směru je dosah silně ovlivněn orografií terénu. Problém představuje vrchol Dubina s výškou 553m, který se nachází jižně od Starého Města. V analýzách se autor pokusil odstranit tento problém změnou pozice nového DME. Kromě analýz pro umístění přesně v místě starého NDB radiomajáku byly provedeny analýzy také pro místa nacházející se na západním a východním konci systému RWY. Na následujícím obrázku je situace názorně zobrazena a v tabulce jsou uvedeny zeměpisné souřadnice jednotlivých poloh. Modrou barvou je vyznačena přibližná pozice současného radiomajáku, červenou barvou jsou pak vyznačeny alternativní umístění, s nimiž bylo v analýzách počítáno.

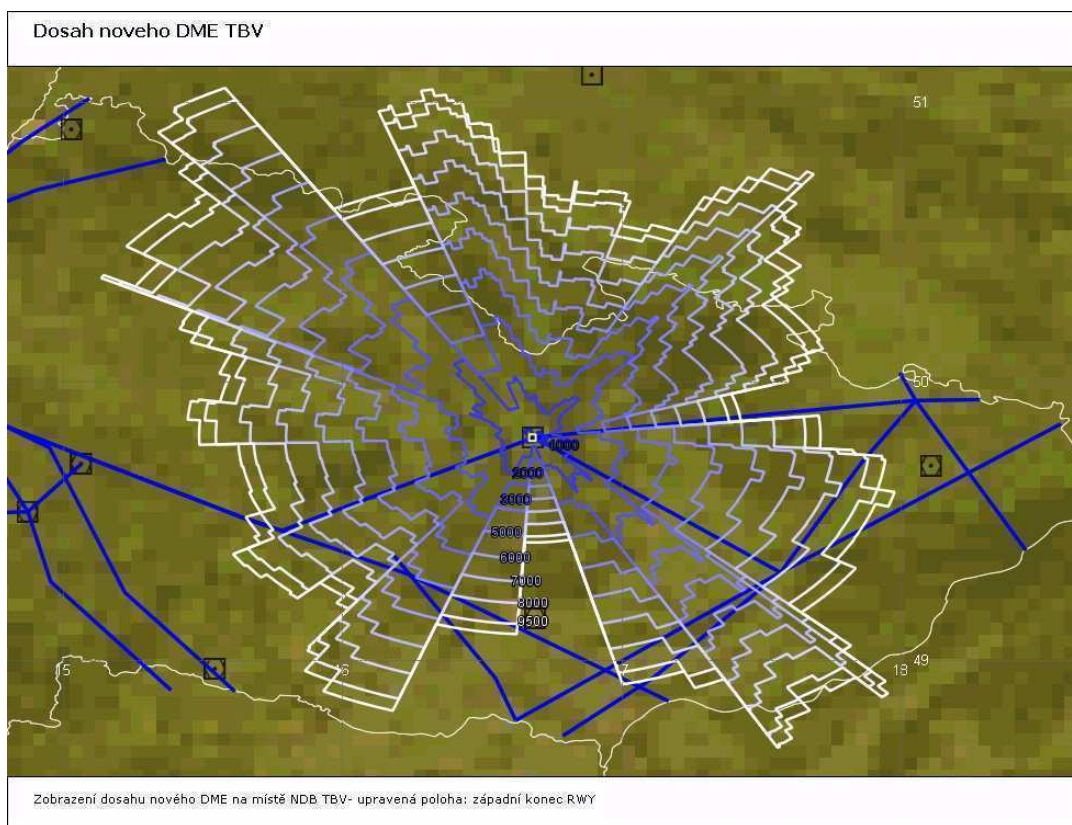


Obr. 21 Schematické znázornění umístění DME na letišti Moravská Třebová.

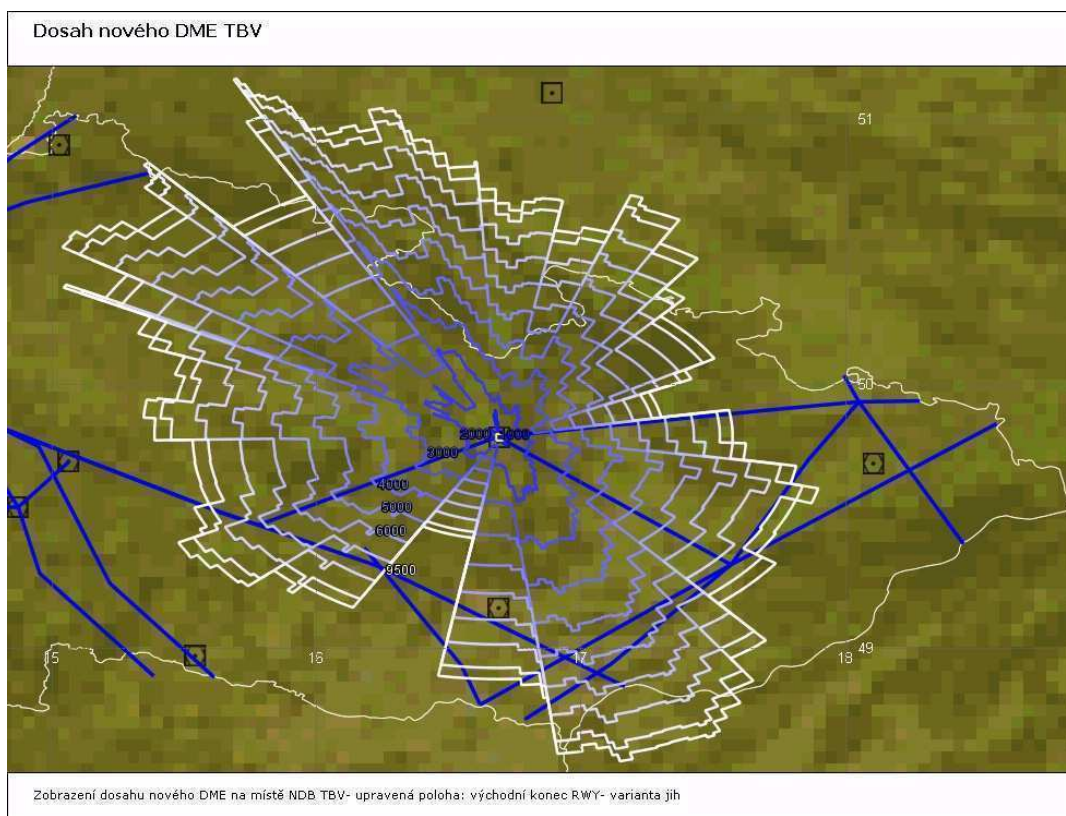
Tabulka 3 Zeměpisné souřadnice poloh DME na letišti Moravská Třebová

Umístění DME	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka
Původní pozice NDB	49°47' 45,04" N	016°40' 43,89" E
Západní konec RWY	49°47' 52,9" N	016°40' 50,3" E
Východní konec RWY	49°47' 48,2" N	016°41' 39,6" E

Následující dva obrázky (Obr. 22, Obr. 23) dokumentují výsledky analýzy pokrytí signálem pro obě výše zmíněná alternativní umístění.



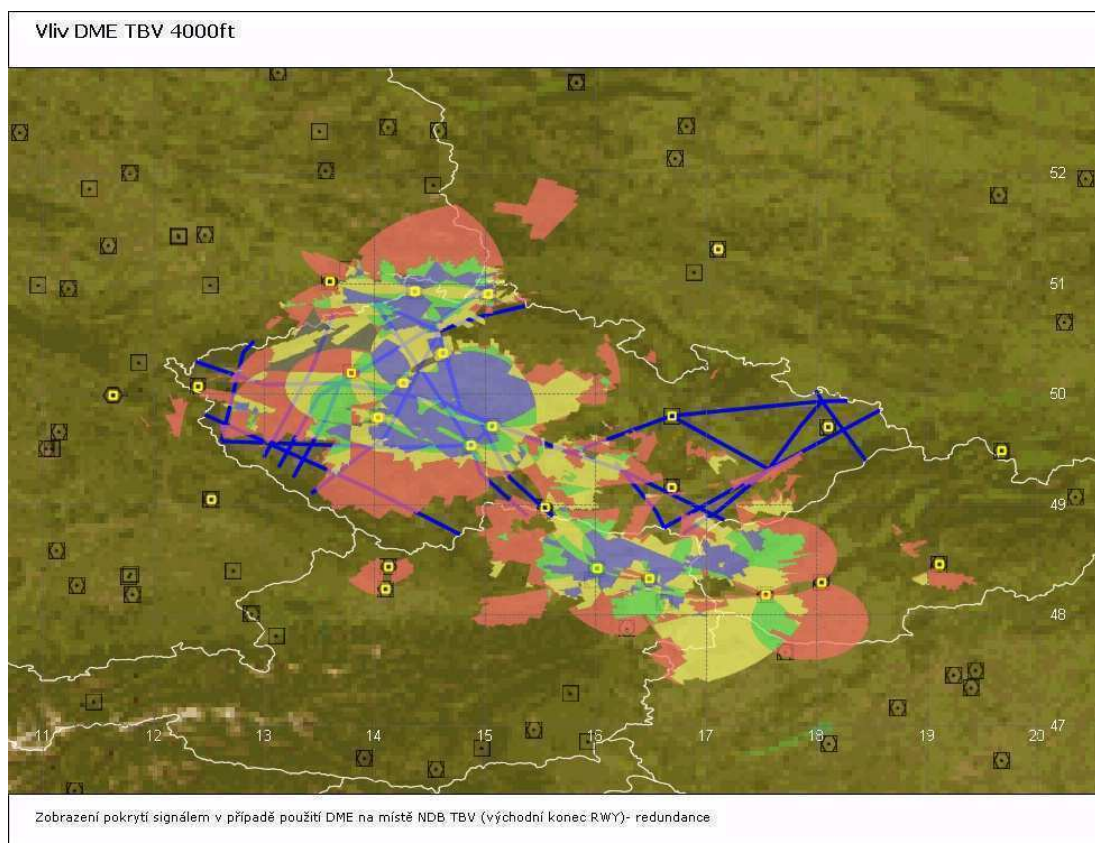
Obr. 22 Zobrazení výsledku analýzy pokrytí signálem DME umístěného západním konci RWY



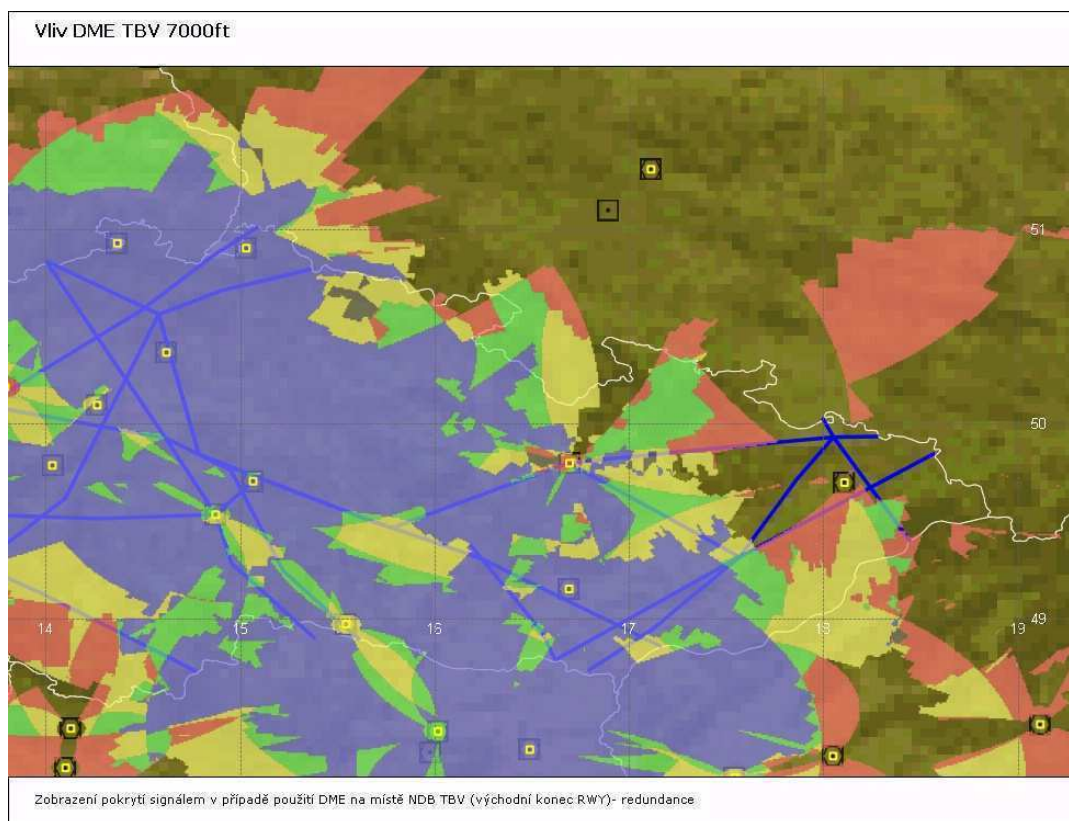
Obr. 23 Zobrazení výsledku analýzy pokrytí signálem DME umístěného východním konci RWY

Pro všechny varianty umístění byly provedeny analýzy navigační výkonnosti, které byly vypočítány při nastavení stejných podmínek jako v případě analýz z kapitoly 3.3. Jediným rozdílem je, že nyní bylo do sítě radionavigačních prostředků započteno i zařízení DME na letišti v Moravské Třebové.

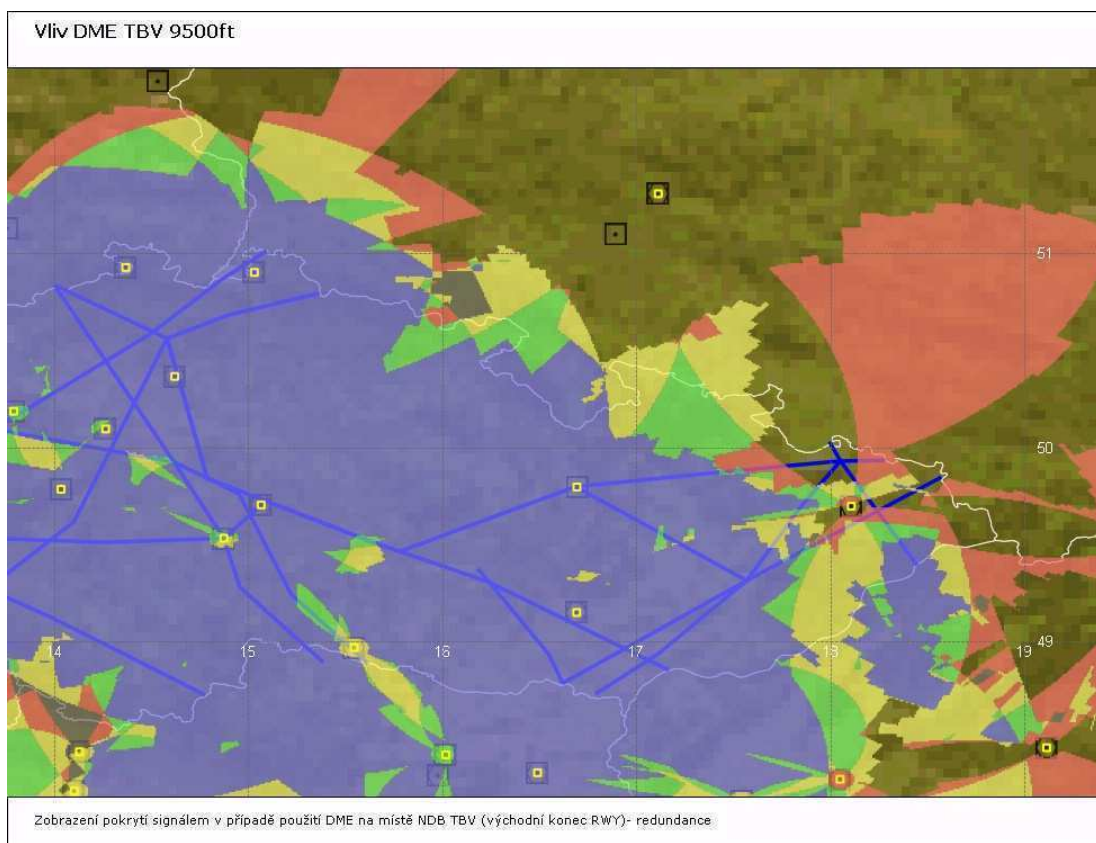
Nejlepší výsledky vykazovala varianta umístění zařízení DME na východním konci RWY. Následující obrázky ilustrující přínos dané varianty umístění. V následujícím textu je tato varianta zhodnocena a jsou předloženy obrázky pro 3 výšky. Obrazová dokumentace výsledků pro zbylé výšky pro variantu „východní konec RWY“ a kompletní výsledky pro varianty „původní pozice NDB“ a „západní konec RWY“ je předložena v přílohách (přílohy: [4.], [5.] a [6.]).



Obr. 24 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 25 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 26 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft pro DME na místě NDB TBV

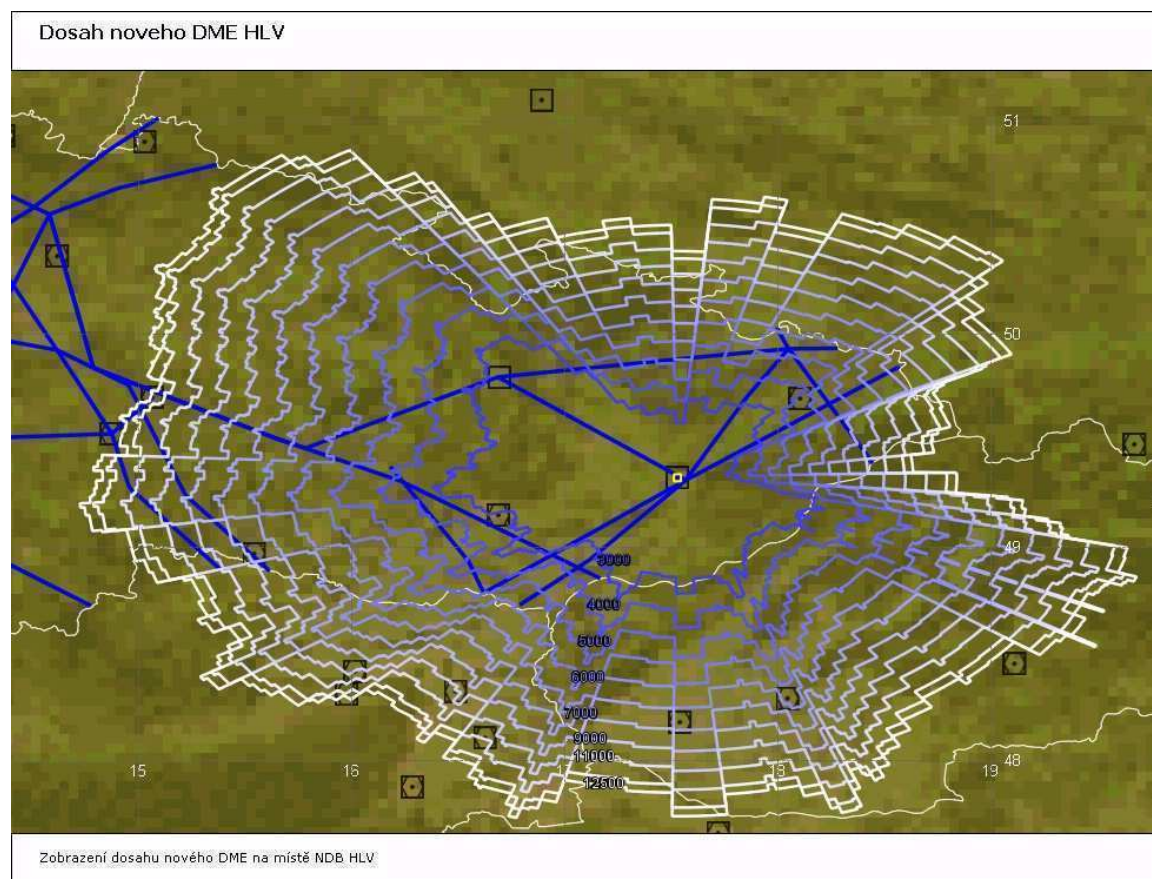
Z výsledků vyplývá, že pro výšky 3000ft a 4000ft nedochází umístěním nového radionavigačního zařízení DME na letišti Moravská Třebová k žádnému podstatnému zlepšení v navigační výkonnosti sítě RNP (ve výšce 3000ft se vliv nového DME neprojeví prakticky vůbec). Ke zlepšení pokrytí signálem dochází až ve výšce 5000ft. V této výšce je možné pozorovat zlepšení v oblasti Olomoucka. Ve výšce 6000ft dochází ke zlepšení navigační výkonnosti na Bruntálsku. Ve výškách 7000ft a 9500ft výsledky naznačují, že by nové DME mohlo odstranit nedostatky v navigační výkonnosti pro oblast severní Moravy.

Celkově vzato by tedy nové DME na místě současného NDB TBV mohlo zlepšit navigační výkonnost pro oblast Moravy zhruba od výšky 6000ft.

3.5. Nové DME na místě současného NDB u Holešova

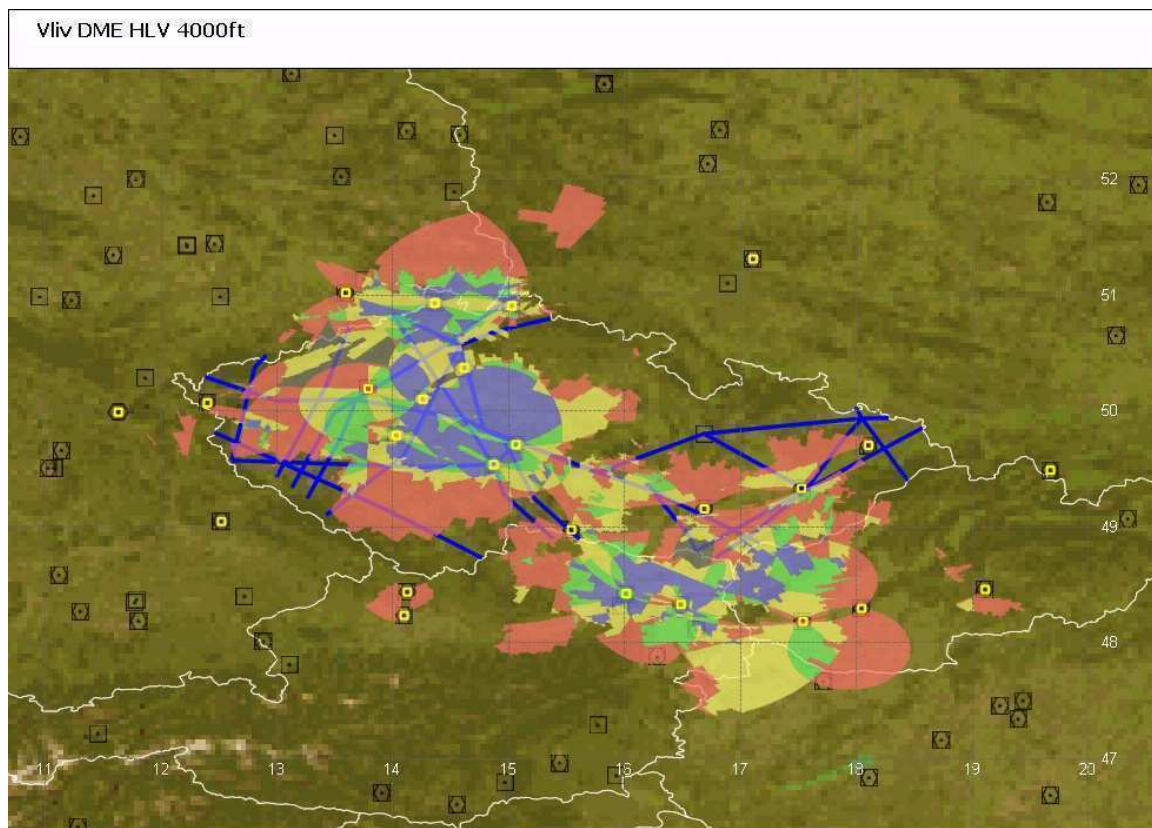
Další alternativní možností zlepšení pokrytí oblasti Moravy je možnost umístění nového DME na místo současného NDB Holešov.

Následující obrázek (Obr. 27) dokumentuje výsledky analýzy pokrytí signálem pro zařízení DME umístěné na této pozici:

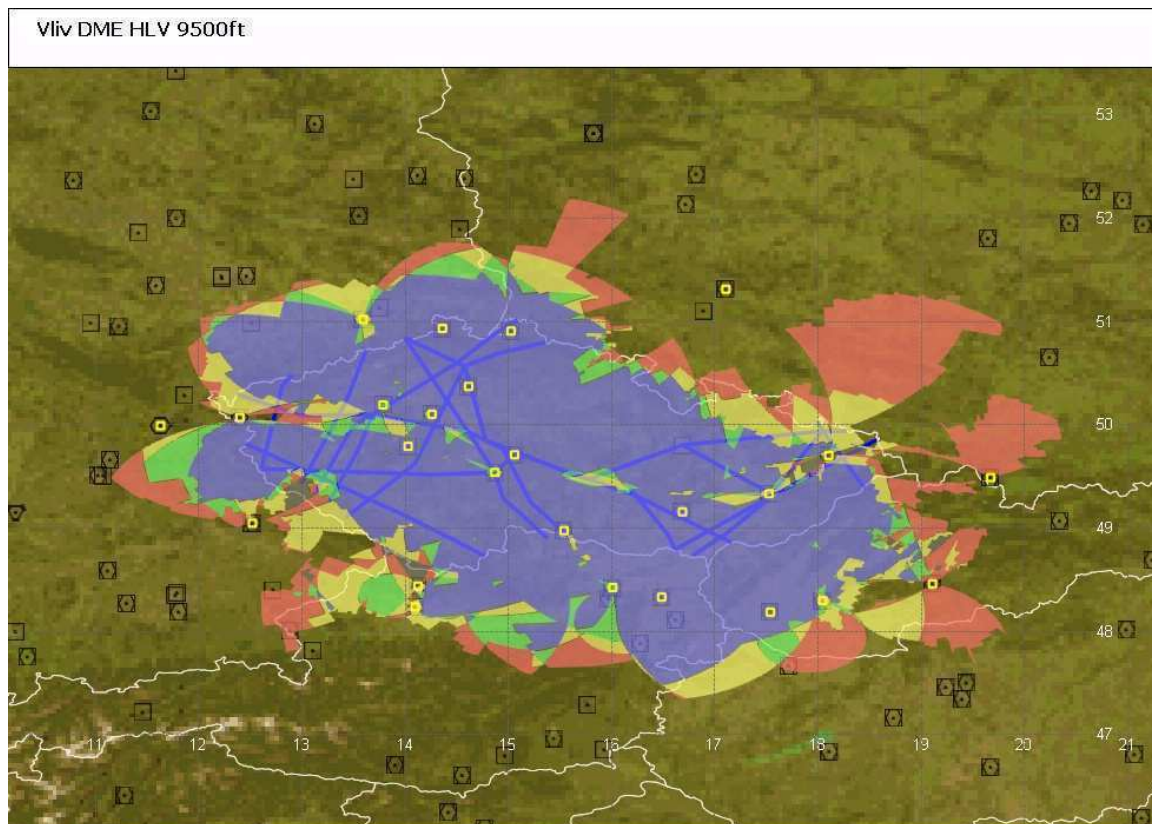


Obr. 27 Zobrazení výsledku analýzy pokrytí signálem DME umístěného na pozici stávajícího NDB HLV

Výsledky analýz tohoto řešení vykazují vyšší zlepšení pokrytí oblasti Moravy signálem než předchozí řešení (DME na místě NDB TBV). Již od výšky 3000ft (viz příloha [7.][3.]) se začíná projevovat zlepšení v podobě pokrytí okolí Přerova. Ve výšce 4000ft je již patrné pokrytí téměř celé jihovýchodní Moravy. Míra redundance je však stále nízká.



Obr. 28 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft pro DME na místě NDB HLV



Obr. 29 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft pro DME na místě NDB HLV

Výška 5000ft (viz příloha [7.][3.]) přináší další zlepšení v navigační výkonnosti. Výsledky ukazují, že jihovýchod Moravy již začíná být pokryt s vyšší mírou redundance. Dále se zvyšuje pokrytí v oblasti Olomoucka. Nepokryté zůstávají oblasti mezi jednotlivými zařízeními DME v Brně, Holešově a Ostravě. Tento fakt je způsoben základními geometrickými omezeními pracovní oblasti systému DME/DME, které byly popsány dříve v této práci. Ve výšce 6000ft (viz příloha [7.][3.]) je pokryta již téměř celá oblast Moravy. Nepokryté zůstávají pouze oblasti Těšínska a severozápadní část Jeseníků a také oblasti podél spojnic mezi jednotlivými radionavigačními zařízeními (viz výška 5000ft). Severní Morava vykazuje nízkou míru redundance. Naopak navigační výkonnost na jihu Moravy dosahuje v této výšce vysoké míry redundance.

Výsledky pro výšku 7000ft (viz příloha [7.][3.]) ukazují další zlepšení. Oblast mezi radionavigačními zařízeními DME umístěnými v Brně a Holešově, která byla v nižších výškách bez pokrytí vlivem geometrických omezení systému, je v této výšce pokryta díky signálu dalších použitelných DME. Dochází k zvýšení míry redundance v oblasti severní Moravy. Bez pokrytí zůstává nadále oblast Těšínska a oblast mezi DME Holešov a Ostrava. Ve výšce 9500ft [3.] se již vliv nového DME v Holešově projevuje pouze podstatným zlepšením míry redundance. Na vlastní velikost nepokrytých oblastí nemá tato varianta markantní vliv.

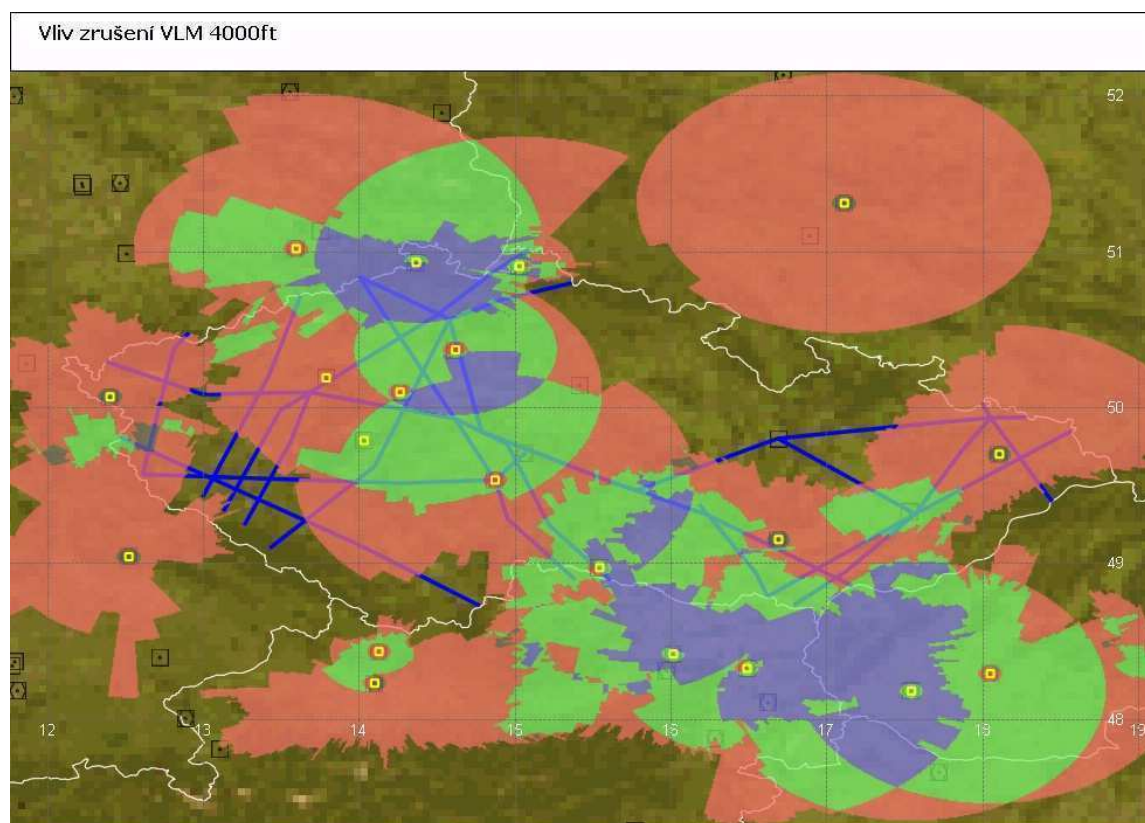
Souhrnně lze říci, že vliv nového radionavigačního zařízení DME na místě současného NDB v Holešově je podstatně vyšší než u předchozí varianty (DME na letišti Moravská Třebová).

