



NAVIGAČNÍ COMPUTER

NÁVOD

Michal Hudeček



REVIEWED

By Michal Hudecek at 10:47 pm, Jul 10, 2006

OBSAH

0 PŘEDMLUVA	3
1 ÚVOD	4
2 VZDÁLENOST, ČAS A RYCHLOST	5
2.1 HLEDÁNÍ „ČASU“	5
2.2 HLEDÁNÍ „VZDÁLENOSTI“	5
2.3 HLEDÁNÍ „RYCHLOSTI“	6
2.4 PROBLÉM „KRÁTKÉHO ČASU“ A „MALÉ VZDÁLENOSTI“	6
3 SPOTŘEBA PALIVA	7
3.1 VYTRVALOST	7
3.2 SPÁLENÉ PALIVO	8
3.3 PRŮMĚRNÁ SPOTŘEBA PALIVA	9
4 RYCHLOSTI	9
4.1 IAS (CAS) → TAS	9
4.2 PŘEVOD MACHOVA ČÍSLA NA TAS	10
5 SNOS	10
6 ČAS A VZDÁLENOST K VORU	12
6.1 ČAS K VORU	12
6.2 VZDÁLENOST K VORU	12
7 VÝŠKY V LETECTVÍ	13
7.1 PRAVÁ VÝŠKA	13
7.2 HUSTOTNÍ VÝŠKA	14
8 NÁSOBENÍ A DĚLENÍ	15
10 DRUHÁ STRANA COMPUTORU	16
10.1 TRAŤOVÁ RYCHLOST A KURZ – TRUE HDG	16
10.2 HLEDÁNÍ NEZNÁMÉHO VĚTRU	17
10.3 OPTIMÁLNÍ VÝŠKA VE VZTAHU K VĚTRU	18
10.4 AKČNÍ RÁDIUS	20

0 Předmluva

Vznik tohoto manuálu je velmi jednoduchý a má přesně **dva důvody**.

- I. Chtěl jsem se s pravítkem naučit dobře pracovat před teoretickými zkouškami ATPL(A), odlehčit paměti od některých vzorců v plánování letu a při navigační přípravě.

- II. Druhým důvodem je pomoci s computerem kolegům ze skupiny 9 kurzu ATPL – 650 – 2006 v Letecké škole ŘLP a to jmenovitě těmto spolužákům: Daniel ĎURIŠ, Šárka BRÁCHOVÁ, Honza ČECH, Honza ŠTINDL, Libor PROKOP, Lukáš RÝDL, Petr ČLUPNÝ, Petr DOUBEK, Tomáš DEUTSCH, Zdeněk MACH, Honza ROZLIVKA, Honza SMRČKA, Honza ŠIMON a Jindra Krása, kterým přeji hodně štěstí u zkoušek ATPL a v jejich pilotní kariéře.

1 Úvod

Na úvod bych Vás chtěl seznámit se základními charakteristikami navigačního computeru. Především, že na některé skutečnosti dále upozorním v textu, tento úvod chápejte spíše jako „zorientování se“. Je patrné, že pravítka je oboustranná. Přední část pravítka se používá na různé matematické výpočty. Například přepočty výšek rychlostí, teplot, vzdáleností. Zadní strana pravítka s průhlednou otočnou plochou slouží zejména k výpočtům souvisejícím s větrem a navigací obecnou.

Pojďme si prohlédnout přední stranu. Vnitřní otočný kruh se vyznačuje tím, že na něm jsou dvě stupnice. Tu blíže kraji jsem v textu pojmenoval „vnitřní stupnice“ a tu blíže středu – časovou jsem nazval „nejvnitřnější stupnice“. Nepohyblivou stupnici označuji jako „vnější stupnice“. Okénka, které jsou vyfrézována v otočném kruhu jsem pojmenoval podle jejich neutrální polohy a to je taková, kdy **10** na vnitřní stupnici je v zákrytu s 10 na vnější – nepohyblivé stupnici. Proto tedy „okénko vpravo“, „okénko vlevo“ a „okénko uprostřed“.

Dále bych chtěl upozornit na změny měřítka po obvodu computeru. V zásadě platí, že čím je vzdálenost, čas, nebo jakákoliv jiná veličina vyšší tím je měřítko menší. Tzn. že například jedna čárka mezi 1h 30min a 1h 40min ($1:30 \leftrightarrow 1:40$) je 5 minut, ale jedna čárka mezi 3h a 3h 30 min ($3:00 \leftrightarrow 3:30$) je 10 minut – tyto hodnoty najdete na nejvnitřnější stupnici. To samé platí pro vnější stupnici. Je také nutné si vždy uvědomit řád ve kterém počítáme. Protože jednou může číslo 25 znamenat přesně 25 v jiném případě ale může znamenat tisíce nebo dokonce desetitisíce 25 000. Na druhou stranu si myslím, že každého příkladu Vám bude jasné, v jakém příslušném měřítku je třeba počítat.

Druhá strana pravítka s průhlednou otočnou plochou se využívá pro počítání s větrem. Tato „větrná strana“ slouží v výpočtům traťové rychlosti letu – GS (Ground Speed) a true heading. Lze s ním také počítat akční rádius, nebo vhodnost výškových větrů vůči našemu HDG. „Větrná strana“ nám usnadní počítání snosů. Nemusíme tedy složitě pro každé rameno tratě kreslit navigační trojúhelník apod.

Myslím si, že tolik na úvod. Ještě si Vás dovoluji znovu upozornit na pečlivé odečítání čísel a uvědomění si, kolik vlastně ta jedna čárka je jednotek. Tuto pozornost samozřejmě věnujte i druhé – „větrné straně“ computeru, kde je důležité si uvědomit, že pokud výsuvnou lištu obrátíme opět se nám změní měřítko rychlosti a už jeden dílek neznamena 2 kts, ale 10 kts !

Také bych Vás chtěl požádat, pokud naleznete jakékoliv chyby, ať už technické, překlepy, nebo pravopisné, napište mi prosím na email hudla@quick.cz. Jedině tímto způsobem je možné sepsat detailní návod pro ostatní letce. Budu také rád, pokud se někdo z Vás ozve a napíše, jestli se mu návod hodil, nebo třeba že se podle něj nedá počítat absolutně nic, zkrátka Vás tímto nepřímo žádám o jakousi zpětnou vazbu.

Rád bych se též omluvil autorům, za použití jejich obrázků a příkladů, které jsou publikovány v originálním návodu “Slide graphic computer manual” a za jejich neumělou publikaci. Také zdůrazňuji, že tento návod nesmí být jakkoliv komerčně šířen, je vytvořen pouze k soukromým účelům.

Přeji hodně štěstí a nutnou dávku trpělivosti. 😊

 Michal Hudeček
autor

2 Vzdálenost, čas a rychlost

V této kapitole se naučíme, jakým způsobem vypočítat ze dvou známých veličin tu třetí, kterou neznáme. Typickým příkladem tohoto výpočtu je navigační příprava, kde známe **vzdálenost i rychlost** letu a chtěli bychom vědět **ČAS**, za který doletíme do cílového bodu. Nebo obráceně: známe **dobu letu, vzdálenost**, kterou jsme uletěli a zajímá nás průměrná **rychlost letu**.

