



# Teretulemast

Väikelaevajuhtide kursus  
Pärnu Jahtklubi



# Ilm, ilmastik, kliima

- **Ilm** on atmosfääri olek, mis pidevalt muutub
- Ilma suhteliselt pikemal ajavahemikul nimetatakse **ilmastikuks**
- **Kliima** on antud kohale paljude aastate lõikes iseloomulik ilmastikurežiim



# Õhurõhk

- Õhurõhk on ühele pinnaühikule (näiteks **cm<sup>2</sup>**) mõjuva (kuni atmosfääri ülemise piirini ulatuva) **õhusamba raskus**
- Õhurõhku mõõdetakse **millibaarides (mb)** ja **millimeetrites elavhõbedasamba järgi (mm Hg)**
- **Normaalrõhk - 760 mm Hg** - tähendab **760 mm** kõrguse elavhõbedasamba rõhuga võrdset õhurõhku **45°** geograafilisel laiusel, merepinna kõrgusel, **0°C** juures

## Standardatmosfäär:

- |                                           |                                   |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| ○ Õhutemperatuur                          | <b>+15° C</b>                     |
| ○ Õhurõhk                                 | <b>1013,25 hPa (mb), 760 mmHg</b> |
| ○ Õhu tihedus                             | <b>1,225 kg/m<sup>3</sup></b>     |
| ○ Õhutemperatuuri vert. gradient 11 km-ni | <b>0,65°C /100 m</b>              |
| ○ Vaba langemise kiirendus                | <b>9,8 m/s<sup>2</sup></b>        |



# Õhurõhu ööpäevane muutumine

Iga päev on normaalne õhurõhu tõus ja langus:

kõrgpunktiga kell **10.00** ja **22.00** ning

madalpunktiga kell **04.00** ja **16.00**

Keskmine rõhu muutus nendel perioodidel on ligikaudu

**1,3 mm Hg** või **0,2 mm Hg** tunnis

**Seda ei tohiks ilmamuutust prognoosides arvesse võtmata jätta!**

Näiteks õhurõhk muutus **2 mm Hg**. Kui sellest maha lahutada perioodi kõikumine **1,3 mmHg**, on ülejäänud vahe **0,7 mm Hg** väikese tähtsusega kuuetunnise perioodi kohta

Kui see langus tekkis aga perioodil, kui baromeeter peaks normaalselt tõusma **1,3 mm**, siis oleks langus juba summaarselt **3,3 mm Hg**, mis on küllalt oluline tähele panna

# Baromeetrid





# Õhutemperatuur

- **Temperatuur** iseloomustab õhu soojusrežiimi
- Temperatuuri mõõdetakse **termomeetriga**
- On **elavhõbe-**, **piiritusetermomeetrid** või muud
- Automaatseks registreerimiseks on **termograafid**
- **Troposfääris** (atmosfääri alumine kiht, kuni kõrguseni **11 km**)  
õhutemperatuur tavaliselt **langeb kõrguse suurenedes**
- Kui langus on **0,65° C 100 m** kohta, on langus vastav **märgadiabaatsele**  
gradiendile. Selline langus on võimalik niiskes õhus
- Puhtas ja kuivas õhus on langus **1° C 100 m** kohta. Sellist langust  
nimetatakse **kuivadiabaatseks**
- Õhukihti, milles temperatuur kõrguse muutudes jääb muutumatuks,  
nimetatakse **isotermiliseks**
- Kui vertikaalsuunas õhutemperatuur tõuseb, on tegemist **inversioonikihiga**



# Termomeetrid



# Õhuniiskus



- Õhuniiskus on **veeauru sisaldus õhus**
- Õhuniiskuse karakteristikud on:
  - Õhus oleva veeauru rõhk **(e)** - **mm Hg** või **mb**
  - Absoluutne niiskus **(a)** on **1m<sup>3</sup>** õhus oleva veeauru hulk **grammides**
  - Relatiivne niiskus **(r)** on õhus oleva veeauru rõhu suhe samal temperatuuril õhku küllastava veeauru rõhusele ning väljendub **protsentides**



# Õhuniiskus



- **Küllastusvajak (d)** on antud temperatuuril õhku küllastava veeauru rõhu ja õhus tegelikult oleva veeauru rõhu vahe
- **Kastepunkt (r)** on temperatuur, mille juures õhus olev veeaur õhku küllastaks
- **Eriniiskus (s)** on õhus oleva veeauru hulk grammides **1 kg** niiske õhu kohta

# Õhuniiskuse mõõtmine



- Statsionaarne **psühromeeter**
- **Aspiratsioon** - ehk Assmanni psühromeeter
- **Juushügromeeter**
- **Hügrograaf**

# Õhuniiskuse mõõtevahendid





# Sademed

- Õhumasside segunemisel tekivad õhus vee faasimuutused. Veeaur veeldub veepiiskadeks (**kondensatsioon**), veepiisad võivad ka külmuda (**tahkuda**). Mõnikord muutub veeaur kohe tahkeks, ilma et läbiks kondenseerumise faasi (**sublimatsioon**). Nende protsesside tulemusel tekivad **pilved** ja **sademed**
- Õhumasside segunemisega kaasnevad **tõusvad õhuvoolud**, kus õhk on **adiabaatiliselt** ehk **soojusvahetuseta** jahtunud **kastepunktini**
- **Kondenseerumine** võib alata juba **75...80%** suhtelise niiskuse juures, sel juhul on niiske vine, mida võib ka **uduvineks** nimetada
- **Udu ja uduvine** on õhu **niisked sumestused**
- **Somp** on aga tahkete osakeste (tolm, suits) põhjustatud sumestus

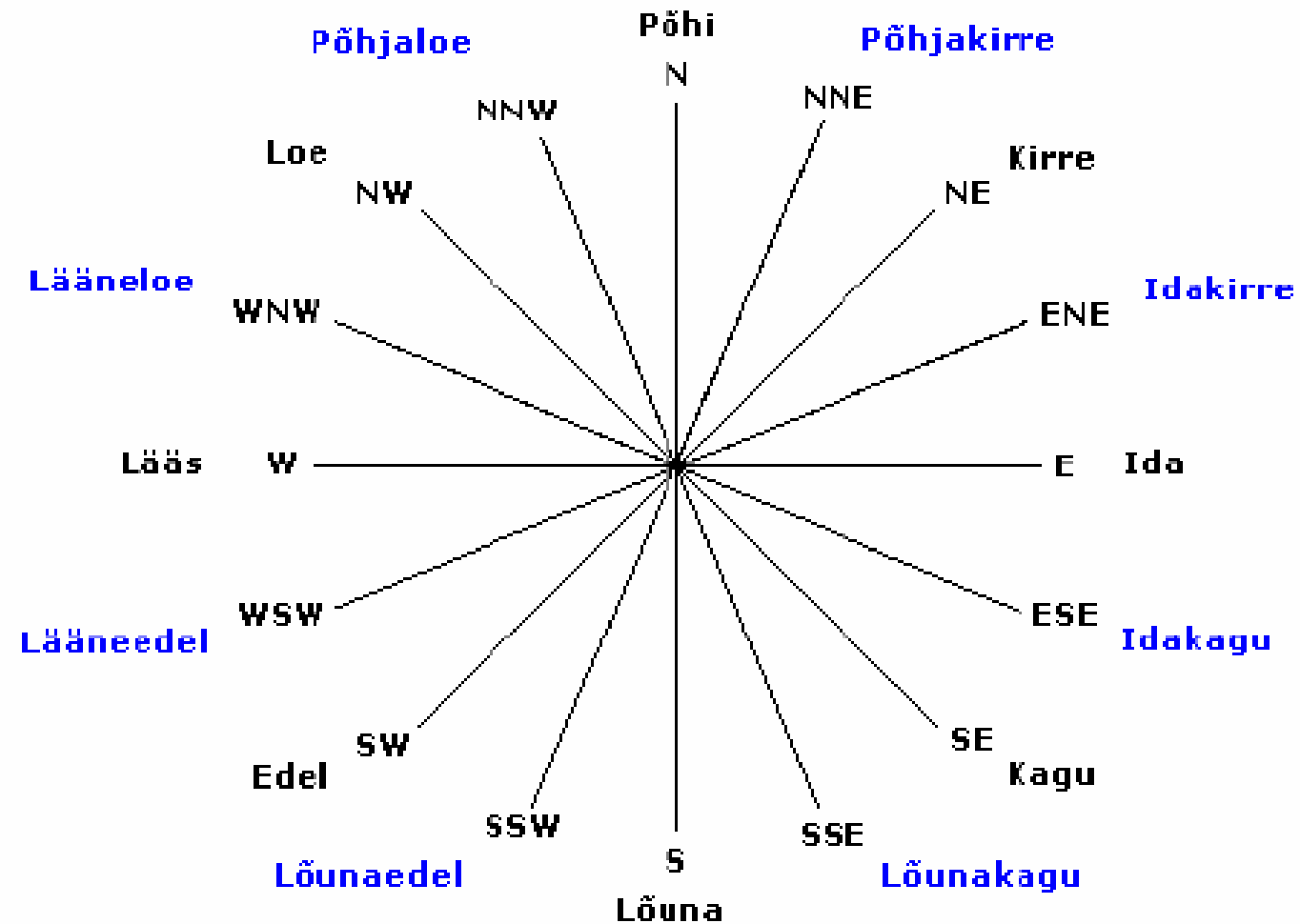
# Tuul



- Tuuleks nimetatakse **atmosfääris kulgevaid õhuvoole**
- Tuule elementideks on tema **suund** ja **kiirus**
- Suunda mõõdetakse **kraadides** ja **rumbides**
- Kiirust mõõdetakse **m/s**, **km/h** või **sõlmedes Nm/h** aga vahel ka **Beaufort'i skaalas**



# Tuule suunad rumbides





# Beaufort'i skaala

**Beauforti skaala** on tuule kiiruse (ning tugevuse) iseloomustamiseks kasutatav tinglik **12–palliline** astmestik, mille koostas 1806. aastal Briti admiral **Sir Francis Beaufort** (1774-1857).

See skaala on alates 1874. aastast kasutusel riikidevaheliselt ning selle on kinnitanud Riikidevaheline Meteoroloogiline Organisatsioon. Araabia Ühendemiraatide ilmteenistus pani ette kasutada 17-pallilist astmestikku, mis aga laiemat toetust pole leidnud. Esialgu iseloomustati tuule tugevust selle mõju järgi purjedele. Nüüdisajal kirjeldatakse tuule tugevust selle mõju järgi [taglasele](#), veepinnale vms. Astmestiku üläpiir pole määratud

**Tuule kiirust ning sellega seotud tugevust saab arvutada valemitega:**

- 1) **TM** =  $0,836(TP-0,5)1,5$
- 2) **TP** =  $1,12 \times TM \times 0,667 + 0,5$

kus **TM** - tuule kiirus **m/s**; **TP** - tuule tugevus **pallides**





# Beaufort'i skaala

| Tuule tugevus pallides | Tuule nimetus | Tuule kiirus m/s ja sõlmedes | Tuule toime laevale ja taglasele                                      | Tuule toime merepinnale                                                 |
|------------------------|---------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 0                      | tuuletus      | 0...0,2<br>0...0,5           | tuult ei ole tunda, lipp on liikumatu, suits tõuseb otse üles         | peegelsile merepind                                                     |
| 1                      | vaikne tuul   | 0,3...1,5<br>0,6...2,9       | aeg-ajalt on tunda kerget tuuleiili, suits kaldub püstjoonest kõrvale | säbarlainetus                                                           |
| 2                      | kerge tuul    | 1,6...3,3<br>3,0...6,4       | tuuleiile on tunda pidevalt, lipp lehvib kergelt                      | tekivad väikesed laineharjad                                            |
| 3                      | nõrk tuul     | 3,4...5,4<br>6,5...10,6      | lipp lehvib tuules, suits kaldub tuule suunas peaaegu horisontaalseks | lainetel tekivad klaasjad vahuharjad                                    |
| 4                      | möödukas tuul | 5,5...7,9<br>10,7...15,5     | lipp tõmbub tuules sirgu                                              | väikesed lained on hästi märgatavad, tekivad esimesed valged vahuharjad |
| 5                      | värske tuul   | 8,0...10,7<br>15,6...20,9    | suured lipud laperdavad tuules                                        | lained omandavad piiritletud vormi, kõikjal tekivad valged vahuharjad   |

|    |            |                            |                                                                             |                                                                                                                                             |
|----|------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | tugev tuul | 10,8...13,8<br>21,0...26,9 | peened traadid ja taglaseotsad undavad tuules                               | tekivad suuremad lained, valged vahuharjad katavad suurema pinna, tuul hakkab rebima vahtu lainete harjult                                  |
| 7  | vali tuul  | 13,9...17,1<br>27,0...33,3 | on kuulda tuule vilistamist kogu taglases, vastutuult                       | lainete harjad moodustavad pikad vallid; tuul kisub vahtu lainete merepinnal                                                                |
| 8  | vinge tuul | 17,2...20,7<br>33,4...40,2 | igasugune liikumine vastu tuult on ülimalt raske                            | tuule poolt lainete harjult kistud vaht katab pikkade ribadena lainete nõlvu ja ribade ühinedes ulatub lainete jalamile                     |
| 9  | torm       | 20,8...24,4<br>40,3...47,5 | tuul liigutab kohalt kinnitamata esemeid, võib olla kergeid purustusi       | vaht laiade, tihedate, ühinevate ribadena katab lainete nõlvad, mistõttu merepind muutub valgeks, vaid kohati on näha vahust vaba merepinda |
| 10 | tugev torm | 24,5...28,4<br>47,6...55,2 | võimalikud on purustused taglases                                           | kogu merepind on kaetud vahukorraga, õhk on täis veepiisku ja veetolmu, nähtavus väheneb                                                    |
| 11 | maru       | 28,5...32,6<br>55,3...63,3 | võimalik on laeva tekiehitiste ja tekilaadungi purustused                   | kogu merepind on kaetud paksu vahukorraga, nähtavus väheneb nullini                                                                         |
| 12 | raju       | 32,7...<br>63,4...         | võimalikud on laastavad purustused taglases, tekiehitistes ja tekilaadungis | s a m a                                                                                                                                     |



# Tuule tekkimine ja kujunemine

- Tuul tekib **õhurõhu vahest** erinevates kohtades, mis oleneb omakorda õhutemperatuuri ebaühtlasest jaotusest
- Tuule kiirusele avaldab märgatavat mõju **hõõrdumine** õhuvoolu ja aluspinna vahel
- Tuule suunale avaldab mõju **maakera pöörlemine**
- Mitmesugused **takistused** tuule teel (mäed, metsad jne.) mõjutavad nii tuule **suunda** kui ka **kiirust**
- Õhuvoolude seletamisel tuleb arvestada **viit jõudu**:
  - **Gradientjõud**
  - **Coriolise jõud**
  - **Raskusjõud**
  - **Hõõrdumisjõud**
  - **tseentrifugaaljõud**

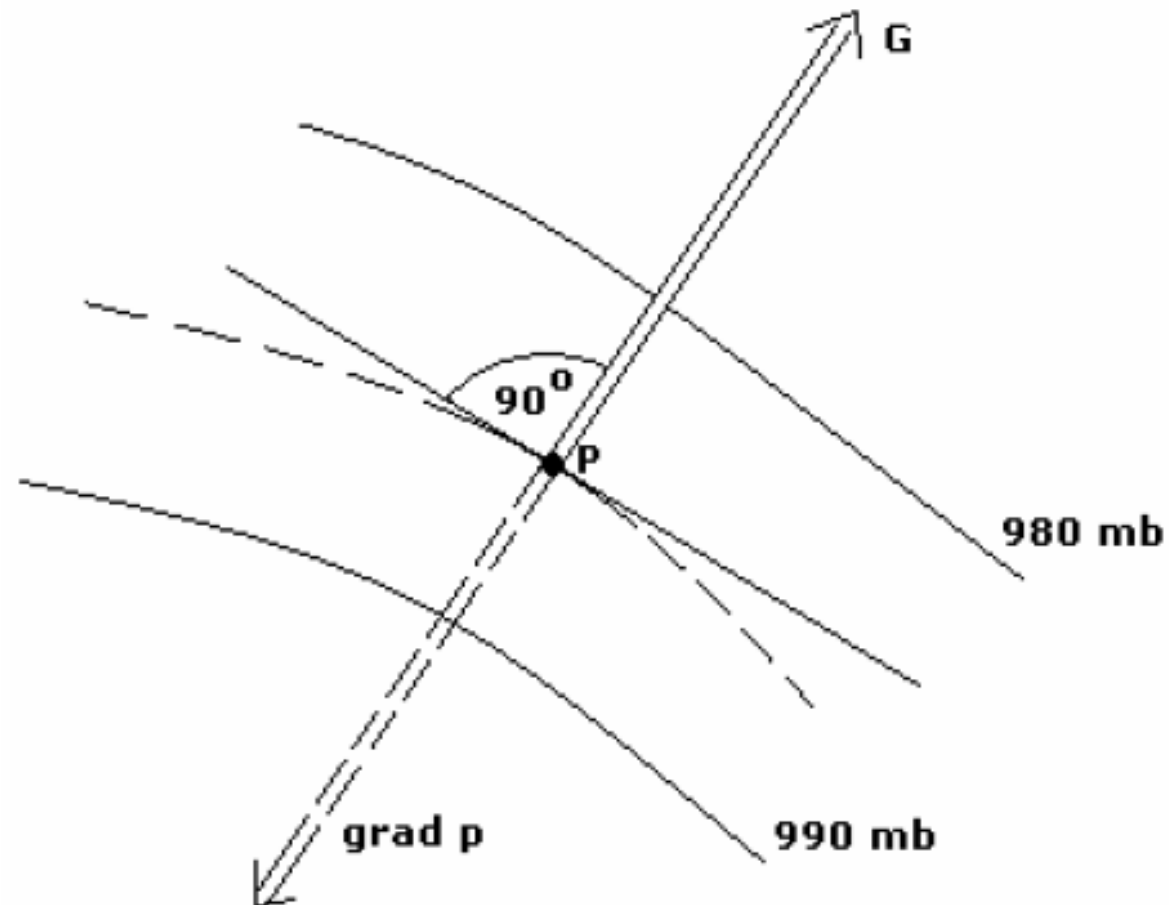


# Tuule tekkimine ja kujunemine

- Kui märkida vaatlusjaamade õhurõhud geograafilisele kaardile, saab tõmmata **samarõhujooned** ehk **isobaarid**. Isobaarid näitavad õhurõhu jaotust, õhurõhu erinevusi antud nivool. Need erinevused kutsuvadki esile **õhu rõhtsuunalise liikumise** ehk **tuule**
- Vaadeldava nivoo mingis punktis **(P)** iseloomustab õhurõhu horisontaalset jaotust õhurõhu **horisontaalne** ehk **baariline gradient**. Baariline gradient on sihitud antud punktist läbiminevale isobaarile **risti** ja on suunatud **kõrgema rõhu poole**. Baariline gradient on seda **suurem**, mida **tihedamini paiknevad isobaarid**
- Gradiendile vastab **gradientjõud (G)**, mille **siht on sama**, kuid **suund on madalama rõhu poole**. Gradientjõud ongi tuule tekkimise vahetu põhjus, sest ta **paneab õhuosakesed liikuma**, andes neile vastava kiirenduse

# Gradientjõud

Gradientjõud on suunatud õhurõhu languse suunas





# Coriolisi efekt

- Coriolisi efekt ehk **Coriolisi jõud** [korjol'isi] on prantsuse matemaatiku ja füüsiku **Gaspard-Gustave de Coriolis'i** järgi nime saanud jõud, mis näivalt mõjub liikuvaile kehadele pöörlevas taustsüsteemis
- See tähendab, et Maa peal liikumise hetkel sirgjooneliselt kiirenduseta liikuvate objektide trajektoorid on **kõverjooned**, kui nad kanda kaardile
- Liikuv objekt hälbib **põhjapoolkeral** **paremale** ja **lõunapoolkeral** **vasakule**
- Piki **ekvaatorit** liikuvaile objektidele Coriolisi efekt mõju ei avalda