3.6. Změna polohy radiomajáku Vlašim

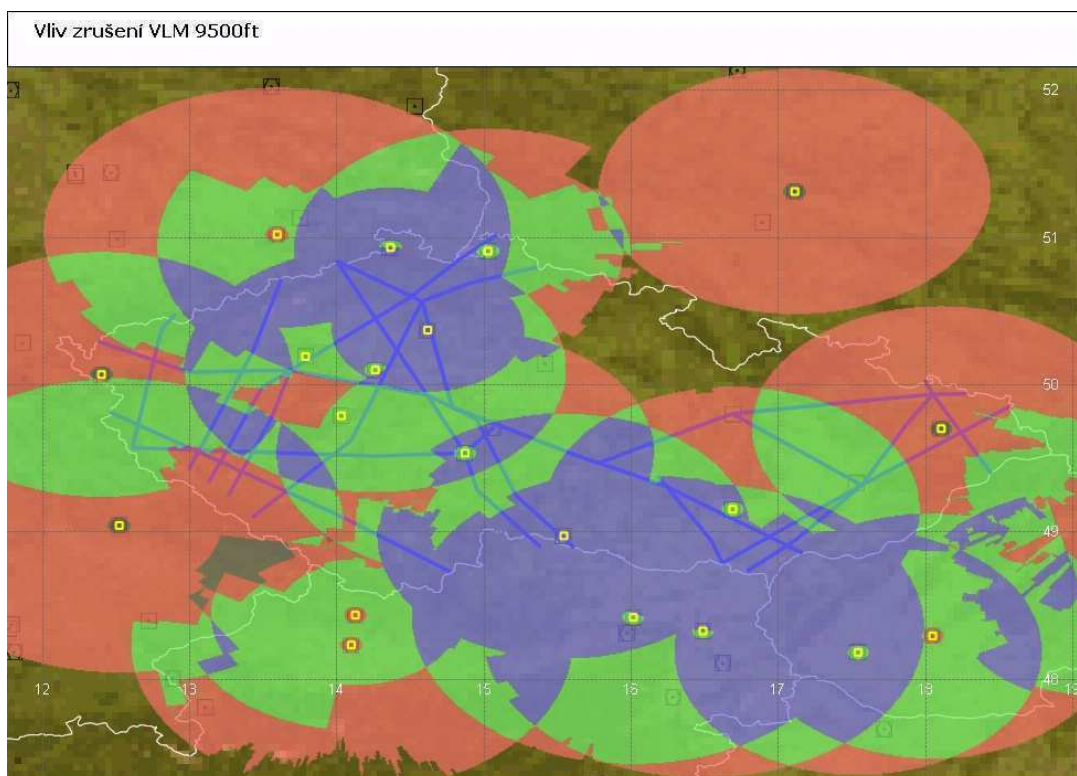
Je třeba zmínit, že radionavigační zařízení VOD/DME Vlašim se blíží ke konci své životnosti. Je tedy nutné rozhodnout, zda je potřeba toto zařízení obnovit a dále udržovat v provozu či nikoliv. V případě rozhodnutí o pokračování provozu tohoto radiomajáku je nutné analyzovat, je-li vhodné ponechat toto zařízení na současném místě nebo je-li lepší zvolit pro ně novou lokalitu.

Následují výsledky analýz pro případ vyřazení zařízení VLM z provozu bez náhrady:

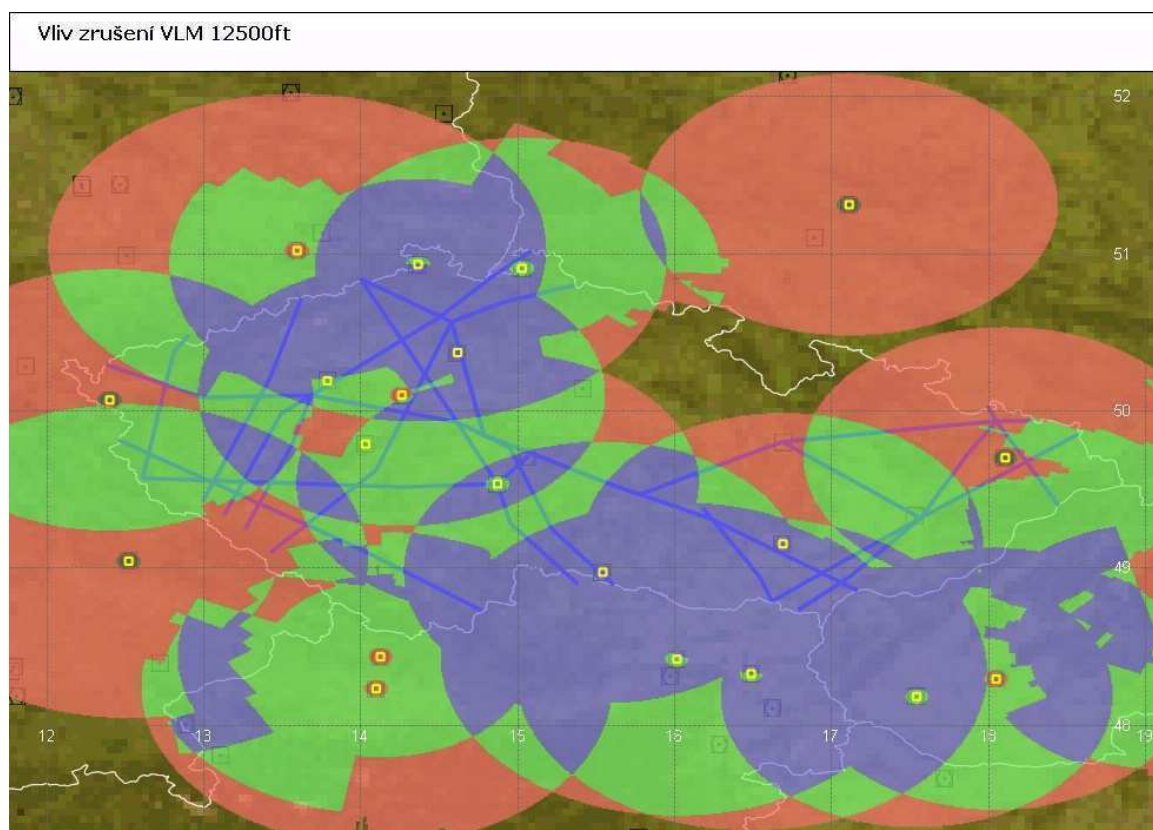
Pro navigační výkonnost VOR/DME výsledky naznačují, že v případě neobnovení VOR/DME VLM dojde jak ke snížení míry redundance, tak ke zmenšení pokryté oblasti. Zmenšení pokryté oblasti není příliš markantní. Jako podstatnější se jeví snížení míry redundance v oblasti Vysočiny a středních Čech. Následující obrázky názorně ukazují výsledky pro výšky 4000ft, 9500ft a 12500ft. Zbylé výsledky je možno najít v příloze [8.].



Obr. 30 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



Obr. 31 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft při vyřazení VOR/DME VLM

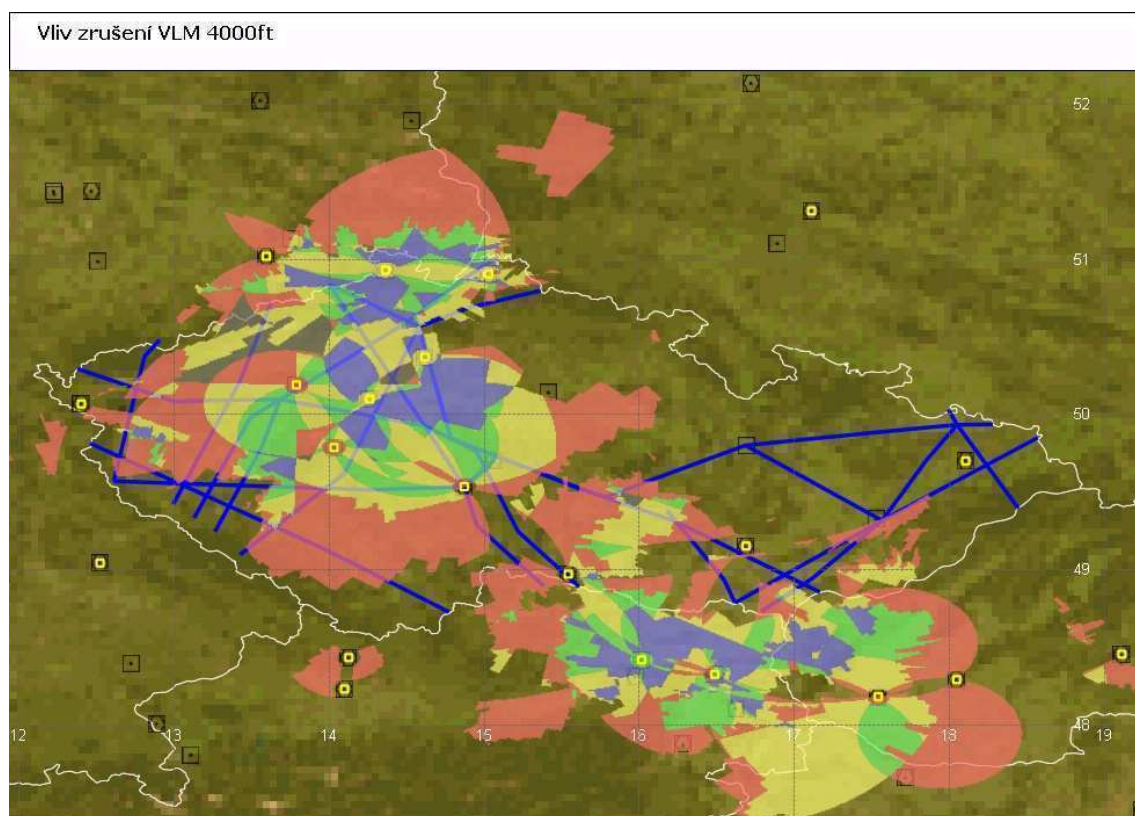


Obr. 32 Navigační výkonnost pro výšku 12500ft při vyřazení VOR/DME VLM

Pro navigační výkonnost DME/DME výsledky naznačují, že v případě neobnovení VOR/DME VLM dojde opět jak ke snížení míry redundance, tak ke zmenšení pokryté oblasti. Dané efekty se projeví v jednotlivých výškách takto:

Ve výšce 3000ft (viz příloha [9.][3.]) se zrušení RNP Vlašim projeví zmenšením pokryté oblasti v okolí Pardubic. Dále dojde ke zhoršení míry redundance v okolí RNP Vožice.

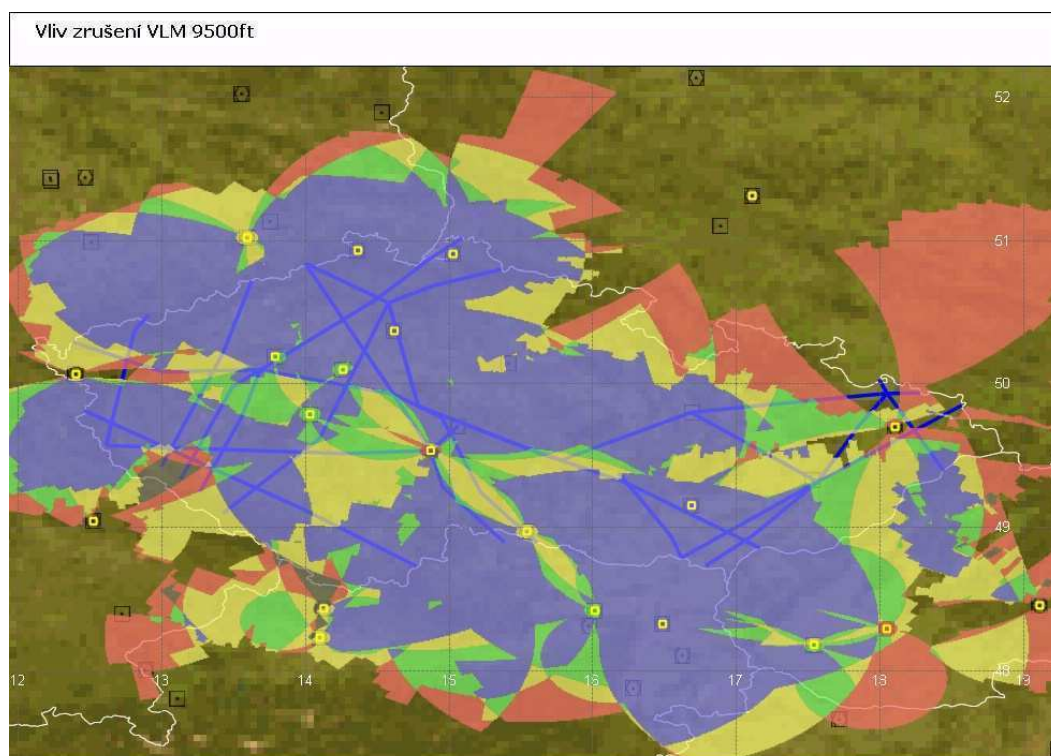
Výsledky analýz pro výšku 4000ft vykazují především zhoršení míry redundance v oblasti Vysočiny.



Obr. 33 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft při vyřazení VOR/DME VLM

Výška 5000ft (viz příloha [9.]) je opět problematická z hlediska situace na Vysočině. Objevují se zde oblasti bez pokrytí (oblast kolem spojnice VOR/DME Vožice a VOR/DME Dešná). Také míra redundance navigační výkonnosti je v oblasti Vysočiny, středních a východních Čech horší. Ve výšce 6000ft (viz příloha [9.]) se zrušením RNP Vlašim objeví mezery v pokrytí. Konkrétně se opět jedná o okolí spojnice VOR/DME VOZ a VOR/DME DES, nicméně daná oblast je menší v porovnání s předchozí výškou. Opět se projevuje snížení míry redundance navigační výkonnosti v pásu od středních Čech po Vysočinu. Výsledky analýz pro výšku 7000ft (viz příloha [9.]) stále vykazují mezery v pokrytí signálem (viz předchozí odstavce) a míra redundance je opět nižší než

v současné situaci, oproti předchozím výškám je však patrné zlepšení. Snížení míry redundance je možné sledovat v oblasti středních Čech a Pardubicka

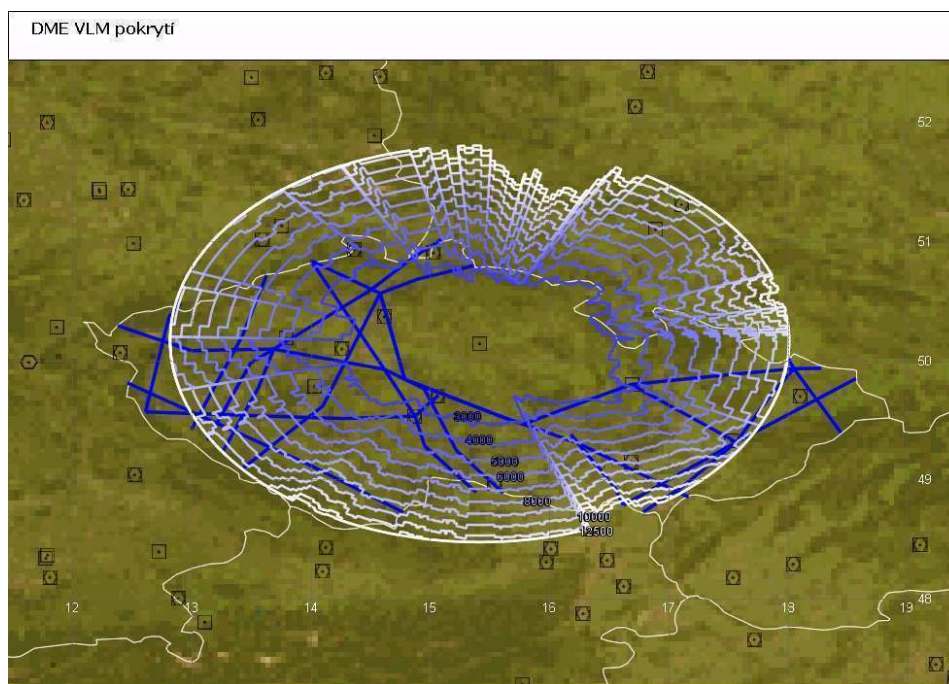


Obr. 34 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft při vyřazení VOR/DME VLM

Ve výšce 9500ft již není téměř patrné zhoršení v pokrytí oproti současnému stavu. Pouze drobná oblast v Krkonoších zůstává nepokrytá. Výsledky míry redundance jsou opět horší v porovnání se současným stavem (převážně v oblasti středních Čech).

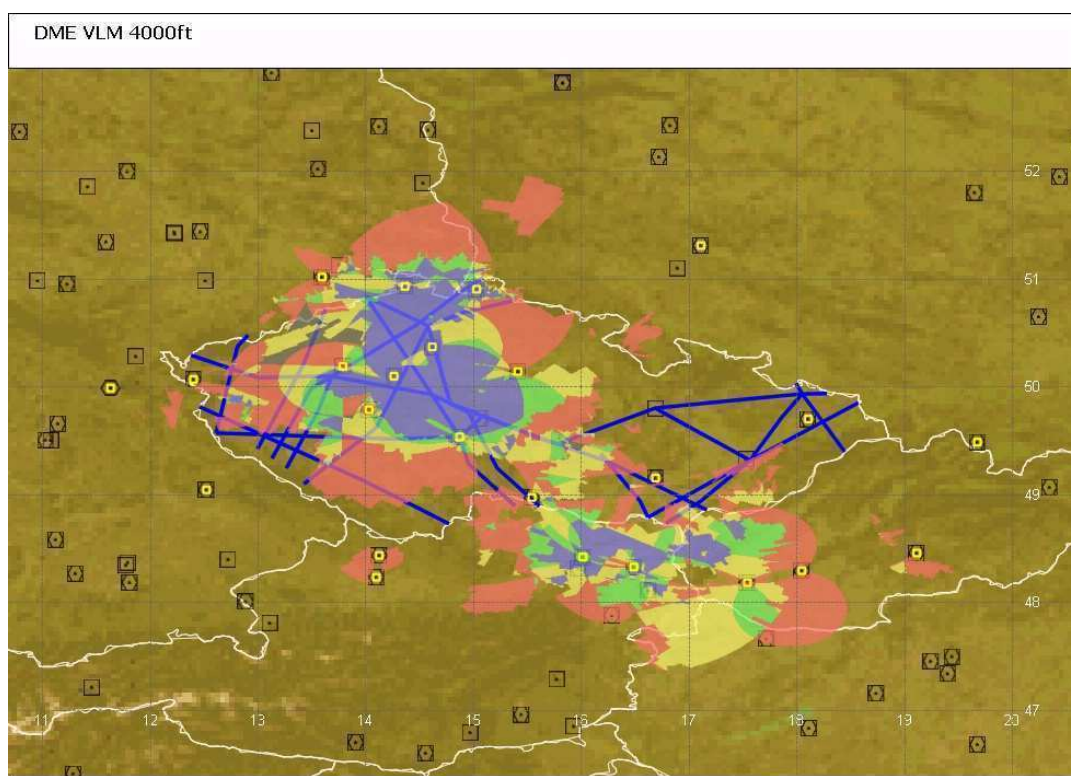
Pro výšky 11000ft a 12500ft (viz příloha [9.]) dochází ke zlepšení míry redundance, stále však nedosahuje hodnot současného stavu, tedy při existenci RNP VLM.

Vzhledem k výsledkům autor navrhuje umístit zařízení VLM do nové lokality. Přesunutím DME Vlašim severovýchodním směrem je možné dosáhnout pokrytí větší oblasti. Jako možné umístění autor této práce navrhuje místo poblíž Chlumce nad Cidlinou. Následující obrázek názorně demonstruje, že navrhované umístění má výhodu ve velkém dosahu. Reliéf terénu zde nemá příliš velký vliv na dosah DME.



Obr. 35 Zobrazení výsledku analýzy pokrytí signálem DME

Výsledky naznačují, že již od výšky 3000ft (viz příloha [10.]) dochází k pokrytí části severních Čech. Toto zlepšení jde ovšem na úkor míry redundance navigační výkonnosti. Výška 4000ft přináší již podobnou míru redundance jako současný stav, navíc je pokryta větší oblast (Krkonoše).

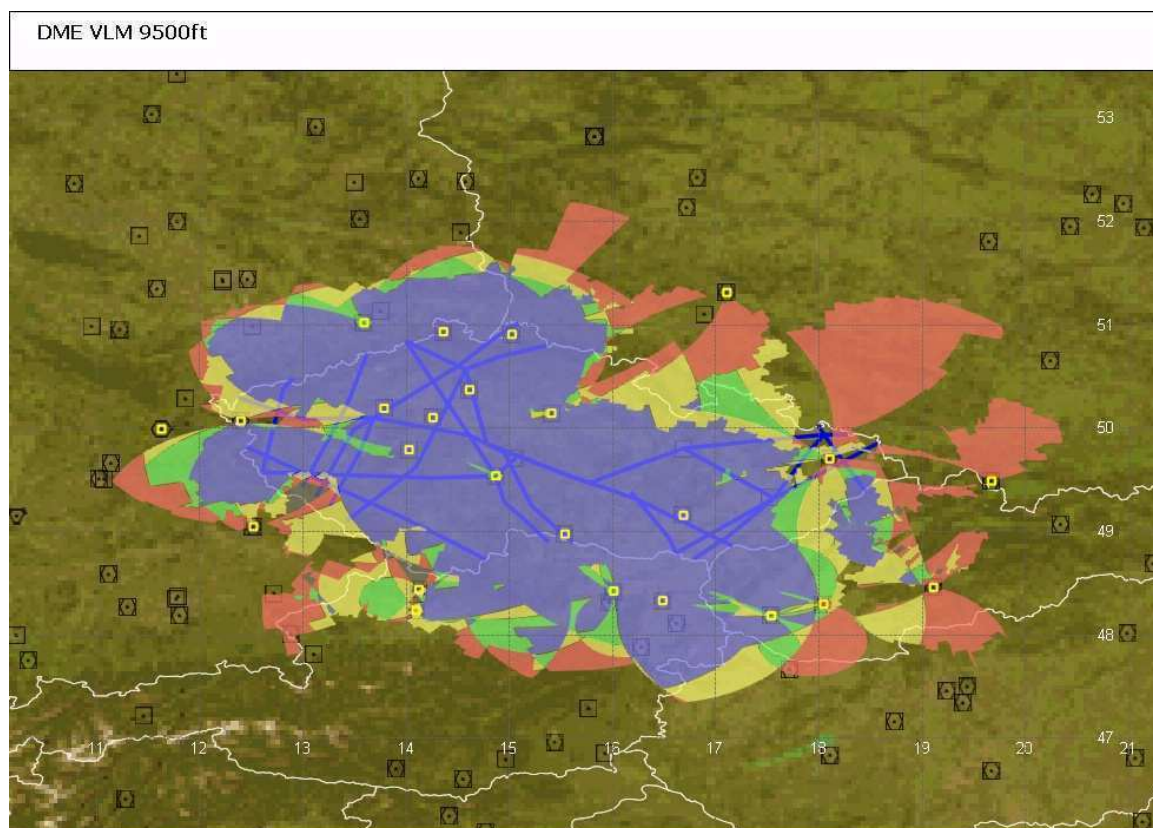


Obr. 36 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM

Ve výšce 5000ft (viz příloha [10.]) je pokryta většina oblasti Čech a to již s dostatečnou mírou redundance. Vyskytují se pouze menší nepokryté oblasti například okolí Rychnova nad Kněžnou.

Pro výšku 6000ft je již navigační výkonnost z hlediska redundance téměř totožná se současným stavem. Oproti současnému stavu je pokryta větší oblast, ale v této výšce již nejsou rozdíly markantní, lepší pokrytí je například v oblasti Jesenicka. Opět se vyskytují lokální nepokryté oblasti (Kostelec nad Orlicí), jejich velikost se ale nadále zmenšuje.

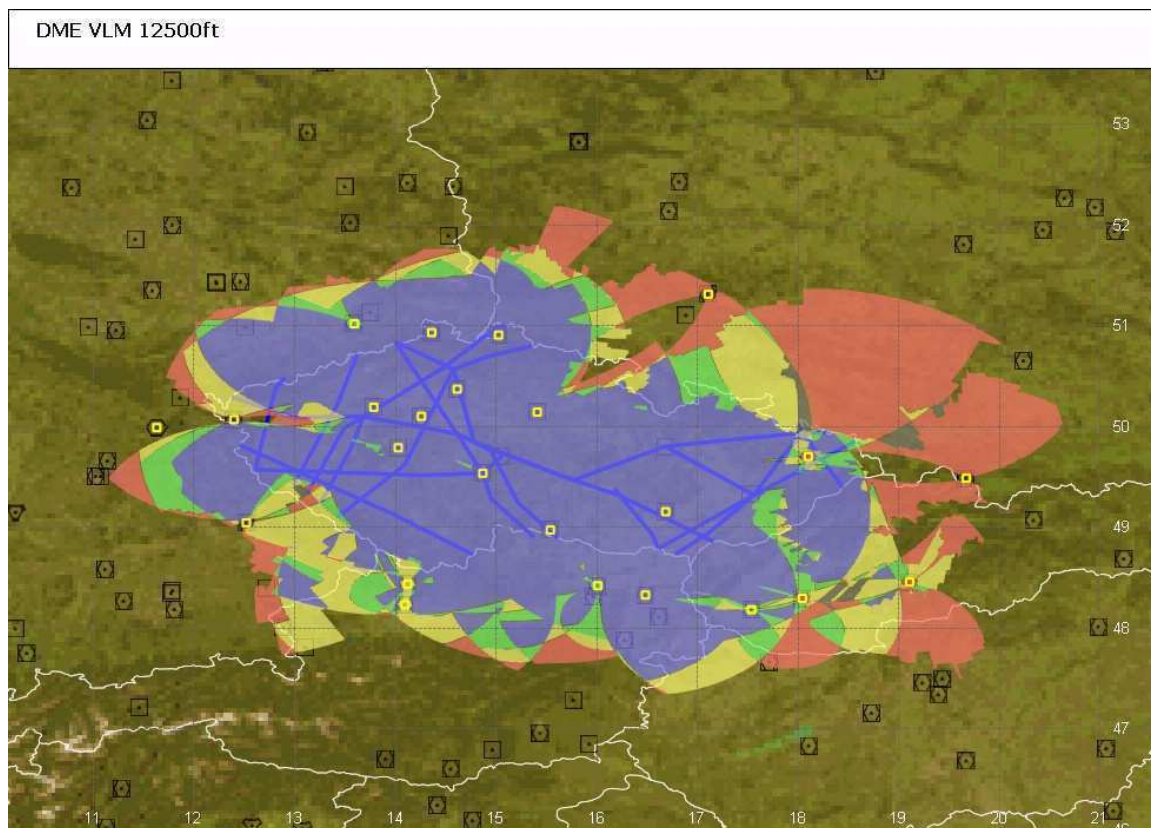
Výsledky analýz navigační výkonnosti ve výšce 7000ft (viz příloha [10.]) nevykazují téměř žádné rozdíly oproti současnému stavu, pokud jde o pokryté oblasti. Redundance navigační výkonnosti se ovšem zvýšila.



Obr. 37 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM

Od výšky 9500ft až do výšky 12500 ft výsledky naznačují pouze zvýšení míry redundance navigační výkonnosti. V těchto výškách je pokryta již celá Česká republika a

to s nadstandardní mírou redundance. Oproti současnému stavu je lepší situace na Ostravsku, které je při této konfiguraci radiomajáků ve výškách 9500-12500ft pokryto s vyšší mírou redundance navigační výkonnosti než je tomu při současném stavu.



Obr. 38 Navigační výkonnost pro výšku 12500 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM

Celkově lze tedy tuto variantu považovat za zlepšení současné situace. Vzhledem ke končící životnosti radionavigačního zařízení VOR/DME Vlašim tedy autor navrhuje zachovat DME na jiné pozici.

4. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit studii řešící optimalizaci sítě radionavigačních prostředků ve FIR Praha, sloužící k podpoře RNAV postupů. Výchozí informace (například rozbor koncepce rozvoje sítě radionavigačních prostředků) byly zpracovány v úvodních kapitolách. Rovněž zde byl představen software DEMETER, ve kterém byly analýzy prováděny.

V druhé kapitole byl popsán navigační systém DME/DME. Nejprve z hlediska jednotlivých komponent (zařízení DME), dále pak z hlediska vlastního dálkoměrného navigačního systému. Bylo provedeno zhodnocení chyb a také popis pracovní oblasti systému DME/DME.

V kapitole 3 byla uvedena vlastní studie zabývající se optimalizací sítě RNP. Nejprve byly definovány požadavky na síť, které byly stanoveny na základě konzultací s ŘLP s.p. ČR a jsou uvedeny v kapitole 3.1.

Jedním z dílčích cílů bylo vytvořit obecný postup pro analýzu pokrytí a případnou volbu budoucího umístění nového RNP. Tento postup byl popsán v kapitole číslo 3.2. Z něj následně vycházely následující analýzy: analýza současného stavu a analýzy zlepšujících variant. Z analýz současného stavu vyplývá, že v pokrytí signálem radionavigačních prostředků jsou místa, která jsou bez signálu, nebo je míra redundance nízká. Byly vypracovány 3 varianty možného zlepšení v pokrytí. Pro pokrytí oblasti severu Moravy byly nejlepší výsledky u varianty nového DME na místě NDB Holešov. Tato varianta byla ale ze strany ŘLP s.p. ČR shledána nevyhovující, protože geometrická omezení systému nedovolují pokrýt oblasti letových tratí HLV-OTA. Varianta nového DME na místě NDB TBV byla také zamítnuta, protože nepřináší dostatečné zlepšení situace. Jako jediná varianta, která by mohla být v praxi uplatněna, se jeví přesun DME VLM. Případné zavedení do praxe je podmíněno dalšími analýzami ze strany ŘLP sp ČR, které by ověřily výsledky této studie. Mezi tyto analýzy se dá počítat i letové ověření skutečného pokrytí, které by mělo následovat po jakýchkoliv změnách infrastruktury radionavigačních prostředků.

5. Seznam použitých zdrojů

5.1. Knížní zdroje

- [1.] VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace (062 00)*: [učební texty dle předpisu JAR-FCL 1]. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 236 s. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4448-6.
- [2.] STAVOVČÍK, Boleslav. *Obecná navigace (061 00)*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 311 s. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 978-80-7204-576-1.
- [3.] VOSECKÝ, Slavomír. *Základy leteckých navigačních zařízení I*. Brno: Vydavatelství Vojenské akademie Antonína Zápotockého, 1988. 396 s.
- [4.] KULČÁK, L. a kol. *Zabezpečovací letecká technika. 1. Vyd.* : Žilinská univerzita v Žilině, 2010. 423 s. ISBN 80-7100-584-3.
- [5.] *L 2 Letecký předpis Pravidla létání*. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2013. Uveřejněno pod číslem jednacím 25344/99-220
- [6.] *L 10/I Letecký předpis O civilní letecké telekomunikační službě: Svazek I: Radionavigační prostředky*. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2003. Uveřejněno pod číslem jednacím 1285/2003-220-SP/1
- [7.] *L 8400. Letecký předpis zkratky a kódy*. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2011. 108 s. Uveřejněno pod číslem jednacím 710/2007-220-SP/2.
- [8.] ORGANIZATION, International Civil Aviation. *Doc. 9613 Performance-based navigation (PBN) manual*. 3rd ed. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2009. ISBN 978-929-2311-988
- [9.] EUROCONTROL *Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment*. EUROCONTROL [online]. April 2008. Dostupný z WWW: <http://www.ecacnav.com/downloads/EG0114%20P-RNAV%20Infrastructure%20Assessment%20Vweb.pdf>.
- [10.] EUROCONTROL *Distance Measuring Equipment Tracer*. November 2010. EUROCONTROL [online]. November 2010. Dostupný z WWW: <http://www.ecacnav.com/downloads/DEMETER%20Overview%20V1.pdf>.
- [11.] *Letecká informační příručka ČR – AIP CZ. ŘLP-LIS* [online]. Dostupný z WWW: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm.
- [12.] Česká republika. *KONCEPCE ROZVOJE NAVIGAČNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY V OBDOBÍ DO ROKU 2020*. In: AIC-A1/12. Praha, 2012. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aic.htm

5.2. Zdroje obrázků

Obr. 1 příklad tratě klasické navigace - ORGANIZATION, International Civil Aviation. *Doc. 9613 Performance-based navigation (PBN) manual*. 3rd ed. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2009. strana 46. ISBN 978-929-2311-988

Obr. 2 příklad RNAV tratě - ORGANIZATION, International Civil Aviation. *Doc. 9613 Performance-based navigation (PBN) manual*. 3rd ed. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2009. strana 46. ISBN 978-929-2311-988

Obr. 3 Příklad triangulace pomocí systému DME-DME: - dostupné z webové stránky: <http://www.ilmuterbang.com/images/stories/Teori/teknikpenerbangan/akurasi/akurasi-triangulation.jpg>

Obr. 4 - Obr. 8 - Matematické vizualizace spojené s tvarem pracovní oblasti systému DME/DME získané osobní odbornou konzultací se specialistou v oblasti matematiky: RNDr. Jan Krejčí PhD.

Obr. 9 Tvar pracovní oblasti systému DME/DME - VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace (062 00): [učební texty dle předpisu JAR-FCL 1]*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 236 s., strana 76 Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4448-6

Obr. 10 Rozmístění Rádiových zařízení- *Letecká informační příručka ČR – AIP CZ. ŘLP-LIS* [online]. Dostupný z WWW: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm.

Obr. 14- Obr. 19- Výsledky analýz vygenerované z programu DEMETER.