2.1 Hledání „ČASU“

1. Uvědomíme si vstupní hodnoty a neznámé.

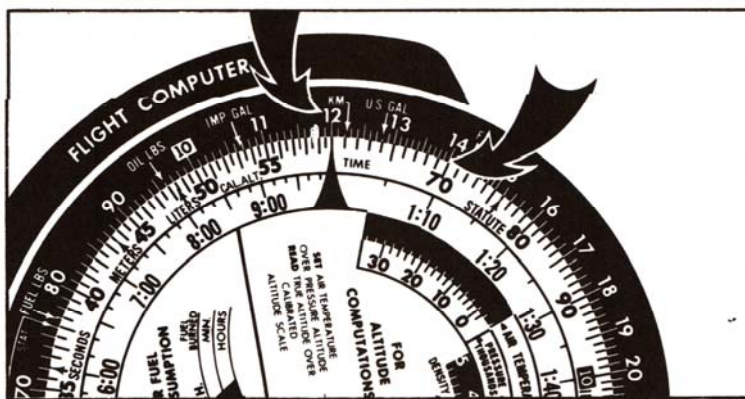
Vzdálenost → ZNÁME = 140 NM

Rychlost → ZNÁME = 120 kts

ČAS → ??? min

2. Otočíme vnitřním kruhem tak, aby „SPEED INDEX“ ukazoval proti 12 (120 NM/60 min = 120 NM/1h = 120 kts).

3. Na vnějším kruhu nalezneme 14 (140 NM) a přímo proti „čárce“ čtrnáctky nacházíme číslo 70 (minut), což je hledaná hodnota času. Pokud bychom chtěli výsledek v hodinách podíváme se na nejvnitřnější stupnici a zjistíme snadný přepočít 1h 10 min. Osobně doporučuji sledovat měřítko této hodinové stupnice, protože se s delším časem mění. Tzn. že např. mezi 1h a 2h každá čárka na nejvnitřnější stupnici znamená 5 minut, ale např. mezi 3h a 4h už 10 minut. Takové to sledování měřítka považuji za nejdůležitější i v ostatních případech, proto na něj upozorňuji hned na začátku.



Sumarizace

1. **SPEED INDEX** proti rychlosti
2. Na vnější stupnici **VZDÁLENOST**
3. Na vnitřní **ČAS**

2.2 Hledání „VZDÁLENOSTI“

1. Uvědomíme si vstupní hodnoty a neznámé.

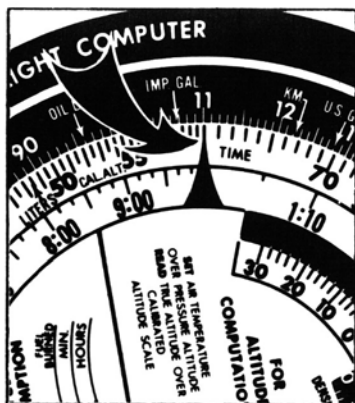
Vzdálenost → ??? NM

Rychlost → ZNÁME = 110 kts

ČAS → 2h = 120 min

2. Otočíme vnitřním kruhem tak, aby „SPEED INDEX“ ukazoval proti 11 (110 NM/60 min = 110 NM/1h = 110 kts).

3. Na vnitřní stupnici nalezneme 12 (120 min) a oproti ní na vnější stupnici 22 (220 NM). Výsledek tedy je, že za 2h při rychlosti 110 kts uletíme 220 NM.



Sumarizace

1. **SPEED INDEX** proti rychlosti
2. Na vnitřní **ČAS**
3. Na vnější stupnici **VZDÁLENOST**

2.3 Hledání „RYCHLOSTI“

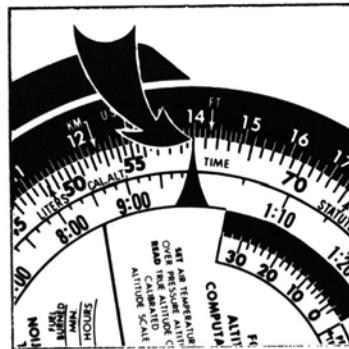
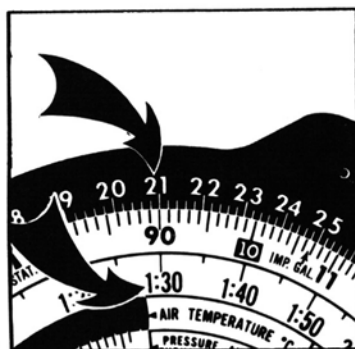
1. Uvědomíme si vstupní hodnoty a neznámé.

Vzdálenost → ZNÁME = 210 NM

Rychlost → ??? kts

ČAS → 1h 30 min = 90 min

1. Otočíme vnitřní stupnici tak, aby 90 (90 min) naproti 21 (210 NM)
2. „**SPEED INDEX**“ ukazuje průměrnou rychlost



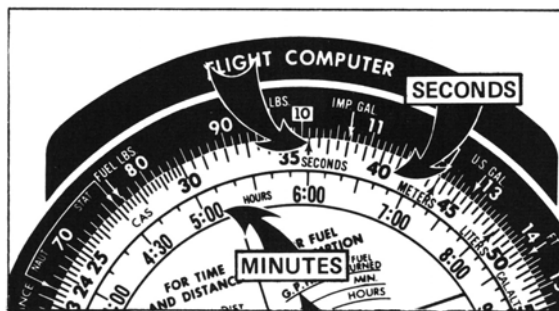
Sumarizace

1. **ČAS** (na vnitřní) proti **VZDÁLENOSTI** (na vnější)
2. **SPEED INDEX** ukazuje **RYCHLOST**

2.4 Problém „KRÁTKÉHO ČASU“ a „MALÉ VZDÁLENOSTI“

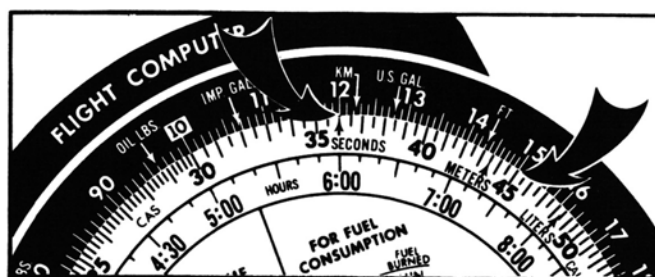
Při hledání krátkého času (řádově v **sekundách**) a malé vzdálenosti (řádově v **jednotkách** vzdálenosti) nahrazuje **SPEED INDEX** číslo **36** (na vnitřní stupnici), které odpovídá **3600s** v jedné hodině. Vnitřní stupnice se promění z ukazatele **minut** na ukazovatel **sekund** a z toho tedy plyne, že

nejvnitřnější stupnice nám ukazuje **minuty**. Jak se pracuje v těchto malých veličinách si ukážeme na příkladě.



Letíme rychlostí 120 kts do vzdálenosti 1.5 NM. Jak dlouho nám to bude trvat?

1. Číslo 36 (**SPEED INDEX** na krátko) nastavíme proti 12 (120 kts)
2. Na vnější stupnici nalezneme 15 (1.5 NM) a přímo proti ní odečteme 45 (sekund), což je výsledek našeho příkladu



Nemyslím si, že je nutné předvádět další příklady. Nechám na čtenáři, aby si výpočty sám vyzkoušel podle příkladů, které jsou v originálním manuálu pravítka.

3 Spotřeba paliva

V této části výkladu si vysvětlíme, jakým způsobem se pomocí počítadla vypočítá **hodinová spotřeba paliva, nebo naopak - kolik paliva spálím při určité spotřebě apod..**

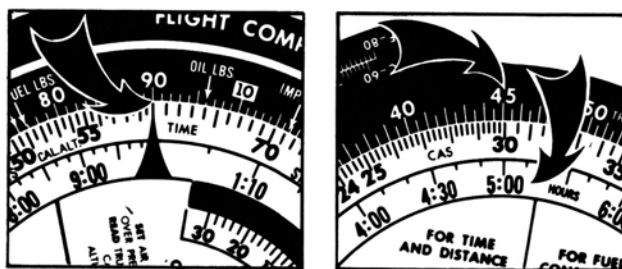
Hned na začátku podotýkám, že nezáleží v jakých jednotkách mám spotřebu. Ať už jsou to litry, kilogramy, nebo galóny. Berme toto jako pravidlo pro další výpočty. Počítejme jen s čísly a jednotky doplňujeme až na konci výpočtu!

3.1 Vytrvalost

Jedním z hlavních parametrů letounu je jeho **vytrvalost**, což je doba, kterou letoun může létat ve vzduchu při určité (obvykle té nejnižší) spotřebě. Ukažme si tento problém opět na reálném příkladě.