# Coriolisi efekt

- Mõju suureneb kaugenedes ekvaatorist pooluste suunas vastavalt valemile

$$F = \sin \varphi$$

- kus  $(\varphi)$  on liikuva objekti **laiuskraad**. Coriolisi jõu saame avaldada valemist

$$A = 2 * m * \Omega * V * \sin \varphi$$

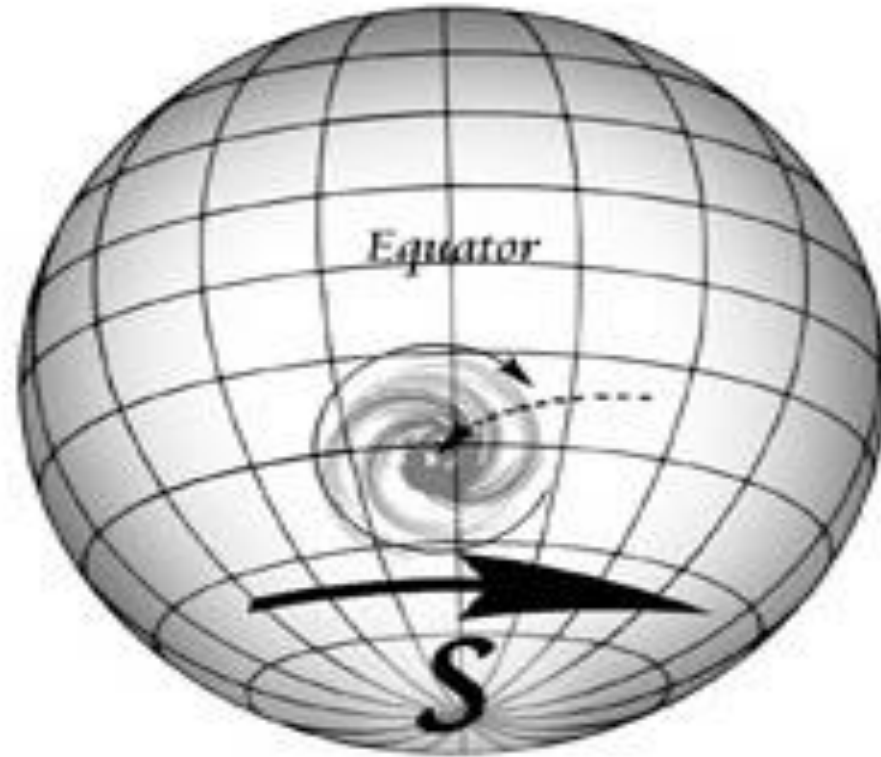
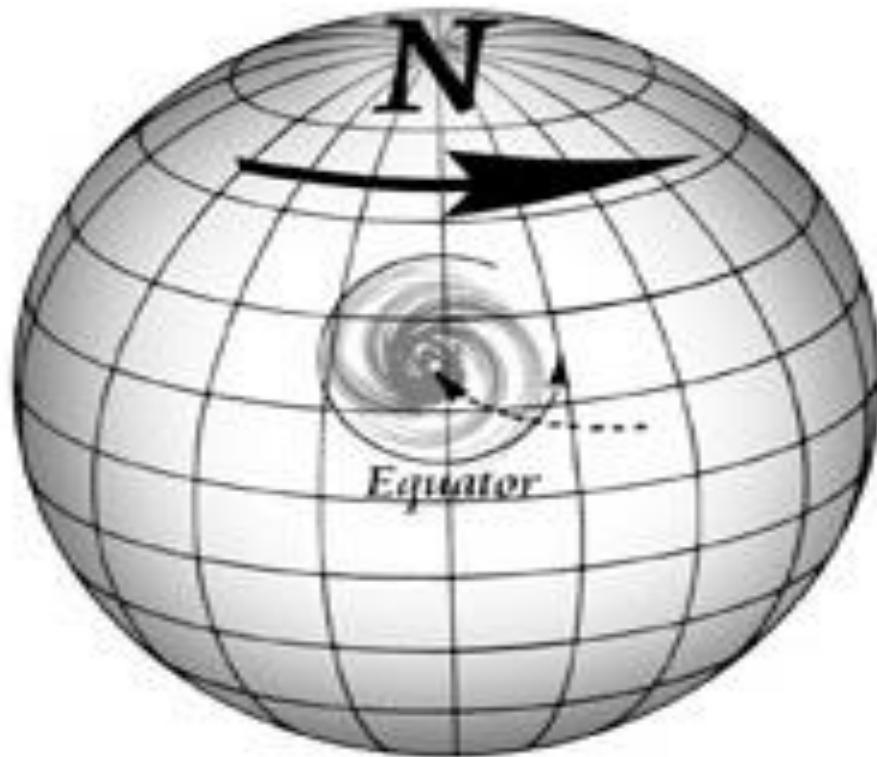
- kus  $(m)$  on liikuva keha **mass (kg)**,  $(V)$  tema **kiirus (m/s)**,  $\Omega$  Maa **nurkkiirus (rad/s)** ning  $\varphi$  objekti paiknemise **laiuskraad (°)**. Maa nurkkiirus näitab, mitme radiaani võrra pöördub Maa ühe sekundi jooksul
- Ekvaatoril on laiuskraad **0**, seega **Coriolisi jõudu ei esine**

# Coriolisi efekt

- Coriolisi jõu arvestamisel on suur tähtsus [geograafias](#), [satelliitide trajektooride](#) arvutamisel jne. Geograafias näiteks on Coriolisi jõu tõttu Eestis valitsevaks läänekaartetuuled ja [Inglismaa kliima](#) palju pehmem kui [Sahhalinil](#), kuigi nad asuvad ligikaudu samal [laiuskraadil](#). Coriolisi jõud loob globaalse keskmiste valitsevate tuulte ja [hoovuste](#) süsteemi. Samuti põhjustab see Maa poolustele lähematel aladel jõgede kallaste erinevat erosiooni, eriti [meridiaanidega](#) paralleelsetel või nende suhtes väikese nurga all voolavatel jõgedel
- **Coriolisi jõud mõjutab tuult nii**, et tuul pöördub suurema hõõrdetakistusega alalt väiksema hõõrdetakistusega alale minnes põhjapoolkeral alati **paremale**

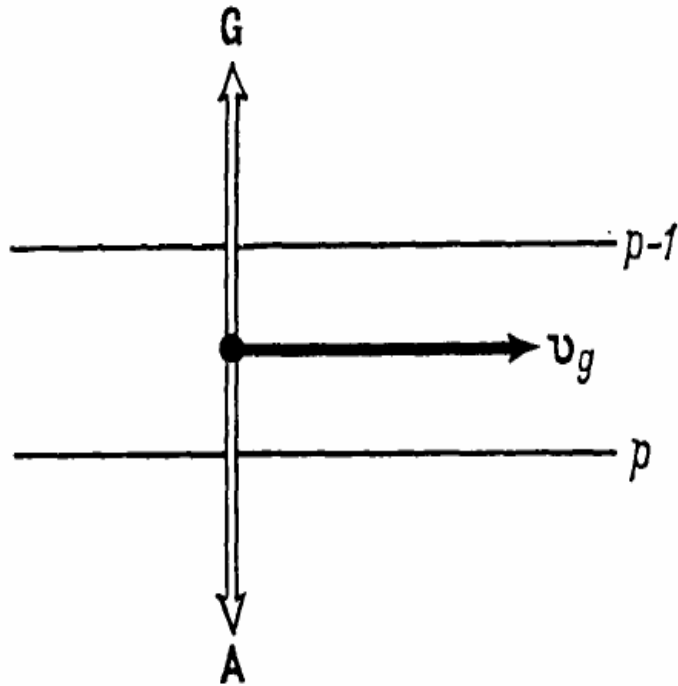


# Coriolisi efekt





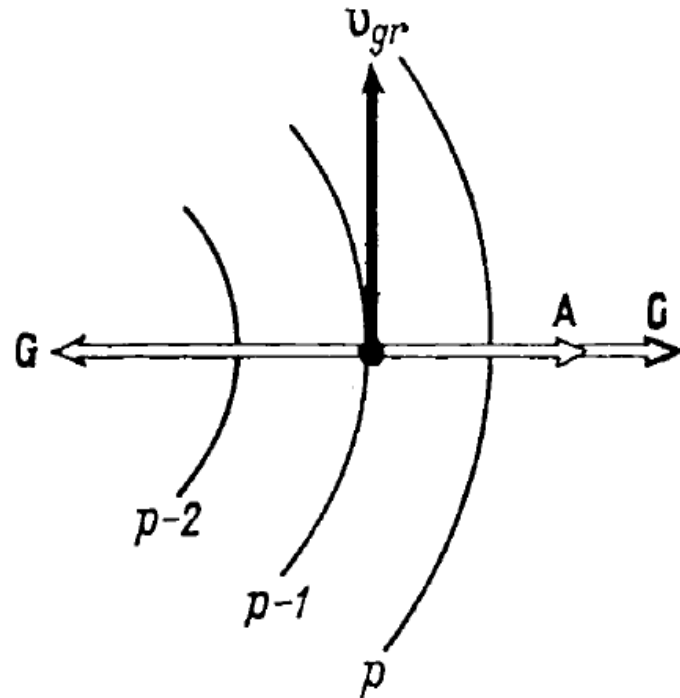
# Coriolisi jõu mõju tuulele



Joonis 7.5. Geostroofiline tuul.  $G$ -õhurõhu gradientjõud,  $A$ -Coriolisi jõud,  $v_g$ -geostroofilise tuule kiirus.

- Coriolisi jõud ( $A$ ) tasakaalustab gradientjõu ( $G$ )
- Alates **500 m** kõrguselt puhub tuul praktiliselt piki isobaari, sest hõõrdumine on praktiliselt **0**. Selline tuul on **gradienttuul**. Ta on kas sirg- või kõverjooneline hõõrdumisvaba tuul
- Sirgjoonelist gradienttuult nim. **geostroofiliseks** tuuleks
- Väiksematel laiustel kui **15°** ei kasutata geostroofilise tuule mõistet
- Ekvaatoril kaotab ta mõtte

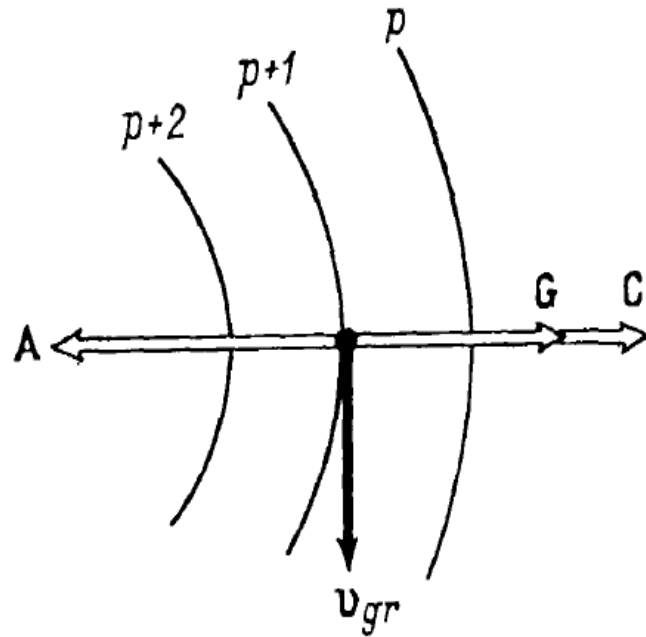
# Tuule komponendid tsüklonis



Joonis 7.6. Gradienttuul tsüklonis.  $G$ -õhu-  
õhu gradientjõud,  $A$ - Coriolisi jõud,  $C$ -  
kesktõukejõud,  $v_{gr}$ - gradienttuule kiirus

- **Tsüklonis** lisandub isobaaride kõverusest tingitud **kesktõukejõud**, mis on **vastupidine** gradientjõule, gradienttuule vektor on suunatud gradientjõu vektori suhtes **paremale**

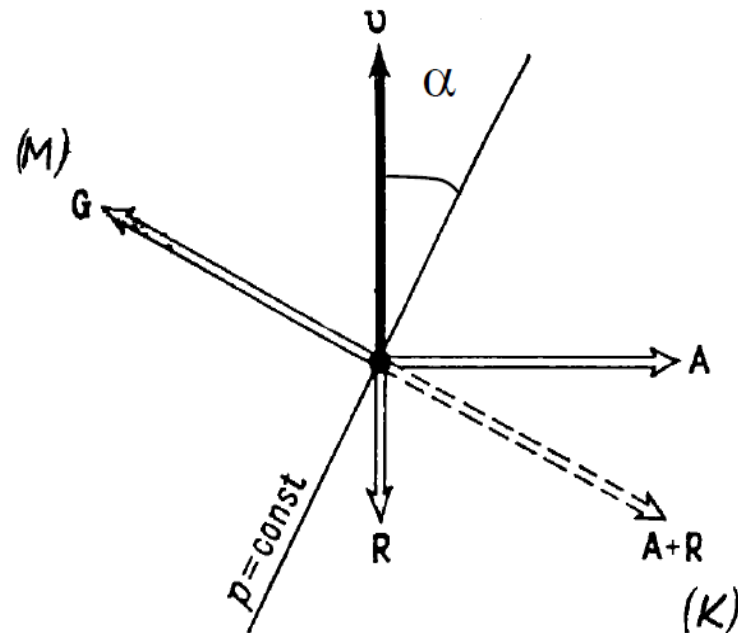
# Tuule komponendid antitsüklonis



Joonis 7.7. Gradienttuul antitsüklonis. G - õhurõhu gradientjõud, A- Coriolisi jõud, C - kesktõukejõud,  $v_{gr}$  - gradienttuule kiirus

- **Antitsüklonis** on kesktõukejõud ja gradientjõu vektorid samas suunas ja gradienttuule vektor nende suhtes **paremale**

# Hõõrdumise mõju tuulele

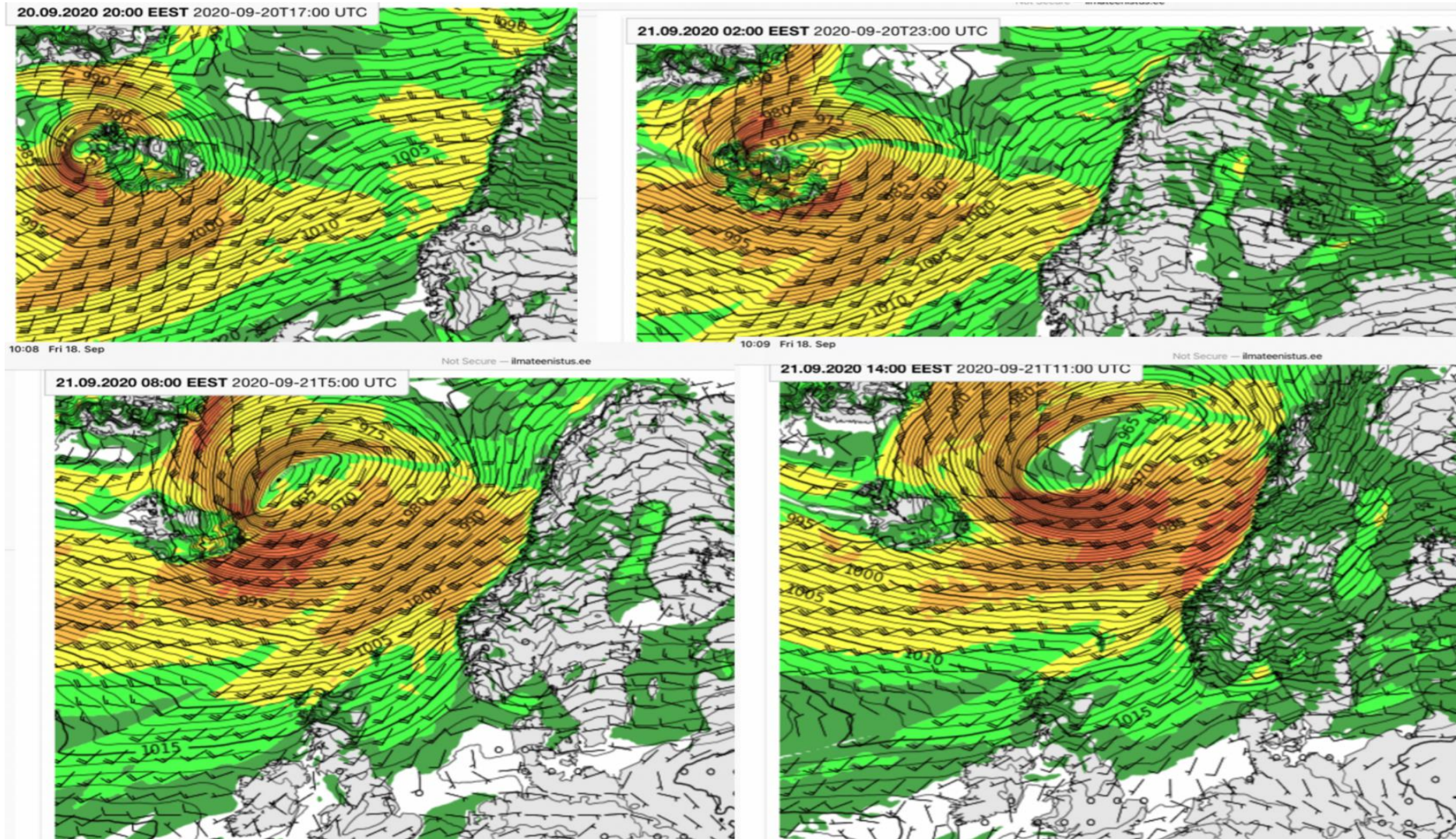


Joonis 7.8. Tuul hõõrdekihis (õhu ühtlane ja sirgjooneline liikumine hõõrdejõu lisandudes) G - õhurõhu gradientjõud, A - Coriolisi jõud, R - hõõrdejõud, v - tuule kiirus. K - kõrgrõhkkond, M - madalrõhkkond.