Obr. 20- Výsledek analýz vygenerované z programu DEMETER

Obr. 21 Schematické znázornění umístění DME na letišti Moravská Třebová- dostupné z webové stránky: <https://www.google.cz/maps/>

Obr. 22 - Obr. 38- Výsledky analýz vygenerované z programu DEMETER

Obr. 39 nastavení proměnných pro analýzy v programu DEMETER

Obr. 40 - Obr. 89- Výsledek analýz vygenerované z programu DEMETER

6. Seznam použitých zkratk

RNAV	-	Area navigation
VFR	-	Visual Flight Rules
IFR	-	Instrument flight rules
GNSS	-	Global navigation satellite systém
FIR	-	Flight information region
ECAC	-	European civil aviation conference
ICAO	-	International Civil Aviation Organization
P-RNAV	-	Precise- Area navigation
B-RNAV	-	Basic Area navigation
PBN	-	Performance Based Navigation
VOR	-	VHF Omni Directional Radio Range
DME	-	Distance Measuring Equipment
NDB	-	Non-directional Beacon
TMA	-	Terminal Maneuvering Area
SID	-	Standard instrument departure
STAR	-	standard terminal arrival route

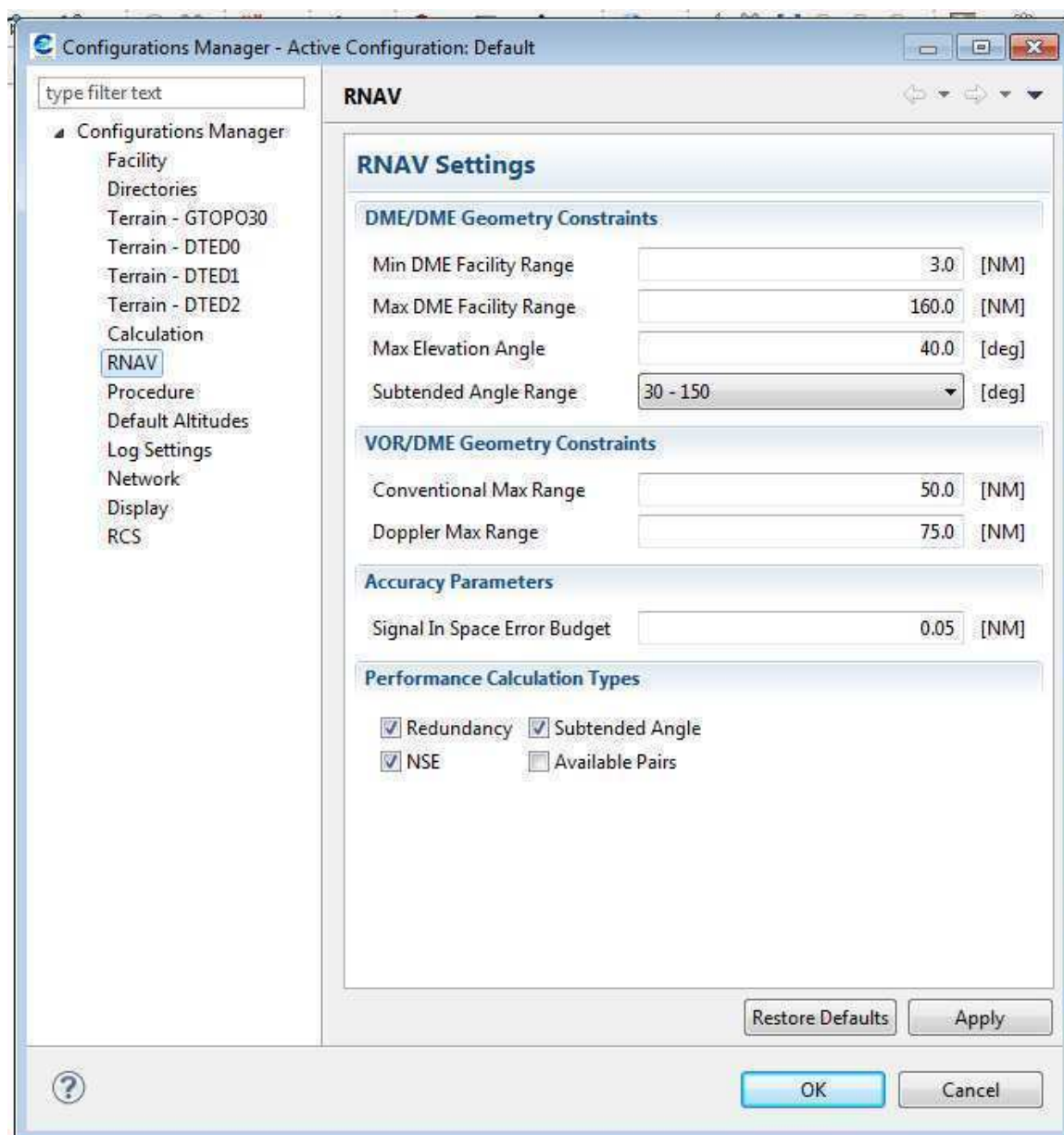
GPS	-	Global Position System
UKV	-	Ultra krátké vlny
UHF	-	Ultra high frequency
DOC	-	Designed operationa coverage
AIC	-	Aeronautical Information Circulars
NM	-	Nautical mile
RNP	-	Radionavigační prostředek
LPS	-	Letové provozní služby
CNS	-	Communications, navigation and surveillance
ATM	-	Air traffic management
LIS	-	Letecká informační služba
RWY	-	Runway
TSE	-	Total System Error
RSE	-	Root Sum Square
NSE	-	Navigation System Error
FTE	-	Flight Technical Error
PEE	-	Position Estimation Error
PDE	-	Path Definition Error

[7]

7. Seznam příloh

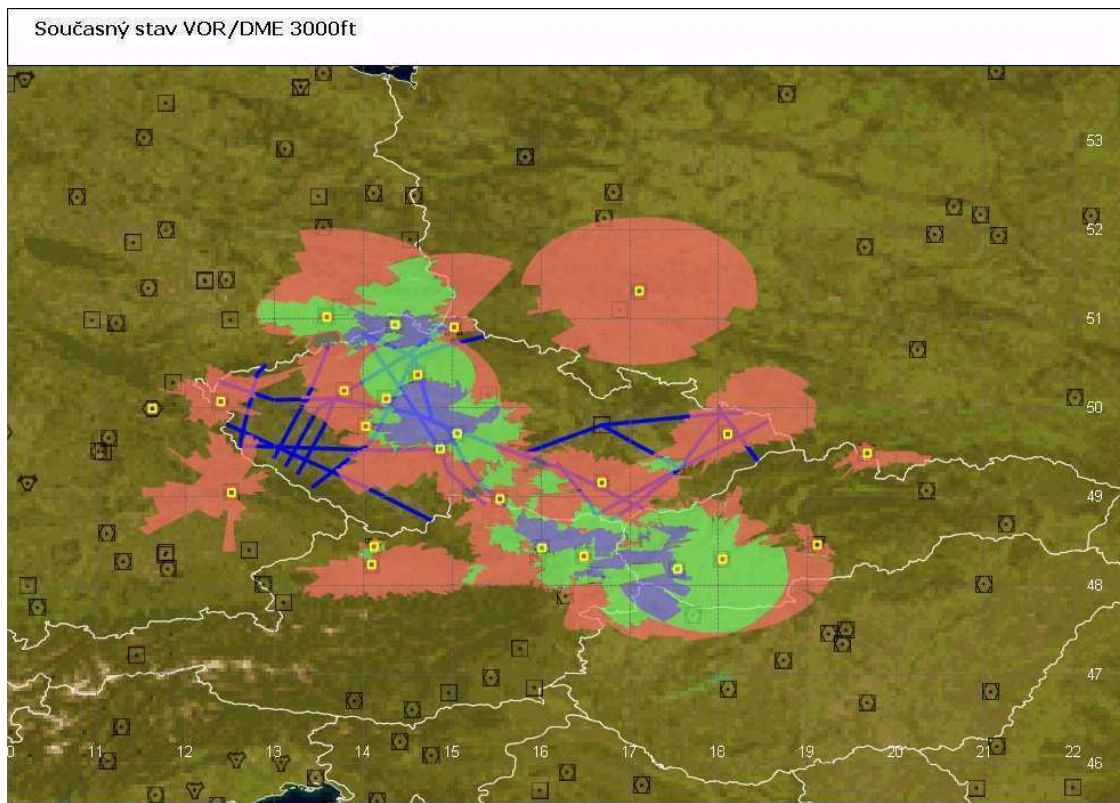
- [1.] Obr. 39- nastavení proměnných pro analýzy v programu DEMETER
- [2.] Výsledky analýz současného pokrytí- VOR/DME
- [3.] Výsledky analýz současného pokrytí- DME/DME
- [4.] Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB TBV- varianta východní konec RWY
- [5.] Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB TBV- varianta původní pozice NDB
- [6.] Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB TBV- varianta západní konec RWY
- [7.] Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB HLV
- [8.] Výsledky analýz navigační výkonnosti VOR/DME při vyloučení VOR/DME VLM
- [9.] Výsledky analýz navigační výkonnosti DME/DME při vyloučení VOR/DME VLM
- [10.] Výsledky analýz navigační výkonnosti pro DME VLM přemístěné na novou lokalitu
- [11.] ENR 3.3- kompletní seznam publikovaných RNAV tratí dle AIP.
- [12.] ENR 4.2- Speciální navigační systémy.
- [13.] ENR 4.1- Radionavigační zařízení- traťová

8. Přílohy

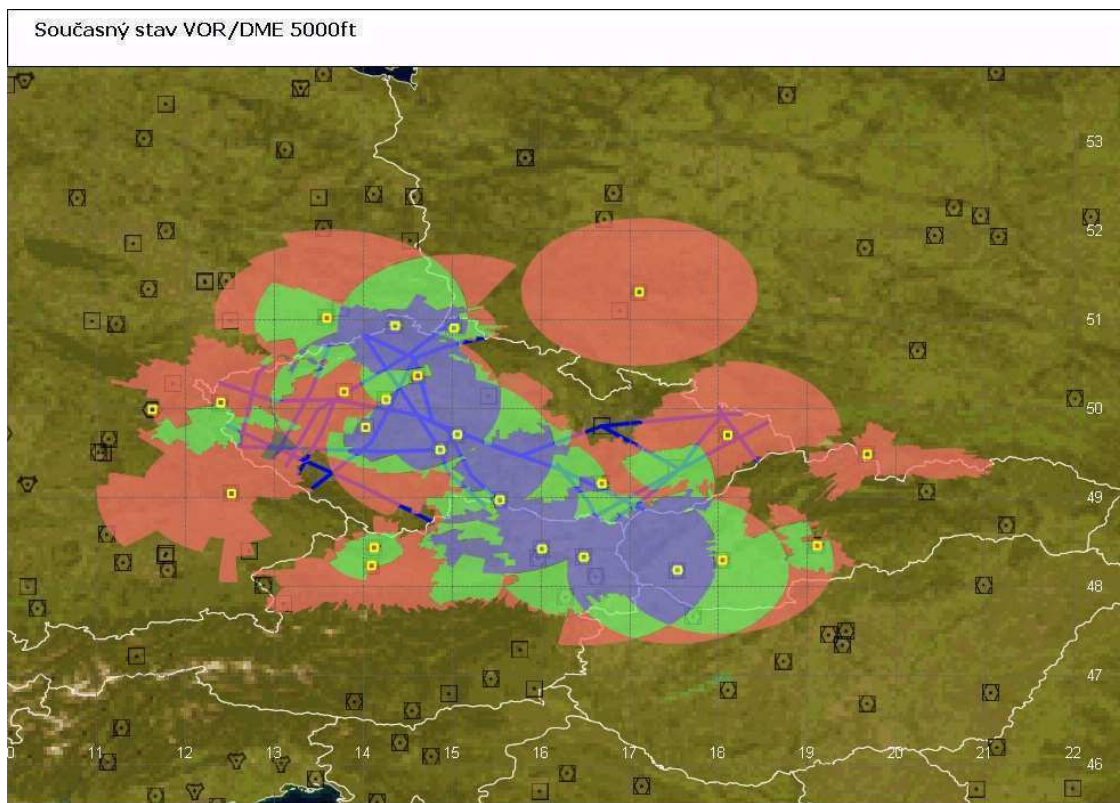


Obr. 39 nastavení proměnných pro analýzy v programu DEMETER

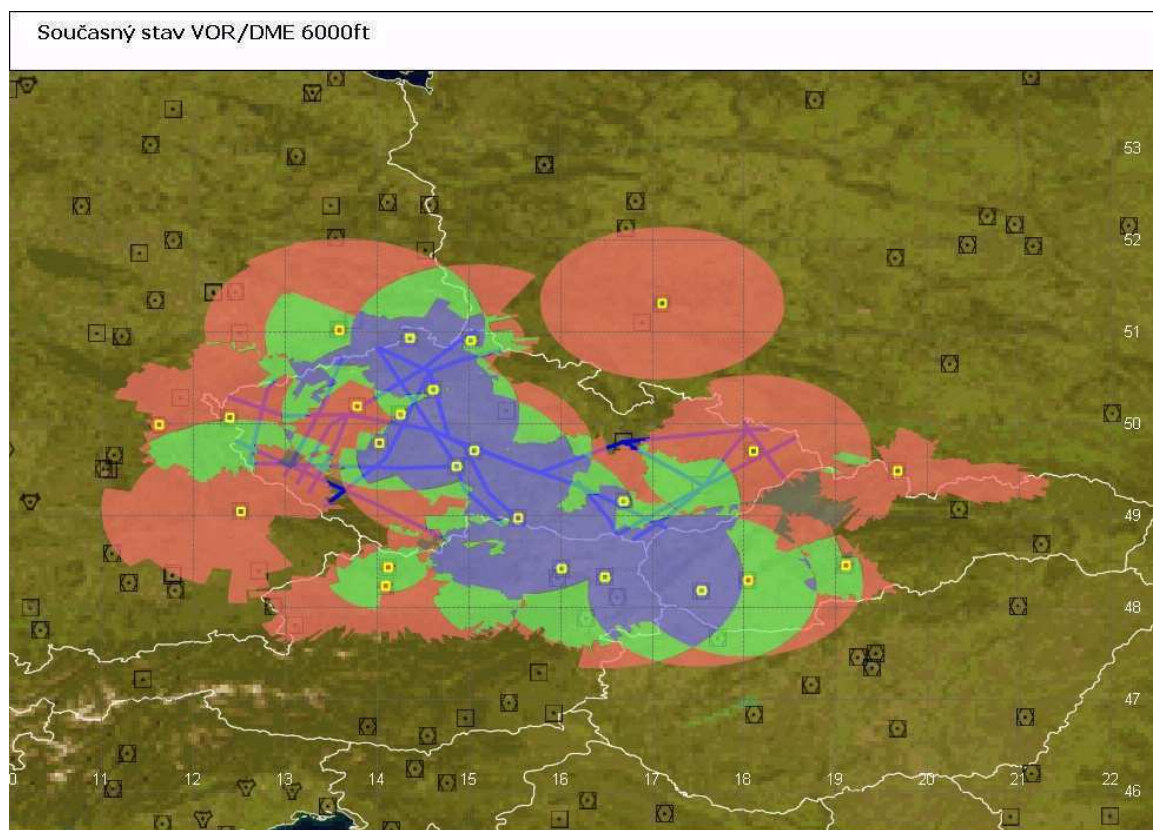
Výsledky analýz současného pokrytí- VOR/DME



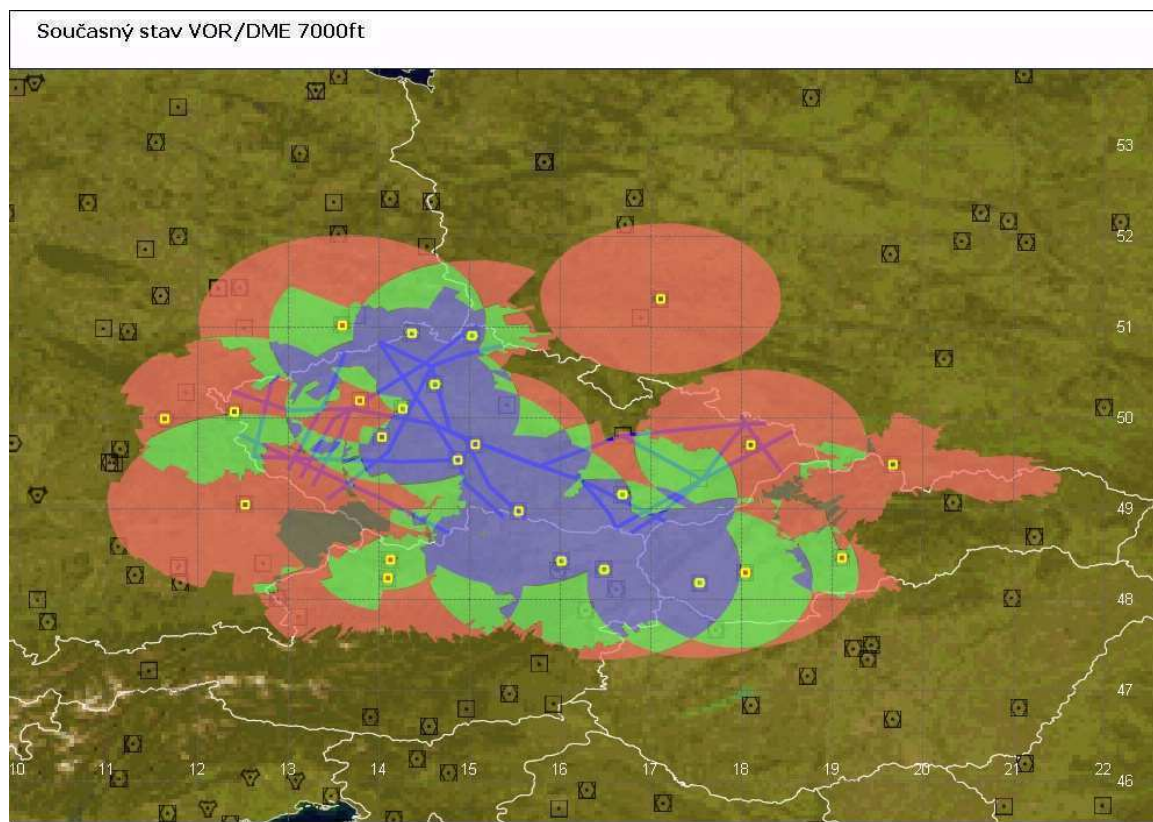
Obr. 40 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 3000 ft



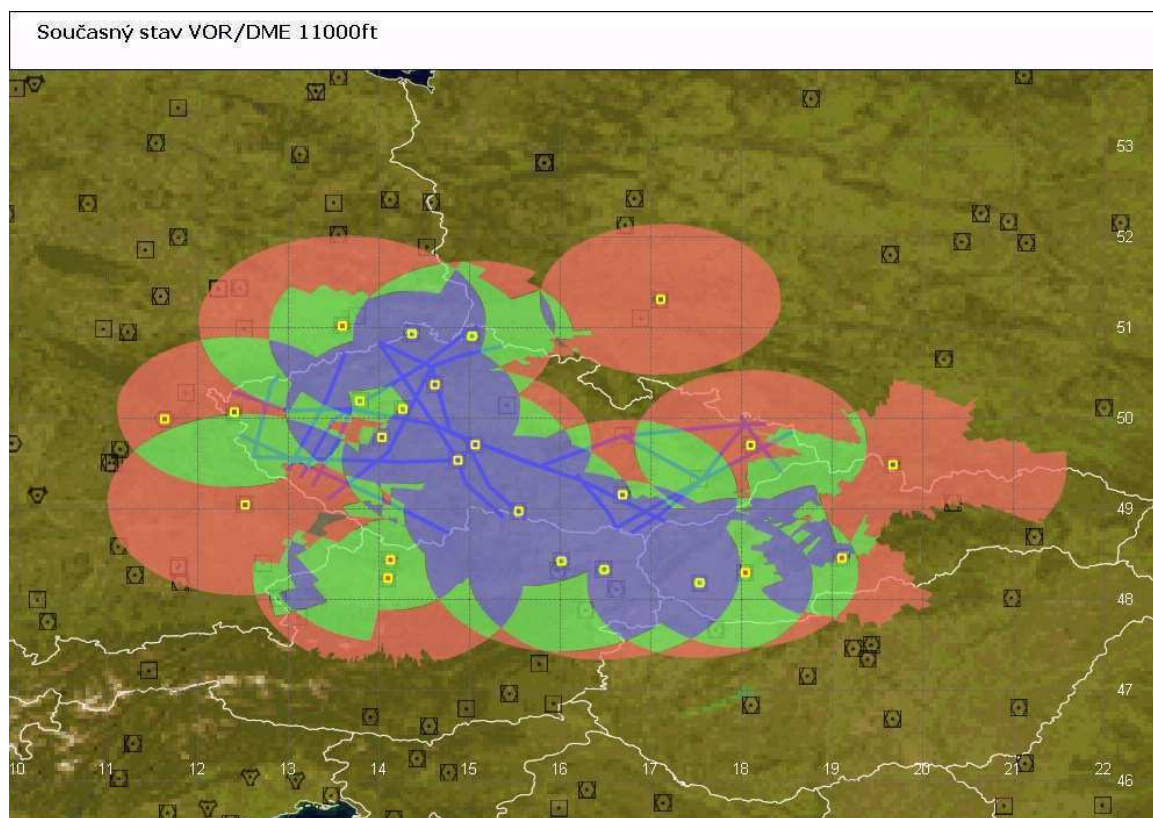
Obr. 41 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 5000 ft;



Obr. 42 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 6000 ft;

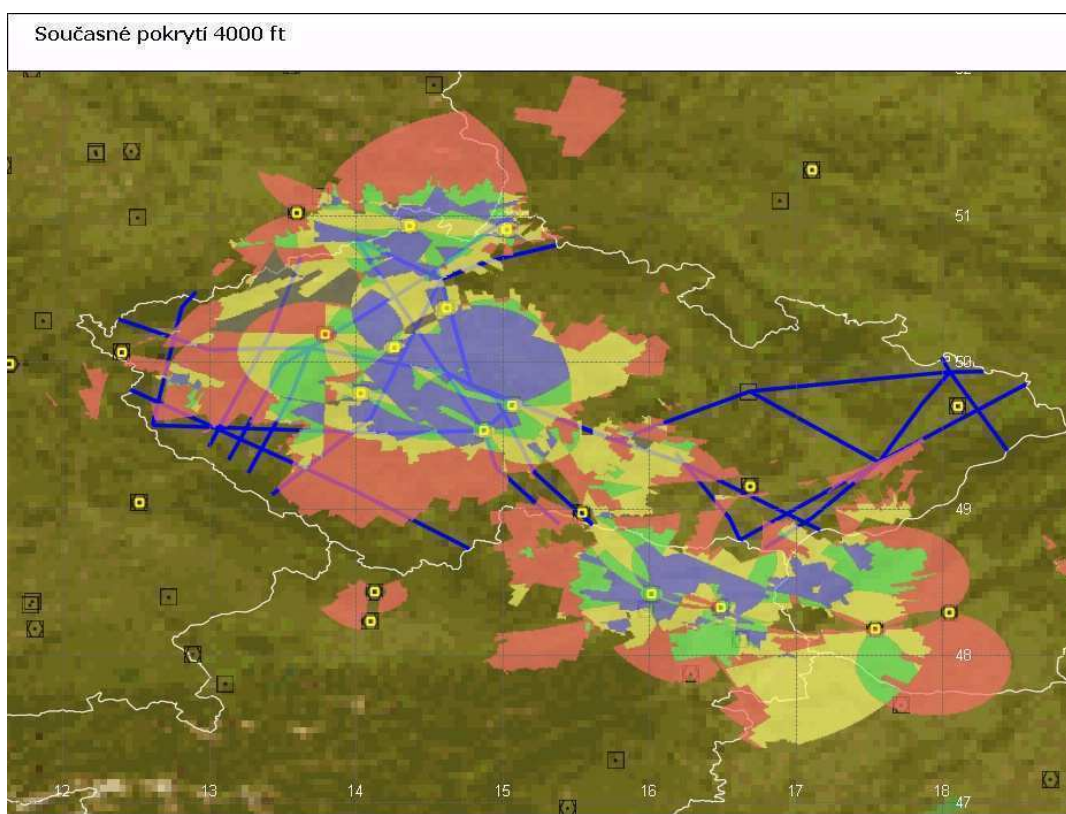


Obr. 43 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 7000 ft

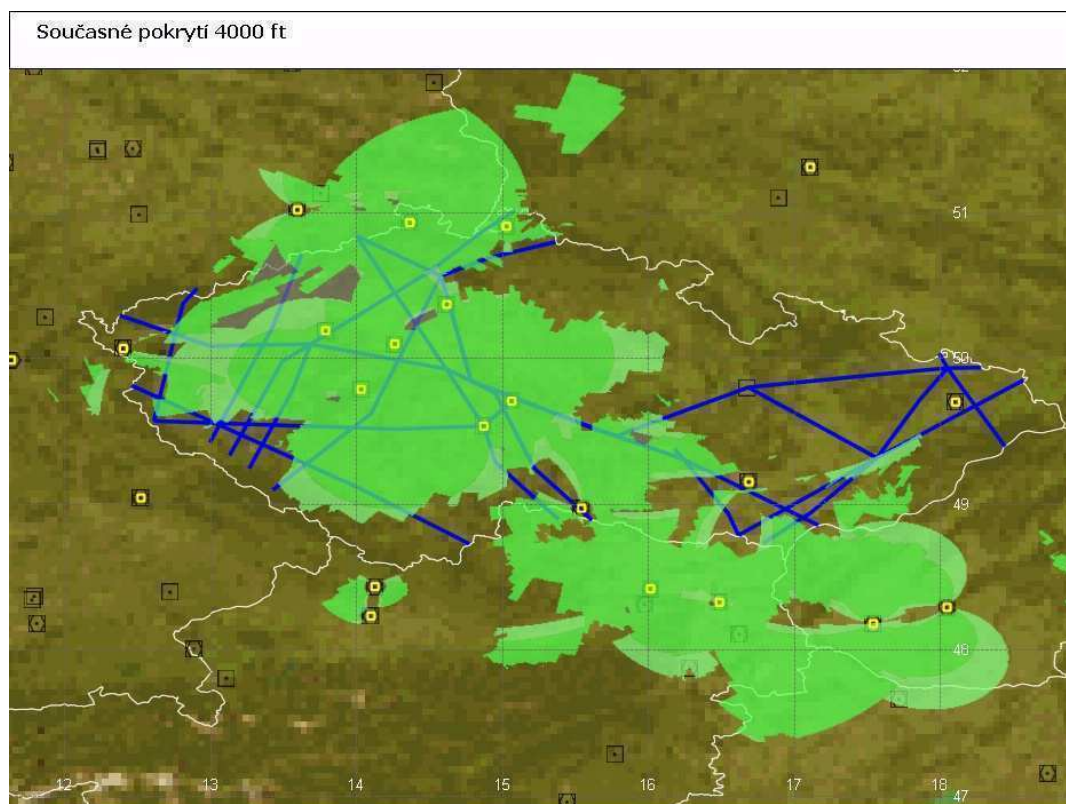


Obr. 44 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 11000 ft

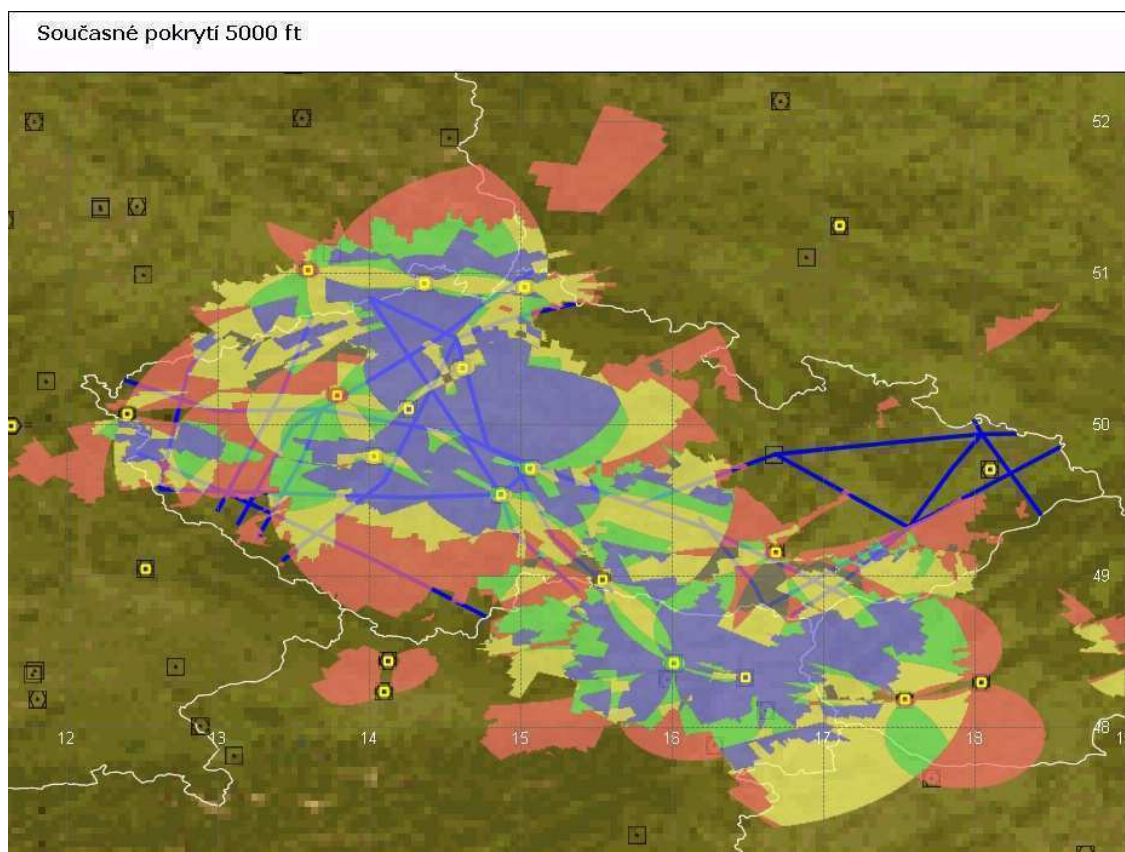
Výsledky analýz současného pokrytí- DME/DME



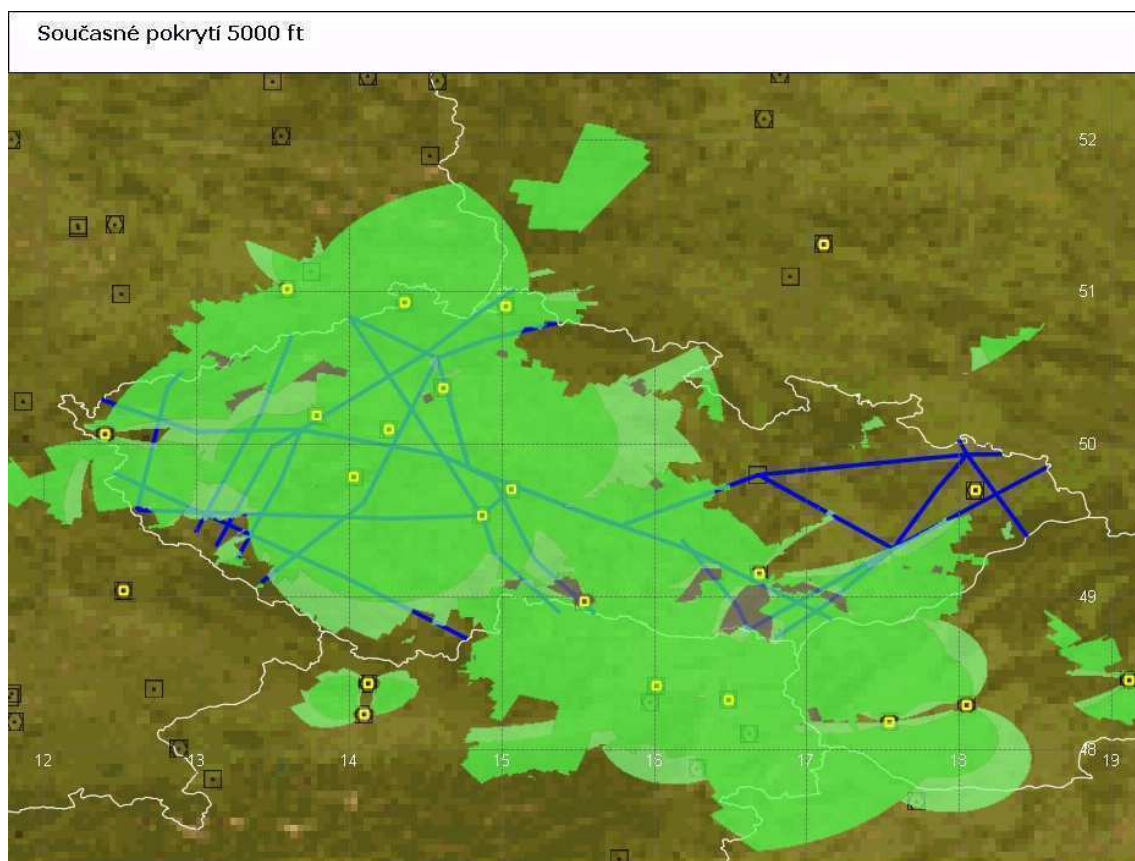
Obr. 45 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 4000 ft



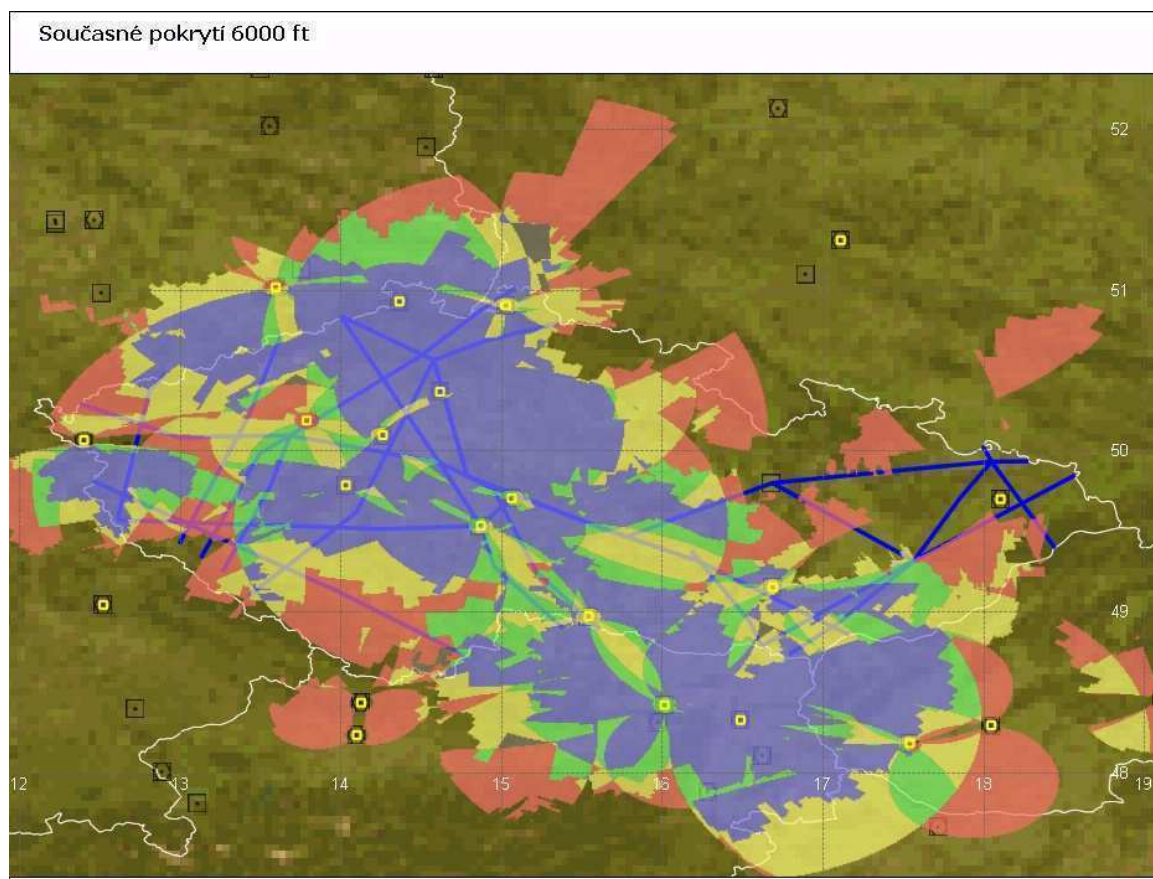
Obr. 46 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 4000 ft