Letíme a víme, že naše letadlo má průměrnou **spotřebu paliva 9 Kg/h** (záměrně volím kg, abych dokázal své úvodní tvrzení o jednotkách) a na palivoměrech odečteme stav paliva – např. 45 Kg. Zajímá nás, jak dlouho ještě s tímto obsahem nádrží můžeme létat.

1. **SPEED INDEX** nastavíme přímo proti 90 (9 kg/h) na vnější stupnici. Tímto jsme vlastně nastavili hodinovou spotřebu letadla $90=9.0$ Kg a **SPEED INDEX** = 60 min = 1h $\rightarrow 9.0$ Kg/60min = 9.0 Kg/h.
2. Na vnější stupnici vyhledáme 45 (což odpovídá zásobě paliva na palubě) a na vnitřní stupnici odečteme čas (potažmo vytrvalost) v minutách, nebo lépe na nejvnitřnější stupnici v hodinách. Opět pozor na měřítko!!! V tomto případě 45 (45 Kg) ukazuje přímo na 30 (300 min = 5 h).



Sumarizace

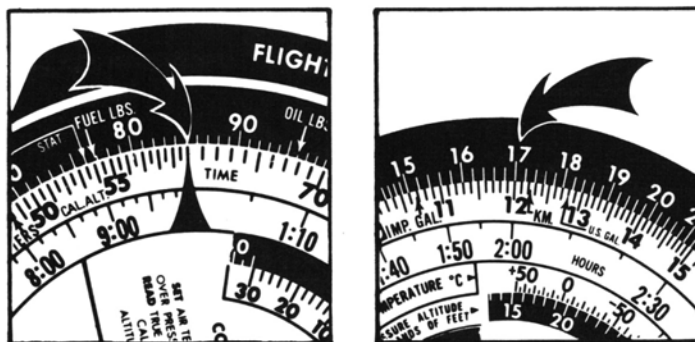
1. **SPEED INDEX** proti spotřebě
2. Na vnější zásoba paliva
3. Na vnitřní vytrvalost.

3.2 Spálené palivo

Další problém, který lze pomocí computeru řešit je **spálené palivo** za určitou dobu letu. Znovu si uvedme konkrétní příklad.

Víme, že letíme ULL se **spotřebou 8.5 l/h** a na stopkách máme **čas 2 h (120 min)** od vzletu. Zjistíme, že nám nefungují palivoměry, ale víme, že jsme na zemi jsme natankovali 50 litrů paliva. Chceme tedy **zjistit kolik jsme již paliva spálili** a tudíž jednoduchým odečtením od původního stavu, kolik vlastně máme ještě paliva?

1. Na vnější nepohyblivé stupnici najdeme spotřebu 85 (mezi 80 a 90 → 8.5 l/h) a otočnou stupnici natočíme tak, aby **SPEED INDEX** ukazoval na 85 (8.5 l/h).
2. Na časové (vnitřní) stupnici nalezneme 12 (120 min) a oproti ní je 17 (17 litrů) a to je hledaná hodnota **spotřebovaného paliva**. Tudíž $50 - 17 = 33$ litrů máme ještě k dispozici pro let.



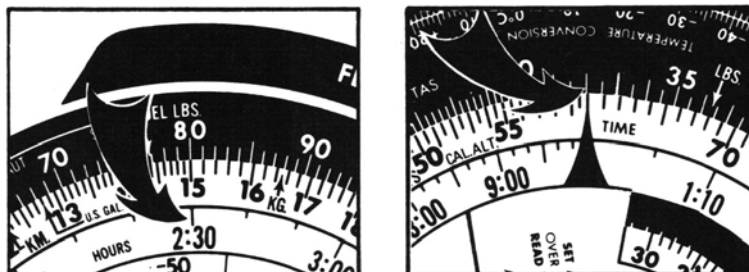
Sumarizace

1. **SPEED INDEX** proti spotřebě
2. Na vnitřní ČAS
3. Na vnější SPOTŘEBOVANÉ PALIVO

3.3 Průměrná spotřeba paliva

Chtějme vypočítat průměrnou spotřebu letounu, o kterém víme že **za 2h 30min (150 min) letu spotřeboval 80 galónů** leteckého paliva.

1. Vnitřní stupnici nastavíme tak, aby 15 (150 minut) {2:30 h} ukazovalo na 80 (našich 80 spotřebovaných galónů)
2. Podíváme se kam ukazuje **SPEED INDEX** → na 32 (32 galónů/60min = 32gal/h) = **SPOTŘEBA**



Sumarizace

1. Na vnitřní ČAS
2. Na vnější SPOTŘEBOVANÉ PALIVO
3. SPEED INDEX ukazuje spotřebu

4 Rychlosti

Rychlosti jsou v letectví velmi zvláštní veličinou, protože na rozdíl od „pozemního provozu“ rozeznáváme celou škálu rychlostí. Indikovanou **IAS**, kalibrovanou **CAS**, ekvivalentní **EAS**, pravou vzdušnou rychlost **TAS** – známý ledový čaj **ICE T** a samostatnou kapitolu tvoří rychlost zvuku – **Machovo číslo**. Jistě víme, že rychlost se měří pomocí pitot-statických systémů a také víme, že rychlost je závislá na tlakové výšce a hustotě atmosféry. Je známo, že při **konstantní IAS (CAS) s výškou TAS roste**. A také víme, že každé tlakové výšce odpovídá určitá teplota, pokud vše probíhá za podmínek **standardní atmosféry - ISA**. Ale obvykle příroda není takto lineární, jak bychom potřebovali a v atmosféře se vyskytují **odchyly** od podmínek ISA. Naším úkolem je se s tímto problémem vypořádat. V této kapitole se naučíme počítat přepočít CAS na TAS. TAS na Machovo číslo a naopak.

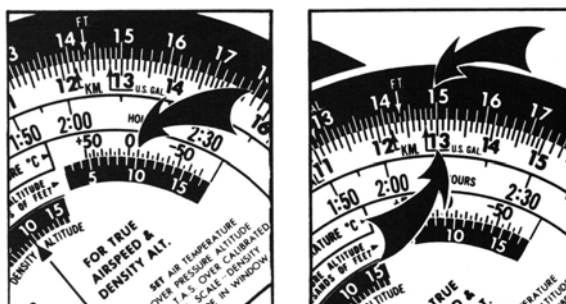
4.1 IAS (CAS) → TAS

Letíme ve **FL100 = 10 000 ft** a **OAT (outsider air temperature) = -10 °C**. Jaká je pravá vzdušná rychlost **TAS**, když indikovaná rychlost je **130 kts**?

Pro tento výpočet se využívá pravého okýnka. Všimněme si, že **NA** okýnku je stupnice udávající **teplotu** (pozor stupnice má kladné hodnoty vlevo a záporné hodnoty teploty vpravo). **UVNITŘ** okýnka je **výšková stupnice v tisících feetech**.



1. Kruhem otáčíme takovým způsobem, aby se nám čárka *teploty -10 (10 °C kryla s čárkou výšky 10 (FL100 = 10 000ft)*
2. Na *vnitřní stupnici (IAS) najdeme 13 (130kts)* a vidíme, že 13 ukazuje na 15, což je právě *pravá vzdušná rychlost TAS = 150 kts.*



Sumarizace

1. **Teplota proti výšce v okýnku**
2. **Vnitřní kruh IAS**
3. **Vnější kruh TAS**

4.2 Převod Machova čísla na TAS

V tomto případě použijeme šipku **MACH NO. INDEX**, která je pravděpodobně schována někde v „útrobách“ počítadla. Tuto šipku nastavíme proti teplotě OAT (Outside Air Temperature) a máme vlastně vyhráno, pokud si uvědomíme, že Machovo číslo je definováno jako poměr TAS a místní rychlosti zvuku a místní rychlost zvuku se počítá jako 20 krát odmocnina z OAT. Je tedy jasné, že při určité teplotě odpovídá právě jedna TAS právě jednomu Machovu číslu.