- **Hõõrdejõu** lisamine lühendab kiirusvektorit ja **vähendab** seega Coriolisi jõudu, tasakaal on nüüd **kolme jõu koosmõjul**, Coriolisi jõud ei ole enam suunatud vastupidises suunas gradientjõule.
- Keskmiselt on maapinnal **nurk** gradientjõu vektori ja tuule suuna vahel **60°**. Kuid eri tingimustes on see nurk erinev. **Mere kohal** kaldub tuul gradientjõu vektorist **70°- 80°**, nõnda on ta üsna lähedane isobaaride suunale; **maismaa kohal** kaldub tuul gradiendist kõrvale **vähem**. Kõrvalekalle sõltub ka tuule kiirusest ja atmosfääri vertikaalsest stratifikatsioonist



# Tuul ja isobaarid





# Tuule mõõtmine

- **Tuulelipp** - üldise suuna ja kiiruse määramiseks **10 -12 meetri** kõrgusel. Rannikul **raske** plaadiga, mandril **kerge** plaadiga
- **Anemorumbomeeter** - tuule täpsemaks mõõtmiseks **10 meetri** kõrgusel (elektriline mõõteriist)
- **Käsianemomeeter** - kasutatakse välimõõdistamisel ning paigutatakse tavaliselt **2 meetri** kõrgusele



# Tuule mõõtmisvahendid







# Tuule ööpäevane ja aastane käik

- **Ööpäevasel käigul** on tuule kiirus **maksimaalne** keskpäeva paiku, **minimaalne** aga öösel või hommikul vara
- **Keskpäeva** paiku soojeneb aluspind kõige tugevamini, järelikut on siis ka konvektsioon ja õhu vertikaalne turbulentne segunemine kõige **intensiivsemad**
- **Avamere**l on konvektsioon kõige intensiivsem **öösel**
- Selline ööpäevane käik esineb ainult õhumassi sees
- Tuule kiirus on minimaalne **suvel** ning maksimaalne **talvel**



# Tõkete mõju tuulele

**Kui õhuvool kohtab oma teel mingit takistust, siis muutub ta suund, muutub kiirus tervikuna ja struktuur**

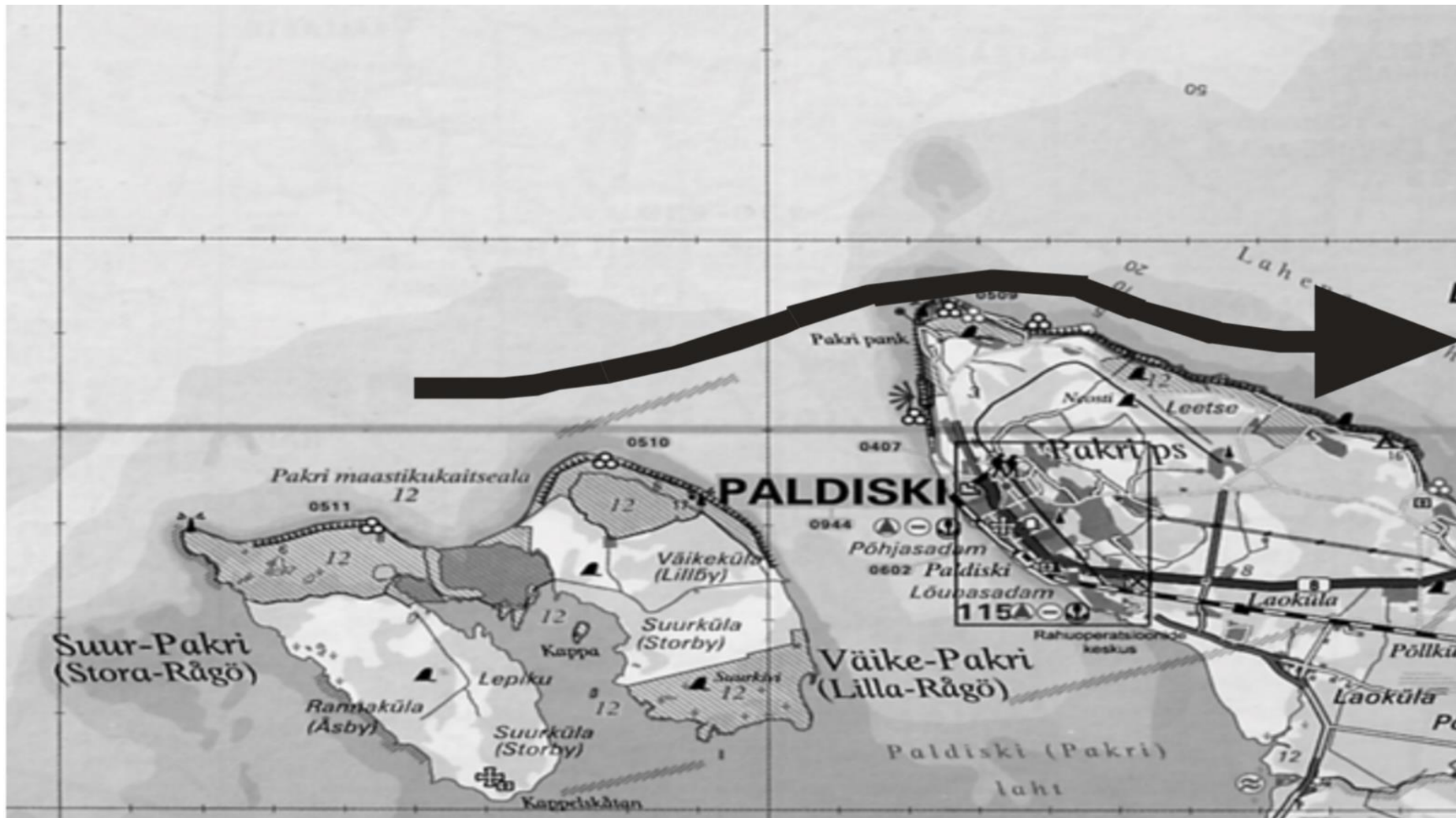
- Olenevalt tõkke kõrgusest ja laiusest, suundub osa õhuvoolest **üle** tõkke, osa aga möödub tõkke **kõrvalt**
- Kui õhu kihistus on stabiilne, püüab õhuvool takistusest mööduda rohkem kõrvalt. Mida soojemad aga on alumised õhukihid võrreldes ülemistega, seda tugevamad püstvoolud tekivad takistuse ees ja seda rohkem õhku valgub üle takistuse, laskudes tõkke taga uuesti alla
- Kui tõke on **ažuurne** (vahede, pilude või aukudega, nt. Metsariba), siis osa õhuvoolest siseneb tõkkesse, kus ta suuremal või vähemal määral sumbub
- **Tõkke kohal** teatava kõrguseni (vähemalt **30%** tõkke kõrgusest), kiirused suurenevad. Eriti on seda märgata tihedate vertikaalsete tõkete puhul (hooned, kõrge tihe mets, järsud mäeharjad)



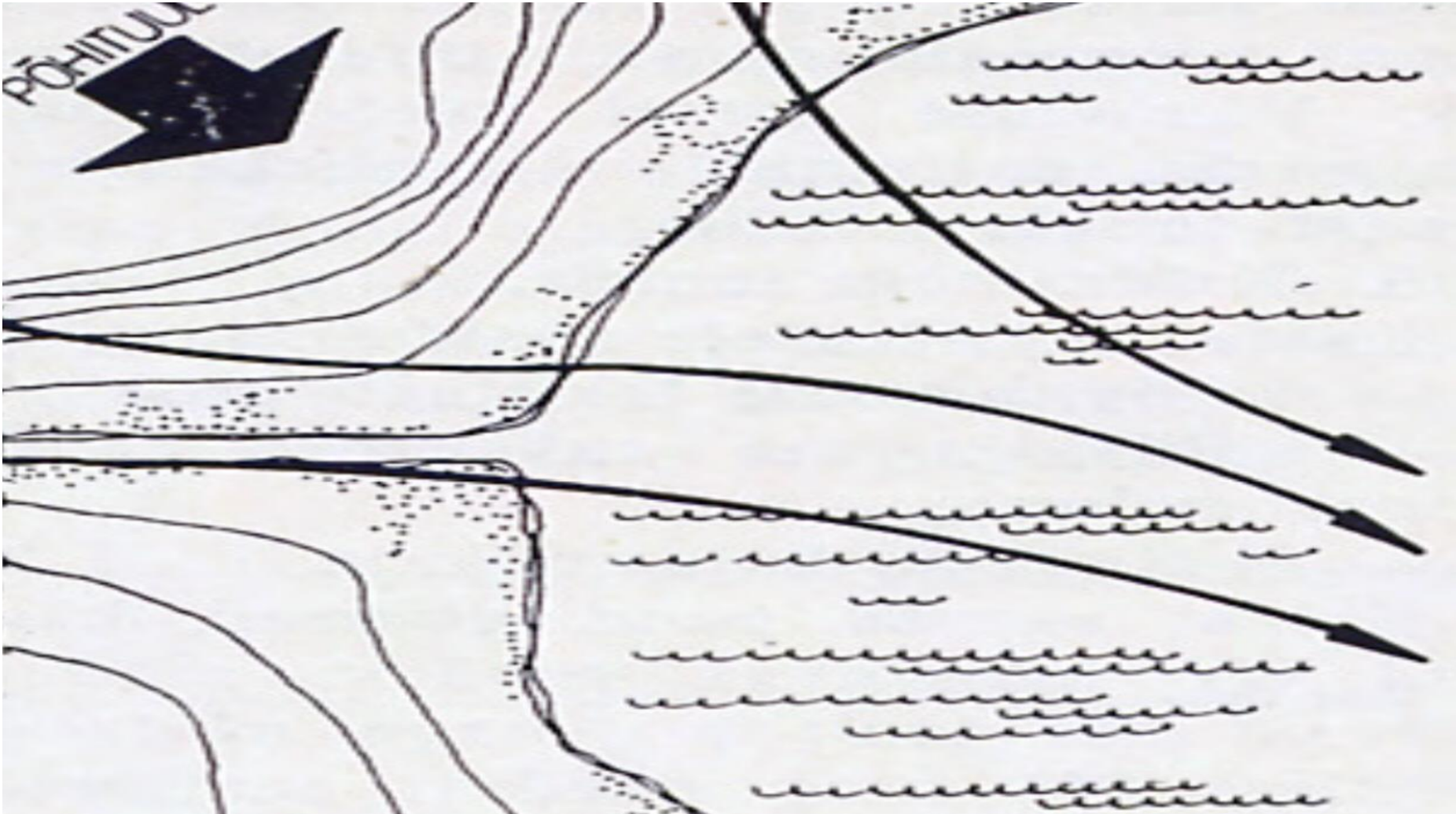
# Tõkete mõju tuulele

- Olenevalt sellest kui **järsk** on tõkke tuulepoolne külg, võivad tekkida kas tõkke ees, taga või mõlemal pool **pöörised**. Nende piirkonnas väheneb õhuvoolu üldine kiirus
- Tõke võib mõjutada tuult tõkke ees ja taga kaugusteni, mis on **10 - 20 korda** suuremad tõkke kõrgusest
- Tõke **nõrgendab** tuult seda rohkem, **mida suurem on nurk** tuule suuna ja tõkke vahel. Kõige rohkem nõrgeneb tuul siis kui see **nurk on 90°**