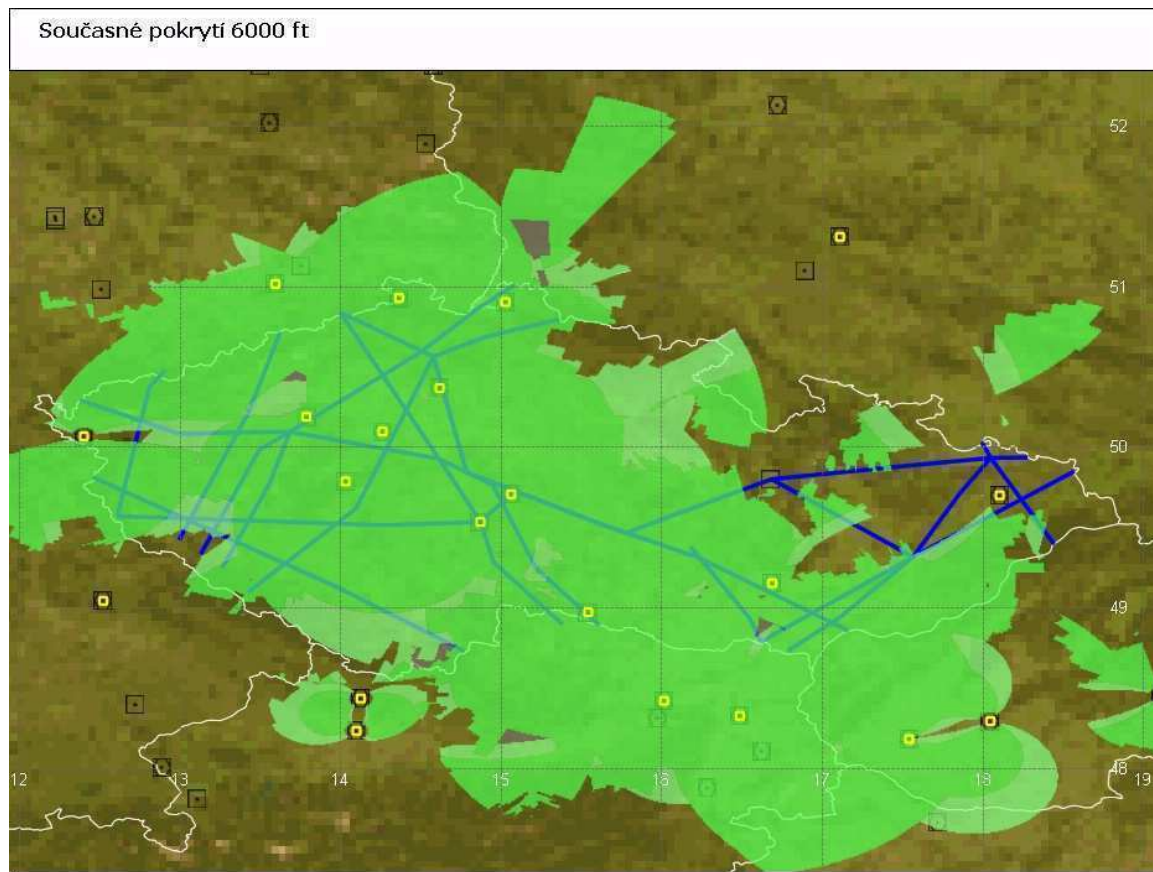
Obr. 47 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 5000 ft;



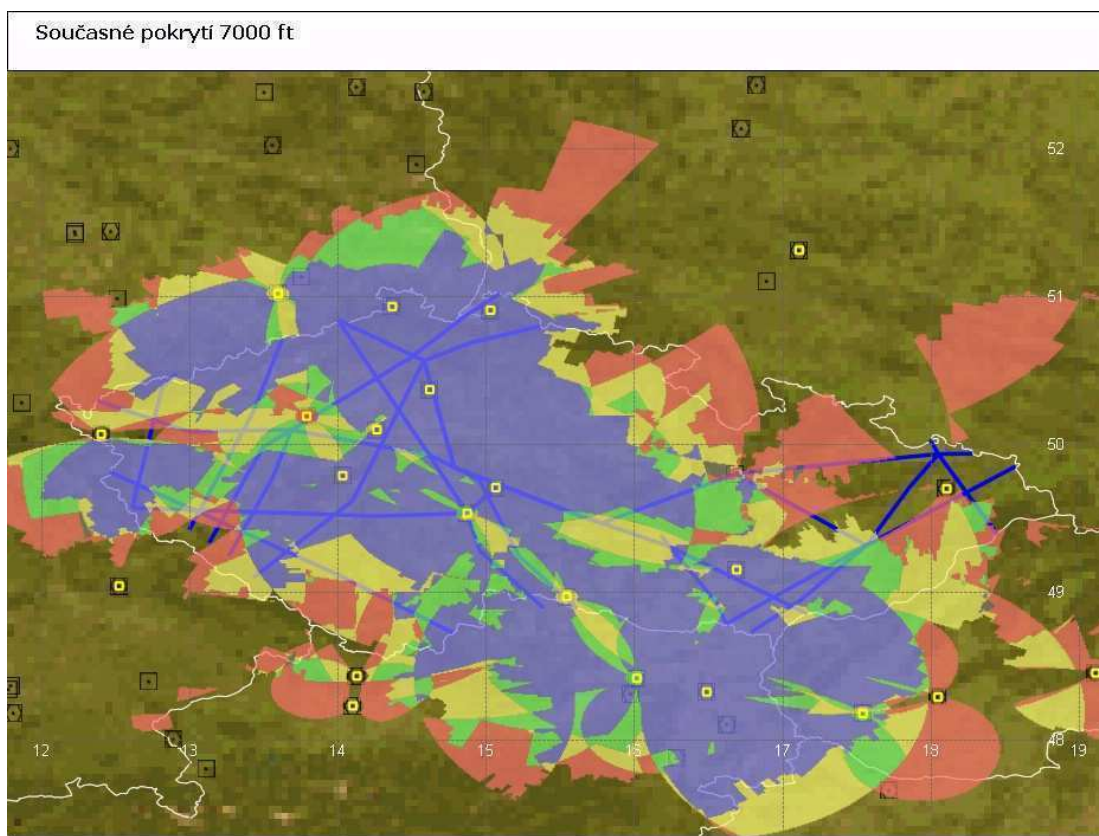
Obr. 48 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 5000 ft



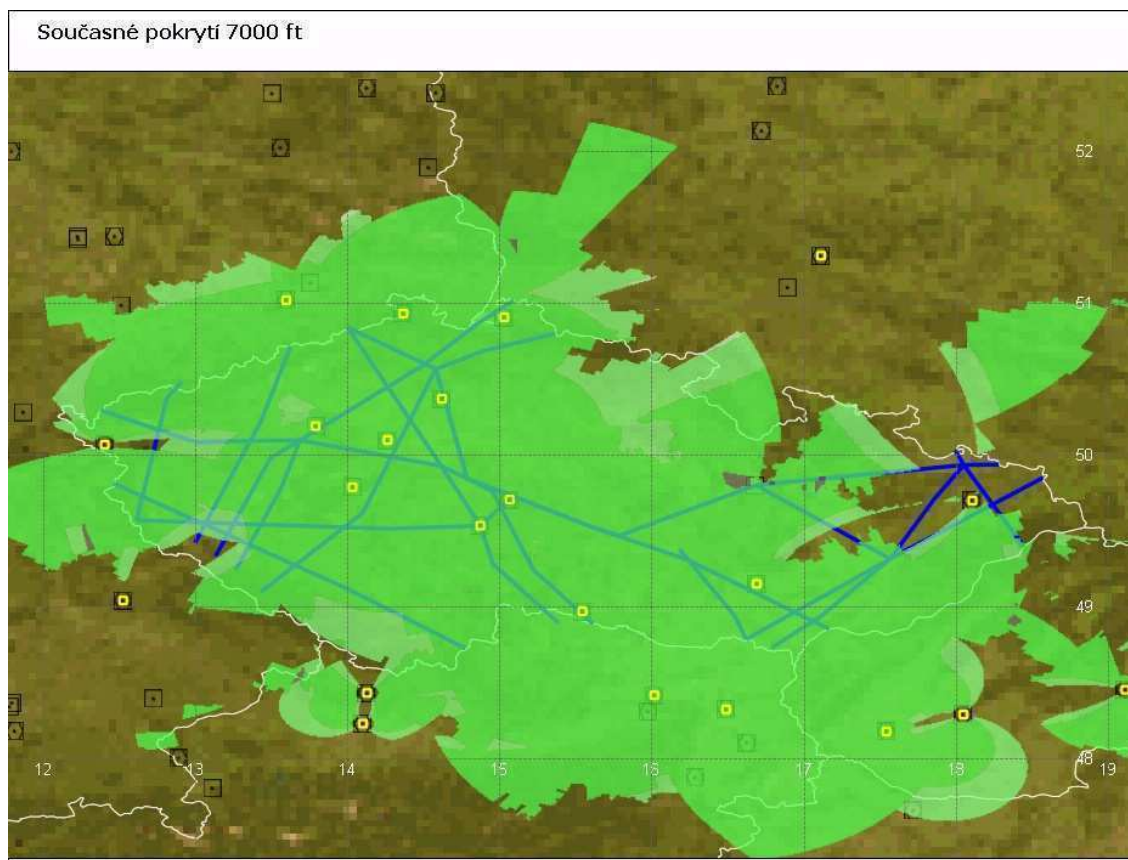
Obr. 49 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 6000 ft



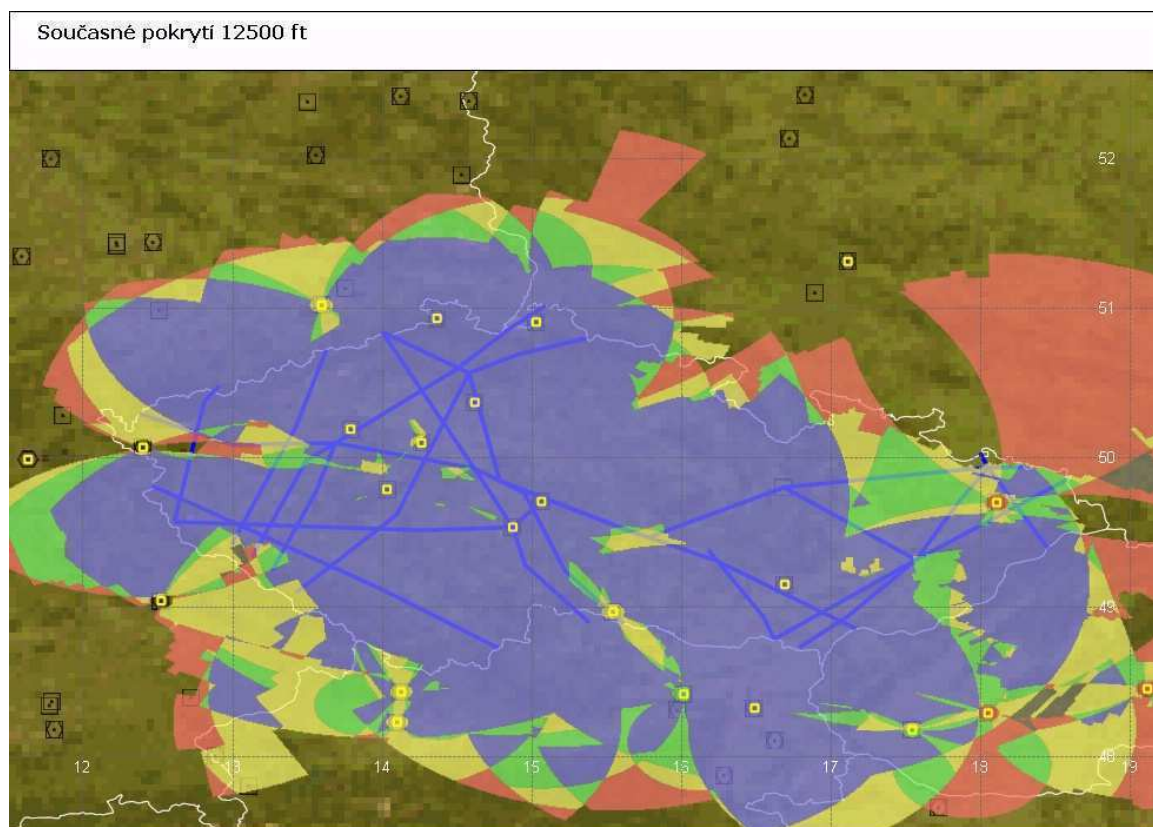
Obr. 50 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 6000 ft



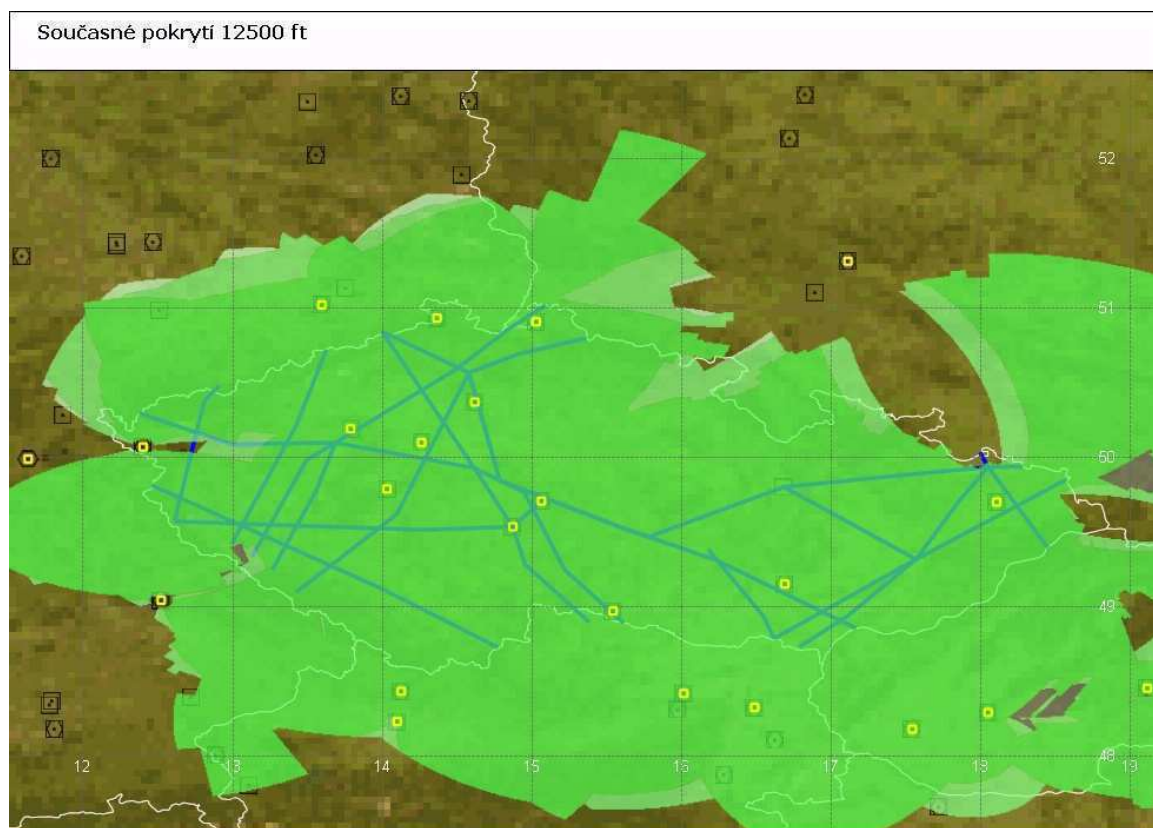
Obr. 51 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 7000 ft



Obr. 52 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 7000 ft

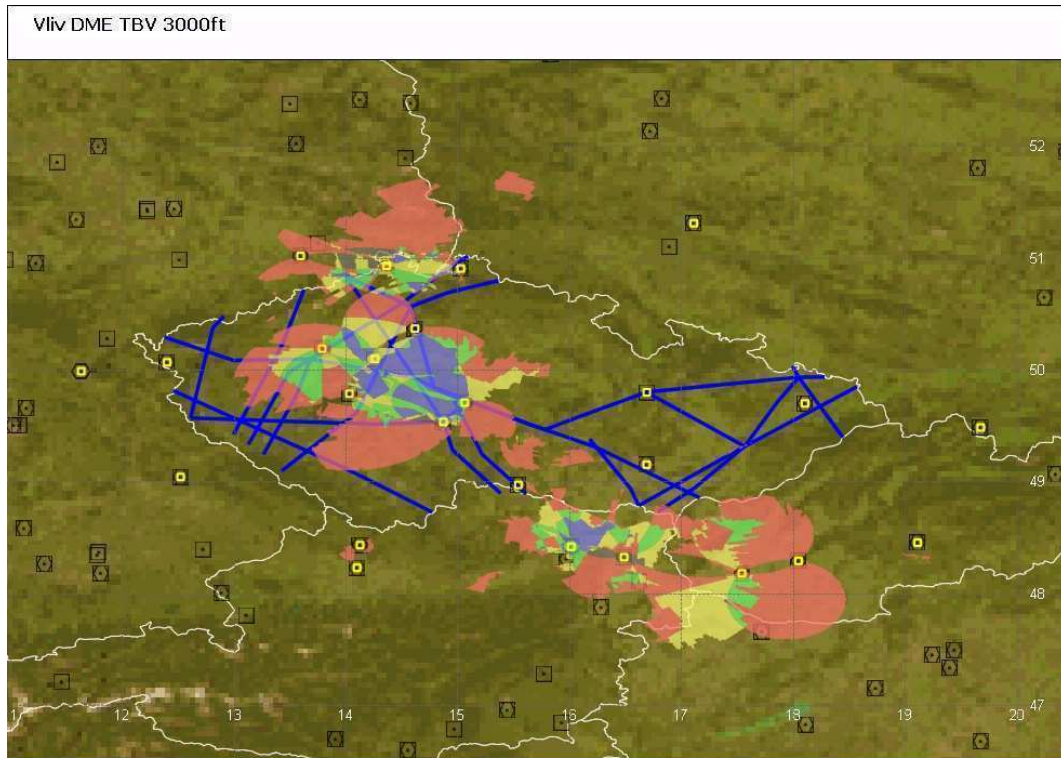


Obr. 53 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 12500 ft

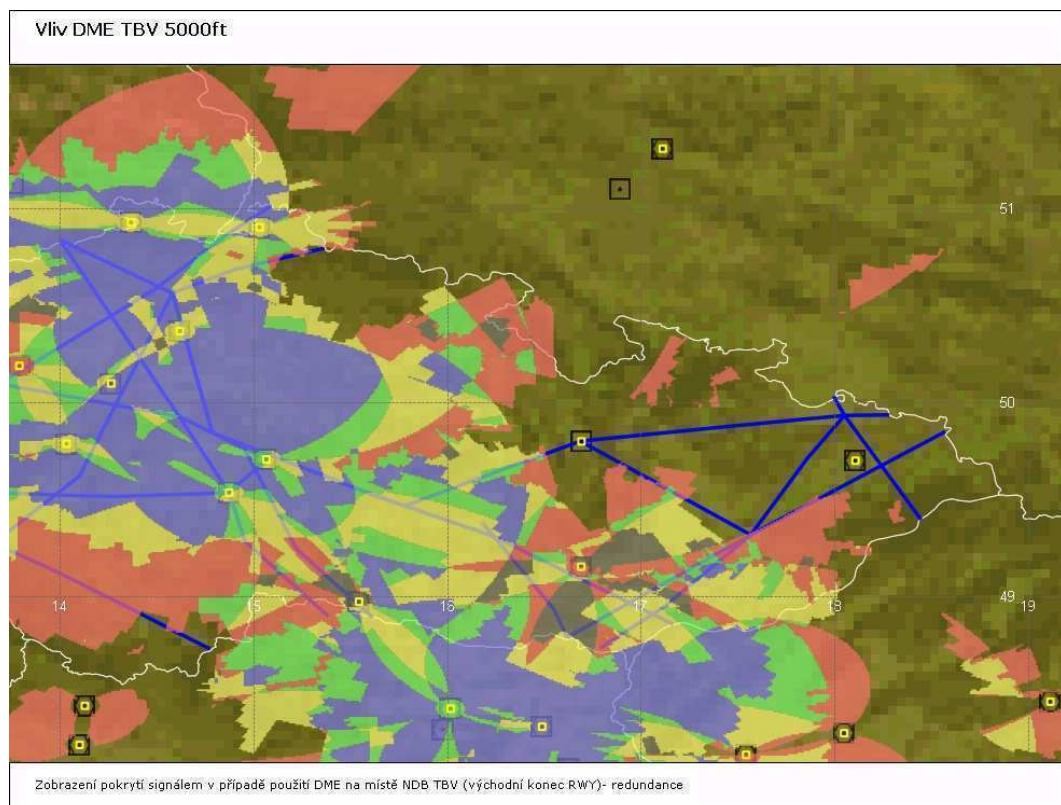


Obr. 54 Současný stav navigační výkonnosti pro výšku 125000 ft

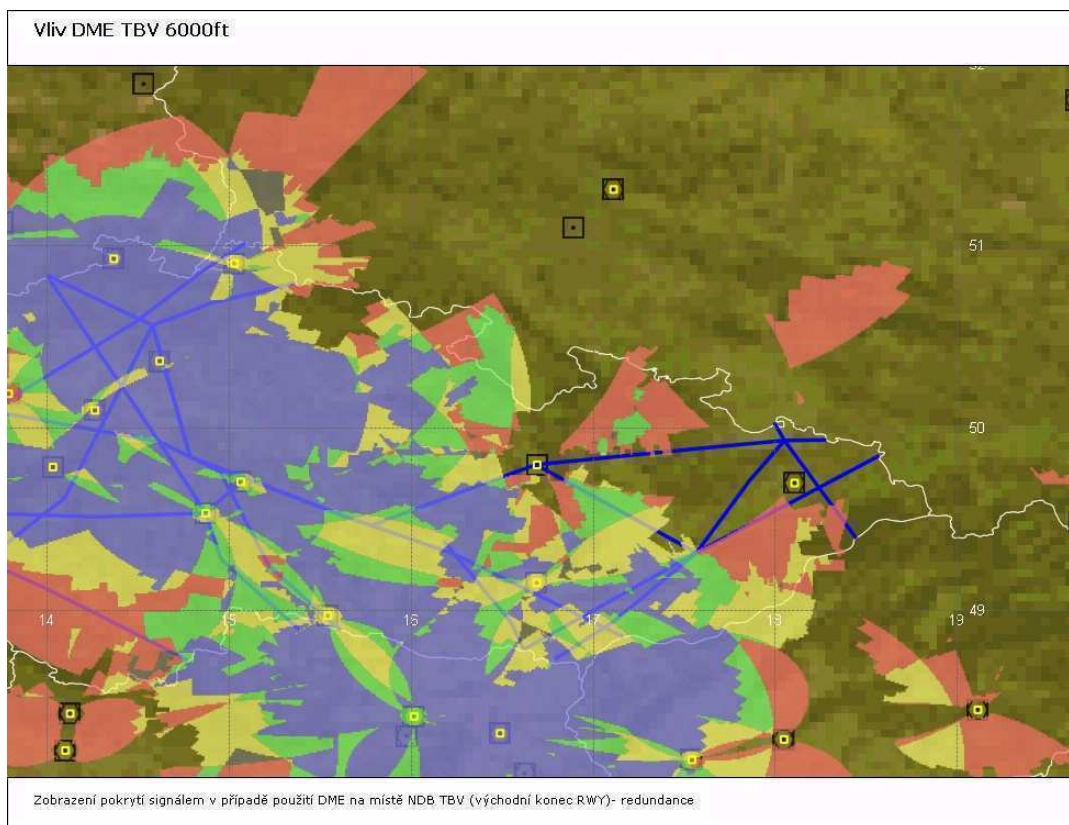
Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB TBV- varianta východní konec RWY:



Obr. 55 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 56 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft pro DME na místě NDB TBV

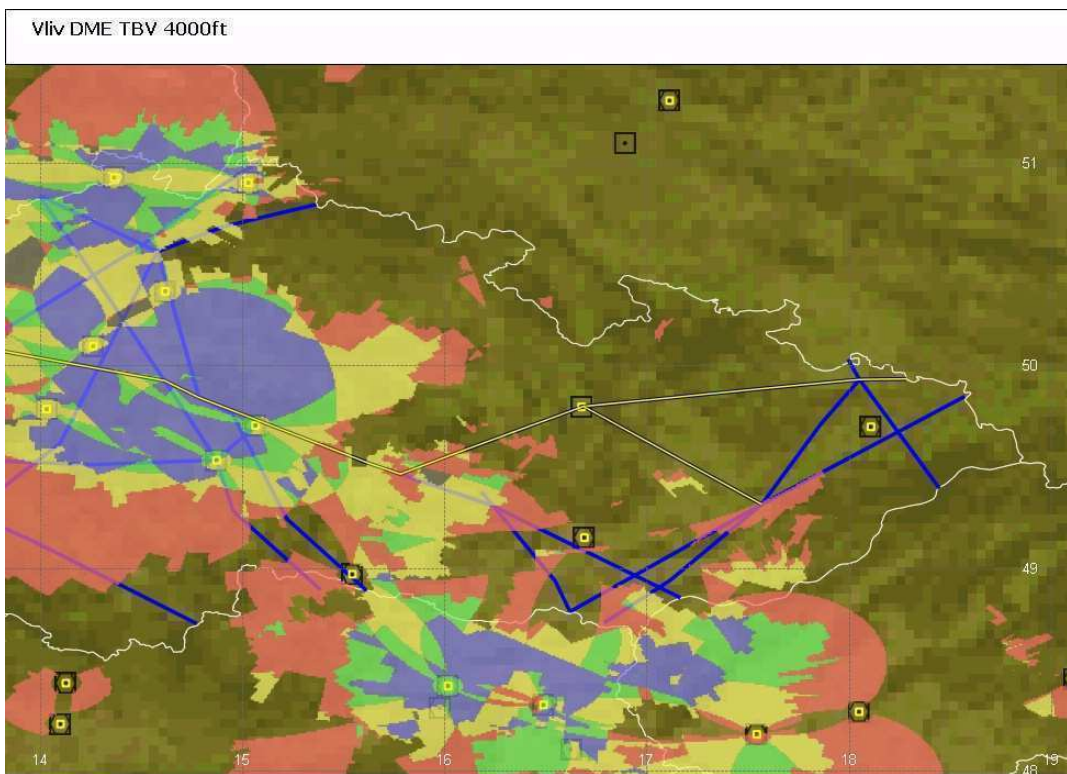


Obr. 57 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft pro DME na místě NDB TBV

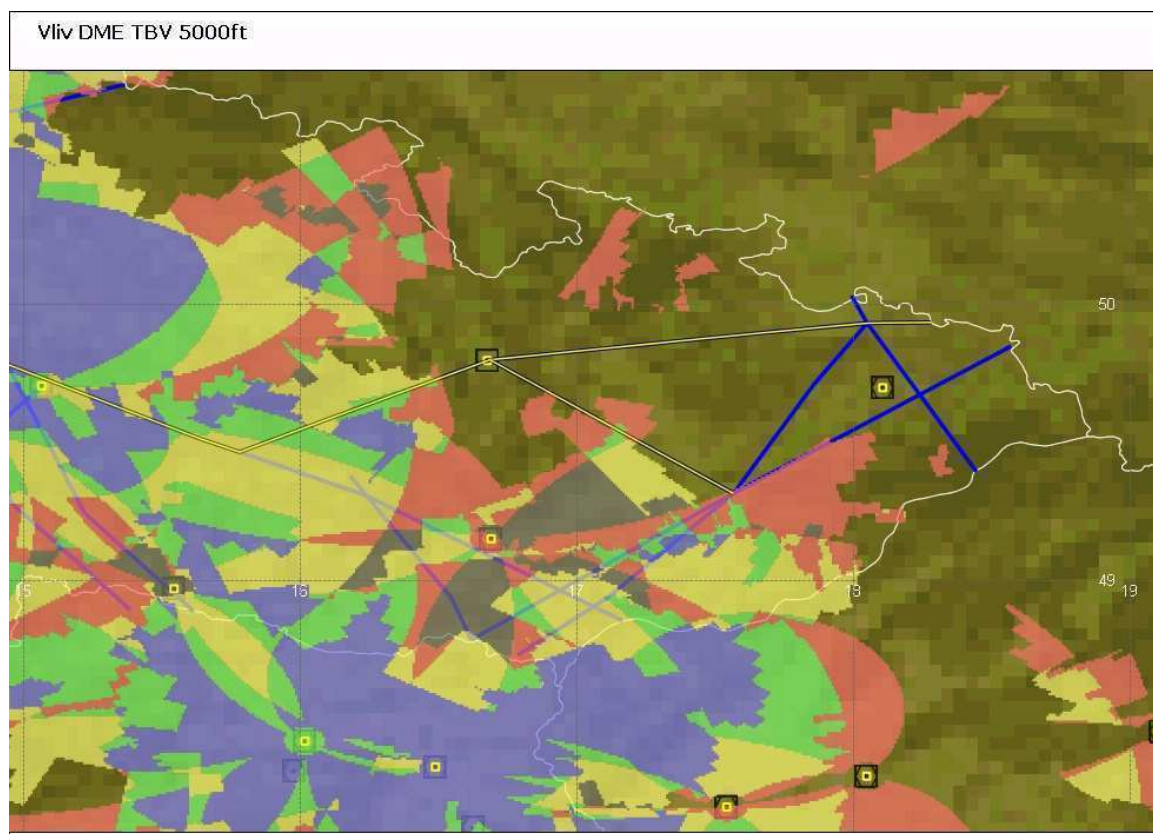
Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB TBV- varianta původní pozice NDB



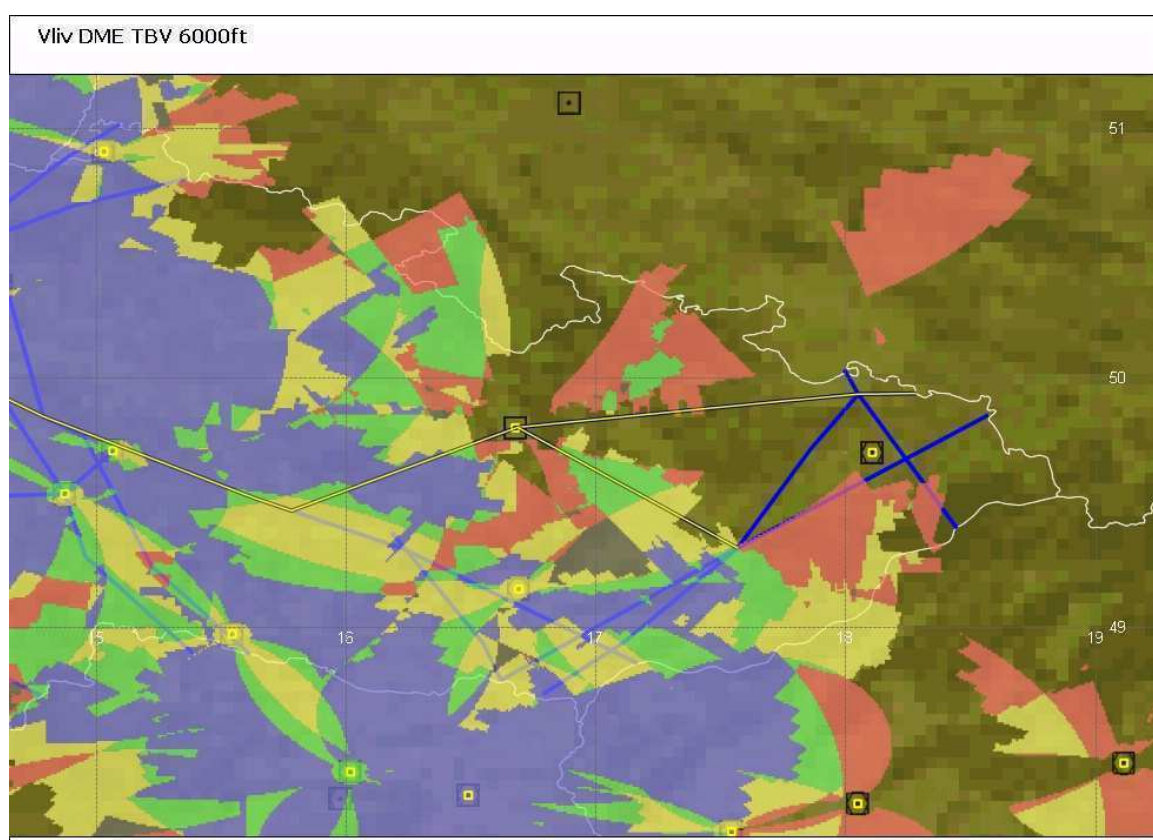
Obr. 58 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft pro DME na místě NDB TBV