Vezměme si příklad, že na teploměru naměříme **OAT = 10 °C** a na *machmetru odečteme hodnotu 0.8 M.*

1. V okýnku nastavíme šipku **MACH NO. INDEX** proti OAT 10 (10 °C)
2. Na *vnitřním kruhu máme 80 (0.8 M)* a *pohledem na číslo nad = 52.8 (= 528 kts) dostaneme TAS.*

Samozřejmě je možné vypočítat obrácený výpočet. Tzn. přepočít **TAS na Machovo číslo.**

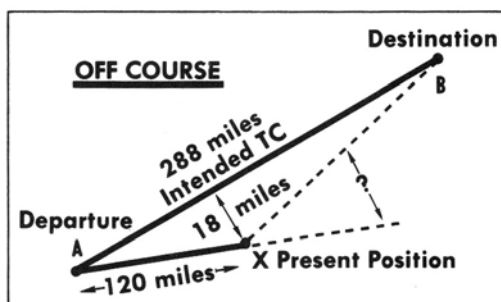
Sumarizace

1. **MACH NO. INDEX** proti OAT
2. **Vnitřní kruh M**
3. **Vnější kruh TAS**

5 SNOS

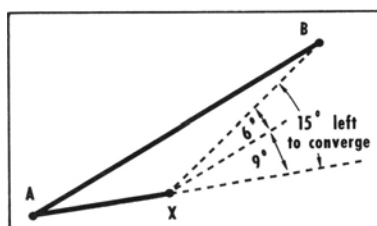
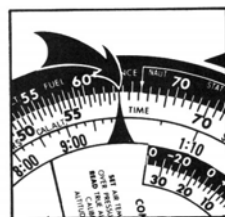
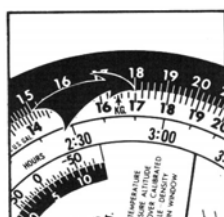
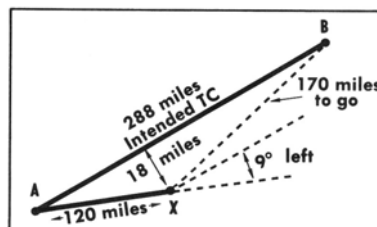
Jedním ze zásadních výpočtů v navigaci je **úhel snosu**. Máme několik metod, jak tento problém řešit. Asi nejznámější je navigační trojúhelník, který je ve své podstatě časově náročnou záležitostí. Ale s pomocí počítače se tento „geometrický“ problém stává jednoduchým otáčením středového kruhu a elementární početní úlohou, kterou si snadno předvedeme na příkladě.

Letíme z bodu A do bodu B a na mapě jsme si změřili, že vzdálenost mezi body AB je **288 NM**. Po **uletěných 120 NM** zjistíme, že naše poloha od plánované trati je jihovýchodně a na mapě změříme vzdálenost od plánované trati, která činí **18 NM**. Abychom dále chybu nezvětšovali a doletěli na správné místo B, musíme náš kurz (HDG) **opravit nejen o tzv. úhel snosu**, v tom případě bychom letěli na paralelní trati a bodu B bychom v žádném případě nedosáhli, ale musíme také **HDG opravit o úhel, který nás spolehlivě při konstantní rychlosti větru navede do místa B**.



Jelikož jsem příklad vysvětlil podle mého názoru příliš „slohově“ zopakujme si znovu naši situaci a přejdeme k řešení. Body A a B jsou vzdáleny **288 NM**. Vyletěli jsme z bodu A a po **120 NM** jsme zjistili, že jsme **18 NM** od trati. Zbývá tedy přibližně **170 NM** a chceme zjistit **o kolik stupňů se musíme opravit, abychom doletěli do bodu B**.

1. Vnitřní stupnici otočíme tak, aby **12 (uletěných 120 NM)** ukazovalo oproti **18 (18 NM od trati)**
2. **SPEED INDEX** nám ukáže o kolik stupňů se musíme opravit, abychom letěli po paralelní trati, v tomto případě je to **9°**
3. Abychom zjistil úhel, o který se musíme dále opravit nastavím na vnitřním kruhu **17 (zbývajících 170 NM)** proti **18 (18 NM od trati)** a **SPEED INDEX** nám dá úhel, o který se máme opravit. Doporučuje se tento úhel zaokrouhlit na nejbližší stupeň.
4. Úhly sečteme $9^\circ + 6^\circ = 15^\circ$ (úhel snosu) + (úhel opravy) = (žádaná oprava)



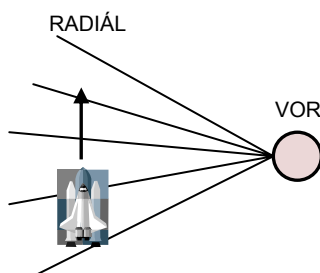
Sumarizace

1. Uletěná vzdálenost oproti odchylce od trati
2. **SPEED INDEX** = úhel snosu
3. Zbývajících vzdálenost oproti odchylce od trati
4. **SPEED INDEX** = úhel opravy
5. Oba úhly sečíst

6 Čas a vzdálenost k VORu

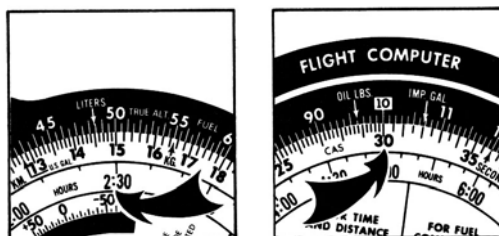
6.1 Čas k VORu

Nacházíme se v situaci kdy je možné na RMI v pilotní kabině odečíst změnu zaměření od VOR stanice za určitý čas. Situace je na obrázku.



Řekněme tedy, že za **2 min 20 sec** se změní zaměření o **5°**. Jaká je **doba letu z naší pozice k VORu?**

1. Umístíme **2h 30s (2:30)** právě proti změně zaměření **50 (5°)**.
2. Na vnější stupnici vyhledáme číslo **10** a pod ním přečteme **30 (30 minut)** k VORu.
- 3.



Sumarizace

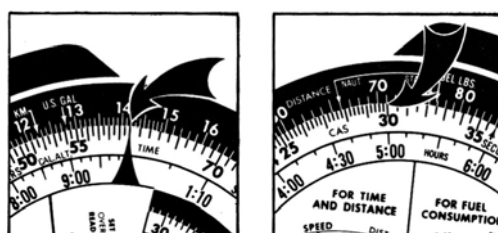
1. **Čas (na vnitřní)** proti změně zaměření (na vnější)
2. **10** (na vnější) ukazuje na **ČAS K VORu** (na vnitřní)

6.2 Vzdálenost k VORu

Abychom zjistili vzdálenost k VORu v situaci minulého příkladu, musíme znát také naši rychlost.

Zopakujme si minulý příklad a řekněme, že **letíme rychlostí 142 kts**.

1. Umístíme **2h 30s (2:30)** právě proti změně zaměření **50 (5°)**.
2. Na vnější stupnici vyhledáme číslo **10** a pod ním přečteme **30 (30 minut)** k VORu.
3. **SPEED INDEX** natočíme proti **142 (rychlost letu 142 kts)**
4. Nad **30 (30 minut k VORu)** na vnitřní stupnici odečteme **71 (na vnější)**, což je hledaná vzdálenost k VORu v NM.