# Tuule suuna muutus maapinna mõjul

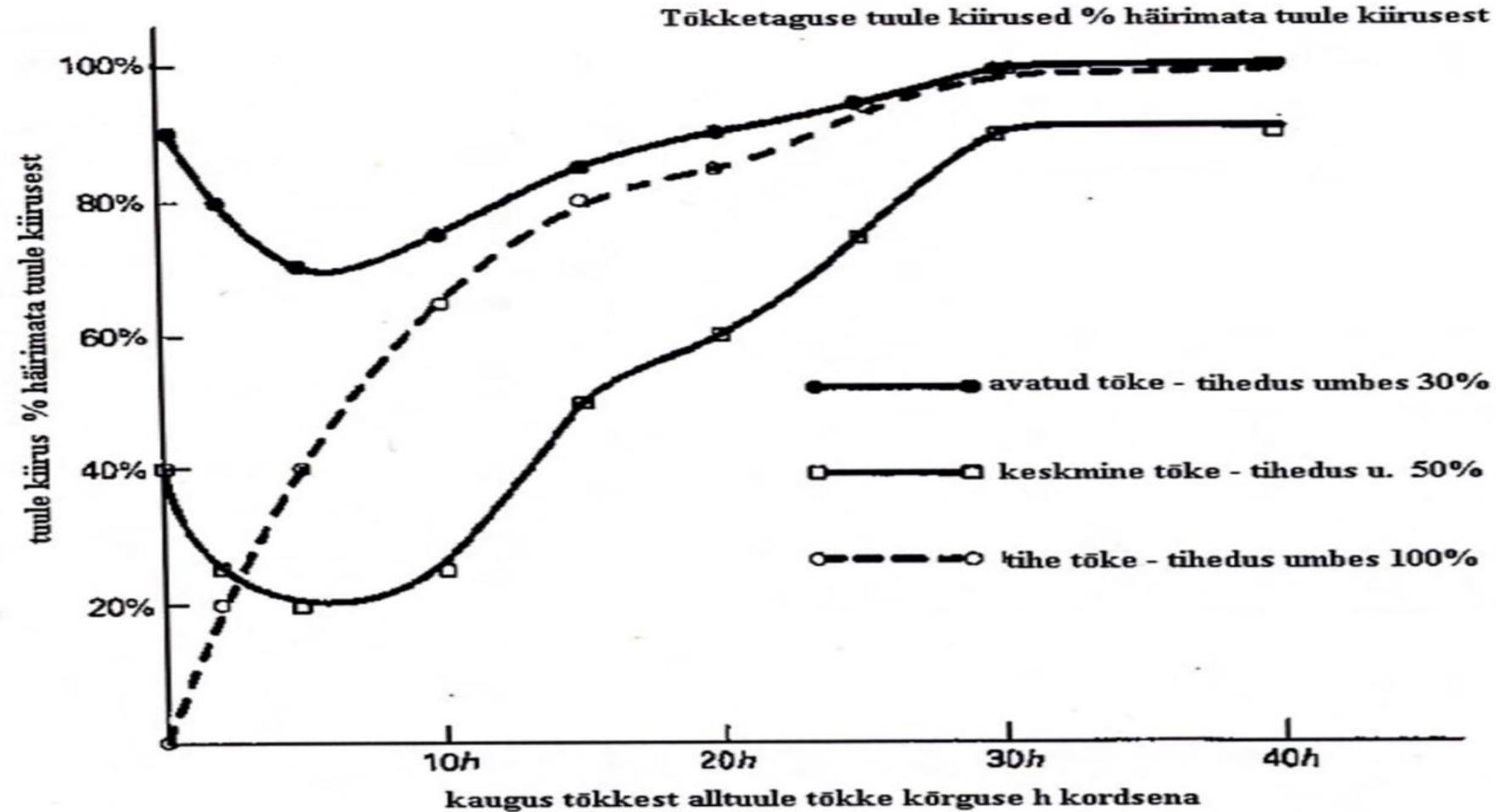


# Düüdiefekt kitsuses



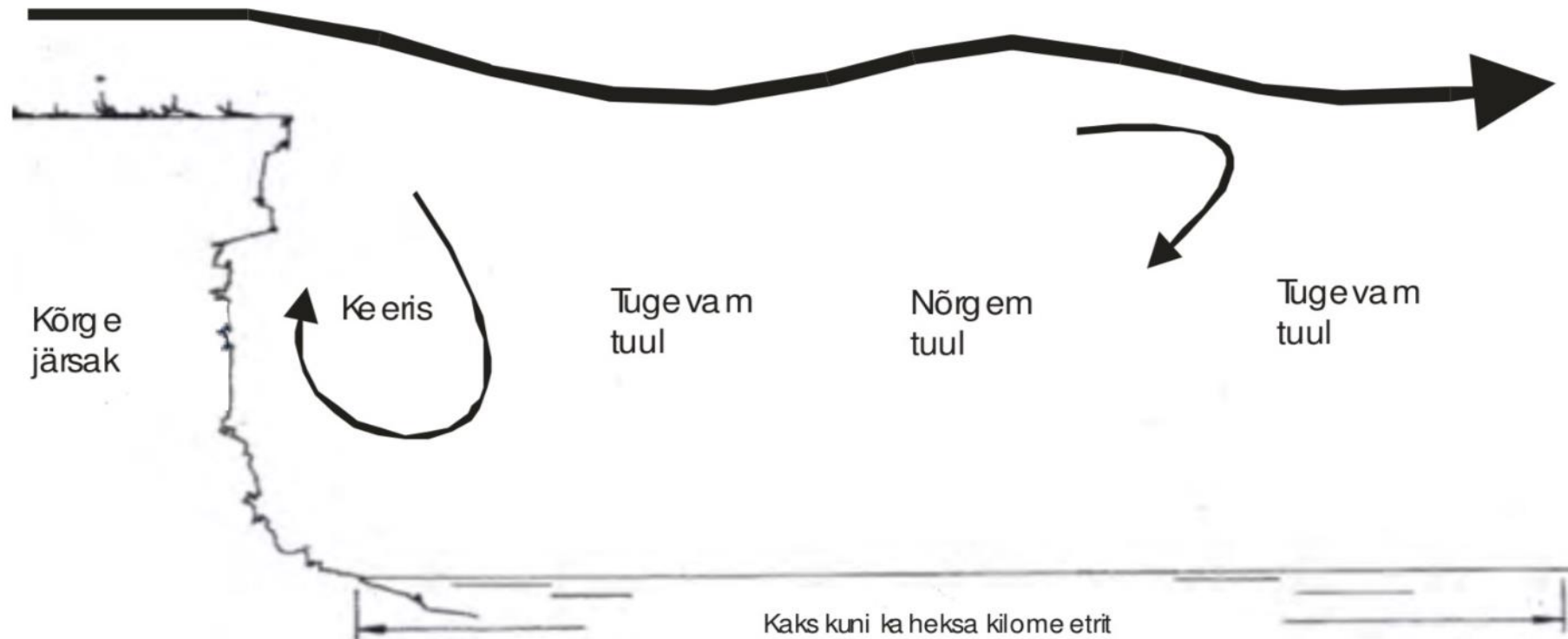


# Kalda mõju tuulele

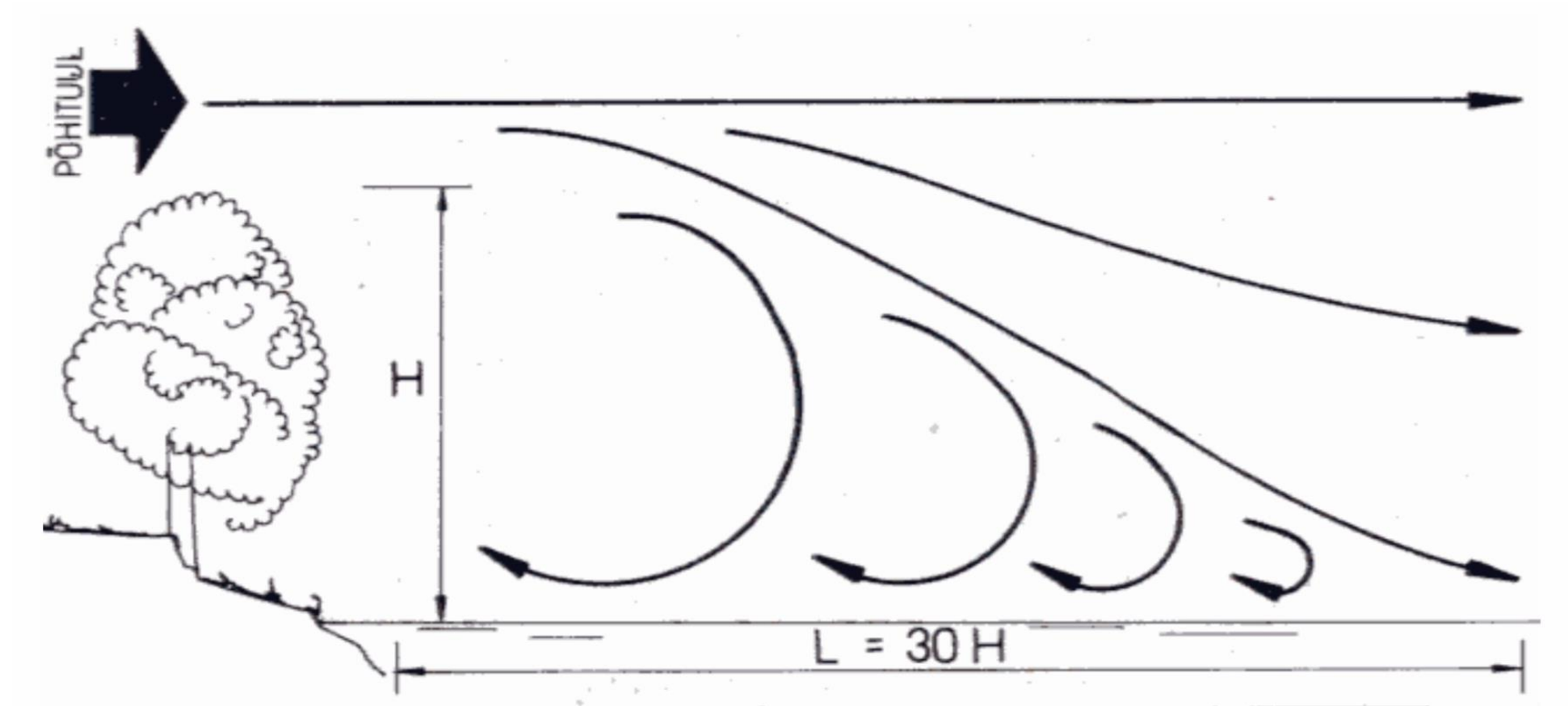




# Kalda mõju tuulele



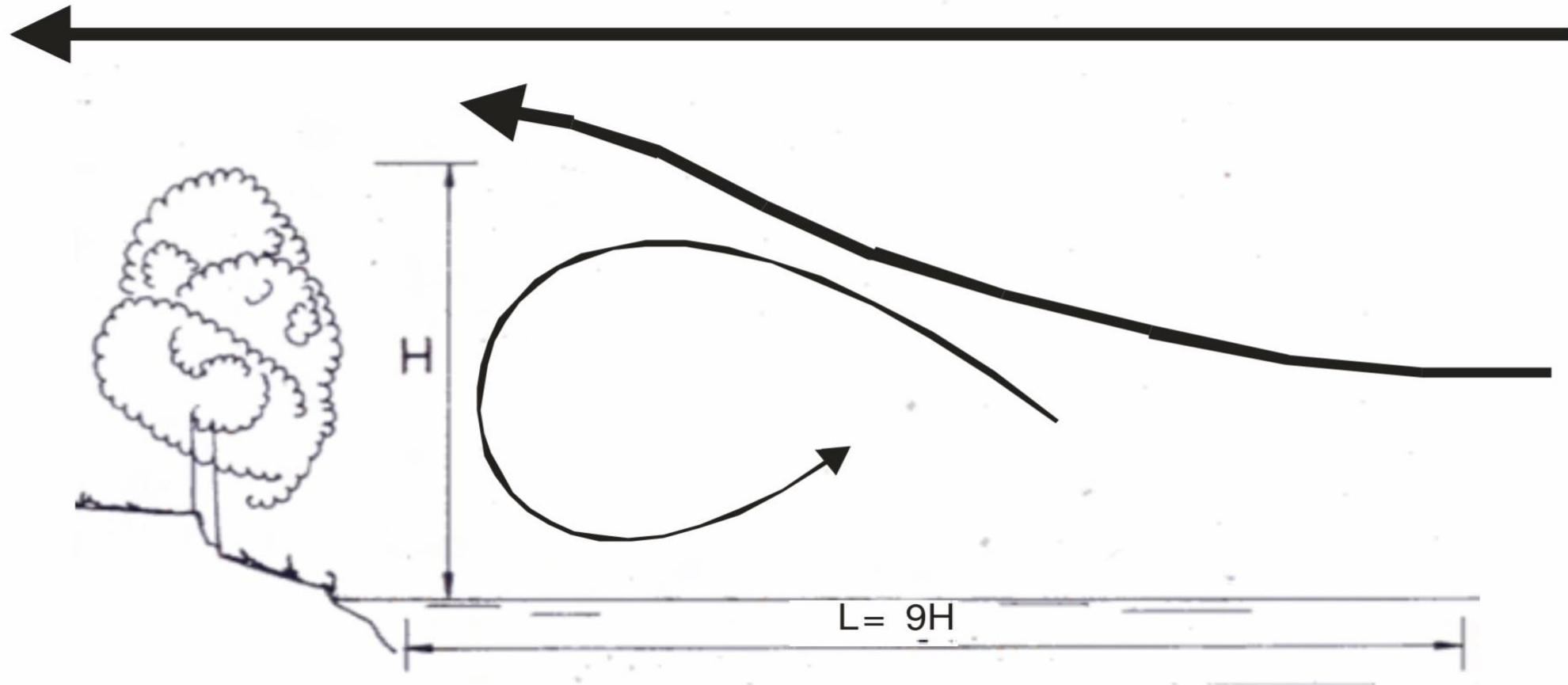
# Takistuse mõju tuulele



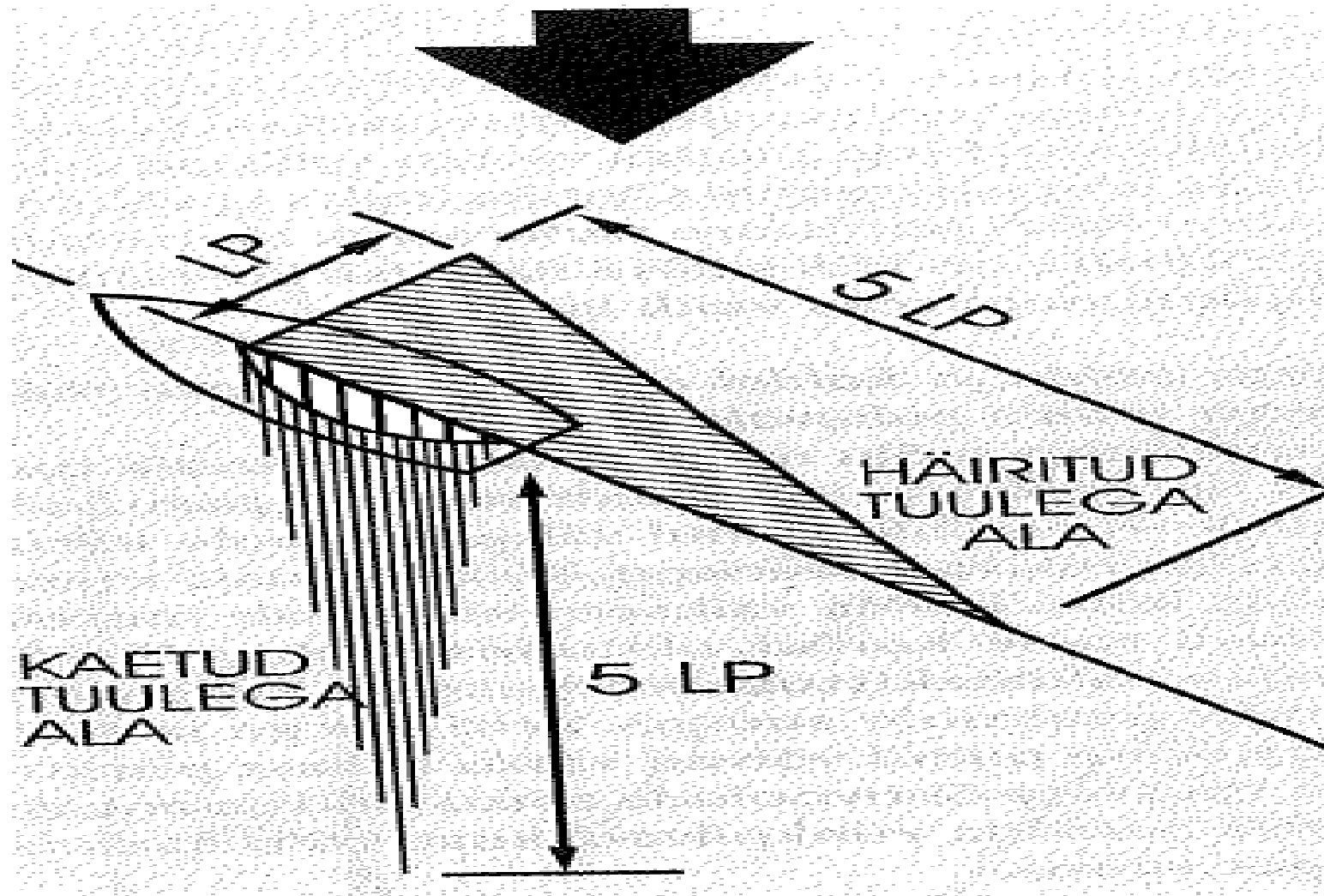
# Takistuse mõju tuulele

of 439

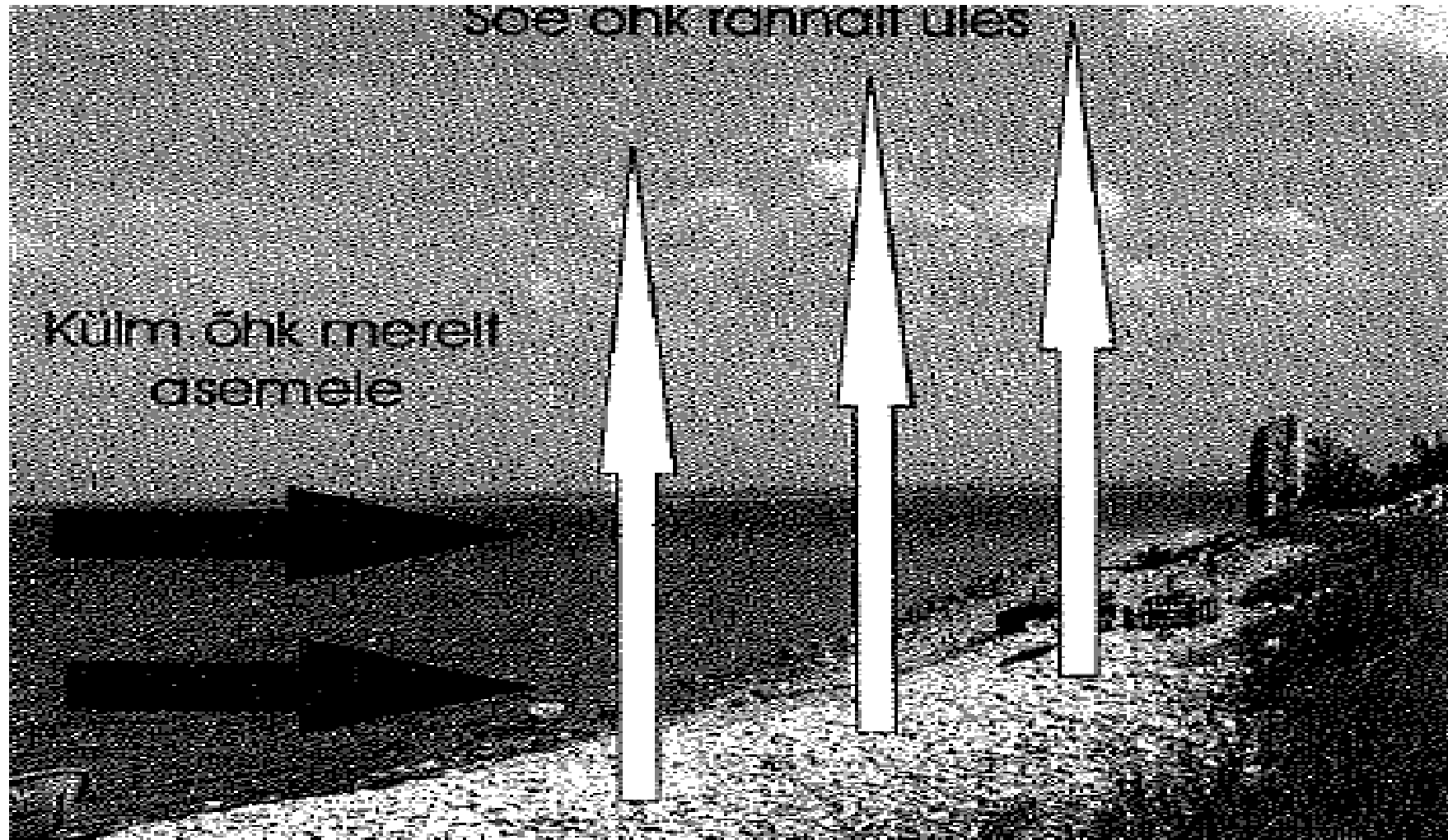
PÕHITUUL



# Jahi poolt segatud tuul



# Briis









# Briisi tekkimise eeldused

**Nähtuse praktiliseks kasutamiseks on vaja teada,  
mis on meie oludes briisi tekkimiseks vajalik**

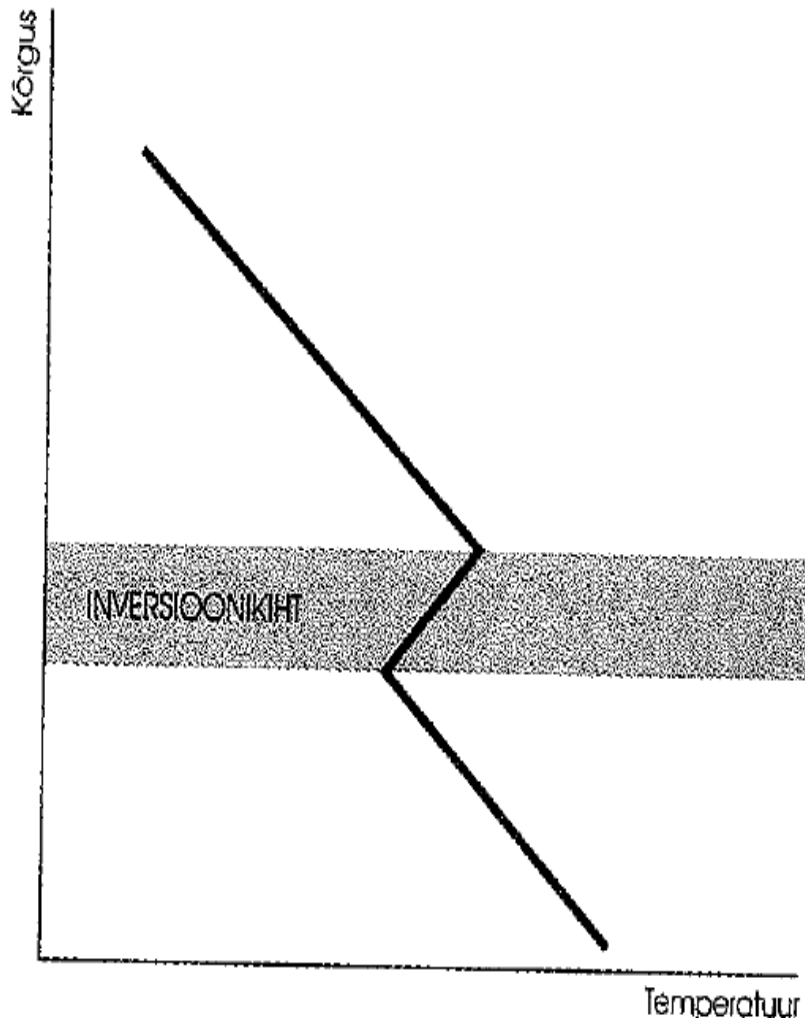
## Merebriisi tekkimise eeldused:

- Maa - ja veepinna **temperatuuride vahe** peab olema üle **10 kraadi**, põhituul ei tohi olla üle **6...12 m/sek** ja **inversioon** ei tohi takistada vertikaalset õhuvahetust
- Tekkimise momendil on merebriis enam-vähem **risti rannajoonega**, pöördudes päeva jooksul **paremale** umbes **5 kraadi tunni jooksul**. Merebriisi kiiruseks on meie oludes **maksimaalselt 7 m/sek**

## Maabriisi tekkimise eeldused:

- Maa-ja veepinna **temperatuuride vahe** peab olema üle **10 kraadi**, põhituul ei tohi olla üle **3...5 m/sek** ja **inversiooni** ei tohi olla. Tekkimise momendil on maabriis samuti enam-vähem **risti rannajoonega**, pöördudes öö jooksul umbes **5 kraadi tunnis paremale**, kiirus meie oludes **maksimaalselt kuni 3...4 m/sek**

# Inversioon



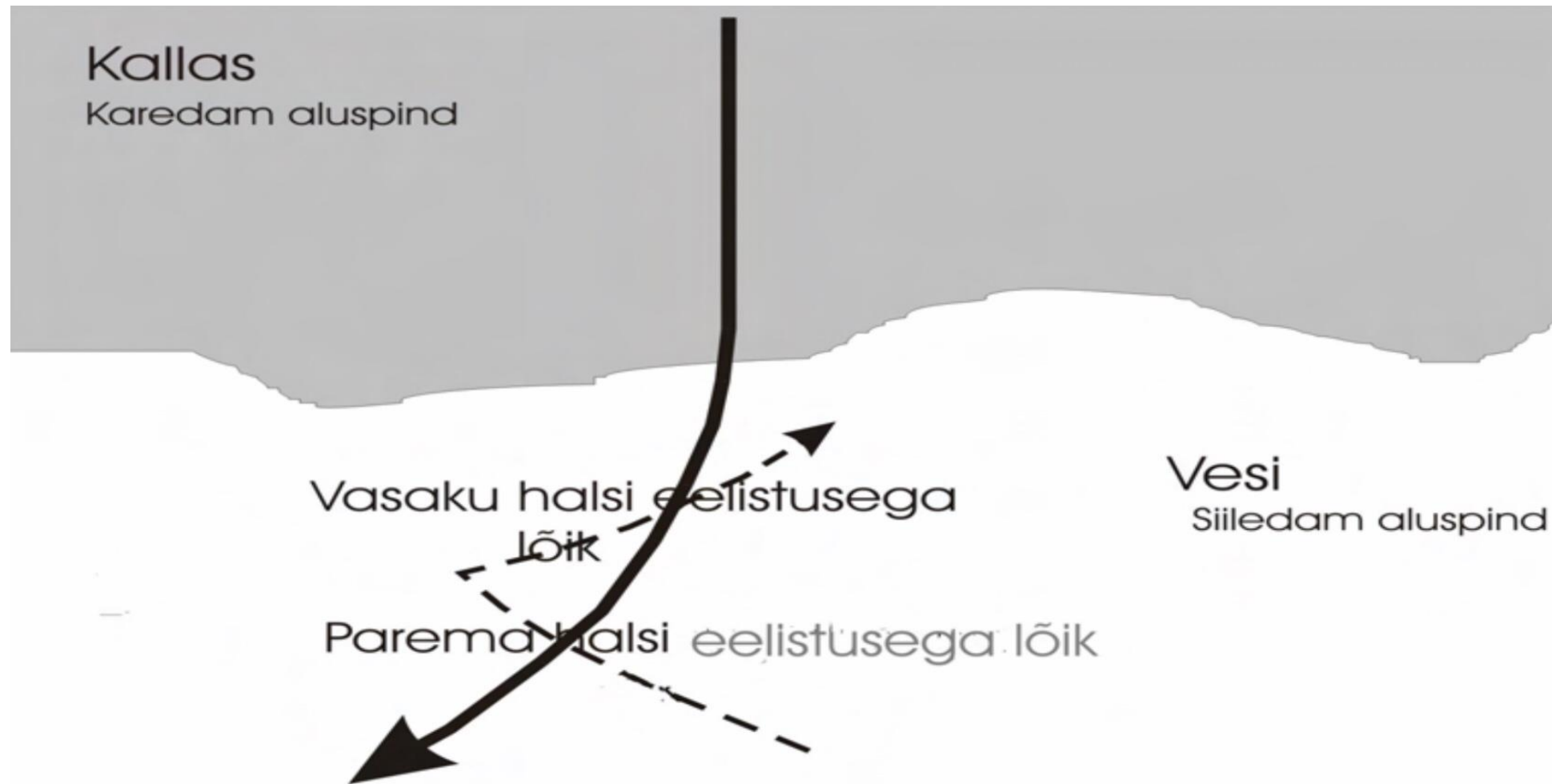
- **Inversioon** on selge ja sooja päeva järel jaheda öö poolt tekitatud õhumassi temperatuuri äraspidine käitumine, mille tulemusel temperatuur inversiooni tekitanud ööle järgneval hommikul pärast mõningast kõrguse suurenemisest tingitud langemist vahepeal uuesti tõusma hakkab, et seejärel kõrguse suurenedes uuesti langema hakata.
- **Inversioonikiht** paikneb maapinnast **paari-kolmesaja meetri** kõrguses ja takistab õhuvoolude tõusu ülespoole, õhk inversioonikihi all võib olla **vines, tolmu**
- **Vertikaalset õhuvahetust** ei toimu, ei ole briisi ega pilvealuseid pagisid
- **Inversioonikihi lõhub** päeva jooksul tugevnev **päikesepaiste**, mis taastab maapinnalt kõrgemale tõusva normaalse õhutemperatuuri ühtlase languse