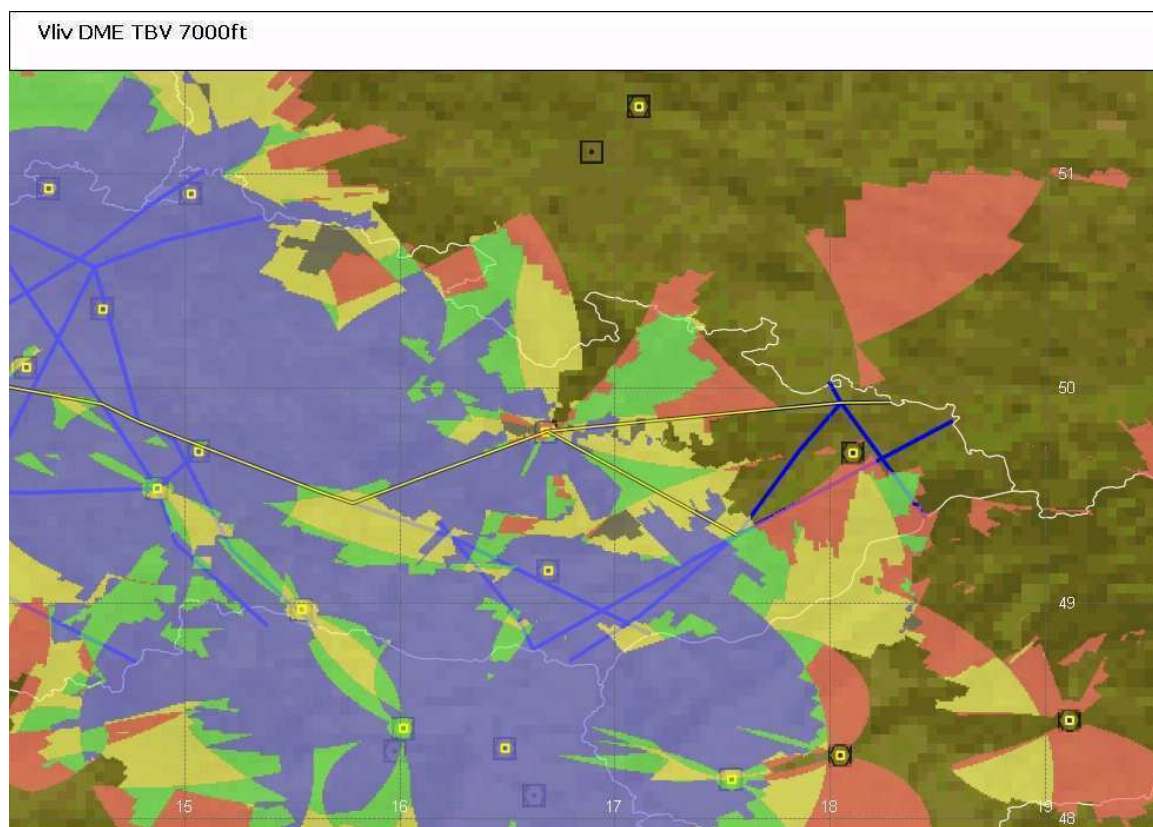
Obr. 59 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 60 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 61 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft pro DME na místě NDB TBV

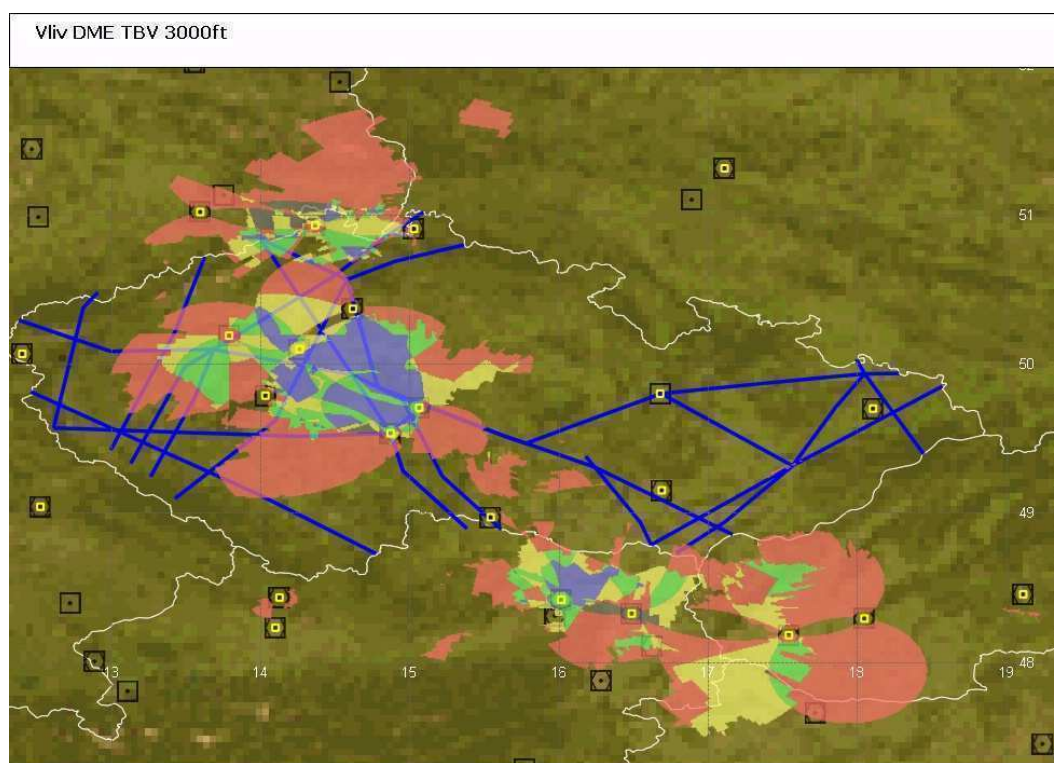


Obr. 62 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft pro DME na místě NDB TBV

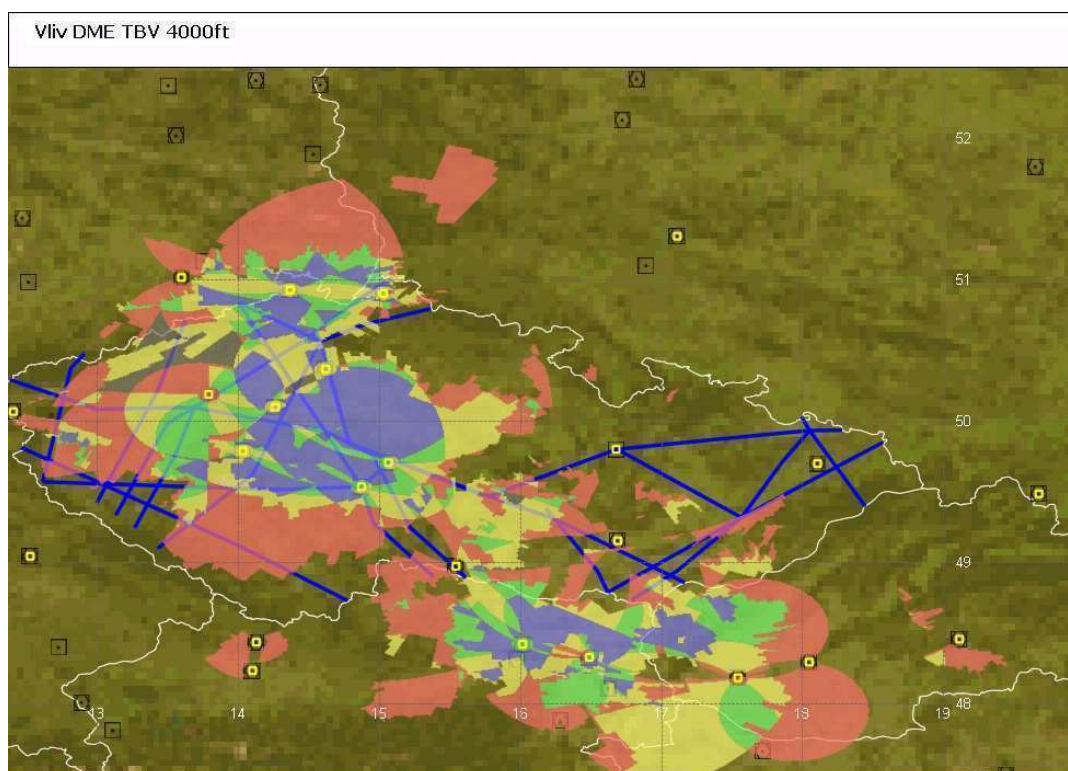


Obr. 63 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft pro DME na místě NDB TBV

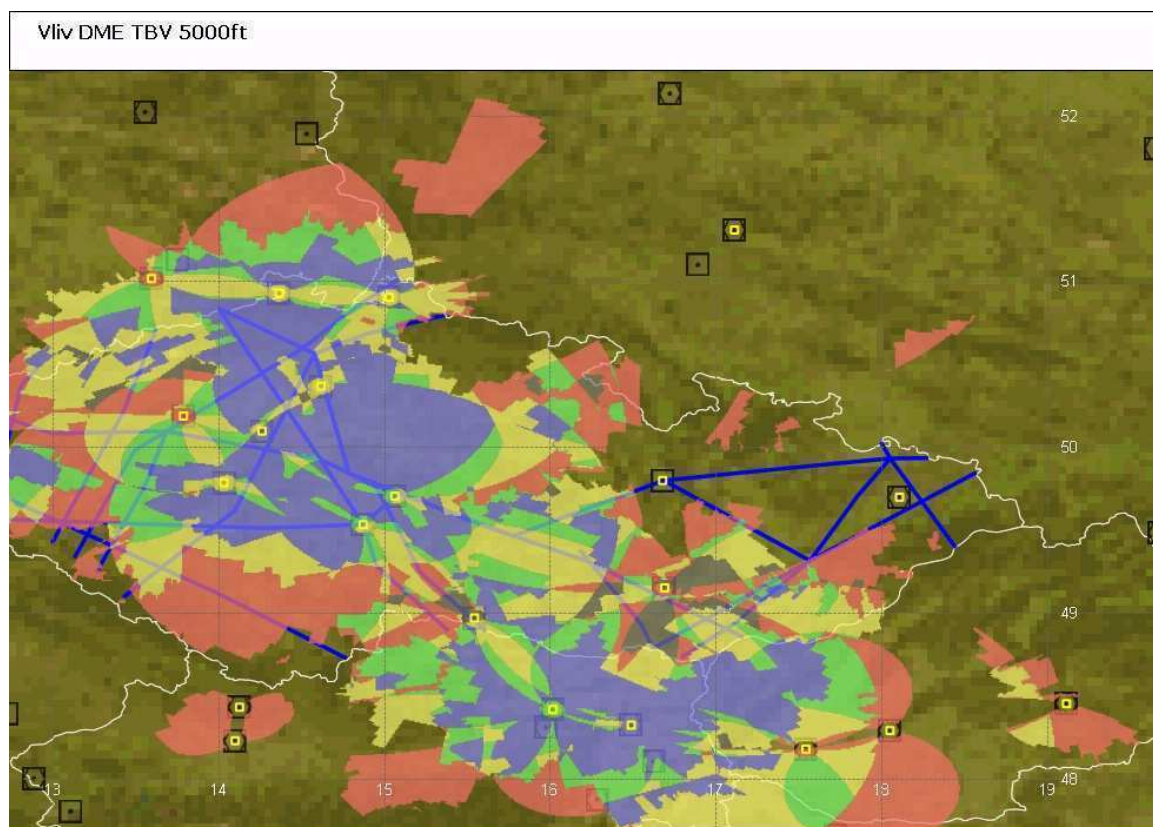
Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB TBV- varianta západní konec RWY



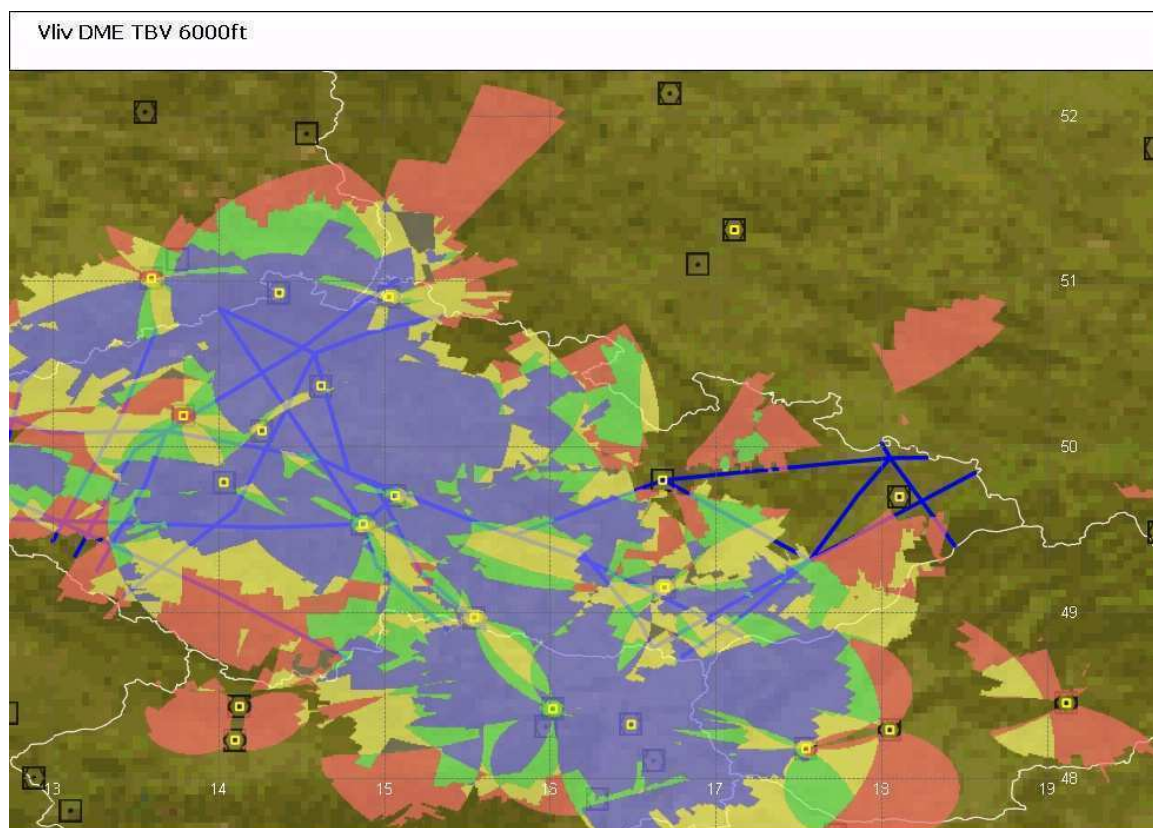
Obr. 64 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft pro DME na místě NDB TBV



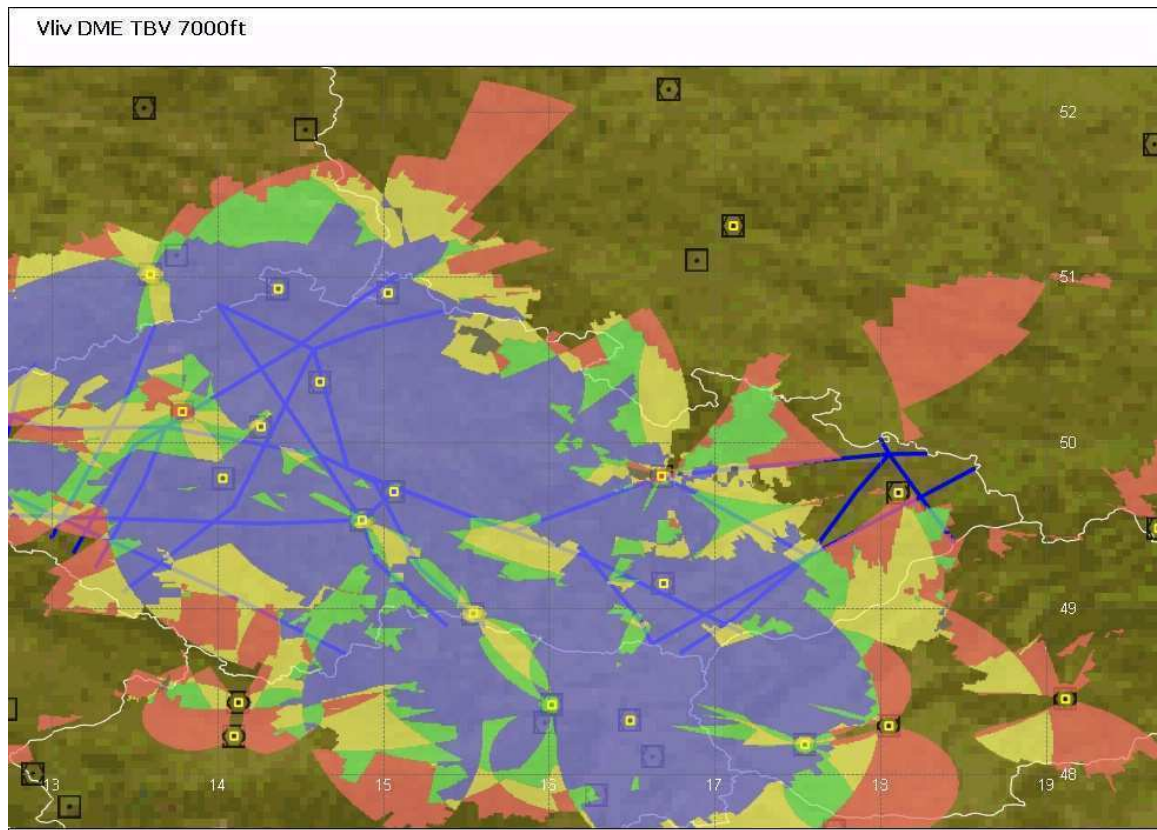
Obr. 65 Navigační výkonnost pro výšku 4000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 66 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft pro DME na místě NDB TBV



Obr. 67 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft pro DME na místě NDB TBV

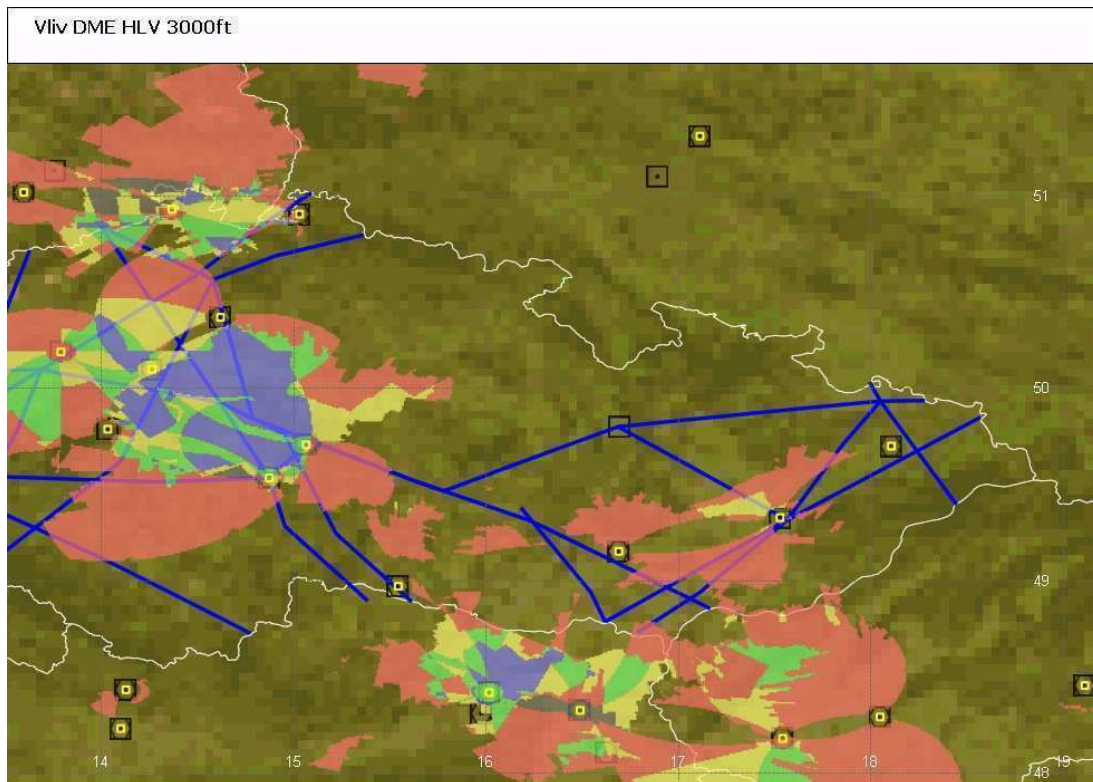


Obr. 68 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft pro DME na místě NDB TBV

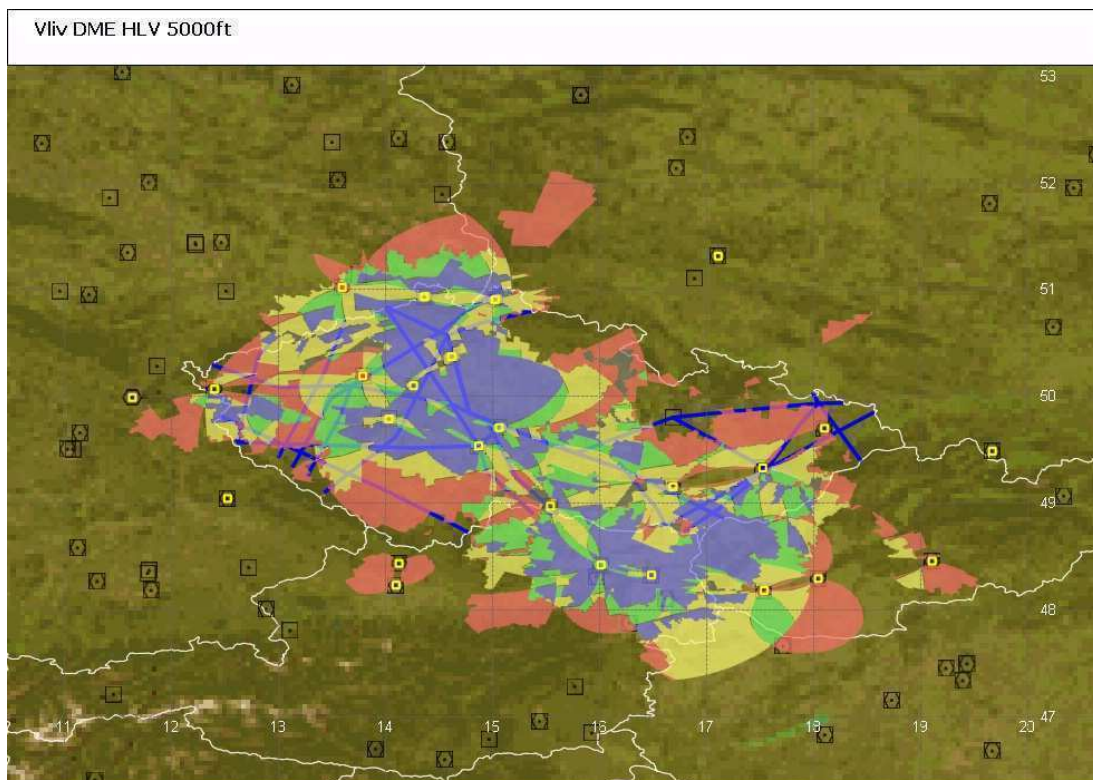


Obr. 69 Navigační výkonnost pro výšku 9500 ft pro DME na místě NDB TBV

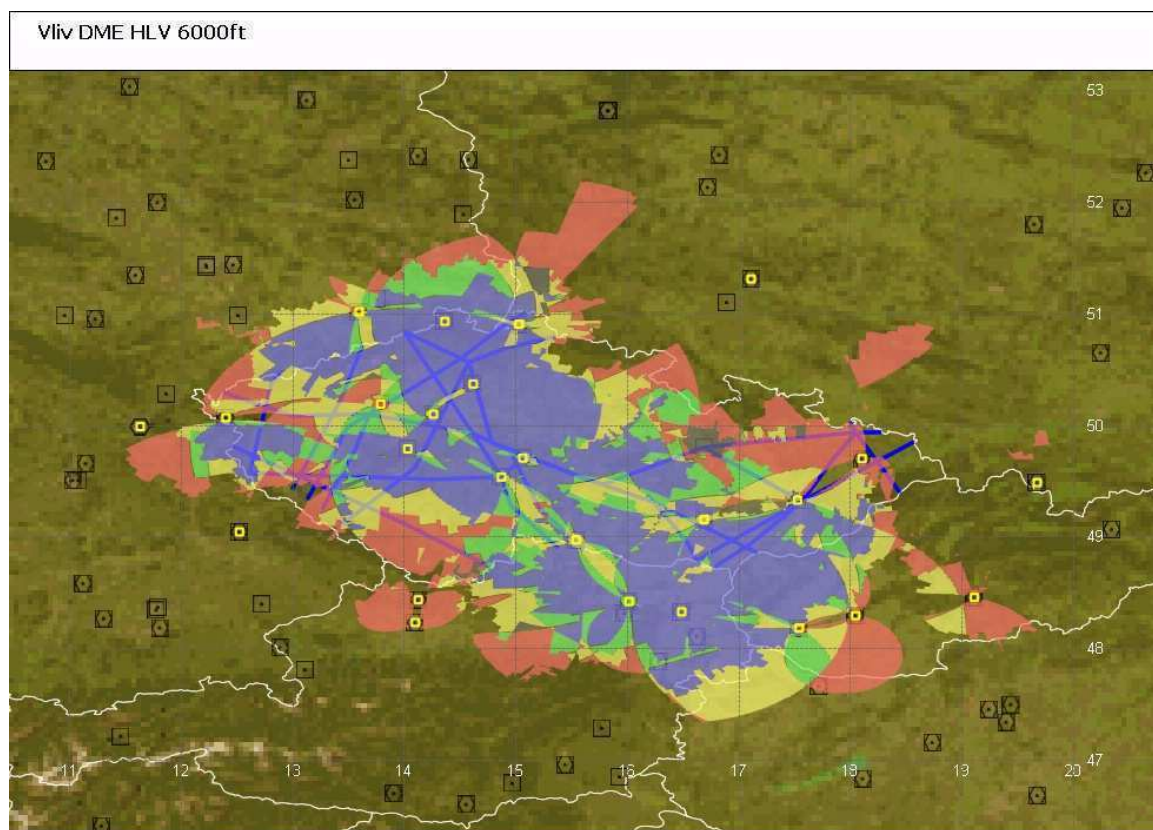
Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB HLV



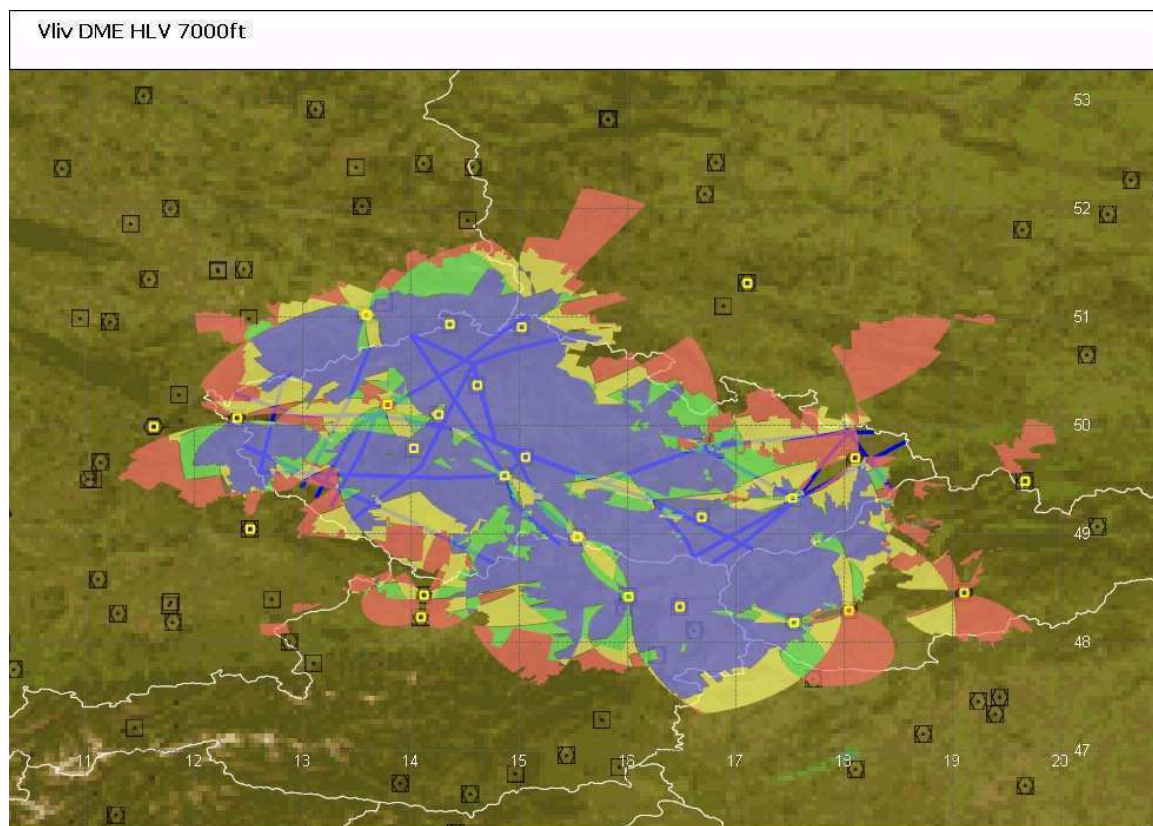
Obr. 70 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft pro DME na místě NDB HLV



Obr. 71 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft pro DME na místě NDB HLV

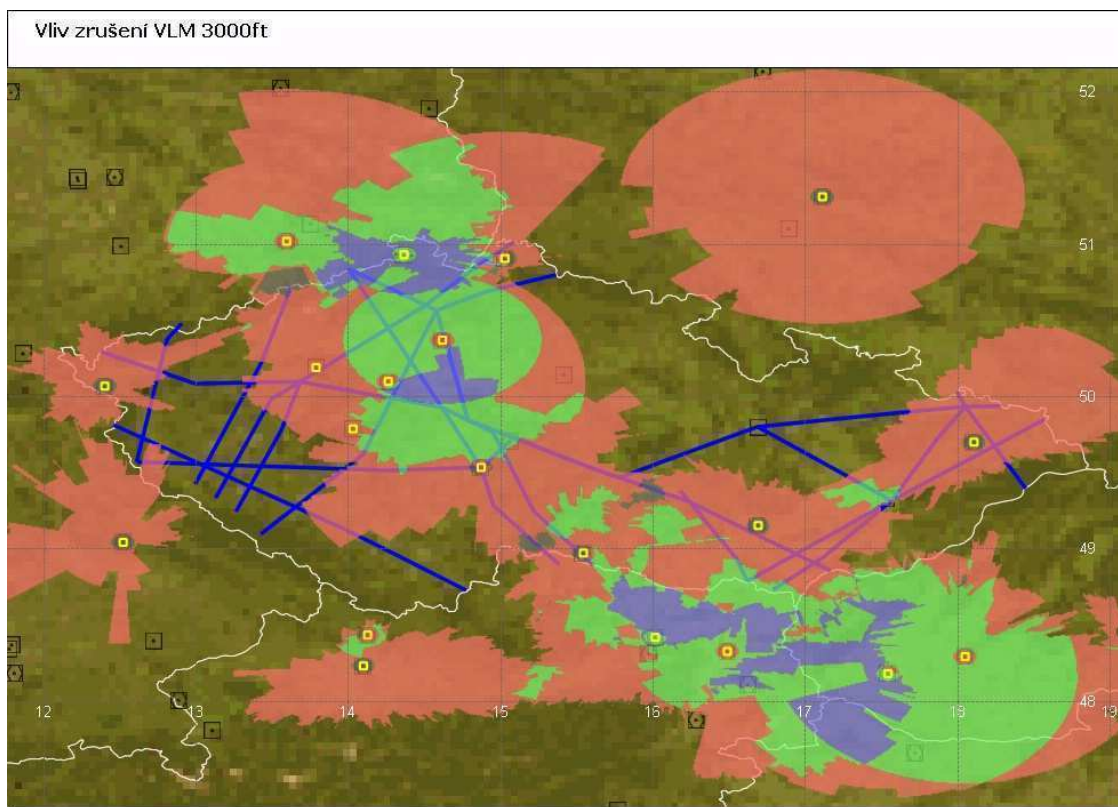


Obr. 72 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft pro DME na místě NDB HLV