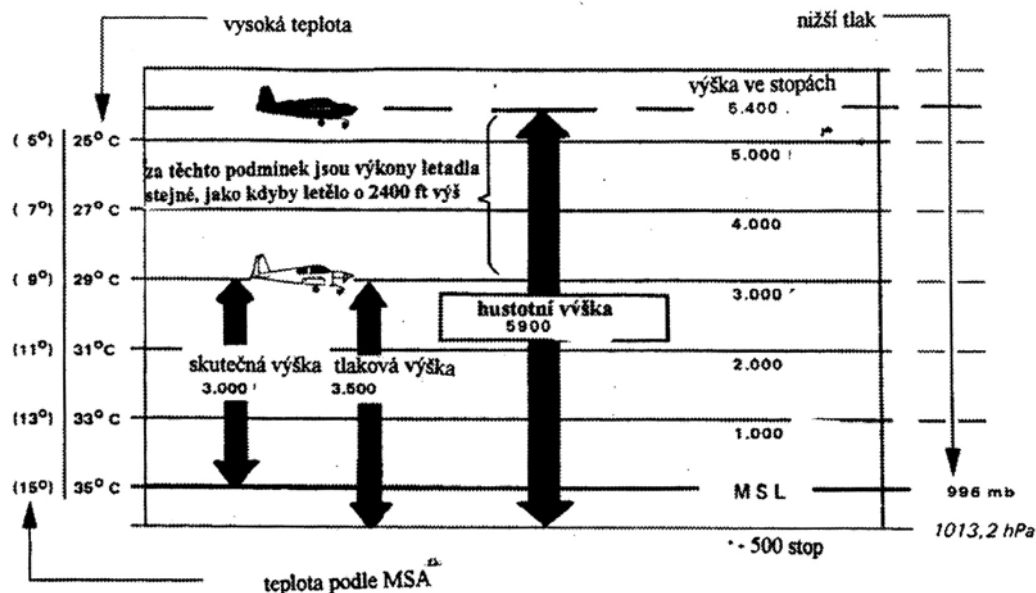


Sumarizace

1. Čas (na vnitřní) proti změně zaměření (na vnější)
2. 10 (na vnější) ukazuje na ČAS K VORu (na vnitřní)
3. SPEED INDEX proti rychlosti
4. Čas k VORu (na vnitřní) → hledaná vzdálenost (na vnější)

7 Výšky v letectví

Sledování výšky je jednou z **nejdůležitějších** věcí v letectví, protože nulová výška znamená střet se zeměkoulí. Možná proto známe v letectví mnoho výšek, aby si mohl pilot vybrat, ve které se mu létá nejlépe a ve které je „opravdu vysoko“. Ale konec vtipkování, protože výška je velmi vážná věc. V těchto dvou kapitolách se naučíme vypočítat výšku pravou – tzn. opravenou výšku tlakovou, kdy musíme výškoměr přestavit z QNH na tlak QNE 1013.25 hPa a s pomocí naměřené teploty OAT vypočítáme odchylku od tlakové výšky a získáme tak pravou výšku MSL. A v druhé kapitole si probereme výšku hustotní.



Příklad vliv tlaku a teploty na výkony letounu

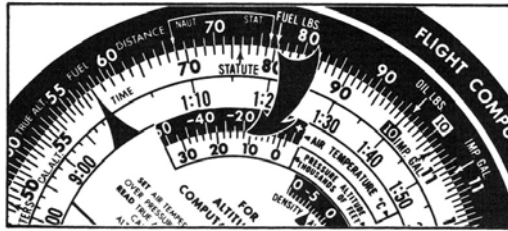
7.1 Pravá výška

Pro názornost si uvedeme opět příklad.

Letíme ve výšce 10 000 ft, na teploměru naměříme OAT = -20°C a máme nastaveno QNH 1025 hPa. Jaká je pravá výška?

1. Zapišeme si výšku QNH → 10 000 ft.
2. Přestavíme výškoměr na QNE → 1013.25 hPa a odečteme výšku 9 000 ft, což je tlaková výška.
3. Nyní k výpočtu použijeme levé okénko kde uvnitř okénka je Celsiova stupnice a na vnějším okraji je tlaková výška. Nastavíme okénko tak, aby -20 (-20 °C) bylo oproti 9 (mezi 10 a 8 = 9000 ft)

- Na vnitřní stupnici nalezní 10 (což je tlaková výška QNH = 10 000 ft) a odečti z vnější stupnice 9.4 (9400 ft = SKUTEČNÁ VÝŠKA).



Pozn. pouze ilustrační obrázek

Sumarizace

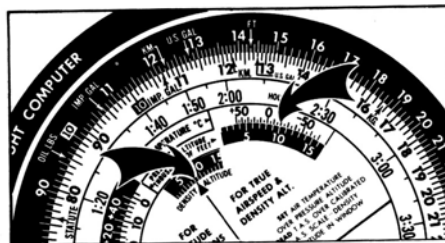
- Poznamenat výšku QNH
- Přestavit výškoměr na QNE → zapsat si výšku
- OAT proti TLAKOVÉ VÝŠCE QNE
- Tlaková (na vnitřní) ukazuje na SKUTEČNOU VÝŠKU

7.2 Hustotní výška

Známy problém: letíme v tlakové výšce **10 000 ft** a chceme zjistit, jaká je hustotní výška. Jediné co musíme dále vědět je OAT (Outside Air Temperature), která je v našem příkladě **-20 °C**.

Pro tento výpočet využijeme okýnko uprostřed s nápisem **density altitude** a **okénko vpravo pro tlakovou výšku**.

- V okýnku vpravo vyrovnáme **10 (10 000 ft)** s **-20 (-20 °C)**, opět upozorňuji, že **plus je vlevo a minus vpravo**)
- V okénku **hustotní výšky** nám šipka ukazuje **8 (8000 ft)**, tedy naši hledanou hustotní výšku.



Sumarizace

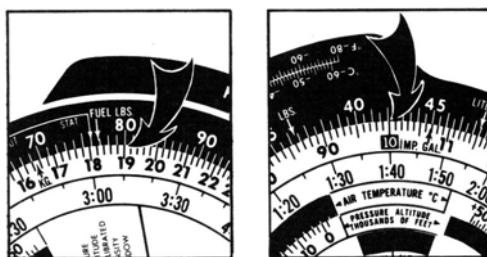
- Tlaková výška proti teplotě
- Hustotní výška v okénku uprostřed

8 Násobení a dělení

S dovolením čtenáře považuji tuto úlohu natolik triviální, proto uvedu jen příklad bez dalšího výkladu a osobně si myslím, že prostým vydělením v hlavě či na kalkulačce dosáhneme výsledku efektivněji.

Př.: Máme výšku 8 000 ft a chceme jí sklesat za 19 minut. Jaký musí být naše rychlost klesání (ft/min)

1. Na vnější stupnici 80 (8000 ft) nastavíme proti 19 (19 minut)
2. Najdeme na vnitřní stupnici 10 a právě tato „desítka“ dává 42 (420ft/min) požadovanou rychlost klesání.

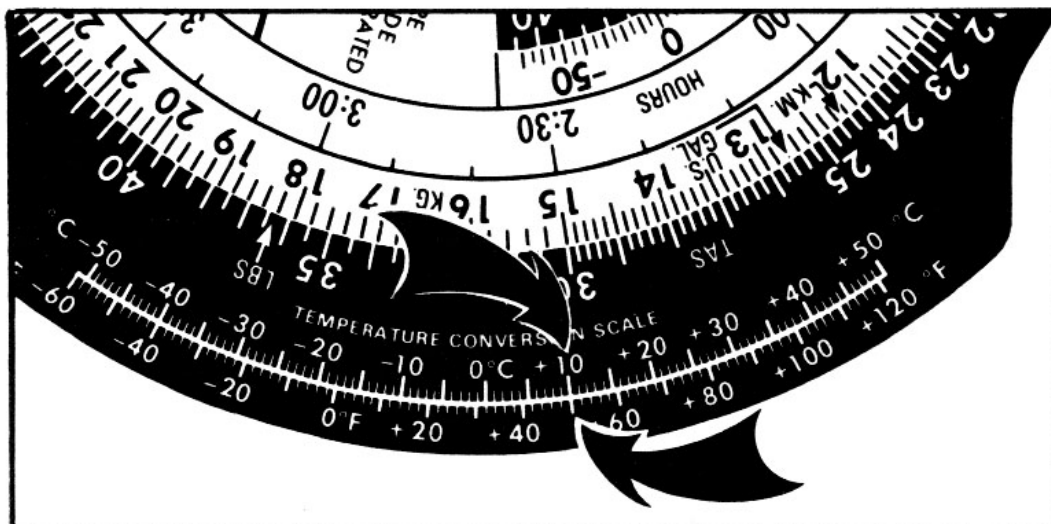


Sumarizace

1. Vnější = výška, vnitřní = čas
2. 10 → ukazuje na rychlost klesání/stoupání

9 Přepočítání stupňů Fahrenheita na stupně Celsiovy

Na tento přepočítání slouží stupnice na spodní straně kruhové části computeru. Stupnice jsou vůči sobě posunuty právě o potřebný přepočítání a proto je velmi jednoduché odečítat a přepočítávat stupně F na stupně C. Je zajímavé, že Jeppesen využívá pro veškeré počty stupně Celsiovy, řekl bych dokonce NAŠTĚSTÍ!