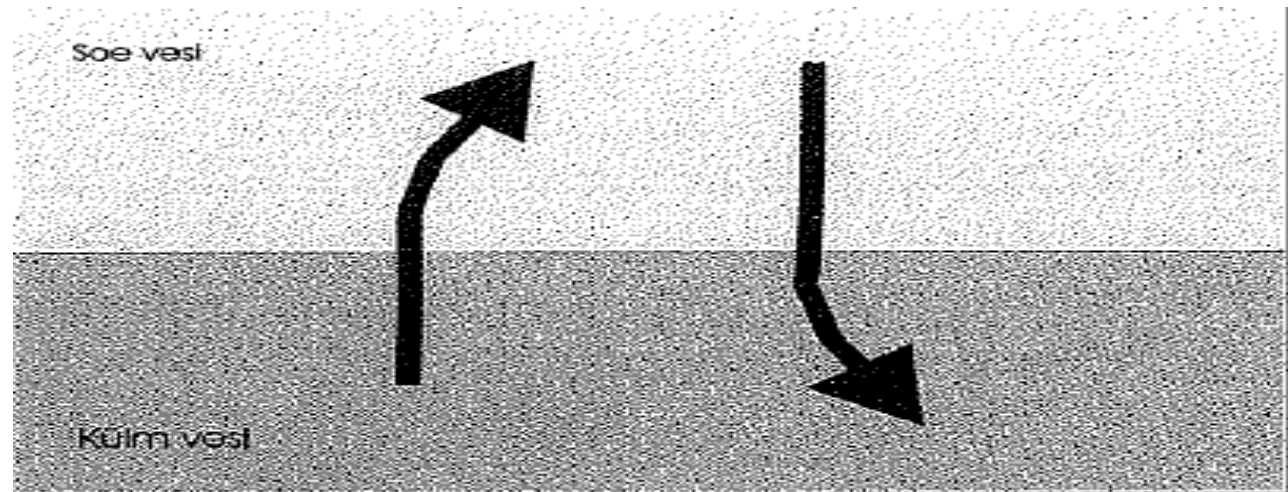
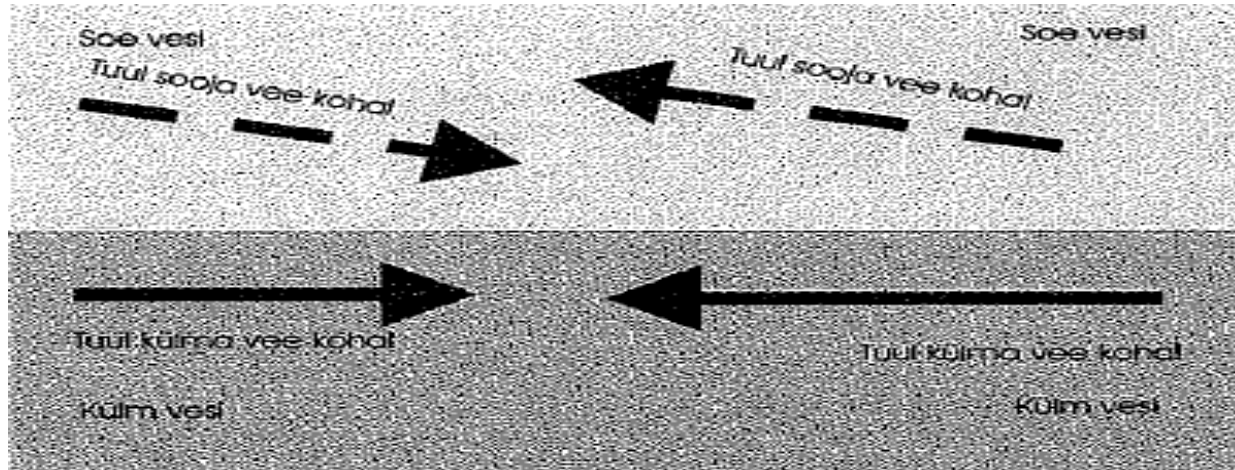
# Kareduse mõju

- **Aluspinna kareduse** alla käivad antud juhul maapinna **pinnavormid** (mäed ja orud), maapinnal kasvavad **taimed, puud ja põõsad** ning paiknevad **rajatised ja ehitised**
- **Aluspinna karedus** mõjutab tuult nii, et tuul pöördub väiksema hõõrdetakistusega alalt (siledamalt alalt) suurema hõõrdetakistusega alale (karvasemale alale) minnes alati **vasemale** ja vastupidi – suurema hõõrdetakistusega alalt väiksema hõõrdetakistusega alale minnes alati **paremale**
- Seega muude võrdsete tingimuste juures pöördub tuul:
  - maalt merele minnes **paremale**
  - külma veega alalt sooja veega alale minnes **paremale**
  - maa pinnalähedastest õhukihtidest kõrgemale tõustes ka **paremale**

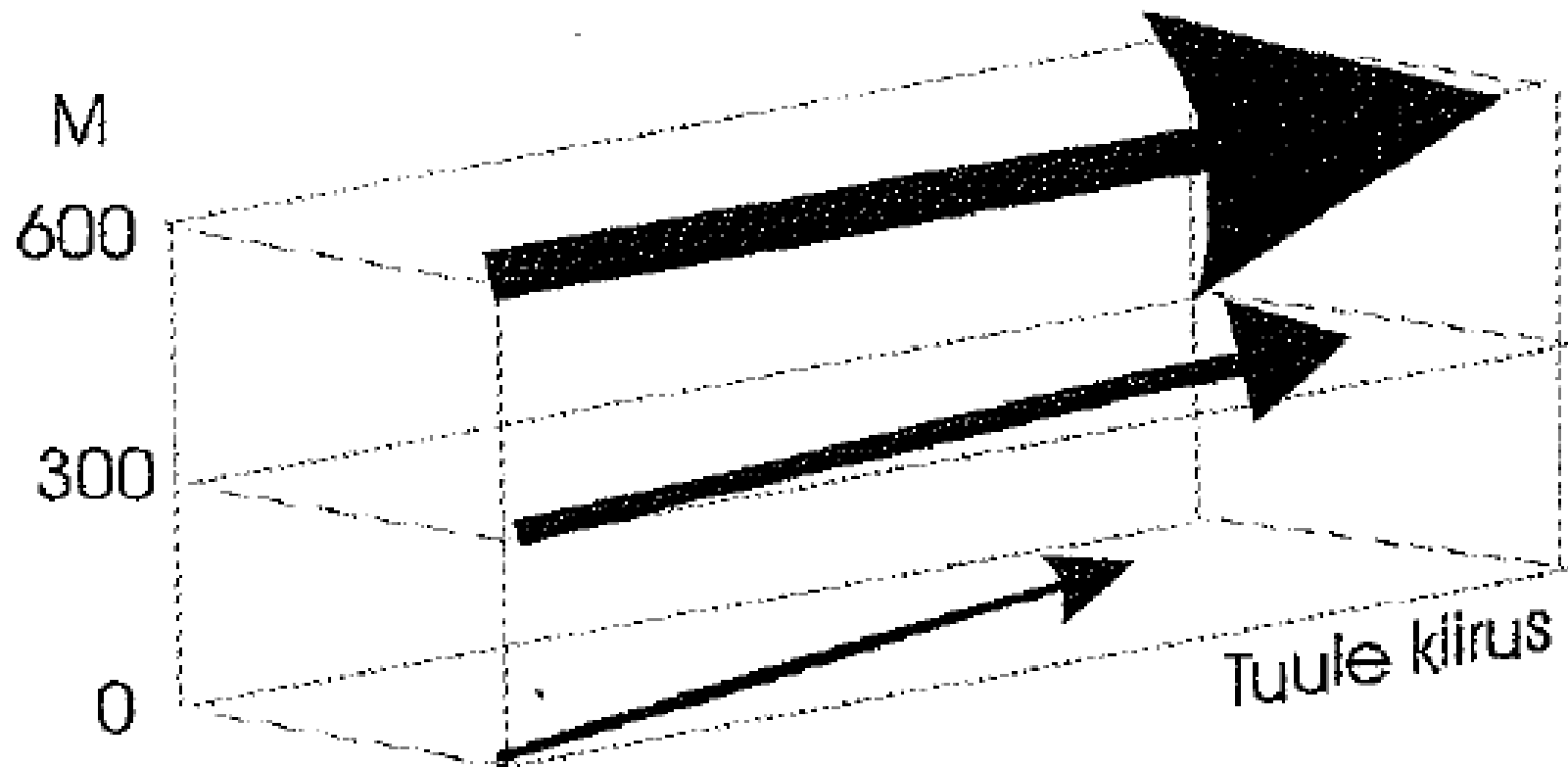
# Tuule pööre erinevate kareduste mõjul



# Külma ja sooja vee eraldusjoonel puhuv tuul

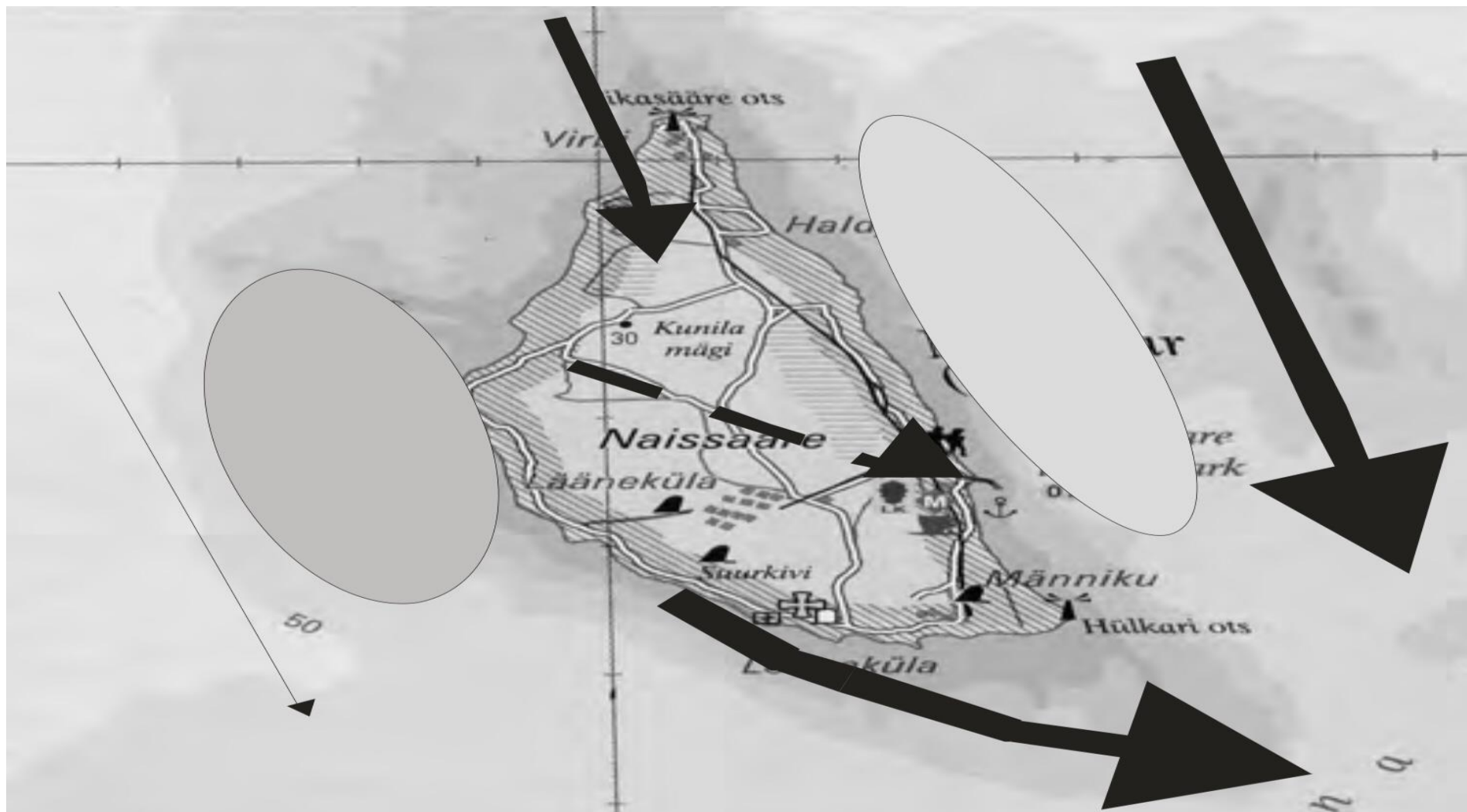


# Tuule kiirus ja suund sõltuvalt kõrgusest



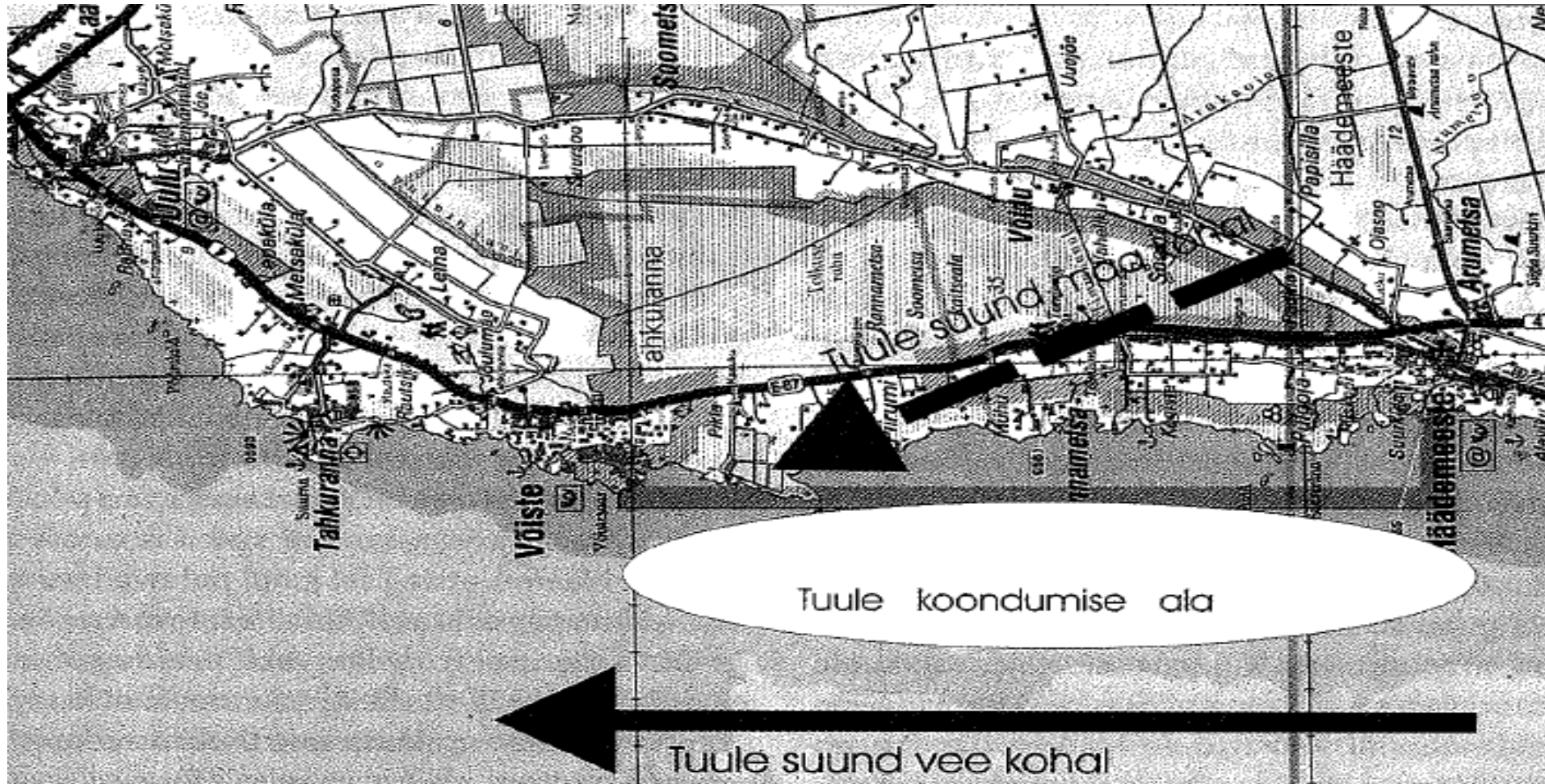


# Tuule muutumine saare mõjul



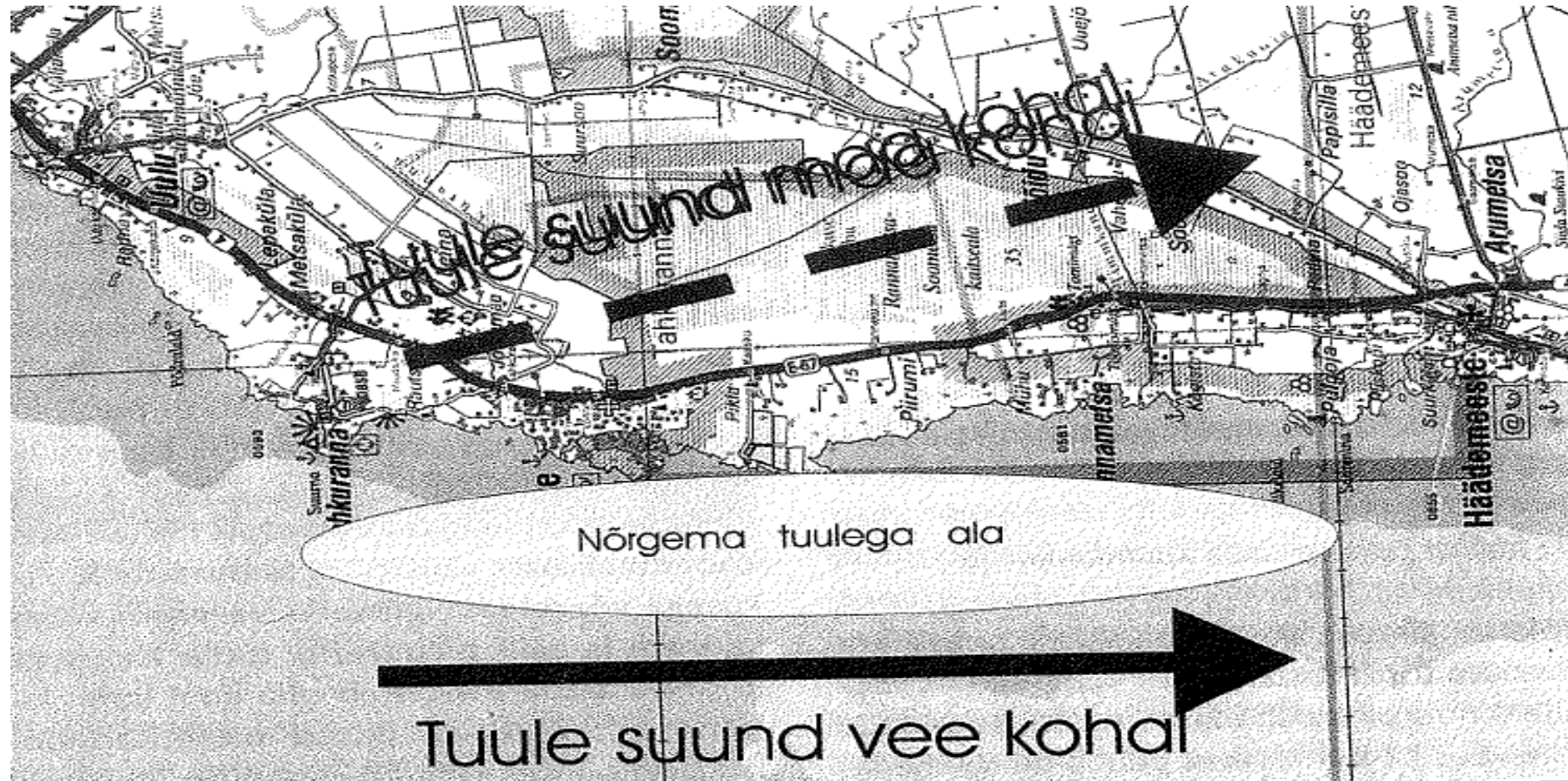


# Erinevate karedusega aluspinde eraldusjoon ja tuul





# Erinevate karedusega aluspinde eraldusjoon ja tuul





# Pilvedega seotud tuuled

- **Pilved** on **vertikaalse õhuvahetuse** saadus, nad on lähtekohaks, kust maapinnaga toimuv õhuvahetus alguse saab. Niisuguse õhuvahetuse eelduseks on **õhumassi ebastabiilsus**, mida iseloomustab **vertikaalne õhutemperatuuri muutumine**, st. õhumassi adiabaatilise jahtumise temperatuur langeb kõrgusesse minnes kiiremini, kui seda ümbritseva keskkonna temperatuur (**märgadiabaatiline protsess**)
- **Pilvede alt** saabub vertikaalse õhuvahetuse tulemusel **tuul**, millel on allasaabumise hetkel pilve kõrgusel oleva tuule suund ja tugevus. See on **pilvealune pagi**
- Sõltuvalt tuult põhjustava pilve kõrgusest võib sellise tuule kiirus olla **1,5** kuni **2** korda suurem all valitseva tuule kiirusest ja **äikesepilve** puhul ka rohkem

