

Trausti Jónsson verðurfræðingur

## Þrýstieiningar, hvers vegna hPa?

Sá massi lofts sem liggur ofan á yfirborði jarðar (í sjávarhæð) er ekki fjarri því að vera  $10000 \text{ kgm}^{-2}$  ( $10^4$ ). Þyngdarhröðunin ( $g$ ) er nokkurn veginn  $10 \text{ ms}^{-2}$  ( $9,80665$ ) og þrýstingurinn við sjávarmál (massi  $\times g$ ) því um  $10^5 \text{ kgms}^{-2}$ . Alþjóðaeining fyrir kraft nefnist Newton ( $N = \text{kgms}^{-2}$ ) og sjávarmálsþrýstingur því um  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$ . Þrýstieiningin Pascal (Pa) er skilgreind sem  $1 \text{ Nm}^{-2}$  og er hluti af svokölluðu SI-einingakerfi sem byggir á kílógrammi (kg) sem massaeiningu, metra (m) sem lengdareiningu og sekúndu (s) sem tímaeiningu. Þrýstingur við sjávarmál er því nærri því að vera hundrað þúsund Pa sem eru þá sama og um 100 kPa (kílóPascal = 1 kPa er að sjálfsögðu sama og 1000 Pa). Í veðurfréttum er einingin hPa (hektóPascal = 100 Pa) mest notuð.

Því er ekki að neita að kíló er miklu kunnuglegra forskeyti en hektó, hvers vegna að draga upp sáralítið notað einingaforskeyti?

## SI og cgs-einingakerfin

Ekki eru nema rúm 30 ár síðan veður- og jarðeðlisfræðingar settust á að heppilegt væri að nota sama alþjóðlega einingakerfið og flestar aðrar vísindagreinar. Áður höfðu þessar greinar notað svokallað cgs-kerfi, en þar eru cm (sentimetr) og g (gramm) grunneiningar ásamt sekúndunni (s) en hún er sameiginleg báðum kerfunum. Allar einingar þar sem lengd kemur við sögu eru í cgs-kerfinu aðeins hundraðasti hluti samsvarandi eininga í SI-kerfinu og flatareining ( $\text{cm}^2$ ) því hundrað sinnum hundraðasti (tíuþúsundasti) hluti fermetrans ( $\text{m}^2$ ). Á sama hátt er grammið (massaeining cgs-kerfisins) aðeins þúsundasti hluti kílósin (samsvarandi SI-eining). Tíu þúsund  $\text{kgm}^{-2}$  (þyngd loftslunnar) er það sama og  $1000 \text{ gcm}^{-2}$  og í cgs-kerfinu er þyngdarhröðunin því um  $981 \text{ cm/s}^{-2}$ .

Krafteining cgs-kerfisins heitir dyn (=  $\text{gcm}^{-2}$ ) og þrýstikrafturinn við sjávarmál er því  $10^6 \text{ dyncm}^{-2}$  (=eitt megadyn=Mdyn), þrýstieining þessa kerfis heitir bar. Bar-inu fylgdi alvarlegt stílbrot í kerfinu því í stað þess að skilgreina þrýstieininguna bar sem eitt  $\text{dyncm}^{-2}$  var það skilgreint sem  $\text{Mdyncm}^{-2}$ . Lílegast er að mönnum hafi þótt að 1 bar væri þá nálægt því sem áður var kallað 1 loftþynd (atm) og íhaldssemi við þann framsetningarhátt hafi ráðið. Í grófum dráttum er þrýstingur við sjávarmál ætíð ekki fjarri einu bari og breytileikinn er svo lítill að til að viðunandi nákvæmni sé náð þarf helst þrjá eða fjóra aukastafi. Slíkt er augsnýlega óhagkvæmt og þar sem cgs-kerfið á stærðarforskeytin alveg sameiginleg með SI-kerfinu er hægt að tilfæra 1 bar sem 1000 mb (millibör – „gamli góði millibarinn“).