10 DRUHÁ STRANA COMPUTORU

10.1 Traťová rychlost a kurz – True HDG

Zopakujme si názvosloví. Čára, kterou nakreslíme do mapy spojující body A a B se nazývá **TRAŤ** letu. Trať se rovná kurzu (HDG) pouze v případě, že vítr = 0 nebo fouká paralelně s naší traťí tzn. HEADwind nebo TAILwind. V ostatních případech nás bude vítr **snášet**. Pokud vítr fouká zprava **snáší nás tedy doprava**. Z toho tedy vyplývá, že tento efekt nazýváme **PRAVÝ SNOS**. Naším úkolem je tento snos vyloučit a to provádíme tak, že pomocí navigačního trojúhelníku spočítáme, jakým úhlem se musíme vychýlit „do větru“ abychom stále udržovali plánovanou trať. To znamená, že ve skutečnosti jsme si naměřili trať 020 ale fouká namírný SZ vítr, tzn. že budeme muset letět kurzem o určitou hodnotu menším než je plánovaná trať, abychom se na ní udrželi.

Vítr má samozřejmě vliv na naši rychlost. Je pravda, že na rychloměru na palubní desce je rychlost stále stejná, avšak je nutné si uvědomit, že tato rychlost je pouze relativní a jedná se o tzv. indukovanou rychlost, která vyjadřuje rychlost obtékání částic vzduchu profil našeho letadla. IAS a traťová rychlost bude stejná pouze v případě bezvětří, nebo kolmého bočního větru. Znovu podotýkám, že tyto výpočty lze počítat jak za pomoci matematického aparátu a jednoduchých goniometrických funkcí, také pomocí navigačního trojúhelníku, ale i elegantně pomocí počítače, který držíte v ruce.

Uveďme si příklad:

Do mapy máme nakreslenou trať 030 a víme, že náš Piper má cestovní rychlost 170 kts. Z předpovědi počasí jsme zjistili vítr 080/20k. Udělejme si předem úvahu, jaká bude asi situace během letu. Letíme kurzem 030 což je přibližně severovýchod. Vítr je 080 (z tohoto směru fouká) což je cca západní vítr a ještě k tomu protivítr. Tzn. že pravděpodobně se na trati budeme potýkat s levým snosem a ještě k tomu nás bude čelní složka větru brzdit. Proto budeme muset letadlo natočit doprava (tedy náš kurz bude jistě větší než 030). Dále musíme počítat s protivětretem a z toho plyne, že naše traťová rychlost bude zřejmě pomalejší než indikovaná. Dost teoretizování a pojďme si naši úvahu ověřit pomocí počítače.

Ještě jednou pro přehlednost zopakujme zadané hodnoty:

Trať = 030

TAS = 170 kts

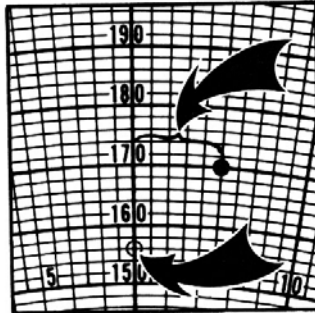
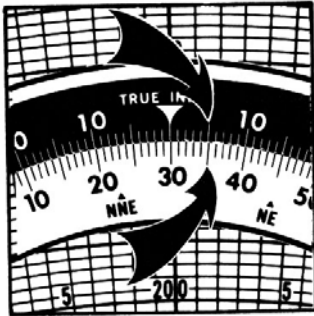
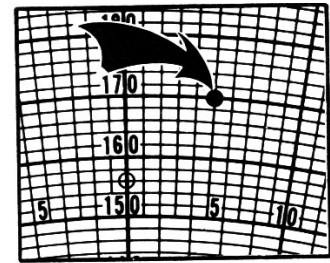
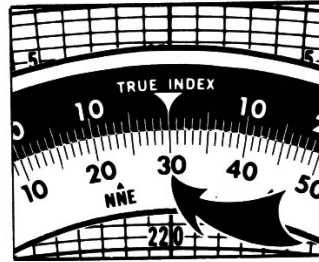
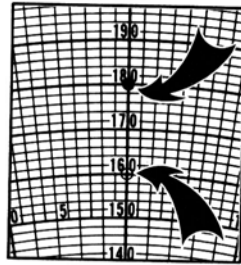
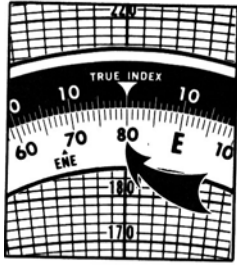
Vítr = z 080 rychlostí 20 kts

Kurz = ???

Traťová rychlost = ???

1. Kruh natočíme tak, abychom proti šípce **TRUE INDEX** nastavili směr větru → 80 (080)
2. Celým kruhem pohneme tak, abychom měli prostřední „díрку“ nad nějakou celou hodnotou rychlosti, v našem případě jsem zvolil umístění dírky nad 160. Od 160 odměříme rychlost větru. Uděláme tedy mikrotužkou tečku o 20 jednotek výše → přesně na 180
3. Znovu otočíme kruhem tak, aby nám **TRUE INDEX** ukazoval na trať → 30 (trať 030)
4. Kruhem nyní posuneme tak, aby naše **značka ležela na čáře rychlosti letu TAS**.
5. „Dírka“ nám ukazuje traťovou rychlost letu – 156 (156kts)
6. **Tečka leží nad radiální čarou označenou číslem 5 (5°) a je na pravé straně, proto musíme trať opravit o 5° doprava, což je 030 + 5° = 035.**

Odpověď na zadaný příklad zní: Při zadané trati 030, TAS letu 170 kts a větru 080/20k musím letět kurzem 035 abych zůstal na trati a moje traťová rychlost bude o 14 kts nižší, tedy 156 kts, než TAS. Vidíme, že se nám potvrdil náš úsudek, který je podle mého názoru před každým výpočtem velmi důležitý, abychom si následně ověřili, že jsme se například při výpočtu někde nespletli. **Určitě zde platí úsloví dvakrát měř, jednou leť.**



Sumarizace

1. **TRUE INDEX** proti směru větru
2. „**DÍRKA**“ nad celou hodnotu rychlosti, odměřit rychlost větru → „**ZNAČKA**“
3. **TRUE INDEX** proti trati
4. „**ZNAČKU**“ posunout na TAS
5. „**DÍRKA**“ → traťová rychlost (GS)
6. „**ZNAČKA**“ → uhel opravy o SNOS → L / P