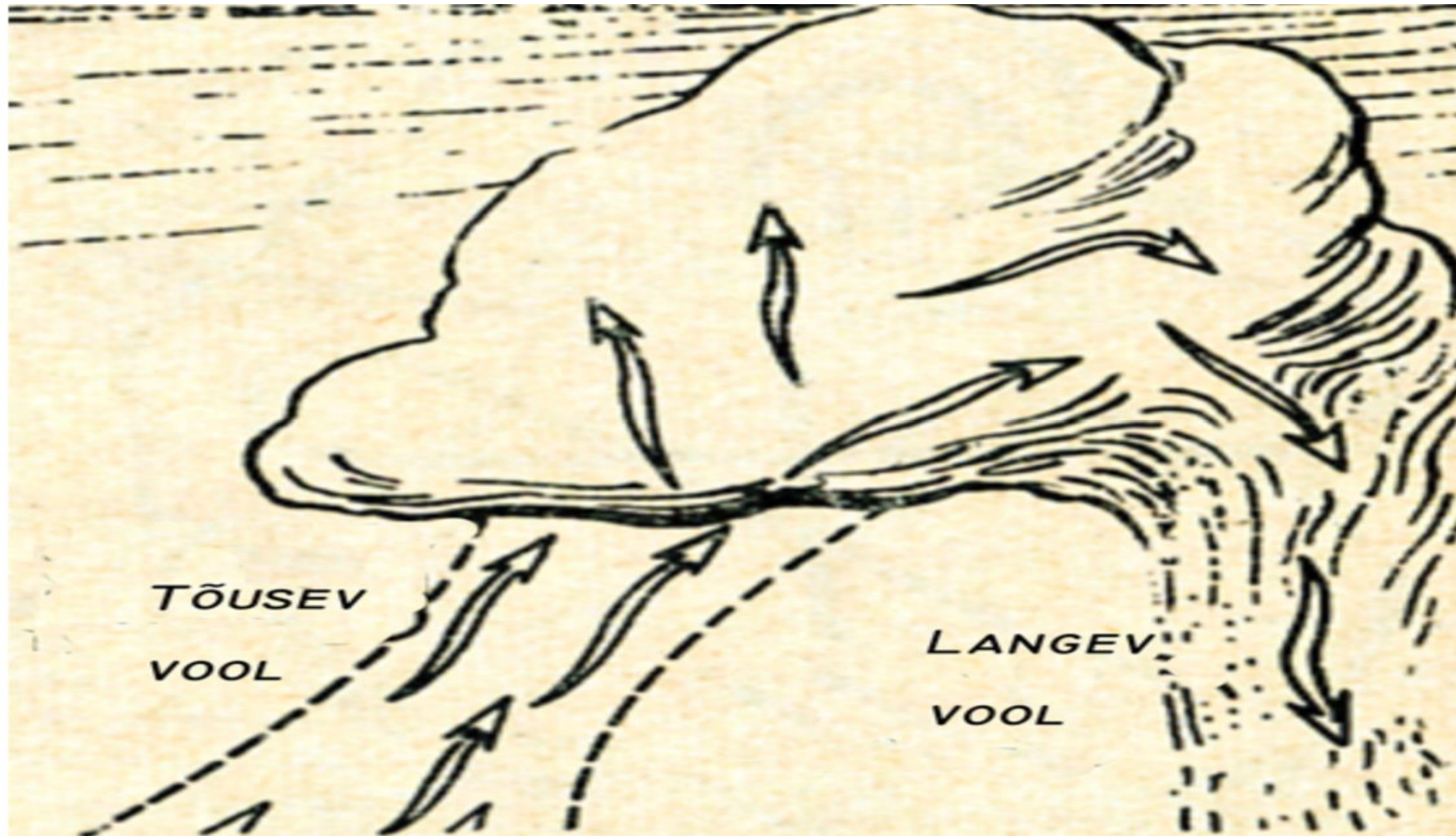


# Pilvedega seotud tuuled

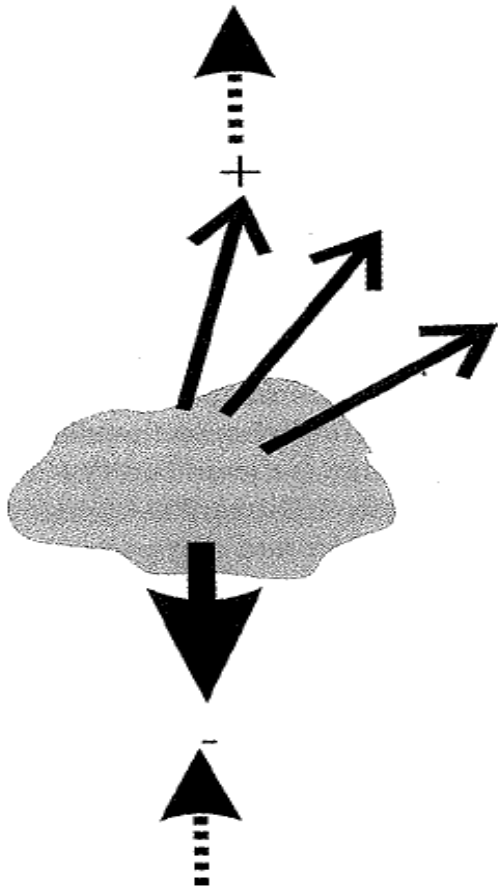
- **Pilvealuse tuule suund** on tavaliselt kuni **paarkümmend kraadi** alloleva tuule suunast **paremale**
- **Äikesepilve** puhul võib suunamuutus olla **70...80 kraadi**, kuiva ja märja pagi vaheldumisel aga ligi **180 kraadi**
- **Pilve** alt alla tooduna säilitavad sellised tuuled mõne aja jooksul oma esialgse **suuna** ja **tugevuse**, siis hakkavad nad **segunema** alloleva tuulega ja lõpuks taastub esialgne suund ja kiirus. See aeg oleneb pilve alumise ääre kõrgusest ja pilve suurusest, st. allatoodava õhu massist. Kõigub **mõnest minutist** kuni **mitmekümne minutini** suurte **äikesepilvede** puhul



# Õhuvoolud pilvede all



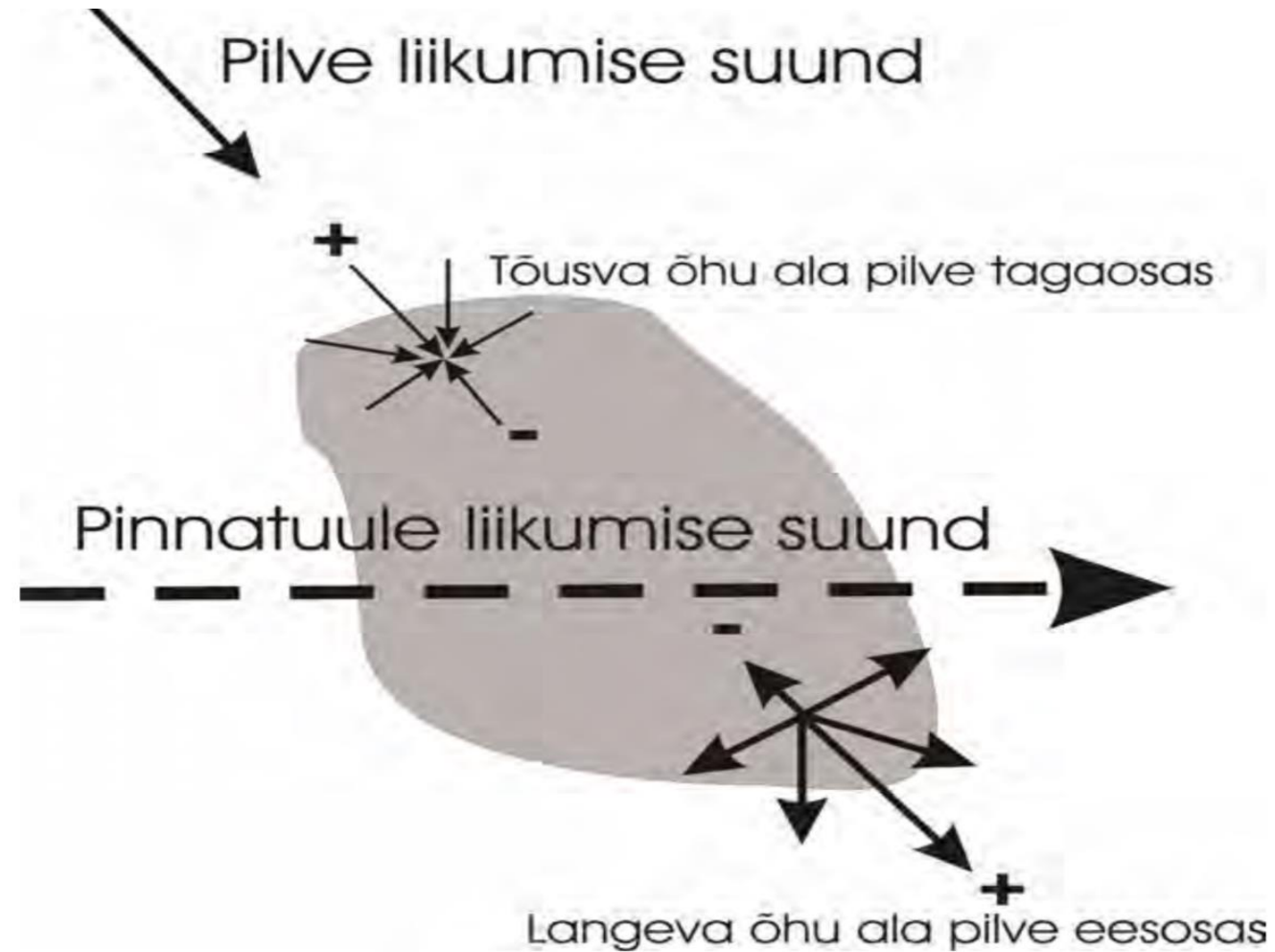
# Pilvealused pagid ja tuuled



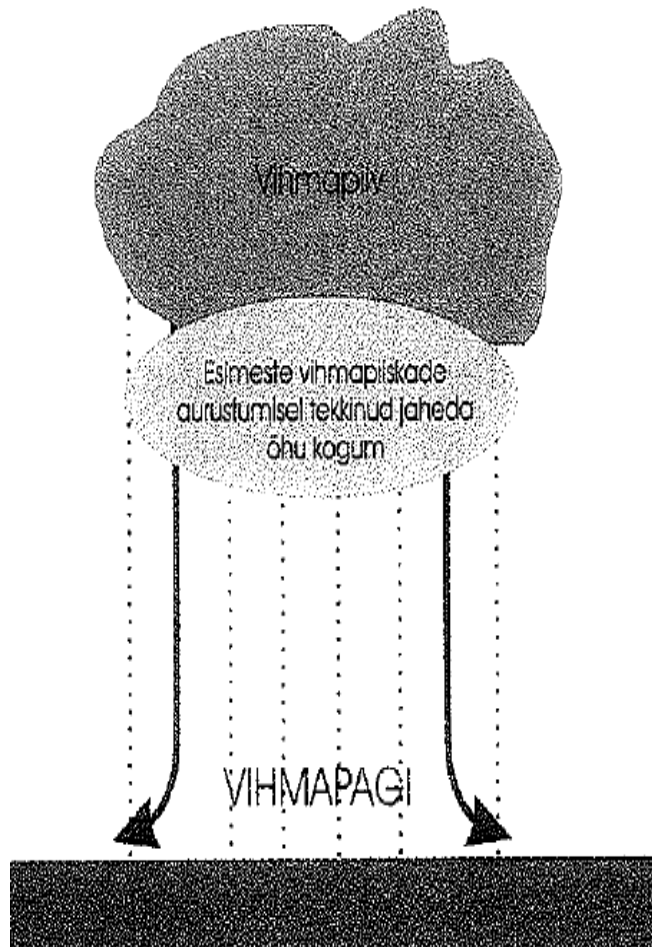
- Ült alla laskuv tuul hajub ümber pilve nii ette, külgedele kui ka taha nii, et ta pilve esimese osa all **lööb vastu vett** ja pilve tagumise osa all **tõuseb üles**
- Pilve eesosas laskuv liitub ilmasüsteemi tuulega, **tugevdab teda ja pöörab paremale**, tagaosas aga ülesminev tuul nõrgendab ilmasüsteemi tuult



# Pilvedega seotud õhuvoolud

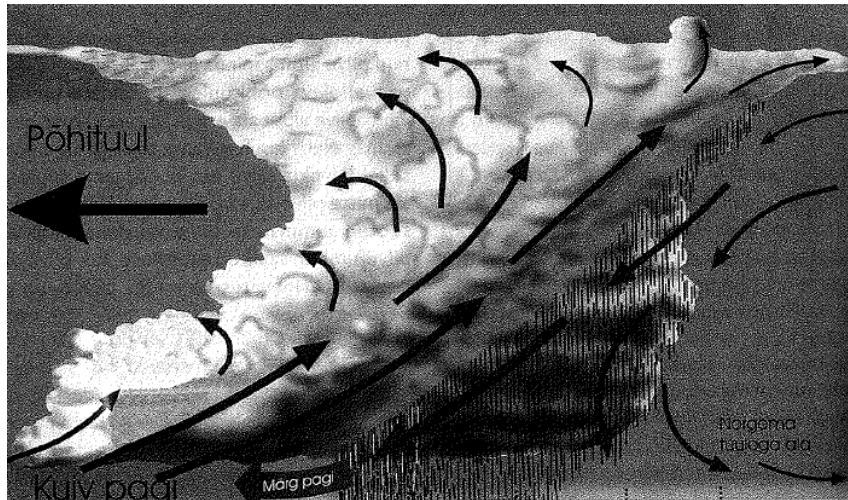


# Vihmapagi



- **Vihm** toob kaasa ülaloleva tuule.
- Allalangev vihm aurustub ja jahutab õhku, mis tiheneb, jahtub ja liigub siis allapoole
- **Mida kuivem on algselt õhk**, seda rohkem saavad vihma algamisel pilvest aurustuvad piisad teda jahutada, seda külmemaks muutub pilve all olev õhk, seda rohkem seda koguneb ja seda **võimsam** on vihmaga kaasnev **pagi**
- Tugevama tuulega ala on **pilve ees** ja nõrgema tuulega ala **pilve taga** (vektorite liitmine)
- Siin **ei ole õhuvahetust alt üles**, tegemist on vihma poolt alla toodud külma õhuga, mõju lakkab kõige hiljem siis, kui sadu üle jääb

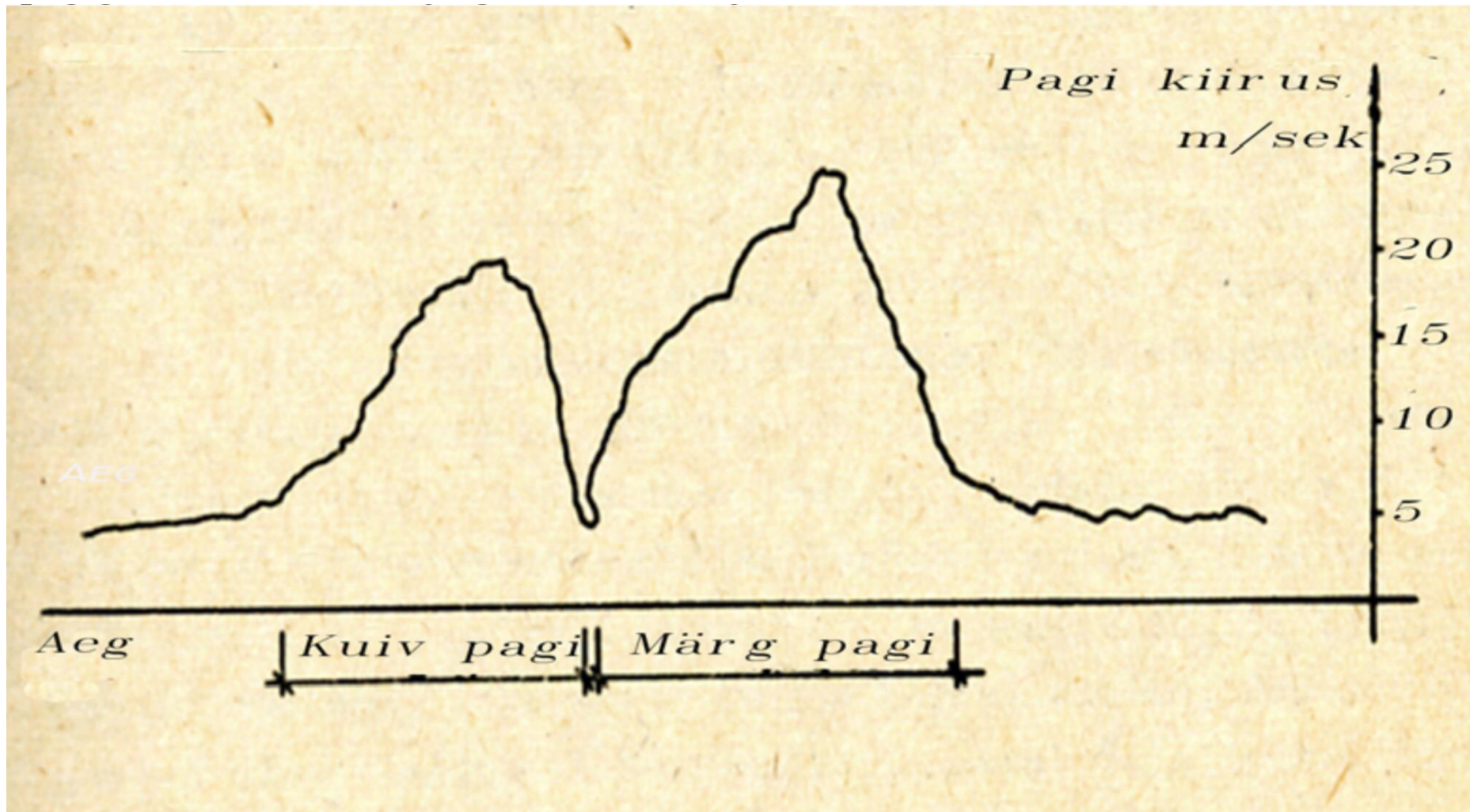
# Äikesepilve tuuled



- Väikesed äikesepilved käituvad ligikaudu sama moodi, kui eelpool kirjeldatud vihmapiilved.
- **Suuremate äikesepilvede** puhul pilve arengu teatud momendil hakkab pilv ise alt õhku üles imema, eesääre all tekib pilve liikumissuunale vastupidine nn “**kuiv pagi**”. Sellele järgneb lühiajaline vaikuse- vöönd millele järgneb kuivast pagist veel ägedam nn “**märg pagi**”.
- Tuule kiirus ja suund pilve erinevate servade all on erinev ja kiirgub ümber pilve laiali nagu rünkpilvest vihmapiilvegi puhul.
- **Väikesed ja keskmised äikesepilved** liiguvad allkihis puhuva tuule suhtes **paremalt vasakule**, kui vaadata tuule poole.