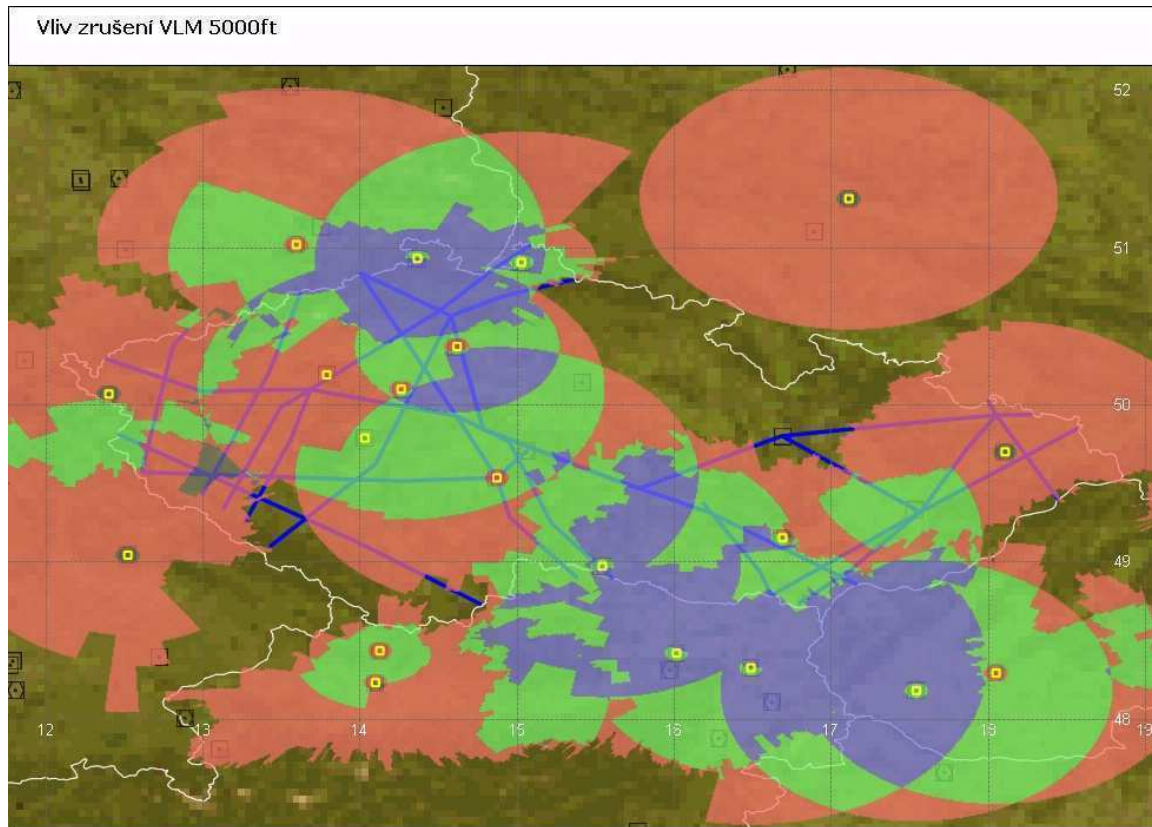


Obr. 73 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft pro DME na místě NDB HLV

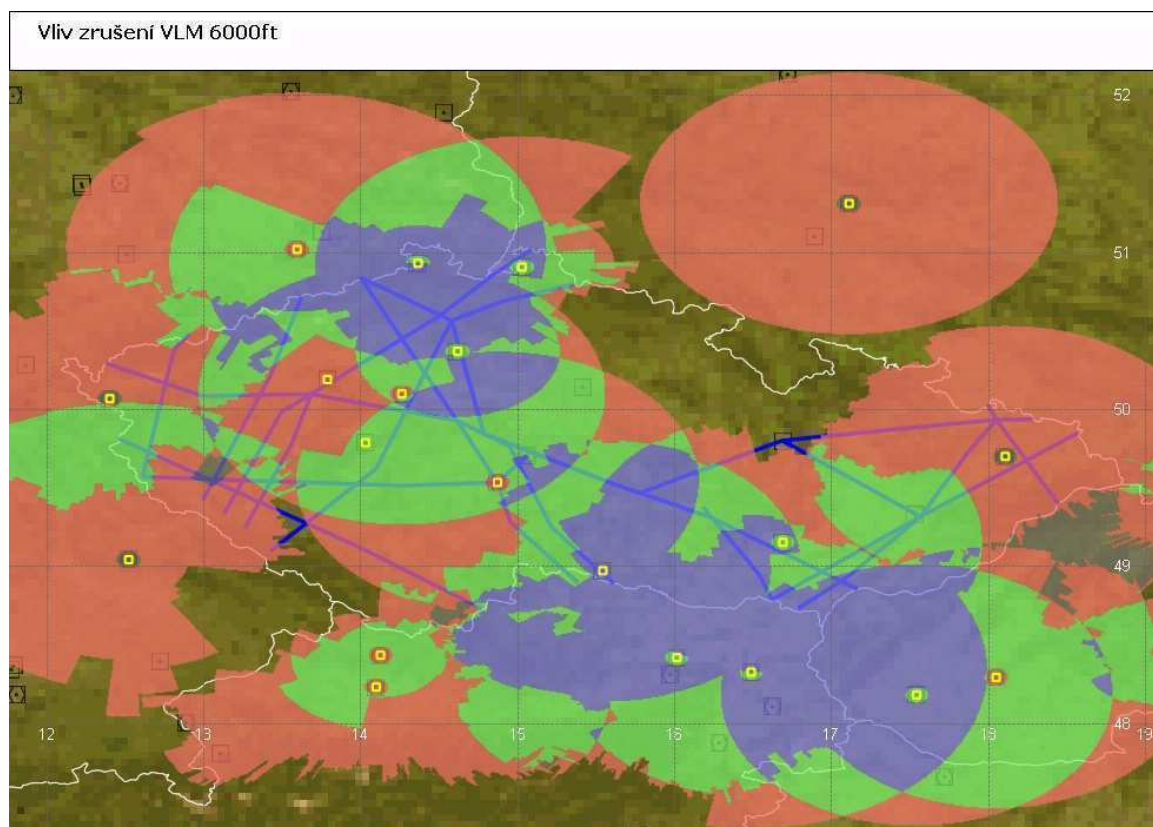
Výsledky analýz navigační výkonnosti VOR/DME při vyloučení VOR/DME VLM



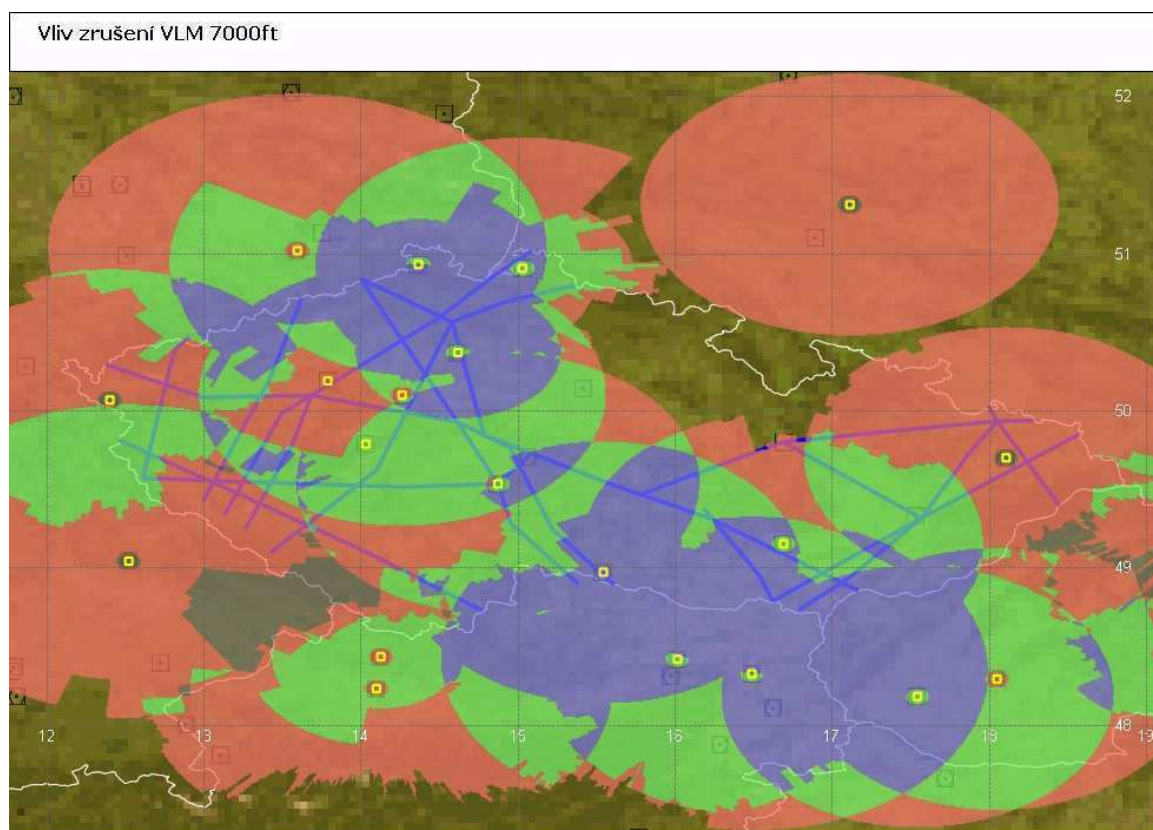
Obr. 74 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



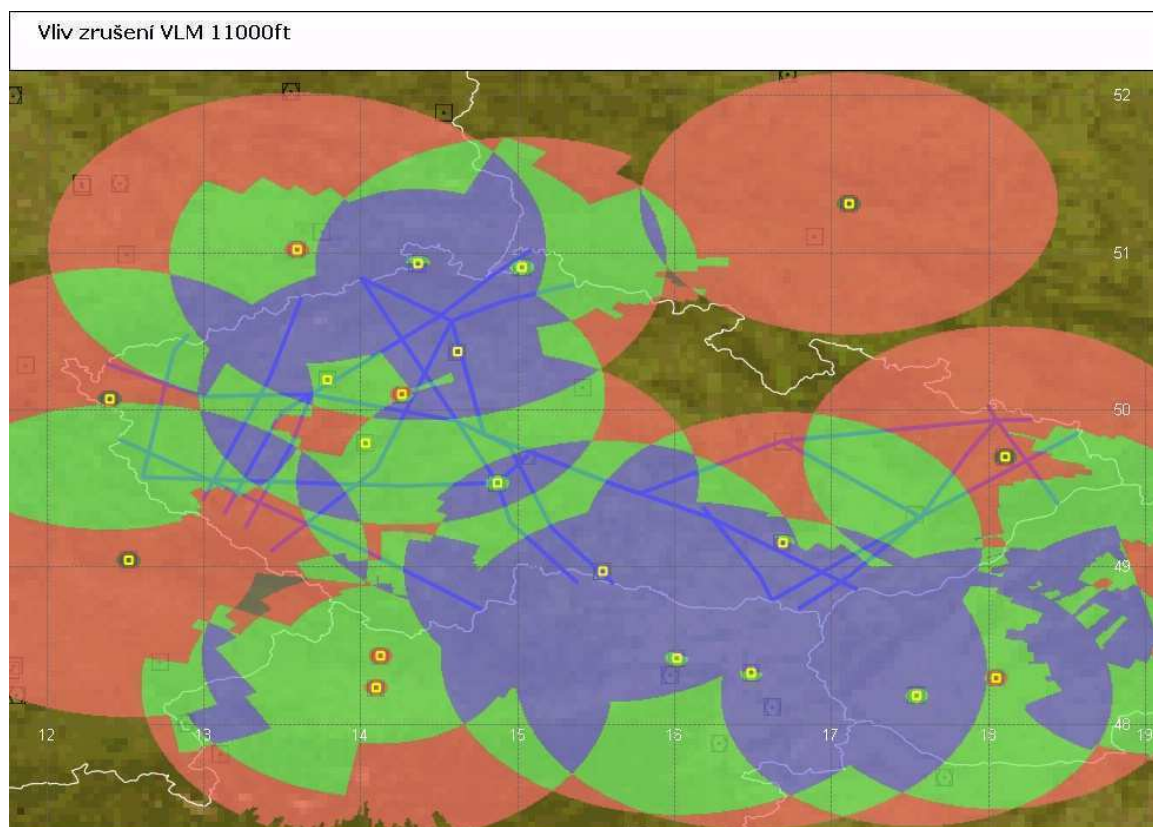
Obr. 75 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



Obr. 76 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft při vyřazení VOR/DME VLM

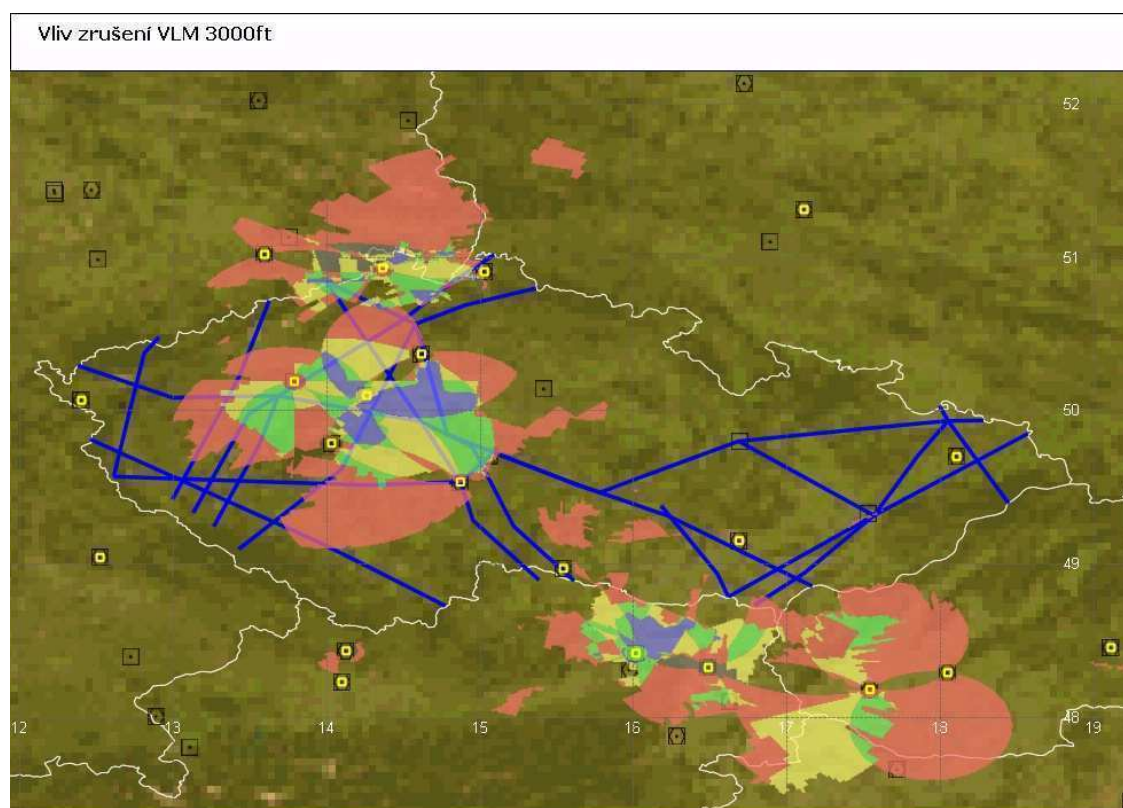


Obr. 77 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft při vyřazení VOR/DME VLM

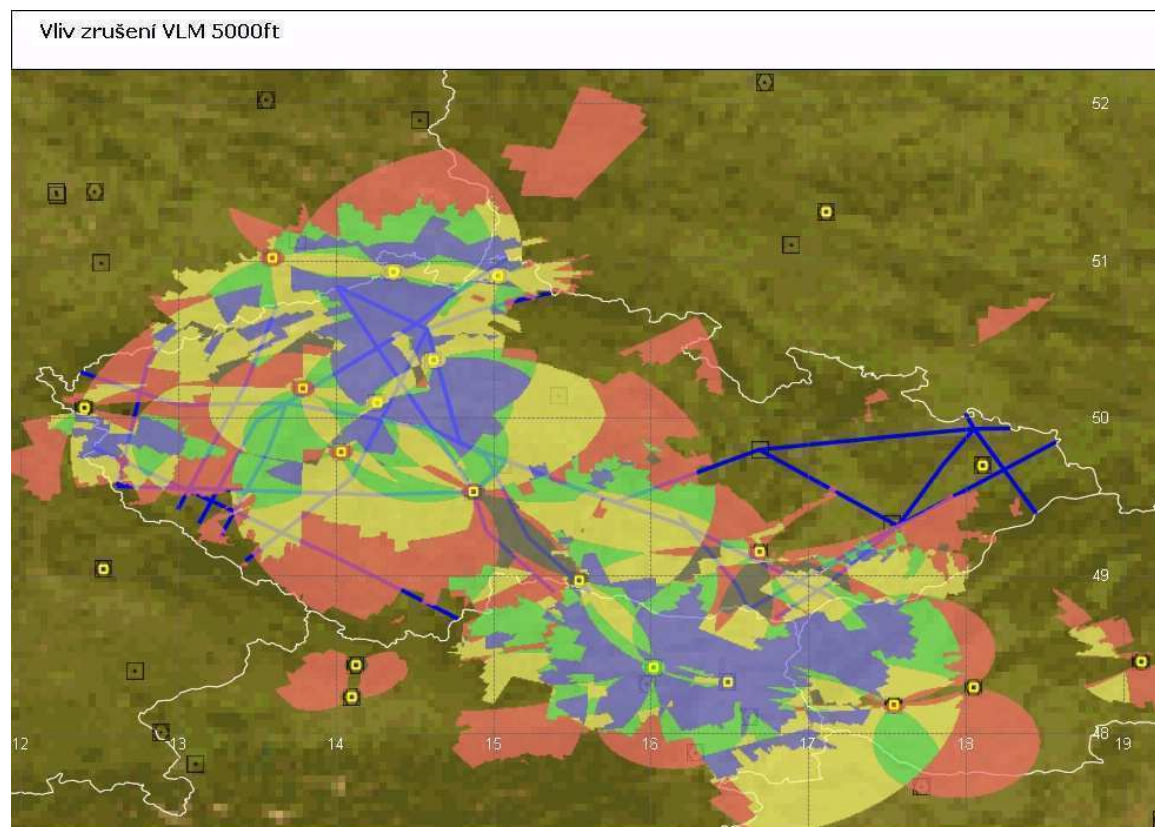


Obr. 78 Navigační výkonnost pro výšku 11000 ft při vyřazení VOR/DME VLM

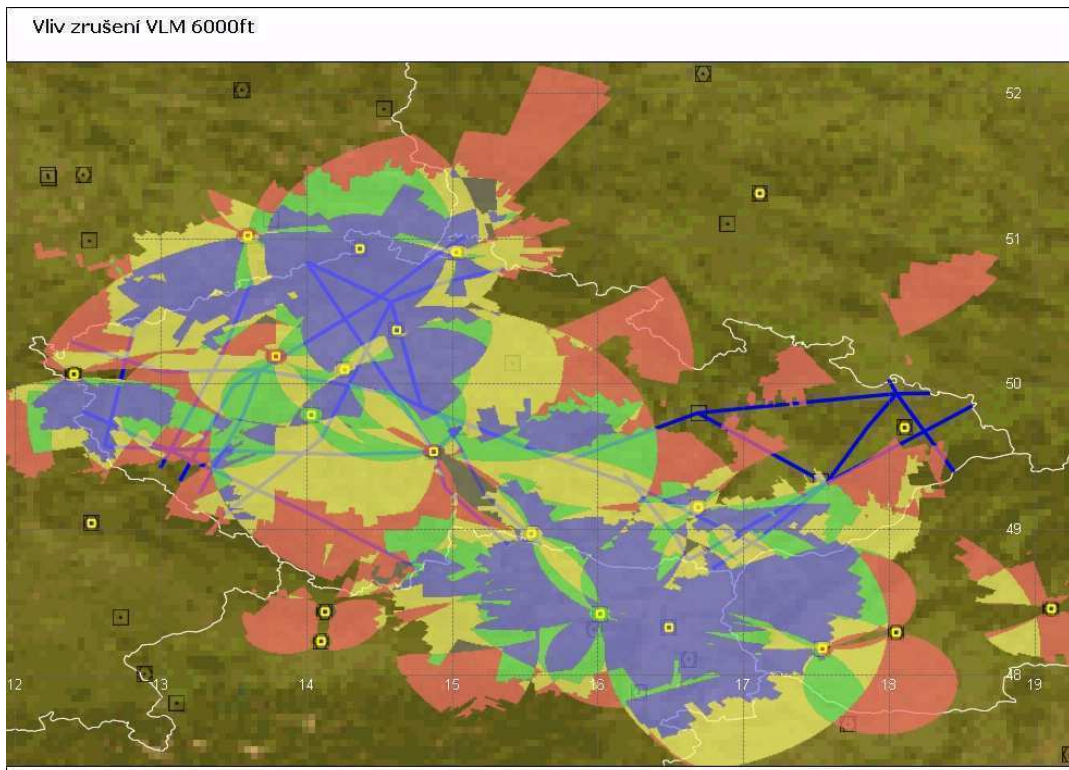
Výsledky analýz navigační výkonnosti DME/DME při vyloučení VOR/DME VLM



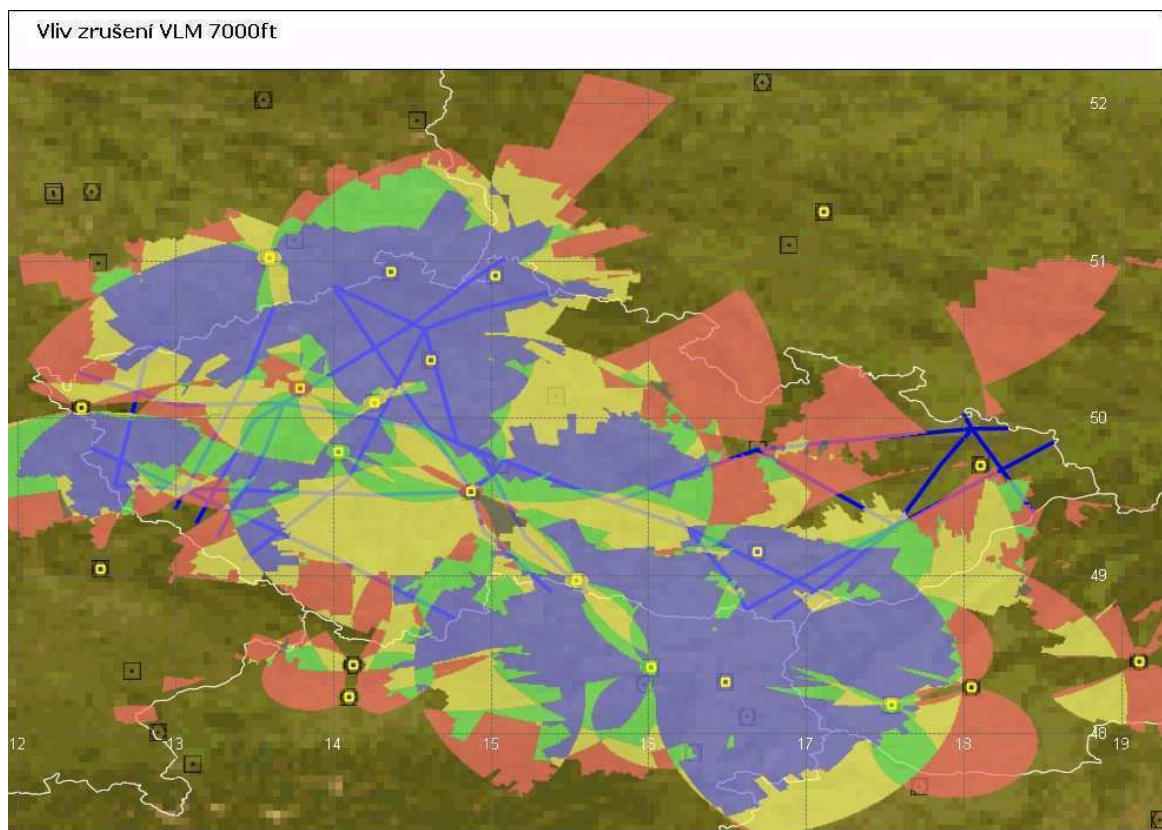
Obr. 79 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



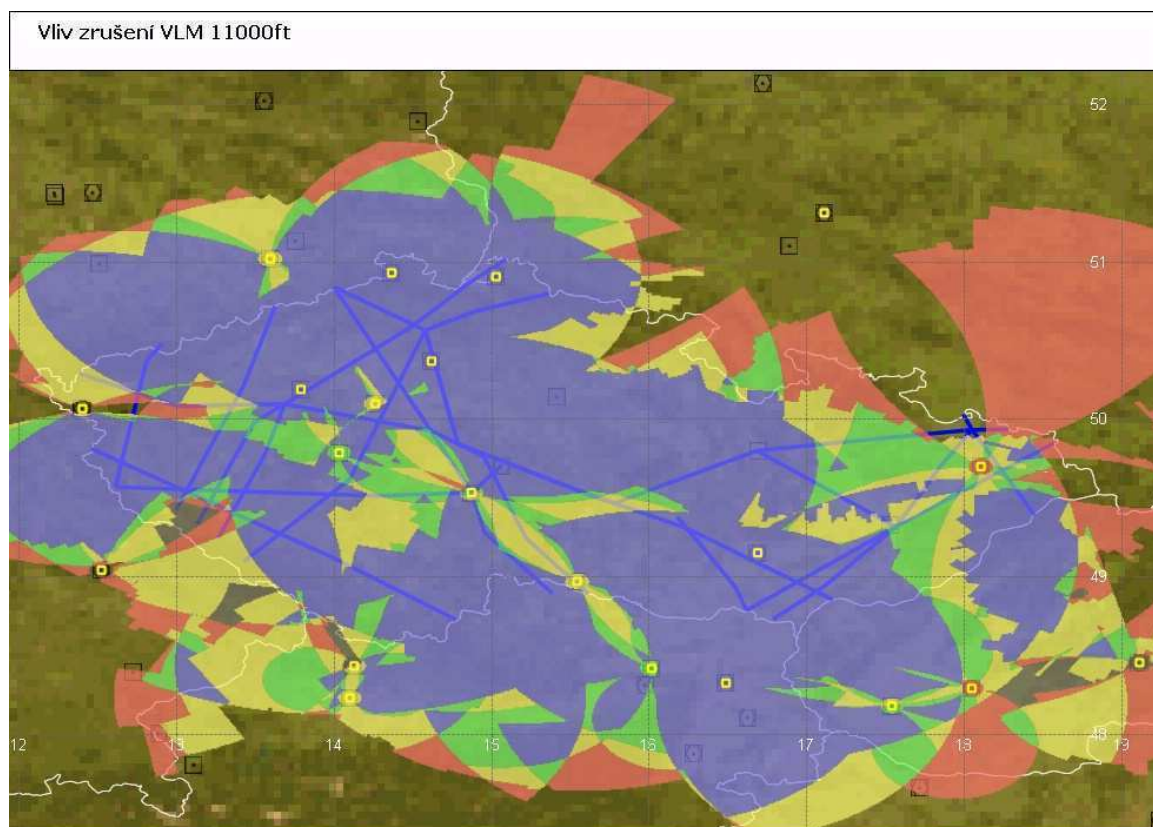
Obr. 80 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



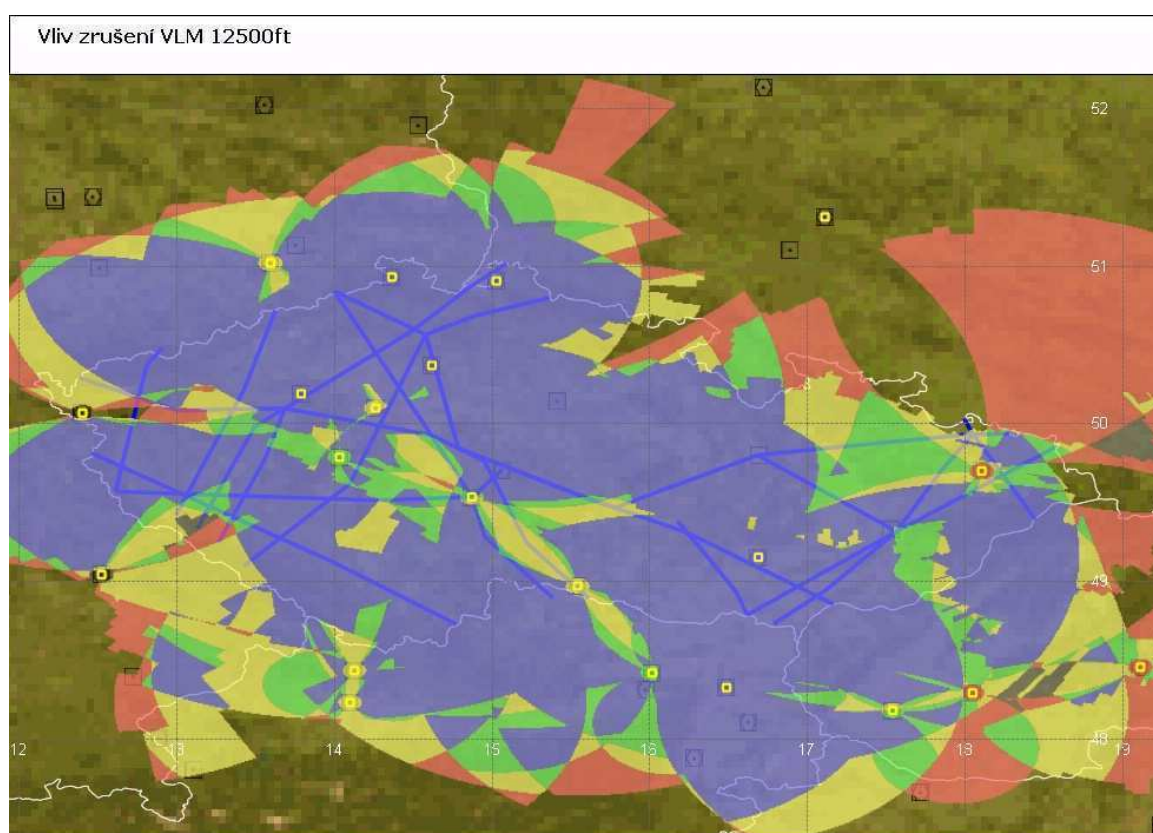
Obr. 81 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM



Obr. 82 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



Obr. 83 Navigační výkonnost pro výšku 11000 ft při vyřazení VOR/DME VLM



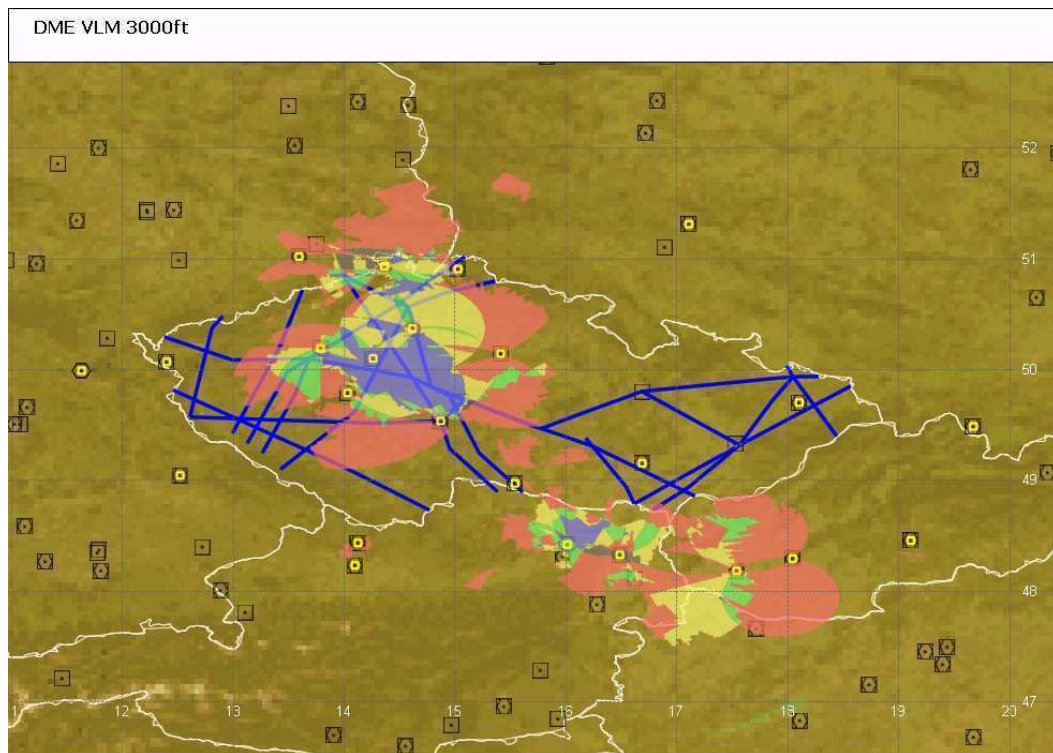
Obr. 84 Navigační výkonnost pro výšku 12500 ft při vyřazení VOR/DME VLM

Výsledky analýz navigační výkonnosti pro nové DME umístěné na místě současného NDB HLV

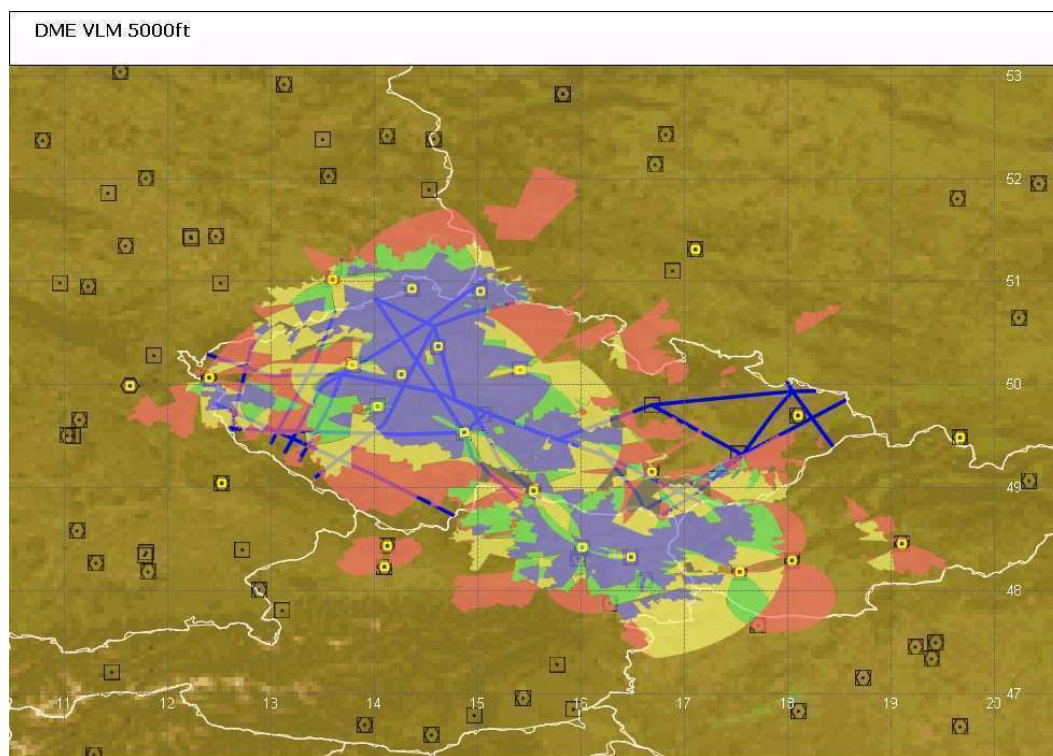
[14.] Výsledky analýz navigační výkonnosti VOR/DME při vyloučení VOR/DME VLM