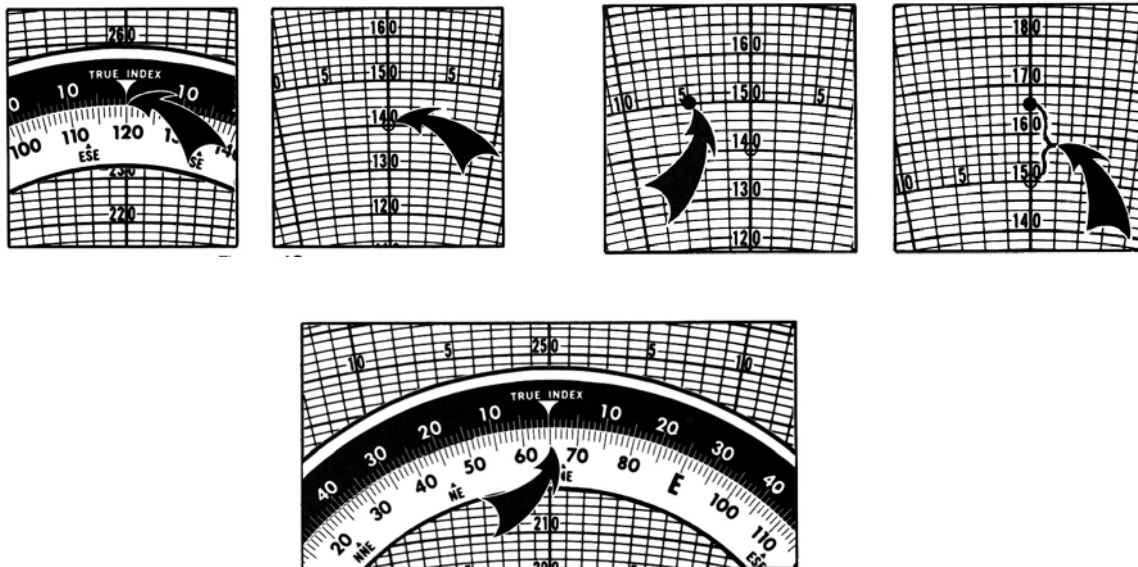
10.2 Hledání neznámého větru

K tomu, abychom mohli zjistit odkud a jakou rychlostí fouká vítr, musí nám být známy vstupní parametry. To znamená, že musíme znát **kurz – tedy HDG, trať letu, traťovou rychlost, a pravou vzdušnou rychlost TAS**. Pokud nám jsou známy tyto parametry, můžeme z nich vyderivovat směr a rychlost větru.

Ukažme si příklad.

Trať máme naplánovanou jako 120, kurz (HDG) 115, traťovou rychlost 140 kts, a pravou vzdušnou rychlost 150 kts. Jaký je směr a rychlost větru?

1. Pod **TRUE INDEX** nastavíme trať 120.
2. „**Dírku**“ přesuneme tak, aby nám zakrývala rychlost 140 (traťovou rychlost 140 kts)
3. Odečteme kurz – trať, tzn $TRK - HDG = 120^\circ - 115^\circ = 5^\circ$, víme tedy, že kurz máme o 5° větší než plánovanou trať. Opravujeme tedy o 5° .
4. Nechejme „**dírku**“ na 140 a pomyslně se přesuňme na rychlost 150 (TAS = 150 kts) a vyznačíme mikrotužkou značku 5° vlevo od této rychlosti 150 -o tolik vlastně opravujeme trať.
5. Když máme označen směr větru, natočíme kruhem tak, aby vyznačená tečka byla v zákrytu s prostřední – nulovou čarou.
6. Doporučuji přesunout „**dírku**“ na celou hodnotu rychlosti, aby odečítání rychlosti bylo snadnější, ale podotýkám, že to není nutné. Teď je vzdálenost mezi „**dírkou**“ a tečkou hledaná rychlost větru – 16 kts a směr větru nám nyní ukazuje **TRUE INDEX 065**



Sumarizace

1. **TRUE INDEX** proti **TRATI**
2. „**DÍRKA**“ nad **TRAŤOVOU RYCHLOST**
3. **TRK – HDG = ODCHYLKA OD TRATI**
4. **ODCHYLKU OD TRATI** vyznač na kruhu **TAS** → **L / P !!!**
5. „**ZNAČKA**“ → prostřední – nulovou čáru
6. Přesunout „**DÍRKU**“ na celou hodnotu **TAS** → vzdálenost mezi „**DÍRKOU**“ A „**ZNAČKOU**“ = **RYCHLOST VĚTRU**
TRUE INDEX = SMĚR VĚTRU

10.3 Optimální výška ve vztahu k větru

Každý pilot je povinen před letem zjistit **aktuální předpověď počasí**. Každému z nás je známo, že rozhodující vliv na ekonomičnost provozu letadla má **vítr**, proto je naším úkolem letět v takové výšce, ve které je vítr pro náš let **optimální**. Což znamená, aby byl co nejvíce „do zad“ a foukal co nejrychleji. Z toho vyplývá větší traťová rychlost a kratší doba letu. **Ukažme si znovu klasický úkol pilota připravujícího se na briefing.**

Trať máme zadanou – TRK = 260, rychlost TAS = 156 kts a zjistili jsme tuto tabulku výškových větrů.

3 000 ft = 310 / 22 kts

6 000 ft = 340 / 15 kts

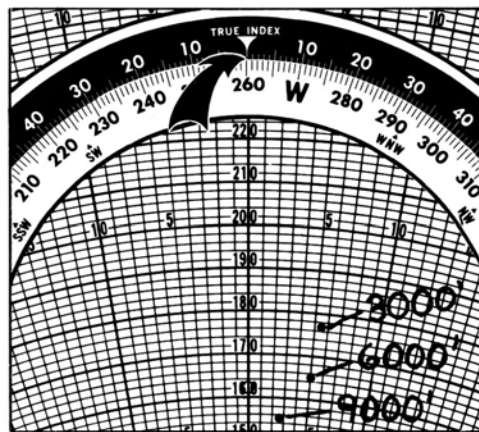
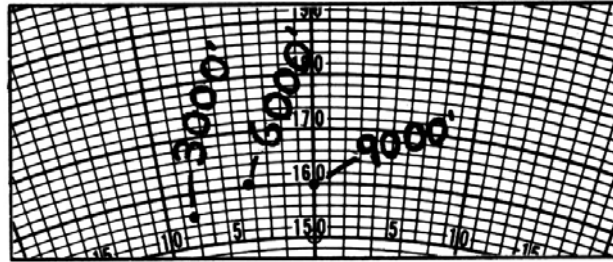
9 000 ft = 030 / 10 kts

Budeme tedy hledat optimální vítr a to tímto způsobem:

1. **TRUE INDEX** nastavíme proti směru větru ve 3 000 ft tzn. 310. Nastavíme „díрку“ na celou hodnotu **TAS** a označíme rychlost 22 dílků (22 kts). K této rychlosti si připišeme mikrotužkou poznámku 3 000, abychom si pamatovali, že je to značka pro vítr ve 3000 ft
2. Úplně stejně si označíme zbývající dva větry
3. **Nyní TRUE INDEX** umístíme proti **TRATI**
4. **Posunujeme kruh** takovým způsobem, aby se nám značka 9000 ocitla nad kruhem označujícím naší **TAS = 156 kts**. „**Dírka**“ tedy ukazuje traťovou rychlost = 162 kts.

Pokud krok 4 ověříme pro každý výškový vítr zjistíme, že vítr v 6 000 ft nás bude zpomalovat na traťovou rychlost 152 kts a nejhorší bude letět v 3 000 ft, protože tam bude vítr foukat skoro čelně a naše traťová rychlost bude jen 142 kts.

Je tedy vidět, že je nutné pečlivě zvážit v jaké výšce náš let provedeme.

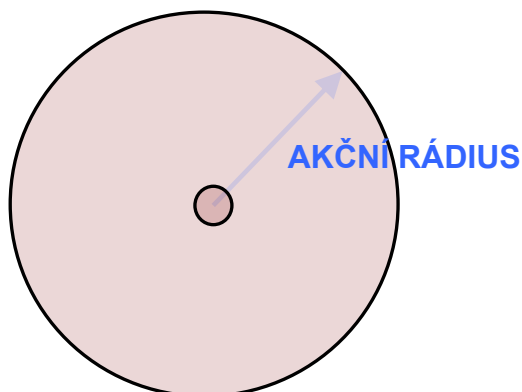


Sumarizace

1. **TRUE INDEX** proti směru větru, označit **RYCHLOST + poznámka o VÝŠCE**
2. **Krok 1 opakovat pro všechny známé výškové větry**
3. **TRUE INDEX** proti **TRATI**
4. „ZNAČKU“ nad TAS → „DÍRKA“ = **GS** – traťová rychlost
5. **Krok 4 opakovat pro každý výškový vítr → vybrat OPTIMÁLNÍ**