# Kuiv ja märg pagi





# Mesotsüklon

- **Ülirünksajupilv** on selline rünksajupilv, mis sisaldab endas spiraalset kallutatud tõusva õhu sammast, mida nimetatakse **mesotsükloniks**
- See peab püsima vähemalt nii kaua, kuni õhuosake jõuab läbida vahemaa pilve aluselt selle tipuni ehk ca **10-20 min.** Selle läbimõõt on tavaliselt **2-10 km.** Kui sellise tõusva õhu samba diameeter on väiksem kui **2 km**, siis nimetatakse seda misotsükloniks
- **Mesotsüklon** pole mistahes mesoskaalas olev **tsüklon**, vaid just **konveksioonipilvedes** olev tsükлонаalne pööris
- Harva võib **mesotsüklonis** liikuda õhk hoopiski **antitsüklonalselt** (põhjapoolkeral) ehk **päripäeva**





# Mesotsüklon

- **Ülirüksajupilv** võib tekkida siis, kui on olemas piisavalt **potentsiaalset energiat** (väga labiilne õhumass), et tekiks tugevad **konvektsioonivoolud** nii tugevus- kui suunaline tuulenihe ja pööriselisus (*vorticity*)
- Viimase võibki tekitada eriliigilise tuulenihe koosmõju, aga võib pärineda ka muust allikast
- Kui **rüksajupilved** on tekkinud, siis võivad selles olevad konvektsoonivoolud muuta mõne horisontaalteljelise pöörise enam vertikaalteljelisemaks, mis tähendabki **mesotsükloni teket**
- Lisaks sellele on oluline, et ülirüksajupilvedes asub tõusvate õhuvooludega ala eraldi laskuvatest õhuvooludest, mistõttu pilv võib **püsida mitmeid tunde**
- Ülirüksajupilvede **suurimad ohud** on seotud **hiidrahe** ja **tornaadodega**, kuid ka tugevate **pagide** ja **paduvihmadega**, mis võivad põhjustada **üleujutusi**



# Vesipüks

- **Vesipüks** ehk **pilvesammas** on laias tähenduses ükskõik milline tornaado vee kohal, olles tavaliselt **100** kuni **600 m** läbimõõduga ümber madala rõhu keskme pöörlev **keeristuul**
- Kitsas tähenduses on vesipüks **mittemesotsüklonaalne** tornaado vee kohal, mistõttu see maismaale jõudes enamasti hajub ja ei tekita kahju, sellest ka vahel kasutatav nimetus "**hea ilma**" **vesipüks**
- Vesipükside tekkimiseks peab õhumassi kihistus olema labiilne, et saaks tekkida konvektsioon
- Parasvöötmes on vesipükside tekkeks soodsad tingimused siis, kui sooja vee kohal on külm õhumass, mistõttu õhu vertikaalne liikumine on soodustatud ja arenevad konvektsioonipilved



# Vesipüks

- **Vesipüks** võib hakata arenema juba siis, kui **konvektsioonipilv** on alles **rümkpilve** staadiumis, st tipp **pole** jäätunud
- Sel juhul **puuduvad** nii sademed kui **äike**. Kui nüüd **tõusev õhuvool** haarab endasse mõne keerise nii, et see saavutab püstteljelisuse ja ühenduse pilvega, võibki tekkida vesipüks
- Sellised vesipüksid on üpris ohutud ja lühiealised (alla **20 minuti**)
- Kui aga vesipüks areneb **mesotsüklonist**, siis on sel kõik omadused ja sama ohtlikkus nagu klassikalisel tornaadol
- Seda tüüpi vesipüksid on märksa haruldasemad



# Vesipüks

- **Vesipüksid** ei ime vett üles, küll aga võib vesipüks pihustada vett, mistõttu tekib pritsmetest pilv samba alumisse ossa
- **Vesipüksina** nähtav pikk ja ümar londitaoline moodustis on tegelikult **silinderjas pilv**. Kuna rõhk langeb õhu pöörlemisel, siis tekib veeauru kondenseerumine ja näemegi algul lehterpilve teket, mis võib lõpuks jõuda veepinnani välja
- Eestis on vesipüksid iga-aastased ja tüüpilised saarte läänerannikule, kuid üsna sagedased ka [Väinamerel](#), [Liivi lahel](#) ja [Soome lahel](#)
- Vesipüksihooaeg on **augustis** ja **septembris**, kui vesi on soe, aga kohale võivad jõuda üpris külmad õhumassid
- Mõnikord võivad tekkida **vesipüksiseeriad**, mis tähendab, et korraga tekib mitu vesipüksi või tekivad need üksteise järel

# Vesipüks





# Vesipüks



Peeter Volkov 2022



# Lainetus

- Tuule kiirus määrab lainete kasvukiiruse ja maksimaalse suuruse
- Laine kasvu piiravad tegurid on tuule kestvus ja laine hoovõtu kaugus ehk **puhumiskaugus**
- Puhumiskauguse ehk lainete hoovõtu distantssi all mõistetakse kaugust **rannast** mõõdetuna **pealtnuult** ehk üldisemalt vahemaad merel, kus tuul puhub ehk oma jõudu avaldab
- Kui tuul nõrgeneb on lainete kiirus tuule kiirusest suurem ning tuul ei suuda enam oma energiat lainetesse üle anda:
  - **Väikesed lained** vaibuvad ja lainetus muutub järellainetuseks
  - **Järl- ehk ummiklainetuseks** kutsutakse ka kaugemalt, kusagil eemal olevast tormipiirkonnast kohale jõudnud lainetust
- **Ummiklaine** levib peaaegu vaibumata kuni jõuab rannani, avamerel on pikki ja laugeid ummiklaineid **võimatu märgata**



# Lainetus

- Kui lained saabuavad avamerelt madalasse vette, **säilub** nende energia, kuid liikumiskiirus **väheneb**, lained kasvavad kõrgussuunas, järgnevad lained püüavad kinni eespool olevaid ning lainete kuju muutub **järsemaks**
- Kui laine kõrgus on **70 - 80% vee sügavusest**, laine murdub. Peaaegu kogu laine on sel hetkel keskmisest veepinna tasemest kõrgemal
- **Mida suurem on tuule kiirus, seda kiiremini lained kasvavad**
- Ranniku kaitsev mõju ulatub merel mitmete kilomeetrite taha, nii et väiksemat lainetust otsides ei ole tingimata vaja sõita liiga lähedale rannale



# Lainetus

## Laine kõrgus sõltuvalt tuule kiirusest ja kestvusest

| Tuule kiirus/<br>kestvus     | 4 m/s  | 8 m/s  | 14 m/s | 20 m/s |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1 h                          | <0,2 m | 0,25 m | 0,55 m | 0,85 m |
| 2 h                          | 0,25 m | 0,45 m | 0,90 m | 1,50 m |
| 3 h                          | 0,30 m | 0,60 m | 1,25 m | 1,95 m |
| 4 h                          | 0,40 m | 0,80 m | 1,60 m | 2,45 m |
| 5 h                          | 0,45 m | 0,90 m | 1,85 m | 2,90 m |
| 6 h                          | 0,45 m | 1,05 m | 2,15 m | 3,30 m |
| Täielikult välja<br>arenenud | 0,45 m | 1,75 m | 5,30 m | (11 m) |



# Lainetus



| Laine kõrgus | Meri                  | Kirjeldus                                                                              | Tuul        |
|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 0 m          | Peegelsile            | Tasane merepind                                                                        | Tuulevaikus |
| 0 – 0,1 m    | Virvendav             | Kare                                                                                   | Nõrk        |
| 0,1 – 0,5 m  | Rahulik               | Lühikesed väiksed lained, mille harjad ei murdu                                        | Mõõdukas    |
| 0,5 – 1,25 m | Nõrk lainetus         | Aeg-ajalt murdvad lained                                                               |             |
| 1,25 – 2,5 m | Mõõdukas lainetus     | Pikemad lained, laineharjadel vahumütsid, meri kohiseb                                 | Tugev       |
| 2,5 – 4 m    | Tugevapoolne lainetus | Lainevaht on levinud laikudeks, õhus lainepritsmed                                     |             |
| 4 – 6 m      | Tugev lainetus        | Lainevaht on levinud tuule suunaga paralleelseteks vöötideks                           | Väga tugev  |
| 6 – 9 m      | Kõrged lained         | Tuul kisub laineharjadelt pritsmeid, kõikjal tihedalt vahuvöote                        |             |
| 9 – 14 m     | Tormilained           | Lainemäed mis murduvad tuule käes, merepind on vahust valge, nähtavus muutub halvemaks | Torm        |
| > 14 m       | Orkaanilained         | Hiigelsuured lainemäed, õhk on täis pritsmeid ja vahtu, eriti halb nähtavus            | Orkaan      |



# Tuule kiirus ja lainetus



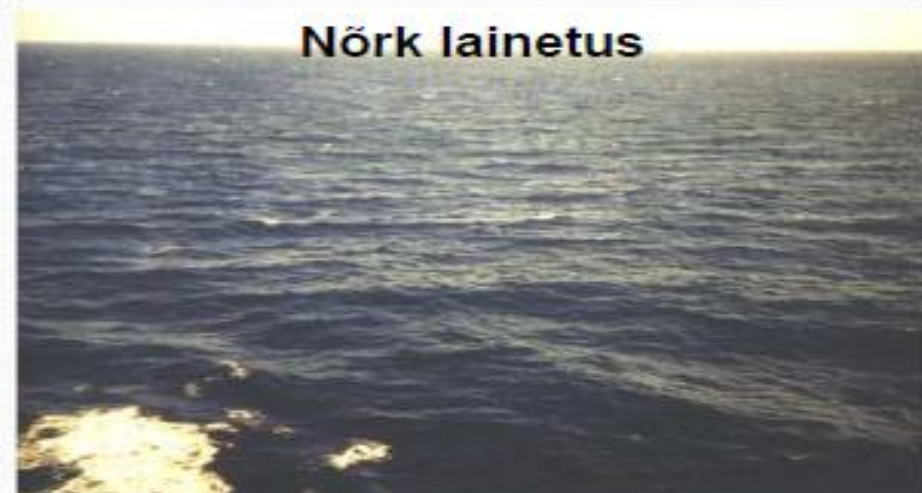
**Peegelsile**



**Virvendav**



**Rahulik**



**Nõrk lainetus**

# Tuule kiirus ja lainetus

**Möödukas lainetus**



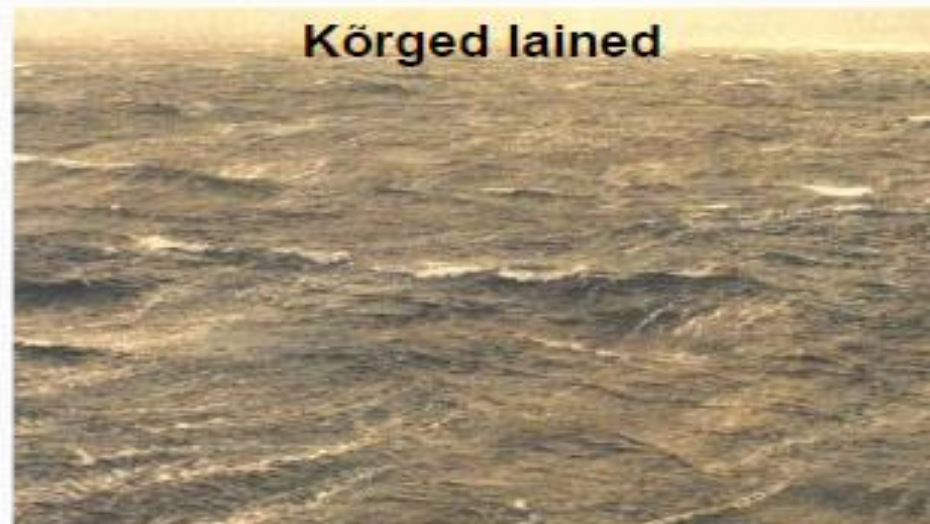
**Tugevavapoolne lainetus**



**Tugev lainetus**



**Kõrged lained**





# Tuule kiirus ja lainetus





# Atmosfäärinähtused

- **Päikesekiirgus** esineb mitmesuguste kiirgusvoogudena
  - Päikese suunast tulnud paralleelsete kimpudena levivat kiirgust nimetatakse **otsekiirguseks**
  - Päikesekiirgust, mis on hajutatud veeauru, tolmu-, õhu- ja teiste osakeste poolt, nimetatakse **hajukiirguseks**
  - **Päikesepaistelise ilma** korral esineb nii otsekiirgus kui ka hajukiirgus
  - **Pilves ilmaga** hajutavad pilved kogu kiirguse ja esinevad ainult hajukiirgus
- **Tara** on spektrivärvides rõngas ümber **Kuu**
  - **Punane** värvus asub rõnga **välispoolel**
  - **Tara tekib** kui vaateleja ja kuu vahel asuvad **läbipaistvad pilved**



# Atmosfäärinähtused

- **Halo** tekib kui **Päikeselt** või **Kuult** tulnud valguskiired **peegelduvad** või murduvad õhus hõljuvatel **jääkristallidel**
  - Valguse murdumisel on rõngad **värvilised**, punane värvus on Päikese pool
  - peegeldumise korral on rõngas **värvitu**
- **Sambad ja kõrvalpäikesed** tekivad kui Päike või Kuu paistab läbi õhukeste kiudpilvede
- **Virmalised** on atmosfääri kõrgemates kihtides esinev optiline nähtus, mille põhjustajaks on **Päikeselt** lähtuvate **laetud osakeste** (niinimetatud päikesetuule) kokkupõrked **Maa atmosfääri** osakestega
  - Virmaliste tekkimise keskmine **kõrgus** on **105 km** maapinnast
  - **Madalaim** kõrgus on umbes **80 km** ja kõrgeim umbes **200 km**



# Halo



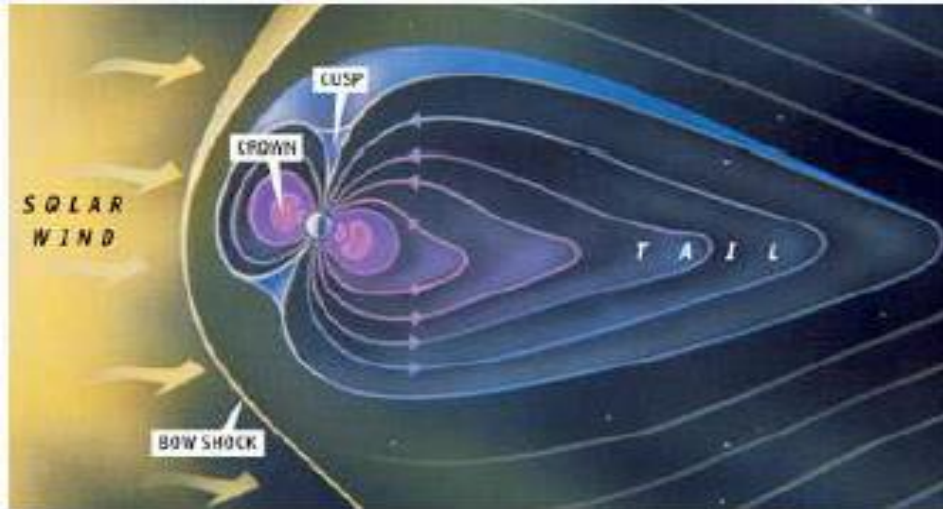
# Kõrvalpäike ehk päikesekoer(ad)



# Sammas



# Virmalised



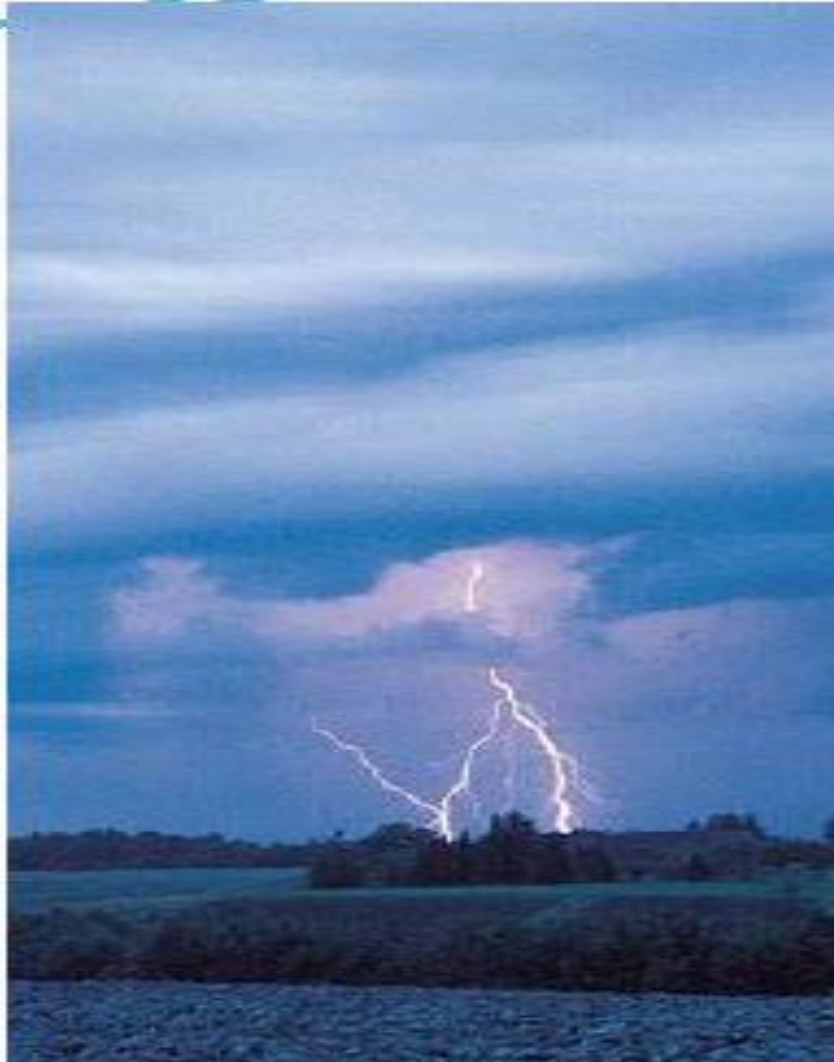
# Vikerkaar



- **Vikergaar** on optiline nähtus, mille põhjustab päikesekiirte **murdumine** ja **peegeldumine** vihmapiiskadelt
- **Vikergaar** on inimesele nähtav **spektrivärvide** kaarena
- Tavaliselt eristatakse lainepikkuse **kahanemise järjekorras** seitset värvust: **punane, oranž, kollane, roheline, sinine, tumesinine ja violetne**
- **Vikergaar** saab tekkida üksnes siis, kui Päike ei ole horisondist kõrgemal kui **40°**



# Äike



- **Äike** liigitatakse terministeks ehk **kohalikeks** ja **frondiäikeseks**
- Kohalikud äikesed tekivad õhumassi sees, teised aga peamiselt külmal frondil
- **Lähiäike** esineb välgu ja müristamisega mille vahe ei ületa **10 sekundit** (kaugus kuni **3 km**)
- **Kaugäikese** puhul on ajaline vahe üle 10 sekundi (kaugus **üle 3 km**) ning võib esineda ka ainult müristamisena
- **Pätk** on põuavätk, mis esineb **ilma** müristamiseta



# Udu

- **Udu** tekib kui kondensatsioon õhus toimub maapinna lähedal
- **Merel** tekivad kevadel tihedad udud kui sinna valguvad soojad mandrilised õhumassid
- **Merel** on udusid rohkem soojal aastaajal ning **mandril** külmal aastaajal
- Veekogude kohal võivad esineda ka nn. **Auramisudud** - vesi aurab soojemalt veepinnalt külmemasse ähku. Sellised udud esinevad tavaliselt **hilissügisel**. **Talvel** esineb neid külmumata meredel või jäälahvandustel
  - **Kinnise taevaga udu** – taevas ei ole nähtav, horisontaalnähtavus on **alla 1000 m**.
  - **Läbipaistva taevaga udu** – taevas ja pilved on nähtavad, horisontaalnähtavus **alla 1000 m**.
  - **Maapinna udu** - vahetult maa(mere)pinna kohal asuv udukiht, mille kõrgus maa kohal ei ole **üle 2 m**, vee kohal **kuni 10 m**
  - **Uduvine** – horisontaalne nähtavus **1000** kuni **10000 m**

# Udu tiheduse määramine



- Väga tihe udu - nähtavus **alla 50m**
- Tihe udu - **50-200m**
- Mõõdukas udu - **200-500m**
- Hõre udu - **500-1000m**