[15.] Výsledky analýz navigační výkonnosti DME/DME při vyloučení VOR/DME VLM

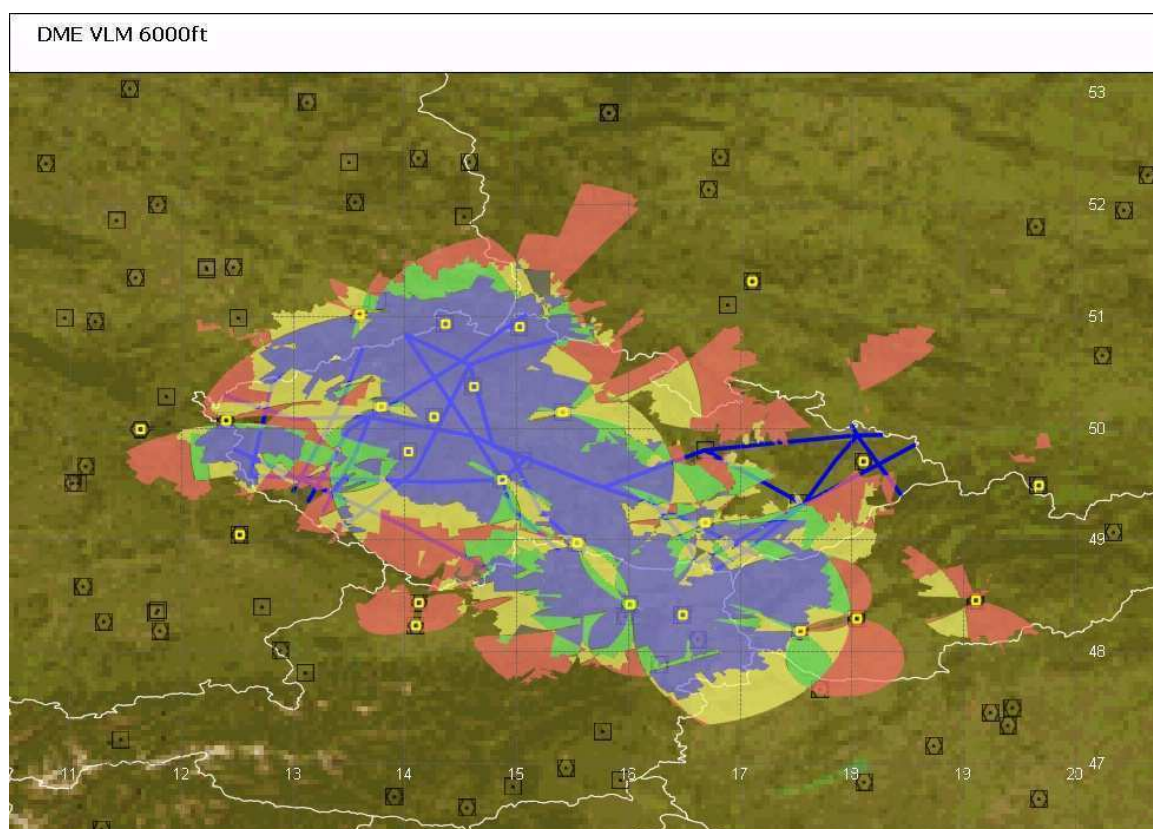
Výsledky analýz navigační výkonnosti pro DME VLM přemístěné na novou lokalitu:



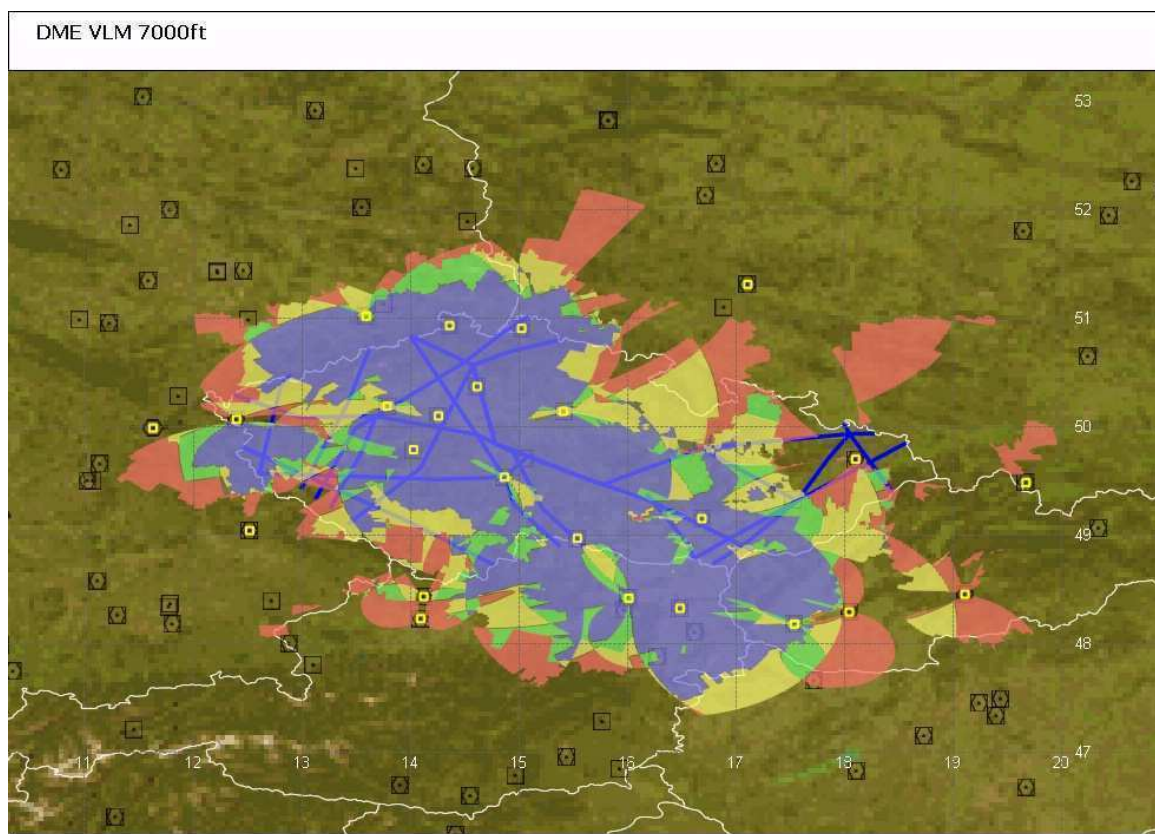
Obr. 85 Navigační výkonnost pro výšku 3000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM



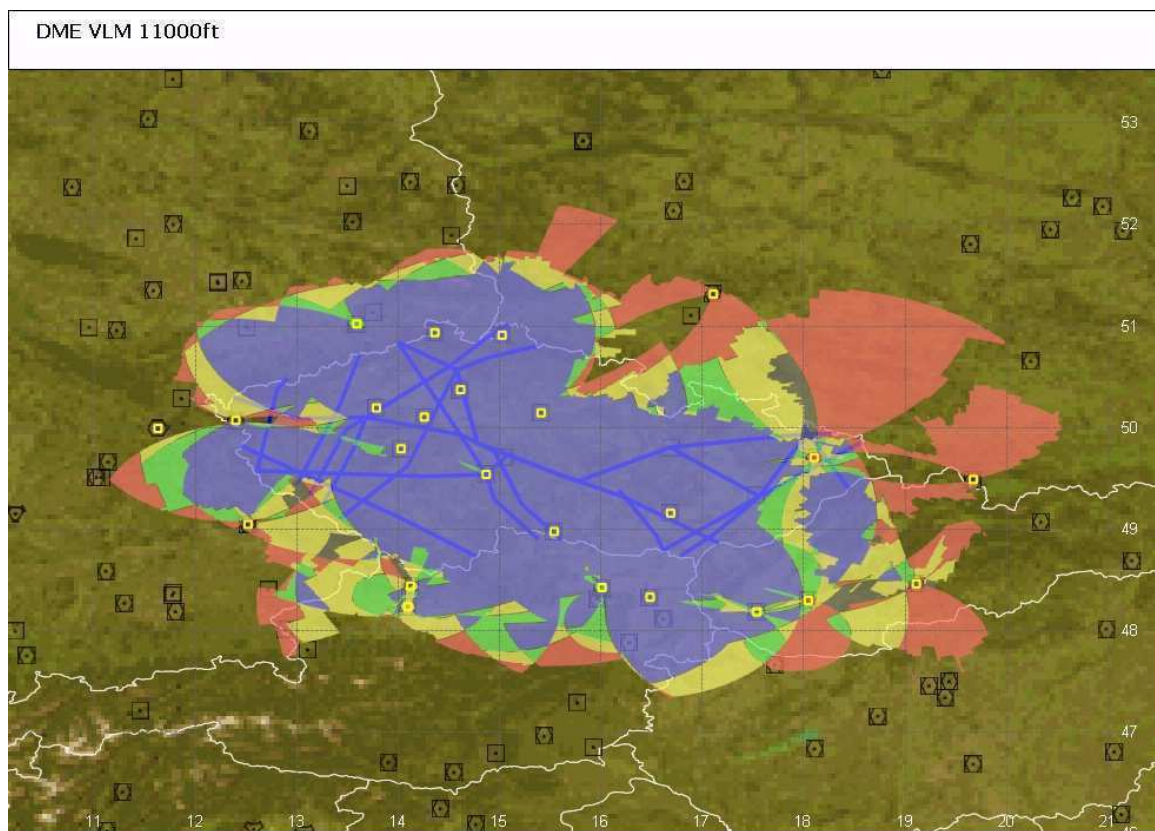
Obr. 86 Navigační výkonnost pro výšku 5000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM



Obr. 87 Navigační výkonnost pro výšku 6000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM



Obr. 88 Navigační výkonnost pro výšku 7000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM



Obr. 89 Navigační výkonnost pro výšku 11000 ft pro řešení se změnou polohy DME VLM

ENR 3.3 TRATĚ PROSTOROVÉ NAVIGACE (RNAV) ENR 3.3 AREA NAVIGATION (RNAV) ROUTES

Poznámka 1: Požadavky na navigační výkonnost letadel na tratích ATS v rámci FIR Praha, viz. GEN 1.5.

Note 1: Requirements for navigation performance of aircraft on ATS routes within FIR Praha, see GEN 1.5.

Poznámka 2: Klasifikace vzdušného prostoru na tratích ATS ve FIR Praha odpovídá ENR 1.4 a ENR 2.1.

Note 2: Classification of airspace on ATS routes within FIR Praha corresponds with ENR 1.4 and ENR 2.1.

Poznámka 3: Na internetové adrese:

<http://accpublic.ans.cz/profiles/>

Note 3: On the web address:

<http://accpublic.ans.cz/profiles/>

je k dispozici interaktivní mapa obsahující všechny koordinační podmínky týkající se vertikálního profilu letu a které vyplývají z koordinačních dohod mezi sousedícími stanovišti ATC a sektory ACC Praha. Na základě těchto podmínek se vypočítávají vertikální profily letů, které se používají pro automatickou koordinaci mezi ATC stanovišti/sektory. Vysvětlivky značek jsou pod heslem HELP. Letová povolení vydaná ATC a tedy vertikální profily letu se mohou často lišit od těchto základních podmínek a proto dané letové hladiny neuvádějte ve FPL.

there is an interactive chart available which contains all vertical profile coordination conditions stemming the Letters of Agreement between adjacent ATC units and ATC sectors of ACC Praha. Based on the conditions vertical profiles of the flights are defined and used for automated coordination between ATC units/sectors. Explanations of the icons used in the chart can be found under button HELP. Issued ATC clearances and so the vertical profiles of the flights may often differ from these basic conditions and therefore the given flight levels shall not be used in FPLs.

Poznámka 4: Souřadnice bodů psaných kurzívou a označených *ED, *EP a *LZ jsou do AIP ČR převzaty z European AIS Database (EAD). Body jsou publikovány tak, jak jsou v EAD uloženy. V EAD jsou udržovány těmito státy:

Note 4: Coordinates of points written by italics and marked by ED, EP and LZ are for AIP CR taken from European AIS Database (EAD). The points are published as they are stored in the EAD. In the EAD the points are maintained by the following states:

*ED - Německo
*EP - Polsko
*LZ - Slovensko

*ED - Germany
*EP - Poland
*LZ - Slovakia

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNMletová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
L 132					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ AGNAV 49 34 04,50 N 012 36 52,21 E	006 24,2	FL 245 4000 ft AMSL 4000 ft AMSL	↓		
△ BEKTO 49 57 56,96 N 012 42 43,36 E	006 24,8	FL 245 4500 ft AMSL 4500 ft AMSL			
△ SUPIL 50 22 23,69 N 012 48 48,64 E	028 7,3	FL 245 5300 ft AMSL 5300 ft AMSL			
△ KILNU *ED 50 28 36,6800 N 012 54 41,9700 E					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
UL 132					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ AGNAV 49 34 04,50 N 012 36 52,21 E	006 49,0	FL 660 FL 245	↓		
△ SUPIL 50 22 23,69 N 012 48 48,64 E	028 7,3				
△ KILNU *ED 50 28 36,6800 N 012 54 41,9700 E					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
L 156						Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA
△ LEDVA 48 43 43,64 N 016 47 21,10 E	043 18,0	FL 245 FL 95 3000 ft AMSL	↓			
△ GINAT 48 56 17,86 N 017 06 54,34 E	032 28,3	FL 245 3000 ft AMSL 3000 ft AMSL				
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	025 205 26,7	FL 245 3500 ft AMSL 3500 ft AMSL	↓			
△ LUMOT 49 42 40,27 N 017 51 40,42 E	025 205 15,1	FL 245 2900 ft AMSL 2900 ft AMSL		↑		
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E						
UL 156						Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA
△ LEDVA 48 43 43,64 N 016 47 21,10 E	043 18,0		↓			
△ GINAT 48 56 17,86 N 017 06 54,34 E	032 28,3					
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	025 205 26,7	FL 660 FL 245	↓			
△ LUMOT 49 42 40,27 N 017 51 40,42 E	025 205 15,1			↑		
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E						
L 602						
△ DONAD 50 04 50,93 N 013 00 00,00 E	295 12,3	FL 245 4200 ft AMSL 4200 ft AMSL	↓			
△ SOPGA 50 10 37,23 N 012 43 07,63 E	295 14,7	FL 245 5000 ft AMSL 5000 ft AMSL				
△ VARIK *ED 50 17 28,000 N 012 22 52,000 E						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UL 602					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
△ LALES 48 51 54,62 N 017 42 34,25 E	291	FL 660 FL 245	↓		Letadla odlétávající z AD LKPR, LKVO nebo LKKB směrem na VARIK a stoupající do FL 280 nebo vyšší, musí nejpozději nad bodem VARIK dosáhnout FL 280. Aircraft departing AD LKPR, LKVO or LKKB towards VARIK and climbing to FL 280, or above, must reach FL 280 by VARIK.
△ BABUS 48 58 49,13 N 017 18 04,51 E	290				
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29 E	26,1 292				
△ ELMEK 49 54 14,04 N 014 01 47,55 E	113,5 283				
△ DONAD 50 04 50,93 N 013 00 00,00 E	41,3 295				
△ SOPGA 50 10 37,23 N 012 43 07,63 E	12,3 295				
△ VARIK *ED 50 17 28,0000 N 012 22 52,0000 E	14,7				
UL 616					Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
▲ DESEN 50 16 12,37 N 017 31 01,02 E	155	FL 660 FL 245	↓		
△ LUMOT 49 42 40,27 N 017 51 40,42 E	36,1 172				
△ VALPI 49 01 28,70 N 017 57 00,83 E	41,4				
					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
L 617					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
△ BILNA 49 23 36,79 N 018 26 50,28 E	332 151	FL 245 6400 ft AMSL	↓		
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	35,8	6400 ft AMSL			
▲ REGLI *EP 50 01 49,00 N 017 59 44,00 E	337 157 6,36	FL 245 FL 95 2500 ft AMSL			
					Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
UL 617					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
△ BILNA 49 23 36,79 N 018 26 50,28 E	332 151	FL 660 FL 245	↑ ↓		
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	35,8				
▲ REGLI *EP 50 01 49,00 N 017 59 44,00 E	337 6,36				
					Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1	
			Liché Odd	Sudé Even			
1	2	3	4			5	
L 620						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY	
△ OMELO *ED 50 50 16,4900 N 014 00 02,7300 E	124	FL 245 5000 ft AMSL	↓				
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	27,7	5000 ft AMSL					
UL 620						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY	
△ OMELO *ED 50 50 16,49 N 014 00 02,73 E	124	FL 660 FL 245	↓				
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	27,7						
△ KOPIT 50 11 17,55 N 015 09 28,63 E	133						
△ PEMUR 50 03 16,81 N 015 32 17,65 E	31,5						
△ HOLEŠOV NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	116						
△ ROMIS 49 07 37,61 N 018 06 39,42 E	16,7						
	117						
	89,1						
	114						
	25,8					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA	
L 624							
△ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	317	FL 245 5000 ft AMSL	↑			CDR 1 H 24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instruction.	
△ LEMBI 50 33 02,86 N 014 52 52,61 E	29,9	5000 ft AMSL					
△ BULEK 50 24 47,66 N 015 03 55,10 E	317	FL 245 3600 ft AMSL					
	10,9	3600 ft AMSL					
UL 624							
△ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	317	FL 660 FL 245	↑				
△ LEMBI 50 33 02,86 N 014 52 52,61 E	29,9						
△ BULEK 50 24 47,66 N 015 03 55,10 E	317						
△ DOBIL 50 02 19,28 N 015 56 14,61 E	10,9						
△ LABUK 49 29 54,69 N 017 24 38,84 E	302						
△ MAKAL *LZ 49 14 45,63 N 018 09 56,58 E	40,4						
	299						
	65,9						
	294						
	33,3					Pokračování viz/ For continuation see AIP SLOVAKIA	

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1			
			Liché Odd	Sudé Even				
1	2	3	4		5			
UL 726								
△ Cheb VOR/DME (OKG) 50 03 54,53 N 012 24 20,66 E	096 277 63,6	FL 660 FL 245	↓					
△ ELMEK 49 54 14,04 N 014 01 47,55 E	104 285 42,0							
△ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	114 294 25,1							
△ OSNEK 49 30 47,50 N 015 38 16,82 E	114 294 6,4							
△ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E	114 294 40,4							
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29 E							↑	
L 858								
△ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	345 28,3	FL 245 3700 ft AMSL 3700 ft AMSL	↑					
△ TABEM 49 14 35,93 N 015 13 17,30 E	319 20,8	FL 245 4400 ft AMSL 4400 ft AMSL						
△ Dešná VOR/DME (OKF) 48 58 09,03 N 015 32 44,08 E	328 5,6							
△ LANUX 48 53 17,18 N 015 36 56,84 E								
UL 858								
△ <i>Hermisdorf VOR/DME (HDO) *ED</i> 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	338 23,4	FL 660 FL 245	↑					
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	338 20,9							
△ RISUK 50 14 11,01 N 014 46 05,21 E	338 34,0							
△ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	335 48,0							
△ Dešná VOR/DME (OKF) 48 58 09,03 N 015 32 44,08 E	328 5,6							
△ LANUX 48 53 17,18 N 015 36 56,84 E								

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
UL 867						Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
△ AMTEK *EP 50 00 12,09 N 017 57 25,11 E	136		↓			
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	5,7	FL 660				
△ REVMA *LZ 49 29 50 N 018 42 01 E	133	FL 245				
	36,2					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
L 984					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ Cheb VOR/DME (OKG) 50 03 54,53 N 012 24 20,66 E	<u>086</u> 266		↓		
△ DONAD 50 04 50,93 N 013 00 00,00 E	23,0				
△ BALTU 50 05 22,06 N 013 19 35,48 E	<u>086</u> 266	FL 245 4500 ft AMSL			
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	12,6	4500 ft AMSL			
△ ELPON 49 55 30,04 N 014 37 02,29 E	<u>086</u> 266				
△ TIPRU 49 50 29,77 N 014 47 16,90 E	14,1				
△ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	<u>104</u> 284				
△ OSNEK 49 30 47,50 N 015 38 16,82 E	37,3				
△ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E	<u>125</u> 305	FL 245 3100 ft AMSL			
△ NOVUM 49 34 22,01 N 016 04 24,01 E	8,3	3100 ft AMSL			
△ Třebová NDB (TBV) 49 47 45,04 N 016 40 43,89 E	<u>125</u> 305				
△ BAXEV 49 52 23,68 N 017 26 29,37 E	13,6				
△ OPAVO 49 54 19,91 N 017 46 33,70 E	<u>114</u> 294	FL 245 3600 ft AMSL			
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	25,1	3600 ft AMSL			
▲ PADKA ^{NEP} 49 56 01,98 N 018 16 59,77 E	<u>114</u> 294				
	6,4				
	<u>058</u> 238	FL 245 3800 ft AMSL			
	13,1	3800 ft AMSL			
	<u>058</u> 238				
	27,1				
	<u>077</u> 257	FL 245 4000 ft AMSL			
	30,0	4000 ft AMSL			
	<u>077</u> 257	FL 245 3700 ft AMSL			
	13,1	3700 ft AMSL			
	<u>079</u> 259	FL 245 4300 ft AMSL			
	10,8	4300 ft AMSL			
	<u>086</u> 266	FL 245 FL 95			
	9,0	2800 ft AMSL			
			↑		
					CDR 1 H 24 Občas uzavřena podle instrukcí ATC. Tempo closed on ATC instructions. ALTN trat' / route: M748/T47/L156
					Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1	
			Liché Odd	Sudé Even			
1	2	3	4			5	
UL 984						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY	
△ Cheb VOR/DME (OKG) 50 03 54,53 N 012 24 20,66 E	$\frac{086}{266}$ 23,0		↓			Letadla odlétávající z AD LKPR, LKVO nebo LKKB směrem na OKG a stoupající do FL 280 nebo vyšší, musí nejpozději nad OKG dosáhnout FL 280. Aircraft departing AD LKPR, LKVO or LKKB towards OKG and climbing to FL 280, or above, must reach FL 280 by OKG.	
△ DONAD 50 04 50,93 N 013 00 00,00 E	$\frac{088}{269}$ 4,8						
△ DOPOV 50 04 50,93 N 013 07 30,40 E	$\frac{084}{264}$ 7,8						
△ BALTU 50 05 22,06 N 013 19 35,48 E	$\frac{086}{266}$ 14,1						
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	$\frac{088}{268}$ 22,2						
△ Praha VOR/DME (OKL) 50 05 44,80 N 014 15 55,81 E	$\frac{090}{270}$ 6,0	FL 660 FL 245					
△ LETNA 50 05 31,29 N 014 25 19,84 E	$\frac{091}{271}$ 43,2						
△ PEMUR 50 03 16,81 N 015 32 17,65 E	$\frac{091}{271}$ 15,5						
△ DOBIL 50 02 19,28 N 015 56 14,61 E	$\frac{091}{271}$ 19,1						
△ VAMBO 50 01 01,47 N 016 25 48,10 E	$\frac{091}{272}$ 63,1						
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	$\frac{086}{266}$ 9,0			↑			
▲ PADKA ^{*EP} 49 56 01,98 N 018 16 59,77 E					Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND		
UL 993							
△ IVOLI 49 00 02,16 N 016 27 28,38 E	114 19,7						
△ LIKSA 49 09 09,96 N 016 00 53,13 E	114 50,2	FL 660 FL 245	↑				
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E							

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trať/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM/letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UM 174					Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA
△ DITIS 48 53 52,88 N 015 06 58,90 E	300		↓		
△ NEPUX 49 32 17,44 N 013 36 35,42 E	70,6 301	FL 660 FL 245			
△ Cheb VOR/DME (OKG) 50 03 54,53 N 012 24 20,66 E	56,5				Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
M 725					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	158 338	FL 245 5000 ft AMSL	↓	CDR 1 H 24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instruction.	
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	23,4	5000 ft AMSL			
△ BEKVI 50 04 24,08 N 014 43 20,49 E	167 347	FL 245 FL 95			
△ TIPRU 49 50 29,77 N 014 4716,90 E	29,9	3100 ft AMSL			
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	167 347	FL 245 FL 95			
△ TABEM 49 14 35,93 N 015 13 17,30 E	14,2	3000 ft AMSL			
△ Dešná VOR/DME (OKF) 48 58 09,03 N 015 32 44,08 E	167 347	FL 245 3800 ft AMSL			
△ LANUX 48 53 17,18 N 015 36 56,84 E	18,9	3800 ft AMSL			
	139 319	FL 245 3800 ft AMSL			
	22,0	3800 ft AMSL			
	139 319	FL 245 4400 ft AMSL	↑		
	20,8	4400 ft AMSL			
	148 328				
	5,6				
					Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA
UM 725					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	164		↓		
△ ODLIV 50 40 13,39 N 014 27 52,41 E	15,9				
△ BAVIN 49 56 42,12 N 014 43 41,75 E	165 44,7				
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	165	FL 660 FL 245			
△ Dešná VOR/DME (OKF) 48 58 09,03 N 015 32 44,08 E	25,4				
△ LANUX 48 53 17,18 N 015 36 56,84 E	139				
	42,9				
	148				
	5,6				
					Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat'/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
M 748						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ <i>Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED</i> 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	158 338	FL 245 5000 ft AMSL	↓			CDR 1 H 24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instruction.
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	23,4	5000 ft AMSL				
△ BEKVI 50 04 24,08 N 014 43 20,49 E	167 347	FL 245 FL 95				
△ TIPRU 49 50 29,77 N 014 47 16,90 E	29,9	3100 ft AMSL				
△ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	167 347	FL 245 FL 95				
△ OSNEK 49 30 47,50 N 015 38 16,82 E	14,2	3000 ft AMSL				
△ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E	125 305	FL 245 3100 ft AMSL				
△ TUMKA 49 24 28,42 N 015 56 50,16 E	13,6	3100 ft AMSL				
△ BITSI 49 18 29,80 N 016 14 10,73 E	114 294	FL 245 3600 ft AMSL				
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29 E	114 294	3600 ft AMSL				
△ <i>ODNEM *LZ</i> 48 51 11,52 N 017 10 04,24 E	6,4					
	114 294	FL 245 3500 ft AMSL				
	7,3	3500 ft AMSL				
	12,8					
	114 294	FL 245 3500 ft AMSL				
	20,3	3500 ft AMSL				
	130 310					
	25,9					
						Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UM 748					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	158		↓		
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	23,4				
△ KOPIT 50 11 17,55 N 015 09 28,63 E	133				
△ DIXEP 49 53 06,16 N 015 36 57,64 E	31,5				
△ ABRAX 49 41 51,73 N 015 53 41,58 E	132				
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29	25,4	FL 660 FL 245			
△ ODNEM *LZ 48 51 11,52 N 017 10 04,24 E	132				
	15,6				
	134				
	45,4				
	130				
	25,9				Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
UM 749					
△ LEMBI 50 33 02,86 N 014 52 52,61 E	343		↑		
△ PIVES 49 55 16,48 N 015 08 47,74 E	39,2	FL 660 FL 245			
△ LOKVU 48 52 28,98 N 015 50 05,99 E	334				
	68,4				Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA
M 984					
▲ TUSIN 49 50 50,98 N 018 34 22,21 E			↓		Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	229	FL 245 FL 95			
△ MIKOV 48 47 05,08 N 016 37 15,61 E	51,5	4900 ft AMSL			
	225	FL 245 3000 ft AMSL			
	48,2	3000 ft AMSL			Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA
UM 984					
▲ TUSIN 49 50 50,98 N 018 34 22,21 E			↓		Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	229				
△ MIKOV 48 47 05,08 N 016 37 15,61 E	51,5	FL 660 FL 245			
	225				
	48,2				Pokračování viz/For continuation see AIP AUSTRIA

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
M 992						Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
▲ ADADO 50 12 34,13 N 017 44 52,55 E	266 9,1	FL 245 FL 195 3900 ft AMSL		↓		CDR 1 H 24 ALTN trat' / route via SOPAV Letadla odlétávající z AD EPKT přes ADADO musí nad bodem ADADO dosáhnout FL 200 nebo více. / Aircraft departing AD EPKT via ADADO must be over ADADO at FL 200 or above.
△ UTEVO 50 12 35,74 N 017 30 42,89 E	266 15,5	FL 245 FL 195 5900 ft AMSL				CDR 1 H 24 ALTN trat' / route via SOPAV
△ ARNUM 50 12 34,51 N 017 06 35,80 E						
UM 992						Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
▲ ADADO 50 12 34,13 N 017 44 52,55 E	266 9,1			↓		Letadla odlétávající z AD EPKK přes ADADO musí nad bodem ADADO dosáhnout FL 260 nebo více. / Aircraft departing AD EPKK via ADADO must be over ADADO at FL 260 or above.
△ UTEVO 50 12 35,74 N 017 30 42,89 E	266 15,5	FL 660 FL 245				
△ ARNUM 50 12 34,51 N 017 06 35,80 E	242 8,1					
△ UVSUS 50 09 21,44 N 016 55 06,81 E	242 20,6					
△ VAMBO 50 01 01,47 N 016 25 48,10 E						
N 869						Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
▲ TOMTI *EP 50 57 11,00 N 015 17 36,00 E	251 071 10,4	FL 245 FL 95 4800 ft AMSL		↑ ↓		
▲ Frýdlant VOR/DME (OKX) 50 54 09,65 N 015 01 54,84 E	248 6,9	FL 245 4500 ft AMSL 4500 ft AMSL		↓		
△ ASTEL 50 51 52,02 N 014 51 37,64 E	247 17,4	FL 245 4200 ft AMSL 4200 ft AMSL				
△ RAVKU 50 46 00,53 N 014 25 43,87 E	247 34,9	FL 245 4200 ft AMSL 4200 ft AMSL				
△ GOPSI 50 33 58,70 N 013 34 08,62 E	248 20,6	FL 245 5400 ft AMSL 5400 ft AMSL				
△ KONAR 50 26 42,50 N 013 03 56,08 E	227 34,2	FL 245 5500 ft AMSL 5500 ft AMSL				
△ Cheb VOR/DME (OKG) 50 03 54,53 N 012 24 20,66 E						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UN 869					Pokračování viz/For continuation see AIP POLAND
▲ TOMTI *EP 50 57 11,00 N 015 17 36,00 E	251		↓		
▲ Frýdlant VOR/DME (OKX) 50 54 09,65 N 015 01 54,84 E	10,4				
△ ASTEL 50 51 52,02 N 014 51 37,64 E	248				
△ RAVKU 50 46 00,53 N 014 25 43,87 E	6,9				
△ KONAR 50 26 42,50 N 013 03 56,08 E	247	FL 660 FL 245			
△ Cheb VOR/DME (OKG) 50 03 54,53 N 012 24 20,66 E	17,4				
	247				
	55,6				Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
	227				
	34,2				
N 871					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ DOMAL 49 05 40,40 N 013 25 43,13 E	038	FL 245 FL 75	↓		
△ GOSEK 49 37 01,25 N 014 06 04,22 E	41,0	6000 ft AMSL			
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	016	FL 245 FL 75			
△ ARTUP 50 41 06,85 N 014 54 18,37 E	59,7	3400 ft AMSL			
▲ LAGAR 50 47 42,99 N 015 22 01,52 E	057	FL 245 3300 ft AMSL			
	14,4	3300 ft AMSL			
	067	FL 245 5000 ft AMSL			
	18,8	5000 ft AMSL			Pokračování viz/ For continuation see AIP POLAND
UN 871					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ BEPAS *ED 48 53 54,2900 N 013 30 34,7700 E	025		↓		
△ NEPOV 49 37 28,80 N 014 04 51,45 E	49,1				
△ LETNA 50 05 31,29 N 014 25 19,84 E	023				
△ DOKEL 50 37 39,40 N 014 49 20,60 E	31,0	FL 660 FL 245			
▲ LAGAR 50 47 42,99 N 015 22 01,52 E	023				
	35,7				
	062				
	23,1				Pokračování viz/ For continuation see AIP POLAND

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trať/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
P 10						
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	<u>177</u> 357	<u>FL 245</u> 4500 ft AMSL	↓	↑		
△ MAVOR 48 49 17,02 N 017 32 15,01 E	30,1	4500 ft AMSL				Pokračování viz / For continuation see AIP SLOVAKIA
UP 10						
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	<u>177</u> 357	<u>FL 660</u> <u>FL 245</u>	↓	↑		
△ MAVOR 48 49 17,02 N 017 32 15,01 E	30,1					Pokračování viz / For continuation see AIP SLOVAKIA
P 27						Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
▲ MAKAL 49 14 45,63 N 018 09 56,58 E	<u>278</u> 097	<u>FL 245</u> 4600 ft AMSL	↑	↓		
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	25,5	4600 ft AMSL				
UP 27						Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
▲ MAKAL ^{PLZ} 49 14 45,63 N 018 09 56,58 E	<u>278</u> 097		↑	↓		
△ Holešov NDB (HLV) 48 19 22,27 N 017 31 42,23 E	25,5	<u>FL 660</u> <u>FL 245</u>				
△ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E	69,0			↓		CDR 1 H 24 ALTN trať / route: UT47, UL726
P 31						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ MAREM 50 42 55,68 N 013 37 43,79 E	186 69,6	<u>FL 245</u> <u>FL 75</u> 4200 ft AMSL		↓		CDR 1 I FL75 - FL95 H24 ALTN trať podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.
△ PEMEL 49 34 13,20 N 013 20 41,37 E	186 20,0	<u>FL 245</u> <u>FL 75</u> 5900 ft AMSL				
△ RUDAP 49 14 28,53 N 013 15 56,11 E						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
UP 31						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
△ MAREM 50 42 55,68 N 013 37 43,79 E	186 89,6	<u>FL 660</u> <u>FL 245</u>		↓		
△ RUDAP 49 14 28,53 N 013 15 56,11 E						Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
P 41 △ MAVOR 48 49 17,02 N 017 32 15,01 E △ BABUS 48 58 49,13 N 017 18 04,51 E					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
	313 13,4	FL 245 FL 135 4500 ft AMSL		↓	
UP 41 △ MAVOR 48 49 17,02 N 017 32 15,01 E △ BABUS 48 58 49,13 N 017 18 04,51 E △ BULEK 50 24 47,66 N 015 03 55,10 E △ LEMBI 50 33 02,86 N 014 52 52,61 E △ RODUX *ED 50 56 33,7800 N 014 37 01,8600 E					Pokračování viz/For continuation see AIP SLOVAKIA
	313 13,4			↓	
	313 122,4	FL 660 FL 245			
	317 10,9				
	335 25,6				
P 96 △ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E ▲ GUDON *ED 50 54 35,0000 N 014 51 24,0000 E ▲ ODERA *EP 50 54 16 N 014 59 34 E ▲ Frýdlant VOR/DME (OKX) 50 54 09,65 N 015 01 54,84 E					Pokračování viz/For continuation see AIP GERMANY
	091 271 18,6			↓	
	091 271 5,2	FL 245 FL 95 5000 ft AMSL			
	092 272 1,5			↑	