## Breytingin

Utan veðurfræðinnar eru loftþrýstiathuganir mikilvægastar flugi því þær eru notaðar til að samstillja hæðarmæla vélar og flugvalla við aðflug, landingar og úthlutun flughæða. Fluginu nægir yfirleitt nákvæmni upp á 1 mb (8 m hæðarbreyting) í þessu skyni. „Pa“ SI-kerfisins hefur þann stóra kost umfram „bar“ cgs-kerfis, að hún er hrein afleiðueining,  $\text{Nm}^{-2} = \text{eitt njúton á einn fermetra} = \text{eitt pascal}$ . En hversvegna þá hektó en ekki kíló í almennri notkun? Ef engin væri forsagan væri þrýstingur ábyggilega tilfærður í kílopaskölum (kPa) og þá með 1 til 2 aukastöfum. Nú skiptir engu hvort um er að ræða 1000 mb eða 1000 hPa, þetta er nákvæmlega sami þrýstingur, sífelld mismæli veðurfræðinga og annarra skipta engu máli. Hefði verið hlaupið yfir í kPa hefðum við hins vegar setið uppi með 1 til 2 aukastafi því aukastafslaus tala t.d. 102 kPa hefðu ekki nægt flugmanni því nærri 80 metrar skilja að 102,0 og 102,9 (í flugþjónustu er aukastaf sleppt í þrýstiathugunum), fyrir utan þá óþægilegu staðreynd að veðurfræðingar hefðu ruglast í ríminu.

Breyting úr mb yfir í hPa stafar því af tiltekt í einingakerfisnotkun og það að hPa urðu fyrir valinu fremur en kPa er einkum flugöryggismálum að þakka. Flugmenn (og veðurfræðingar ekki síður) hafa

góða tilfinningu fyrir því hvort 1020,3 hPa (eða mb) er hár þrýstingur eða ekki en tilfinningin hrekkur út í veður og vind hefði sami þrýstingur heitað 102,03 kPa eftir SI-kerfisbreytinguna. SI-kerfið var samþykkt af alþjóðþingi um staðlamál 1946 og tók gildi 1. janúar 1948. Skyld er að geta þess að kPa-ið er notað í mörgum veðurfræðikennslubókum og greinum.

## Millimetramál

Til skamms tíma var þrýstingur oftast mældur með kvikasilfursloftvogum. Kvikasilfri er hellt í meir en 80 cm langt glerrör sem lokað er í annan endann og rörinu síðan snúið við og stungið niður í lítið kvikasilfursker. Þá kemur í ljós að lofttæmi myndast efst í rörinu því loftþrýstingurinn getur ekki haldið uppi meiru en u. þ.b. 76 cm langri kvikasilfurssúlu því kvikasilfrið er svo þungt, 13,6 sinnum eðlisþyngra en vatn. Loftþrýstingur getur hins vegar haldið uppi rúmlega 10 m hárrí vatnssúlu (það er óþægilega löng loftvog). Þrýstibreytingar eru mældar með því að flylgjast nákvæmlega með lengd súlunnar og eðlilegt var að þrýstingur væri þá mældur í lengdareiningu kvikasilfurssúlu. Kvikasilfur er táknað sem „Hg” á alþjóðatákn máli og þrýstingur því t.d. mældur í mmHg (lengd Hg-súlu í mm).

Fyrir stjórnarbyltinguna miklu á Frakklandi í lok 18 aldar var frönsk tomma (=27,07 mm) algengasta eining á loftvogum og reyndar var hún algeng sem loftþrýstieining langt fram eftir 19. öld, m.a. hér á landi. Metrakerfið – afturð frönsku byltingarinnar - var lengi að vinna sér sess bæði þar í landi og annars staðar. Enska loftvogir með enskum tommum (=25,40 mm) urðu algengar á 19. öld og sú tomma er enn opinber þrýstikvarði í Bandaríkjunum (kallast “inHg”), þó þarlendir vísindamenn hafi fyrir löngu skipt yfir í cgs og síðan SI-kerfið. Ekki er svo mjög mikil hætta á ruglingi á milli inHg og hPa því tölurnar eru svo ólíkar, meðalþrýstingur við sjávarmál, 1013,25 hPa er jafn 29,92 inHg.

Veðurstofa Íslands tók millibarið upp endanlega 1. janúar 1949. Þrýstingurinn 1 mmHg á sérstakt einingarnafn, torricelli (torr) og sést sú eining alloft í eldri veður- og hafefnaræðilegum ritum.

[Frjállega eftir „Veðurbók Trausta“ – en hún liggur í illa fögnu handriti á ritstjórnarskrifstofu hungurdiska.]