

# GEF1100 - Oppgaver fra kapittel 7

i.h.h.karset@geo.uio.no

## Oppgave 1 - Geostrofisk balanse

- a) Vi har geostrofisk balanse,

$$f\hat{\mathbf{z}} \times \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho}\nabla p$$

Hvilke krefter er i balanse?

- b) Løs likningen med hensyn på vinden og finn uttrykk for den geostrofiske vinden i zonal ( $x$ -) og meridional ( $y$ -) retning.
- c) Verifiser at svaret du kom fram til i b) er det samme som gitt ved følgende vektoruttrykk:

$$\mathbf{u}_g = \frac{1}{f\rho}\hat{\mathbf{z}} \times \nabla p$$

- d) Tegn kreftene som virker på en geostrofisk strøming rundt et høytrykk og rundt et lavtrykk på sørlig halvkule.
- e) Vi har geostrofisk balanse. Hvilket alternativ er riktig på hvert av punktene?
- På sørlig halvkule virker Coriolis til **venstre/høyre** for vindretningen
  - På nordlig halvkule virker Coriolis til **venstre/høyre** for vindretningen
  - Trykkgradientkraften virker alltid fra **lavt/høyt** trykk mot **lavt/høyt** trykk.
  - Trykkgradienten er positiv i retningen fra **lavt/høyt** trykk mot **lavt/høyt** trykk.
  - Strømingene går **med/mot** klokka rundt lavtrykk og **med/mot** klokka rundt høytrykk på nordlig halvkule
- f) Vi har geostrofisk balanse. Beregn hvor stor strykkgradientkraften må være dersom vi skal klare å opprettholde denne balansen ved 45 °N dersom vindhastigheten er på 10 m/s og tettheten til lufta er på 1 kg/m<sup>3</sup>. Beregn også hvor stor trykkforskjell dette utgjør over en strekning på 1000 km (typisk lengdeskala i atmosfæren).

## Oppgave 2 - Rossbytalet

- Rossbytalet er definert som  $R_0 = \frac{U}{fL}$ . Vis hvordan man kommer fram til dette.
- Hvorfor er vi interesserte i dette tallet, og hva betyr det at det er lite/stort?
- For storskala bevegelser i atmosfæren ved  $45^\circ$  N er typiske verdier  $U = 10$  m/s og  $L = 1000$  km. Beregn  $f$  og  $R_0$ .

## Oppgave 3 - Termalvind

- Fra termalvindlikningen har vi at

$$\mathbf{v}_T \propto \hat{\mathbf{z}} \times \nabla T$$

Hva er  $\mathbf{v}_T$ ?

Vi ser på et tilfelle hvor temperaturen i lufta er kaldere i retning nord enn i retning sør.

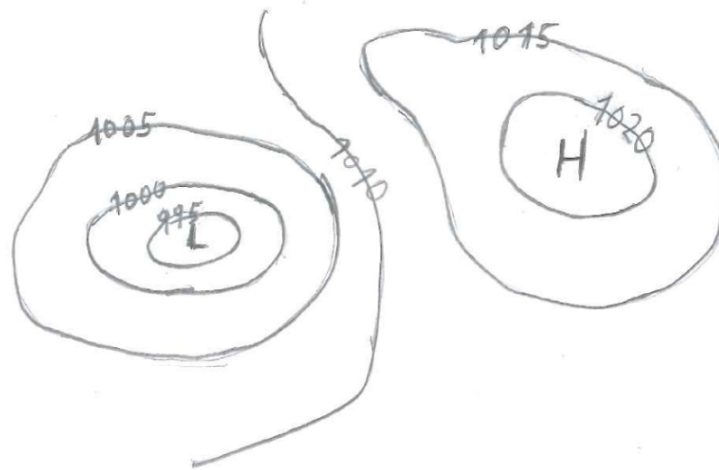
- Hvordan vil den geostrofiske vinden variere med høyden?
- Hvordan vil den geopotensielle høyden til en trykkflate variere når vi beveger oss lengre nordover i dette tilfellet?

## Oppgave 4 - Subgeostrofisk balanse

Vi ser på horisontalkomponentene av bevegelseslikningen

$$\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla_{HP} - f\hat{\mathbf{z}} \times \mathbf{u} + \mathbf{F}$$

- Hva kalles balansen vi får når ingen av leddene på høyre side er neglisjerbare (vi har balanse mellom disse tre)?
- Hvorfor går den geostrofiske balansen over til denne balansen når vi beveger oss ned fra den frie troposfæren og mot grenselaget?
- Figur 1 viser isobarene i grenselaget over et stort område på nordlig halvkule ved midlere breddegrader. Tegn inn piler som viser hvordan vindfeltet ser ut.
- Vi har subgeostrofisk balanse. Tegn inn kreftene som virker på en strømning rundt et høytrykk på sørlig halvkule. Tegn også inn bevegelsesretningen.
- Basert på svarene fra de forrige oppgavene, hvor får vi konvergens og hvor får vi divergens? Hva betyr dette for de vertikale bevegelsene overfor grenselaget på disse stedene, og kan vi ut ifra dette si noe om hvorfor lavtrykk ofte medfører nedbør, mens høytrykk ofte gir oss pent vær?



Figur 1: Isobarer i grenselaget.