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
P 733						
△ AGNAV 49 34 04,50 N 012 36 52,21 E	048	FL 245 4100 ft AMSL	↓			
△ LOMKI 49 54 33,61 N 013 14 28,40 E	31,9	4100 ft AMSL				
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	055	FL 245 3200 ft AMSL				
△ GOLOP 50 35 08,74 N 014 29 44,63 E	20,7	3200 ft AMSL				
△ ARTUP 50 41 06,85 N 014 54 18,37 E	044	FL 245 4800 ft AMSL				
	42,7	4800 ft AMSL				
△ TOMTI *EP 50 57 11,00 N 015 17 36,00 E	067	FL 245 3500 ft AMSL				
	16,7	3500 ft AMSL				
	040	FL 245 5000 ft AMSL				
	21,8	5000 ft AMSL				
						Pokračování viz/ For continuation see AIP POLAND
UP 733						
△ AGNAV 49 34 04,50 N 012 36 52,21 E	048		↓			
△ LOMKI 49 54 33,61 N 013 14 28,40 E	31,9					
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	055					
△ DOKEL 50 37 39,40 N 014 49 20,60 E	20,7					
△ ARTUP 50 41 06,85 N 014 54 18,37 E	051	FL 660 FL 245				
	53,9					
△ TOMTI *EP 50 57 11,00 N 015 17 36,00 E	040					
	4,7					
	040					
	21,8					
						Pokračování viz/ For continuation see AIP POLAND

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
P 861					Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND
▲ RASAN 51 00 49,51 N 015 05 40,80 E	222 12,6	FL 245 FL 95 4100 ft AMSL	↓		
△ ASTEL 50 51 52,02 N 014 51 37,64 E	217 21,8	FL 245 4500 ft AMSL 4500 ft AMSL			
△ GOLOP 50 35 08,74 N 014 29 44,63 E	225 42,7	FL 245 4800 ft AMSL 4800 ft AMSL			
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	192 20,1	FL 245 FL 75 3500 ft AMSL			
△ DOBEN 49 46 24,02 N 013 33 41,55 E	197 34,0	FL 245 FL 75 5100 ft AMSL			
△ RUDAP 49 14 28,53 N 013 15 56,11 E					
UP 861					Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND
▲ RASAN 51 00 49,51 N 015 05 40,80 E	222 12,6	FL 660 FL 245	↓		
△ ASTEL 50 51 52,02 N 014 51 37,64 E	222 64,3				
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	192 20,1				
△ DOBEN 49 46 24,02 N 013 33 41,55 E	197 34,0				
△ RUDAP 49 14 28,53 N 013 15 56,11 E					
					Letadla odlétávající z AD LKPR, LKVO nebo LKKB směrem na RUDAP a stoupající do FL 280 nebo vyšší, musí nejpozději nad bodem RUDAP dosáhnout FL 280. Aircraft departing AD LKPR, LKVO or LKKB towards RUDAP and climbing to FL 280 or above, must reach FL 280 by RUDAP.
UQ 119					Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND
▲ ELVOT 50 36 42,21 N 016 24 33,15 E	236 148,4	FL 660 FL 245	↓		CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat' / route: UN869, UP861, UT108 CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times
△ NIRGO 49 19 51,40 N 013 07 55,99 E					

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
UQ 224 △ DOMAL 49 05 40,40 N 013 25 43,13 E ▲ ENORU 50 20 24,86 N 016 22 12,83 E	053 136,8	<u>FL 660</u> FL 245	↓			CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat' / route: UN871 CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND
UQ 227 ▲ ELVOT 50 36 42,21 N 016 24 33,15 E △ RUDAP 49 14 28,53 N 013 15 56,11 E	233 147,1	<u>FL 660</u> FL 245	↓			Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat'/route: UN869, UP861 CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times
UQ 233 △ NELPA 49 16 53,06 N 014 57 22,21 E △ DITIS 48 53 52,88 N 015 06 58,90 E	162 23,9	<u>FL 660</u> FL 245	↓			CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat' / route: UM725 CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA
UQ 250 △ PISAM 48 53 34,49 N 015 23 13,66 E △ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	342 50,3	<u>FL 660</u> FL 245	↓			Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instruction. CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times
UQ 374 ▲ MAKAL *LZ 49 14 45,63 N 018 09 56,58 E △ LALUK *ED 50 48 15,8700 N 013 52 48,7700 E	297 190,4	<u>FL 660</u> FL 245	↓			CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat' / route: UL624 CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UQ 375 △ MAREM 50 42 55,68 N 013 37 43,79 E △ ODNEM *LZ 48 51 11,52 N 017 10 04,24 E	125 177,3	<u>FL 660</u> FL 245	↓		CDR 1 2300(2200) - 0500(0400) ALTN trat' / route: UL620, UM748 CDR 3 mimo publikovanou dobu / outside mentioned times
UT 40 △ DOPOV 50 04 50,93 N 013 07 30,40 E △ DOKEL 50 37 39,40 N 014 49 20,60 E	061 73,0	<u>FL 660</u> FL 245	↓		
T 42 △ Třebová NDB (TBV) 49 47 45,04 N 016 40 43,89 E △ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	<u>128</u> 308 43,7	<u>FL 245</u> 4000 ft AMSL 4000 ft AMSL	↓	↑	CDR 1 H 24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.
T 45 △ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E △ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E	<u>094</u> 274 35,8	<u>FL 245</u> 3800 ft AMSL 3800 ft AMSL	↓	↑	
UT 45 △ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E △ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E △ Třebová NDB (TBV) 49 47 45,04 N 016 40 43,89 E △ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	094 35,8	<u>FL 660</u> FL 245	↓		
	<u>058</u> 238 40,1		↓		
	<u>078</u> 259 53,8			↑	

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
T 47					
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29 E	<u>069</u> 249		↓		
△ MORKO 49 13 08,82 N 017 01 34,81 E	13,8	FL 245 4000 ft AMSL		↑	
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	<u>069</u> 249	4000 ft AMSL			
	20,6				
UT 47					
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29 E	<u>069</u> 249		↓	↑	
△ Holešov NDB (HLV) 49 19 22,27 N 017 31 42,23 E	34,5	FL 660 FL 245			
T 49					
△ KONAR 50 26 42,50 N 013 03 56,08 E	240	FL 245 5500 ft AMSL		↓	
△ RAPET 50 11 25,76 N 012 20 19,10 E	31,9	5500 ft AMSL			
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
UT 49					
△ KONAR 50 26 42,50 N 013 03 56,08 E	240	FL 660 FL 245		↓	
△ RAPET 50 11 25,76 N 012 20 19,10 E	31,9				
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
T 78					
△ Hermsdorf VOR/DME(HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	099	FL 245 FL 95		↓	
▲ LAGAR 50 47 42,99 N 015 22 01,52 E	38,8	5400 ft AMSL			
					Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND
UT 78					
△ Hermsdorf VOR/DME(HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	099	FL 660 FL 245		↓	
▲ LAGAR 50 47 42,99 N 015 22 01,52 E	38,8				
					Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
T 106 △ MAREM 50 42 55,68 N 013 37 43,79 E △ DIKVA 50 12 36,46 N 013 25 40, 28 E △ SOVUL 49 53 26,84 N 013 15 06,13 E △ VESUB 49 25 09,33 N 012 59 50,70 E					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
	191 31,3	FL 245 4300 ft AMSL 4300 ft AMSL	↓		
	197 20,4	FL 245 FL 75 3600 ft AMSL			
	196 30,0	FL 245 FL 75 4500 ft AMSL			
					CDR 1 FL75 - FL95 H24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.
				Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY	
UT 106 △ MAREM 50 42 55,68 N 013 37 43,79 E △ DIKVA 50 12 36,46 N 013 25 40, 28 E △ SOVUL 49 53 26,84 N 013 15 06,13 E △ VESUB 49 25 09,33 N 012 59 50,70 E					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
	191 31,3	↓			
	197 20,4		FL 660 FL 245		
	196 30,0				
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
T 108 △ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E △ EKMES 49 58 41,05 N 013 29 43,12 E △ LAPUT 49 48 02,23 N 013 23 38,87 E △ NIRGO 49 19 51,40 N 013 07 55,99 E					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
	224 10,4	FL 245 3200 ft AMSL 3200 ft AMSL	↓		
	197 11,4	FL 245 3200 ft AMSL 3200 ft AMSL			
	197 30,0	FL 245 FL 75 5500 ft AMSL			
					CDR 1 FL75 - FL95 H24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.
				Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY	

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trať/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
UT 108						Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ Rakovník NDB (RAK) 50 05 49,41 N 013 41 26,58 E	224	FL 660	↓			
△ EKMES 49 58 41,05 N 013 29 43,12 E	10,4	FL 245				
△ LAPUT 49 48 02,23 N 013 23 38,87 E	197	FL 660				
△ NIRGO 49 19 51,40 N 013 07 55,99 E	11,4	FL 245				
	197					Pokračování jako T108 viz / For continuation as T108 see AIP GERMANY
	30,0					
T 135						
△ BELUX 49 22 39,97 N 016 10 57,72 E	148	FL 245	↓			
△ ADISU 48 56 06,19 N 016 32 55,20 E	30,2	FL 125 3600 ft AMSL				
△ MIKOV 48 47 05,08 N 016 37 15,61 E	159	FL 245				
	9,5	FL 125 3000 ft AMSL				
UT 135						
△ ABRAX 49 41 51,73 N 015 53 41,58 E	146		↓			
△ BELUX 49 22 39,97 N 016 10 57,72 E	22,3					
△ ADISU 48 56 06,19 N 016 32 55,20 E	148	FL 660				
△ MIKOV 48 47 05,08 N 016 37 15,61 E	30,2	FL 245				
	159					
	9,5					
T 136						
△ DOBEN 49 46 24,02 N 013 33 41,55 E	210	FL 245	↓			CDR 1 FL75 - FL95 H24 ALTN trať podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.
△ NIRGO 49 19 51,40 N 013 07 55,99 E	31,4	FL 75 4300 ft AMSL				
T 170						
△ SOPGA 50 10 37,23 N 012 43 07,63 E	270	FL 245	↓			
△ RAPET 50 11 25,76 N 012 20 19,10 E	14,7	4000 ft AMSL 4000 ft AMSL				
						Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trať/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UT 170					
△ NEPUX 49 32 17,44 N 013 36 35,42 E	315		↓		Letadla odlétávající z AD LKPR, LKVO nebo LKKB směrem na RAPET a stoupající do FL 280 nebo vyšší, musí nejpozději nad bodem RAPET dosáhnout FL 280. Aircraft departing AD LKPR, LKVO or LKKB towards RAPET and climbing to FL 280, or above, must reach FL 280 by RAPET.
△ SOPGA 50 10 37,23 N 012 43 07,63 E	51,7	FL 660 FL 245			
△ RAPET 50 11 25,76 N 012 20 19,10 E	270 14,7				
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
T 203					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ TIVDA *ED 49 26 09,5400 N 012 39 23,5700 E	023		↓		
△ ETVIS 49 39 13,78 N 012 49 02,81 E	14,5				
△ NAVEK 50 17 13, 53 N 012 57 52,49 E	006 38,5	FL 660 FL 245			
△ GAVLI 50 30 22,20 N 013 08 17,67 E	024 14,8				
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
T 204					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ RODUX *ED 50 56 33,7800 N 014 37 01,8600 E	001	FL 245 3600 ft AMSL	↑		
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	22,9	3600 ft AMSL			
UT 204					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ RODUX *ED 50 56 33,7800 N 014 37 01,8600 E	350	FL 660 FL 245	↑		
△ RISUK 50 14 11,01 N 014 46 05,21 E	42,8				
UT 221					
△ NAVTI 48 46 10,60 N 016 12 18,21 E	331	FL 660 FL 245	↓		CDR 1 H 24 ALTN trať podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.
△ OSNEK 49 30 47,50 N 015 38 16,82 E	49,9				
					Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA
UT 247					Pokračování viz / For continuation see AIP SLOVAKIA
△ LALES 48 51 54,62 N 017 42 34,25 E	312	FL 660 FL 245	↓		CDR 1 H 24 ALTN trať / route: UL602, UP41
△ DOBIL 50 02 19,28 N 015 56 14,61 E	98,9				

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1	
			Liché Odd	Sudé Even			
1	2	3	4			5	
UT 303							
△ LIKSA 49 09 09,96 N 016 00 53,13 E	087		↓				
△ Brno VOR/DME (BNO) 49 09 00,23 N 016 41 33,29 E	26,7						
△ ESETO 49 13 47,80 N 017 43 05,80 E	080	FL 660 FL 245					
▲ MAKAL *LZ 49 14 45,63 N 018 09 56,58 E	40,7						
	084						
	17,6						
T 620							
△ GOLOP 50 35 08,74 N 014 29 44,63 E	117	FL 245 3900 ft AMSL	↑				
△ LALUK *ED 50 48 15,8700 N 013 52 48,7700 E	26,9	3900 ft AMSL					
						Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY	
T 709							
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	049	FL 245	↓	↑			
	229	FL 95					
▲ BAVOK 50 00 10,00 N 018 11 43,00 E	7,0	2600 ft AMSL					
						Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND	
UT 709							
△ SOPAV 49 55 51,32 N 018 03 08,56 E	049	FL 660	↓				
▲ BAVOK 50 00 10,00 N 018 11 43,00 E	7,0	FL 245					
						Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND	
T 871							
△ KONAR 50 26 42,50 N 013 03 56,08 E	078	FL 245 4300 ft AMSL	↓				
	27,5	4300 ft AMSL					
△ ODPAL 50 31 01,67 N 013 46 27,80 E	078	FL 245 3800 ft AMSL					
△ GOLOP 50 35 08,74 N 014 29 44,63 E	27,9	3800 ft AMSL					

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UT 871					
△ KONAR 50 26 42,50 N 013 03 56,08 E	078		↓		
△ ODPAL 50 31 01,67 N 013 46 27,80 E	078				
△ GOLOP 50 35 08,74 N 014 29 44,63 E	27,9	FL 660			
△ ARTUP 50 41 06,85 N 014 54 18,37 E	067	FL 245			
▲ LAGAR 50 47 42,99 N 015 22 01,52 E	16,7				
	18,8				
Y 17					
△ GOLOP 50 35 08,74 N 014 29 44,63 E	165		↑		
△ RAVKU 50 46 00,53 N 014 25 43,87 E	11,2	FL 245 3400 ft AMSL			
△ Hermsdorf VOR/DME (HDO) *ED 50 55 41,3400 N 014 22 07,6800 E	164	3400 ft AMSL			
	10,0				
UY 444					
△ LABUK 49 29 54,69 N 017 24 38,84 E	279		↓	CDR 1 H 24 ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.	
△ ELMEK 49 54 14,04 N 014 01 47,55 E	133,9	FL 660 FL 245			
Y 621					
△ VENOX 50 33 17,95 N 014 08 02,37 E	006		↓		
△ DEKOV *ED 50 53 50,4700 N 014 12 58,9900 E	20,8	FL 245 3900 ft AMSL 3900 ft AMSL			
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
Z 21						
△ OMELO *ED 50 50 16,4900 N 014 00 02,7300 E	154 59,7	FL 245 FL 95 4000 ft AMSL	↓	CDR 1 H 24 ALTN trať podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instructions.		
△ ELPON 49 55 30,04 N 014 37 02,29 E	155 25,6	FL 245 3800 ft AMSL 3800 ft AMSL				
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	166 15,4	FL 245 4000 ft AMSL 4000 ft AMSL				
△ NELPA 49 16 53,06 N 014 57 22,21 E	141 28,9	FL 245 6000 ft AMSL 6000 ft AMSL				
△ PISAM 48 53 34,49 N 015 23 13,66 E						
				Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA		
UZ 21						
△ OMELO *ED 50 50 16,4900 N 014 00 02,7300 E	154 85,4	FL 660 FL 245	↓			
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	166 15,4					
△ NELPA 49 16 53,06 N 014 57 22,21 E	141 28,9					
△ PISAM 48 53 34,49 N 015 23 13,66 E						
				Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA		
Z 30						
△ AGNAV 49 34 04,50 N 012 36 52,21 E	090 271 64,7	FL 225 FL 95 4000 ft AMSL	↓	Pouze pro státní lety / For state flights only		
△ SOTUM 49 30 41,29 N 014 16 07,85 E	084 264 23,7	FL 225 FL 95 3600 ft AMSL				
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	033 213 12,8	FL 245 3800 ft AMSL 3800 ft AMSL				
△ Vlašim VOR/DME (VLM) 49 42 15,38 N 015 04 00,27 E						
				Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY		
Z 31						
△ DEKOV *ED 50 53 50,4700 N 014 12 58,9900 E	143 16,6	FL 245 5000 ft AMSL 5000 ft AMSL	↓			
△ ODLIV 50 40 13,39 N 014 27 52,41 E	143 7,9					
△ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E						

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Tratř/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM/letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
Z 33					
△ Vožice VOR/DME (VOZ) 49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	199 019 33,7	FL 245 FL 95 4600 ft AMSL		↓	CDR 1 WEEKEND od/from FRI 1300 do/till MON 0800 (od/from FRI 1200 do/till MON 0700) ALTN trat' / route: L 156, M 725, M 984
△ LUPEV 49 00 35,02 N 014 33 36,03 E	199 019 18,1				
△ TIVAP 48 43 44,75 N 014 23 38,23 E	199 019 10,4	FL 245 FL 95 6000 ft AMSL		↑	
△ ADLET 48 34 03,36 N 014 17 57,42 E					
					Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA
UZ 33					
△ DOKEL 50 37 39,40 N 014 49 20,60 E	003 23,6	FL 660 FL 245			
△ RISUK 50 14 11,01 N 014 46 05,21 E	003 17,6				
△ BAVIN 49 56 42,12 N 014 43 41,75 E	008 55,5	FL 660 FL 295			
△ UPEGU 49 02 05,69 N 014 28 35,34 E	008 18,7				
△ TIVAP 48 43 44,75 N 014 23 38,23 E	019 10,4	FL 660 FL 245		↑	
△ ADLET 48 34 03,36 N 014 17 57,42 E					
					Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA
Z 35					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ ODOMO *ED 49 56 14,2200 N 012 20 38,4000 E	091 34,8	FL 245 4500 ft AMSL 4500 ft AMSL		↓	
△ LOMKI 49 54 33,61 N 013 14 28,40 E					
UZ 35					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ ODOMO *ED 49 56 14,2200 N 012 20 38,4000 E	091 34,8	FL 660 FL 245		↓	
△ LOMKI 49 54 33,61 N 013 14 28,40 E					

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
Z 37						
△ VEMUT ^{*ED} 49 48 38,6800 N 012 27 40,4900 E	122	FL 245 FL 95	↓			<p>CDR 1 WEEKEND</p> <p>od/from FRI 1300 do/till MON 0500 (od/from FRI 1200 do/till MON 0400) ALTN trat' podle instrukcí ATC. ALTN route on ATC instruction.</p>
△ VADOV 49 07 47,29 N 013 58 22,95 E	71,9	5500 ft AMSL				
△ ABUDO 48 59 47,4986 N 014 14 24,3196 E	124	FL 245 FL 95				
△ BUDEX 48 56 53,98 N 014 20 09,70 E	13,2	4800 ft AMSL				
△ GIMBO 48 43 31,31 N 014 46 32,99 E	124	FL 245 FL 95				
	4,8	4800 ft AMSL				
	125	FL 245 FL 95				
	22,0	4900 ft AMSL				Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA
UZ 37						
△ VEMUT ^{*ED} 49 48 38,6800 N 012 27 40,4900 E	122	FL 660 FL 245	↓			
△ ETVIS 49 39 13,78 N 012 49 02,81 E	16,8					
△ VADOV 49 07 47,29 N 013 58 22,95 E	123					
△ ABUDO 48 59 47,4986 N 014 14 24,3196 E	55,2					
△ BUDEX 48 56 53,98 N 014 20 09,70 E	124					
△ GIMBO 48 43 31,31 N 014 46 32,99 E	13,2					
	124					
	4,8					
	125					
	22,0					Pokračování viz / For continuation see AIP AUSTRIA
UZ 39						
△ DOMAL 49 05 40,40 N 013 25 43,13 E	038	FL 660 FL 245	↓			Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ GOSEK 49 37 01,25 N 014 06 04,22 E	41,0					
Z 121						
▲ NETIR 49 41 40,79 N 018 42 32,39 E	051	FL 245 5600 ft AMSL	↑			
△ GINAT 48 56 17,86 N 017 06 54,34 E	77,3	5600 ft AMSL				

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNM letová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels		Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočty viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even	
1	2	3	4		5
UZ 121 △ GINAT 48 56 17,86 N 017 06 54,34 E △ ESETO 49 13 47,80 N 017 43 05,80 E ▲ NETIR 49 41 40,79 N 018 42 32,39 E	050 29,5 051 47,8	FL 660 FL 245	↓		Pokračování viz / For continuation see AIP POLAND
Z 164 △ ASTEL 50 51 52,02 N 014 51 37,64 E △ KOMUR 50 33 44,46 N 014 34 53,90 E	208 21,0	FL 245 4700 ft AMSL 4700 ft AMSL	↓		
Z 205 △ BUDEX 48 56 53,98 N 014 20 09,70 E △ VENEN 48 33 59,59 N 014 32 28,84 E	158 24,3	FL 245 FL 95 6000 ft AMSL	↓		
UZ 205 △ BUDEX 48 56 53,98 N 014 20 09,70 E △ VENEN 48 33 59,59 N 014 32 28,84 E	158 24,3	FL 660 FL 245	↓		
UZ 346 △ BEPAS ^{*ED} 48 53 54,2900 N 013 30 34,7700 E △ BODAL 49 27 50,79 N 015 46 57,73 E	065 95,7	FL 660 FL 245	↓		CDR 1 H24 ALTN trať / route: UN 871 LETNA UL 984
UZ 608 △ ELMEK 49 54 14,04 N 014 01 47,55 E △ VEXIL 50 23 32,31 N 012 38 00,64 E	297 61,4	FL 660 FL 245	↓		CDR 1 weekend FRI 1300(1200) - MON 0500(0400) weekdays (MON-THU) night daily 2300(2200) - 0500(0400) CDR 2 weekdays (MON-THU) daily 0500(0400) - 2300(2200) FRI 0500(0400) - 1300(1200)
					Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY

Označení tratě Názvy význačných bodů Souřadnice Route designator Name of significant points Coordinates	Trat/Track DEG MAG DIST NM	Horní hranice Spodní hranice Upper limits Lower limits MNMletová/flight ALT	Směr cestovních hladin Direction of cruising levels			Poznámky Řídicí stanoviště / Kmitočet viz ENR 2.1 Remarks Controlling unit / Frequency see ENR 2.1
			Liché Odd	Sudé Even		
1	2	3	4			5
UZ 650						Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ VEMUT ^{*ED} 49 48 38,6800 N 012 27 40,4900 E	107		↓			
△ ROKEM 49 31 31,04 N 013 41 41,08 E	51,0					
△ IVOLI 49 00 02,16 N 016 27 28,38 E	103 113,1	FL 660 FL 245				
△ PEPIK 48 46 58 N 017 04 45 E	115 27,9					Pokračování viz / For continuation see AIP SLOVAKIA
UZ 660						Pokračování viz / For continuation see AIP GERMANY
△ ENITA 49 42 07,69 N 012 28 25,99 E	100		↓			
△ ETVIS 49 39 13,78 N 012 49 02,81 E	13,7					
△ ROKEM 49 31 31,04 N 013 41 41,08 E	101 35,1	FL 660 FL 245				

ENR 4.2 SPECIÁLNÍ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY

ENR 4.2 SPECIAL NAVIGATION SYSTEMS

4.2.1 Pozemní infrastruktura pro B-RNAV ve FIR Praha

4.2.1 Ground infrastructure for B-RNAV within FIR Praha

4.2.1.1 Všeobecně

4.2.1.1 General

Možnost používání B-RNAV prováděné pomocí VOR/DME a DME/DME závisí i na dostupnosti a vhodné konfiguraci informací od příslušných pozemních zařízení.

The possibility of usage B-RNAV presented by VOR/DME and DME/DME depends also on accessibility and convenient configuration of information from corresponding ground devices.

4.2.1.2 Seznam zařízení VOR/DME sloužících k zajištění VOR/DME a DME/DME B-RNAV

4.2.1.2 The list of VOR/DME devices using to engagement of VOR/DME and DME/DME B-RNAV

Česká republika:

BNO, OKF, OKG, OKX, OTA, NER, OKL, VLM, VOZ

The Czech republic:

BNO, OKF, OKG, OKX, OTA, NER, OKL, VLM, VOZ

Německo:

DRN, BAY, HDO, RDG

Germany:

DRN, BAY, HDO, RDG

Rakousko:

FRE, LNZ, STO, WGM

Austria:

FRE, LNZ, STO, WGM

Polsko:

TRZ, JAB

Poland:

TRZ, JAB

Slovensko:

OKR, JAN, NIT, SLC

Slovakia:

OKR, JAN, NIT, SLC

4.2.1.3 Dostupnost signálu pro VOR/DME B-RNAV

4.2.1.3 The signal accessibility for VOR/DME B-RNAV

V krytí signálem vhodným pro B-RNAV byly shledány nepokryté oblasti (viz ENR 6-5). Vzhledem k povinnému vybavení B-RNAV od FL 125 bylo ověřováno krytí v odpovídající nadmořské výšce.

The uncovered areas (see ENR 6-5) have been found in a coverage with signal suitable for B-RNAV. Owing to compulsory equipment of B-RNAV from FL 125 has been verified a coverage in responding level.

4.2.1.4 Dostupnost signálu pro DME/DME B-RNAV

4.2.1.4 The signal accessibility for VOR/DME B-RNAV

V krytí signálem vhodným pro B-RNAV nebyly zatím shledány nepokryté oblasti v/nad FL 125.

No uncovered areas have been found in a coverage with signal suitable for B-RNAV in/above FL 125.

ENR 4. RADIONAVIGAČNÍ ZAŘÍZENÍ/SYSTEMY
ENR 4. RADIO NAVIGATION AIDS/SYSTEMS

ENR 4.1 RADIONAVIGAČNÍ ZAŘÍZENÍ - TRAŤOVÁ

ENR 4.1 RADIO NAVIGATION AIDS - EN-ROUTE

4.1.1 Traťová zařízení

4.1.1 En-Route aids

Poznámka: Pokud nemají antény sdružených VOR a DME stejné souřadnice, je poloha VOR/DME (v mapách, popisu AWY atd.) vyjádřena souřadnicemi antény DME.

Note: If antennas of collocated VOR and DME do not have the same coordinates position of VOR/DME (on charts, in description of AWY etc.) is expressed by the coordinates of DME antenna.

Název stanice (VOR/VAR) Name of station (VOR/VAR)	ID	Kmitočet Frequency (CH)	Provozní doba Hours of operation	Souřadnice Coordinates	ELEV DME antény antenna	Poznámky Remarks
1	2	3	4	5	6	7
BRNO VOR/DME (2° E)	BNO	113,900 MHz (CH 86X)	H 24	49 09 00,23 N 016 41 33,29 E	800 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude 80 NM / 25000 ft
DEŠNÁ VOR/DME (3° E / 2010)	OKF	113,150 MHz (CH 78Y)	H 24	48 58 09,03 N 015 32 44,08 E	1600 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude 80 NM / 25000 ft
FRÝDLANT VOR/DME (3° E / 2010)	OKX	114,850 MHz (CH 95Y)	H 24	50 54 09,65 N 015 01 54,84 E	1300 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude Sektor/Sektor 015-075 stupňů/ degrees 80 NM / 50 000 ft Ostatní směry / Other directions 50 NM / 50 000 ft
HOLEŠOV NDB	HLV	448 kHz	H 24	49 19 22,27 N 017 31 42,23 E		Dosah / Range 25 NM
CHEB VOR/DME (2° E / 2010)	OKG	115,700 MHz (CH 104X)	H 24	50 03 54,53 N 012 24 20,66 E	1600 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude Sektor/Sektor 045-135 stupňů/ degrees 80 NM / 50 000 ft Ostatní směry / Other directions 60 NM / 50 000 ft
NERATOVICE VOR/DME (3° E / 2010)	NER	108,600 MHz (CH 23X)	H 24	50 21 59,61 N 014 3716,91 E	1000 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude 25 NM / 10 000 ft
OSTRAVA VOR/DME (3° E)	OTA	117,450 MHz (CH 121Y)	H 24	49 41 50,97 N 018 06 32,67 E	850 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude 100 NM / 50 000 ft
PÍSEK DME	PSK	117,600 MHz (CH 123X)	H 24	49 47 05,90 N 014 02 05,10 E	2300 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude 100 NM / 50 000 ft
PRAHA VOR/DME (3° E / 2010)	OKL	112,600 MHz (CH 73X)	H 24	50 05 44,80 N 014 15 55,81 E DVOR: 50 05 45,12 N 014 15 56,19 E	1230 ft	
RAKOVNÍK NDB	RAK	386 kHz	H 24	50 05 49,41 N 013 41 26,58 E		Dosah / Range 50 NM
ŘEVNIČOV DME	RVC	114,650 MHz (CH 93Y)	H 24	50 11 13,18 N 013 47 30,04 E	1696 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude 90 NM / 15 000 ft
TŘEBOVÁ NDB	TBV	492 kHz	H 24	49 47 45,04 N 016 40 43,89 E		Dosah / Range 75 NM

Název stanice (VOR/VAR) Name of station (VOR/VAR)	ID	Kmitočet Frequency (CH)	Provozní doba Hours of operation	Souřadnice Coordinates	ELEV DME antény antenna	Poznámky Remarks
1	2	3	4	5	6	7
VLAŠIM VOR/DME (3° E / 2010)	VLM	114,300 MHz (CH 90X)	H 24	49 42 15,38 N 015 04 00,27 E	1500 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude Sektor / Sector 285-345 stupňů / degrees 40 NM / 25 000 ft Ostatní směry / Other directions 80 NM / 25 000 ft
VOŽICE VOR/DME (3° E / 2010)	VOZ	116,300 MHz (CH 110X)	H 24	49 31 56,38 N 014 52 28,79 E	2200 ft	Chráněný dosah/Nadmořská výška Protection range / Altitude Sektor / Sector 285-345 stupňů / degrees 40 NM / 25 000 ft Ostatní směry / Other directions 60 NM / 25 000 ft
PRAHA VDF		126,100 MHz	HJ	50 06 41,44 N 014 14 17,28 E		Třída zaměření A Class of bearing A

4.1.2 Zařízení DME na civilních letištích

4.1.2 DME aids on civil aerodromes

4.1.2.1 Tato DME jsou součástí ILS. Lze je využít pro traťovou navigaci (scanovací palubní DME).

4.1.2.1 These DME are part of ILS. They can be used for en-route navigation (scanning deck DME).

Název stanice Name of station	ID	Kmitočet Frequency (CH)	Provozní doba Hours of operation	Souřadnice Coordinates	ELEV DME antény antenna	Poznámky Remarks
1	2	3	4	5	6	7
BRNO/TUŘANY DME 28	BO	111,500 MHz (CH 52X)	H 24	49 08 55,25 N 016 42 27,41 E	785 ft	Zařízení sdružené s ILS 28. Equipment associated with ILS 28. Dosah / Range 25 NM.
KARLOVY VARY DME	KVY	111,550 MHz (CH 52Y)	H 24	50 12 04,39 N 012 55 33,43 E	2038 ft	Dosah / Range 25 NM.
OSTRAVA/MOŠNOV DME 22	OSV	110,950 MHz (CH 46Y)	H 24	49 42 16,10 N 018 07 35,62 E	856 ft	Zařízení sdružené s ILS 22. Equipment associated with ILS 22. Dosah / Range of 25 NM.
PRAHA/RUŽYŇ DME 12	PA	109,950 MHz (CH 36Y)	H 24	50 06 20,03 N 014 14 51,56 E	1211 ft	Zařízení sdružené s ILS 12. Equipment associated with ILS 12. Dosah / Range 25 NM.
PRAHA/RUŽYŇ DME 06	PH	111,150 MHz (CH 48Y)	H 24	50 06 15,26 N 014 13 49,23 E	1237 ft	Zařízení sdružené s ILS 06. Equipment associated with ILS 06. Dosah / Range 25 NM.
PRAHA/RUŽYŇ DME 24	PR	109,100 MHz (CH 28X)	H 24	50 06 56,03 N 014 16 05,13 E	1198 ft	Zařízení sdružené s ILS 24. Equipment associated with ILS 24. Dosah / Range 25 NM.
PRAHA/RUŽYŇ DME 30	PG	109,500 MHz (CH 32X)	H 24	50 05 28,51 N 014 16 33,93 E	1284 ft	Zařízení sdružené s ILS 30. Equipment associated with ILS 30. Dosah / Range 25 NM.