10.4 Akční rádius

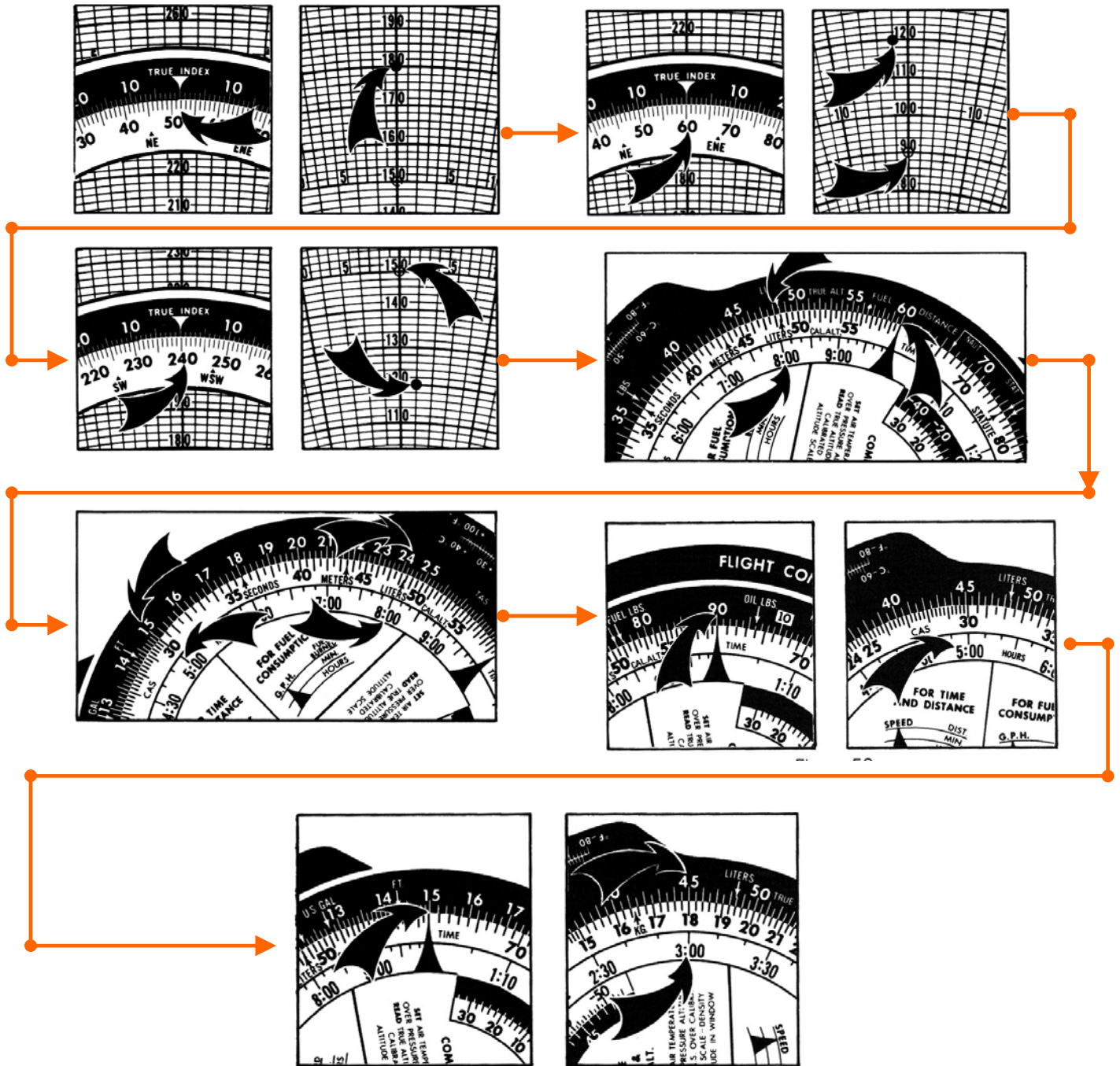
Pojem „akční rádius“ je v letectví velmi vážná věc. Je to **doba**, nebo **vzdálenost**, kterou můžeme uletět, otočit se a letět zpět do výchozího bodu s **dostatečnou zásobou paliva**. Dobře víme, že pokud fouká jakýkoliv **vítr** (i čelní, nebo do zad) bude doba na překonání uletěné vzdálenosti a vrácení se (po opačné trati) do bodu vzletu **VŽDY delší** než doba, kterou by letadlo uletělo stejnou vzdálenost za bezvětří. Jen pro úplnost dodávám, že akční rádius je úzce spjatý s pojmy dolet a vytrvalost. Proto pro pochopení této problematiky je nutné, aby čtenář měl nějaké vědomosti o těchto pojmech.



Vypočítejme si příklad z praxe:

Máme zadanou trať 060, předpokládáme pravou vzdušnou rychlost 120 kts. Z předpovědi víme, že vítr má směr 052 a rychlost 30 kts. V nádržích máme 48 kg paliva a letíme letadlem se spotřebou 6 kg/h. Jak dlouho můžeme letět od letiště vzletu, abychom se mohli vrátit s dostatečnou zásobou paliva zpět?

1. **TRUE INDEX** nastavíme proti směru větru 052
2. Na stupnici rychlosti si vyznačíme rychlost větru 30 dílků = 30 kts
3. **TRUE INDEX** natočíme proti TRATI 060
4. Abychom zjistili traťovou rychlost přesuneme „tečku“ z bodu 2 na kruh vyznačující rychlost TAS = 120 kts. „Dírka“ nám nyní leží nad traťovou rychlostí – GS = 90 kts. Tuto rychlost si poznamenejme pro další výpočty.
5. Otočíme kruhem o 180°, tedy na 240 → což je zpáteční kurz na výchozí letiště. Posuneme kruh tak, aby „tečka“ ležela nad 120 kts. Pod dírkou nyní máme traťovou rychlost GS = 150 kts.
6. V tomto kroku jednoduše obě traťové rychlosti sečteme → 90 + 150 = 240 kts.
7. V tuto chvíli je třeba si přepočítat zásobu paliva – 48 kg na dobu letu, kterou s tímto palivem můžeme absolvovat. K tomu použijeme přední stranu computeru a znalosti z předešlých kapitol. Tedy ve zkratce: **SPEED INDEX** proti hodinové spotřebě 6 kg/h. Na vnější stupnici najdeme zásobu paliva 48 kg a na nejnižší stupnici odečteme čas 8 hodin, tedy hledaná vytrvalost.
8. V tomto kroku zůstaneme stále na přední straně computeru. Otočíme kruhem tak, aby 24 (součet traťových rychlostí = 240 kts) byl v zákrytu s 8:00 na nejnižší stupnici. Očima se posuneme na rychlost 15 (traťová rychlost k výchozímu letišti = 150 kts) a pod ní odečteme ČAS 5:00 na nejnižší stupnici, což je právě doba letu, ve které se musíme rozhodnout, zda se vrátit na cílové letiště, pokračovat do destinace, nebo na náhradní letiště.
9. Tuto dobu dále ještě můžeme přepočítat na vzdálenost. A to tak, že **SPEED INDEX** natočíme proti 90 (traťová rychlost OD letiště vzletu = 90 kts). Když se podíváme, že proti 5:00 (čas akčního rádiu) je 45. A to je právě akční rádius 450 NM.
10. Nyní když natočíme **SPEED INDEX** na rychlost 15 (traťová rychlost zpět = 150 kts) a najdeme na vnější stupnici 45 (akční rádius 450 NM), můžeme pod ním, na nejnižší stupnici odečíst dobu letu zpět na výchozí letiště – tedy 3:00 hodiny.
11. Tímto posledním krokem si můžeme ověřit správnost našeho výpočtu a to tak, že jednoduše sečteme dobu letu OD a dobu letu ZPĚT, což nám musí dát právě spočtenou vytrvalost. Tedy 5h + 3h = 8h. **Výsledek je správný.**



U této úlohy nebudu uvádět sumarizaci, protože si myslím, že postup je do jisté míry komplikovaný a je nutné si ho spíše zažít, než ho počítat jen mechanicky podle návodu.