# Pilved

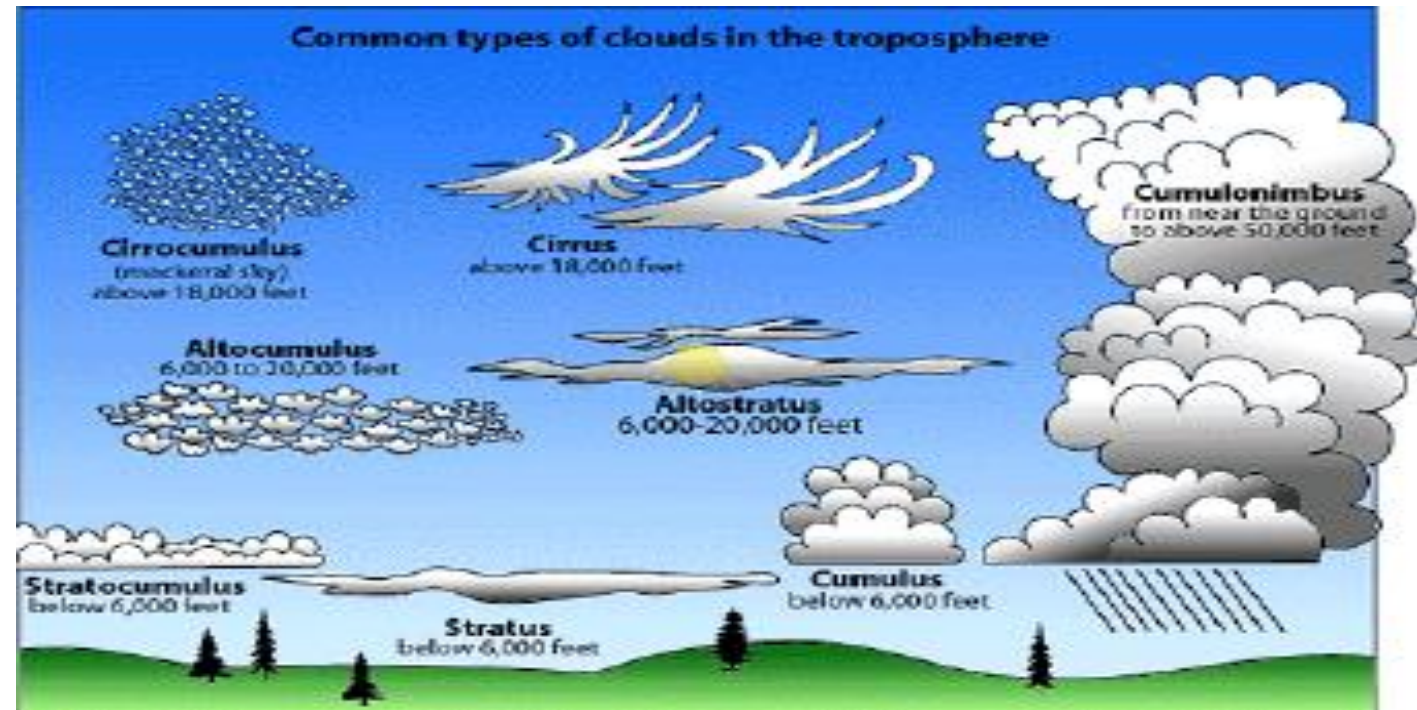


- **Pilved** tekivad veeauru kondensatsiooni või sublimatsiooni tagajärjel
- **Pilved koosnevad** pilvepiisakestest ja jääkristallidest
- **Pilved liigitatakse** vastavalt nende alumise pinna (**aluse**) **kõrguse** ja **ehituse** järgi **4 klassi**, milles on kokku **10 põhiliiki**

# Troposfääri pilveklassid

**I klass** - ülemised pilved (alus 6-10 km kõrgusel)

- Kiudpilved - Cirrus (Ci) - alus 7-10 km
- Kiudrünkpilved - Cirrocumulus (Cc) - 6-8 km
- Kiudkihtpilved - Cirrostratus (Cs) - 6-8 km

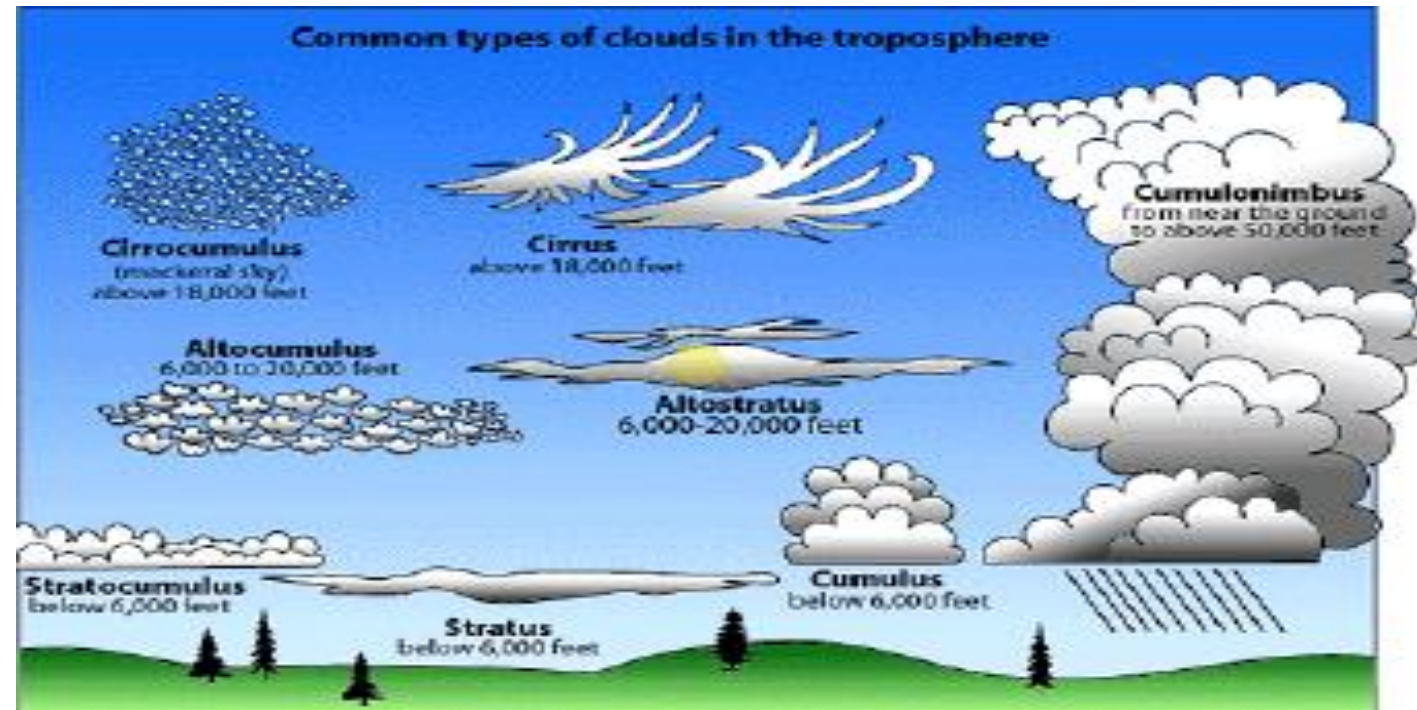




# Troposfääri pilveklassid

**II klass** - keskmise kõrguse pilved (**alus 2-6 km** kõrgusel)

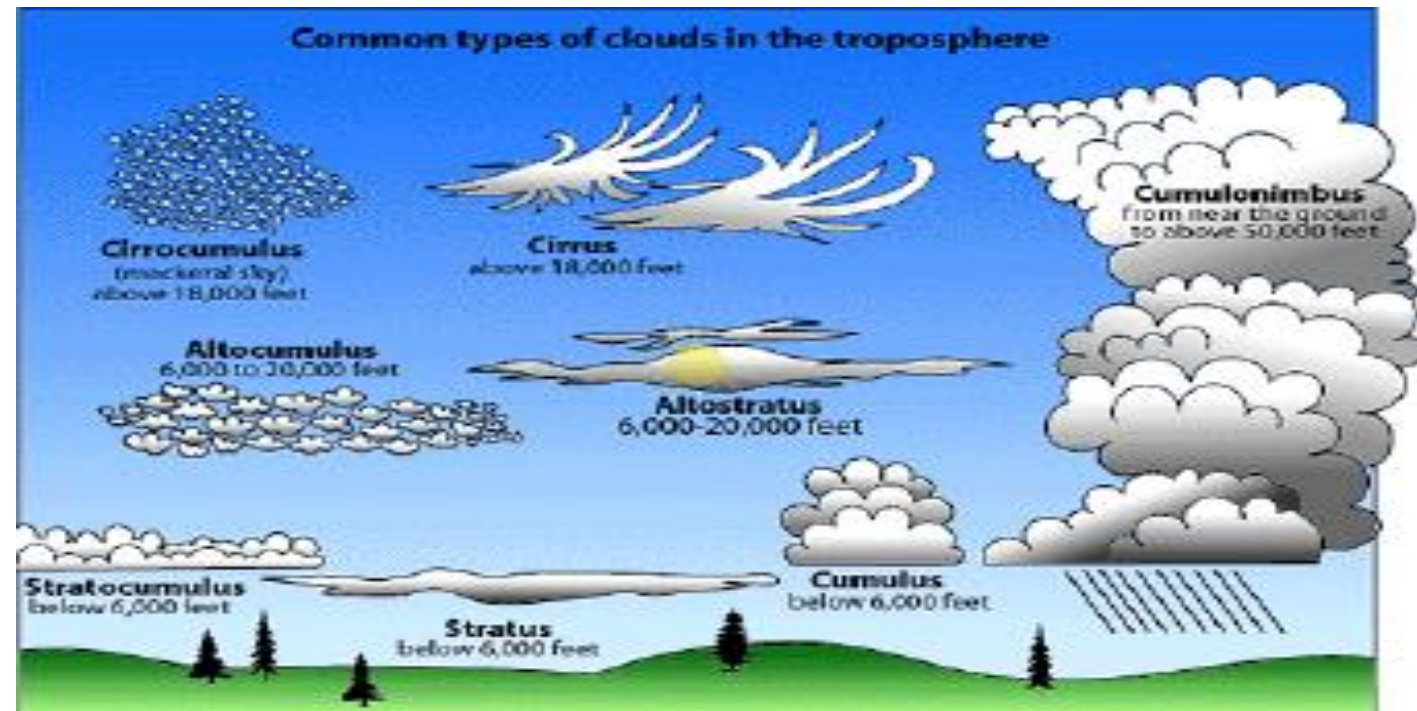
- Kõrgrünkpilved - Altocumulus (Ac) - **2-6 km**
- Kõrgkihtpilved - Altostratus (As) - **2-5 km**



# Troposfääri pilveklassid

**III klass** - Alumised pilved (alus **alla 2 km** kõrgusel)

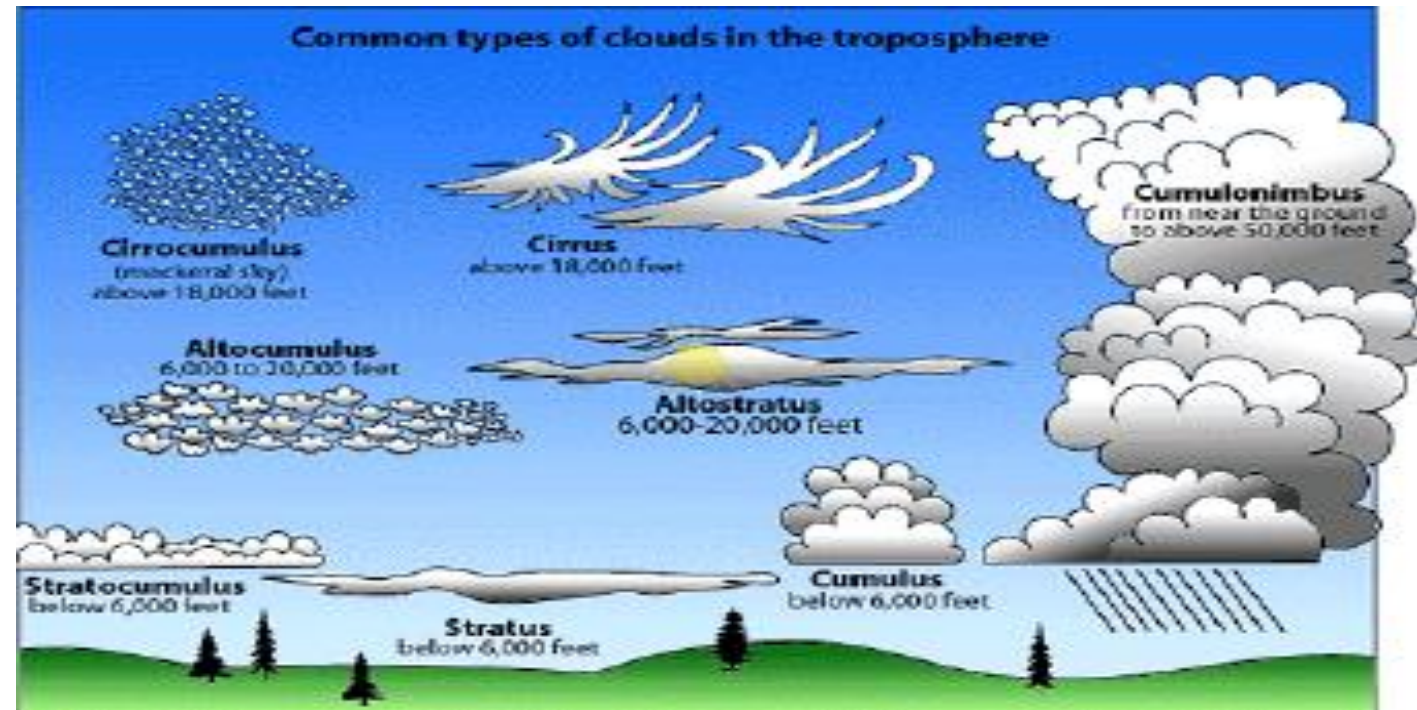
- Kihtrümpilved - Stratocumulus (Sc) - alus **0,6-1,5 km**
- Kihtpilved - Stratus (St) - **0,1-0,7 km**
- Kihtsajupilved - Nimbostratus (Ns) - **0,1-2,0 km**



# Troposfääri pilveklassid

**IV klass** - Vertikaalsuunas arenevad ehk konvektsioonipilved (alus **0,4-1,5 km**)

- Rünkpilved - Cumulus (Cu) - 0,8-1,5 km
- Rünksajupilved (ehk äikesepilved) - Cumulonimbus (Cb) - **0,4-1,0 km**





# Tunnused

- **Ülemised pilved** on valge värvusega, läbipaistvad ning varjudeta. Päike või Kuu paistab neist läbi teravate kontuuridega. Koosnevad alati jääkristallidest ning sademeid ei anna
- **Keskmised pilved** on tihedamad kui ülemised. Pilveosadel esineb paiguti varje. Koosnevad kas väikestest piisakestest või veepiisakeste, lumetähekeste ja jääkristallide segust. Optilise nähtusena võivad esineda õhukeste pilvede puhul tarad
- **Alumised pilved** on halli või tumehalli värvusega ning võrdlemisi tihedad. Neis pilvedes esineb erineva suurusega piisakesi ja jääskelette
- **Konvektsioonipilved** tekivad kui aluspinna soojenemise tõttu tekivad õhu püstvoolud. Koosnevad mitmesuguse suurusega piiskadest



# Kiudpilved



- Väliselt peene, kiulise ehitusega
- Esinevad väga mitmesugusel kujul - kriidijoonte, kiudude või niidikestena, üksikute kimpude, haakide, komade või linnusulgedena



# Kiudrünkpilved



- Üksikud valged varjudeta topikesed või pallikesed, mis on enamasti rühmitunud
- Esinevad peaaegu alati kiud- või kiudkihtpilvedega

# Kiudkihtpilved



- Kiudkihtpilved moodustavad õhukese valge loori, millest Päike või Kuu paistavad selgelt läbi
- Valguskiirte murdumise ning peegeldumise tagajärjel pilve jääkristallidelt tekivad Päikese ja kuu ümber halonähtused

# Kõrgrünkpilved



- Kõrgrünkpilved koosnevad väliselt valgetest pallidest või pankadest, millel on juba paiguti nõrku varje
- Üksikud pallid või pangad on sageli rühmitunud kobarateks või paralleelseteks ribadeks

# Kõrgkihtpilved



- Kõrgkihtpilved on kihilise struktuuriga
- Väliselt paistab halli või sinaka loorina
- Päike või Kuu paistavad nagu läbi mattklaasi
- Halonähtusi ei esine
- Annab sademeid nõrga lume või vihma kujul
- Suvel sademeid ei anna

# Kihtrünpilved



- Kihtrünpilved on analoogilised kõrgrünpilvedele, kuid palju paksemad ja tumedamad
- Koosnevad suurtest paksudest, ilma teravate piirjoonteta tasastest pankadest või pallidest
- Sageli esinevad laineliste kihtide, vallide või vagudena
- Üldiselt sademeid ei anna, kuid paksemad pilved võivad lühiajalist nõrka vihma või lund anda



# Kihtpilved



- Kihtpilved on kihilise ehitusega
- Sarnaneb uduga
- Värvus on helehallist tumehallini
- Võivad anda uduvihma, teralund või nörka lund
- Mõnikord laguneb üksikuiks rebenenud tükkideks, Stratus fractuseks

# Kihtsajupilved



- Kihtsajupilved on talvel tumehallid, suvel aga sinakad, vesise ilmega
- Ühtlased, suhteliselt kestvad sademed: suvel lausvihm, talvel lauslund
- Pilve all sageli rebenenud kihtpilve tükid - Fractonimbused

# Rünkpilved



- Rünkpilved on rünga- või künkakujulised
- Nõrga konvektsiooni korral on pilve ülaosa lame (Cu humilis)
- Tugeva konvektsiooni korral lillkapsa kuju (Cu congestus)
- Sademeid ei anna



# Rünksajupilved ehk äikesepilved



- Rünksajupilved ehk äikesepilved arenevad väga intensiivselt
- On sageli alasi kujuga
- Pilve alumine osa on tume
- Intensiivsed, väga muutliku tugevusega ja lühiajalised sademed: hoogvihm, hooglumi, rahehood ja soojal aastaajal sageli äike



# Rünksajupilved ehk äikesepilved





# Õhumassid



- Õhumassiks nimetatakse suurt, mõningate ühesuguste füüsikaliste omadustega õhu hulka troposfääris, mis võib hõlmata väga suuri maaalasid ja liigub kooskõlas atmosfääri üldise tsirkulatsiooniga
- Õhumassi omadused määravad oluliselt ilma iseloomu selle õhumassi poolt hõivatud piirkonnas
- Samas õhumassis järske ilmamuutusi ei toimu
- Õhumassi omadusi määravad niisugused meteoroloogilised elemendid, mis jäävad püsima õhu liikumisel: nähtavus, õhutemperatuur, eriniiskus jm.
- Üleminek ühest õhumassist teise on tavaliselt järsk

# Õhumassid



- Õhumasside üleminekualadesse on varutud suured energiahulgad, mis põhjustavad tsüklonite tekkimist
- Õhumassid liigitatakse **termodünaamiliste omaduste** (soojad, külmad, kohalikud mis omakorda jagunevad veel püsivateks ja ebapüsivateks) ja **päritolu** järgi (arktiline, polaarne, troopiline, ekvatoriaalne millest kolm esimest jagunevad mereliseks ja mandriliseks)



# Õhumassid

- **Soojaks** nimetatakse sellist õhumassi, mis liigub soojemast külmemasse keskkonda, tavaliselt suurematele laiuskraadidele - külmale aluspinnale, kus see hakkab jahtuma
- **Külmaks** nimetatakse õhumassi siis kui see liigub soojemasse keskkonda, tavaliselt väiksematele laiuskraadidele ja seega soojemale aluspinnale
- **Kohalikuks** nimetatakse sellist õhumassi, mis on pikemat aega viibinud antud geograafilises piirkonnas. Suvel kui aluspind on soe, on kohalik õhumass ebapüsiv, talvel külma aluspinna tõttu aga püsiv
- **Püsivaks** ehk stabiilseks nimetatakse õhumassi siis, kui õhk on aluspinnast soojem. Sellises õhumassis rünkpilvi ei teki

# Õhumassid



- **Ebapüsivaks** ehk labiilseks nimetatakse õhumassi siis kui õhk on külmem kui aluspind. Ebapüsivas õhumassis on soodsad tingimused konvektsioonipilvede tekkimiseks
- Eesti territooriumil on kõige tüüpilisemaks õhumassiks **parasvöötme** (polaarne) õhumass. Esineb ka arktilise ja troopilise õhumassi sissetunge
- **Arktiline õhumass** liigub meile tavaliselt Barentsi mere piirkonnast ja toob talvel kaasa madala õhutemperatuuri. Kevadel ja sügisel võib põhjustada öökülmi
- **Mandriline polaarne** tekib Põhja-Euroopas ja siberis, mereline liigub meile Atlandi ookeani idaosast



# Ilm stabiilses õhumassis

- **Sooja stabiilse õhumassi** sissetungi näiteks on talvel Atlandi ookeanilt itta liikuv **mPÕ**. Sooja ja niiske õhu sissetung põhjustab tugeva sula
- **Talvel** on iseloomulik täispilvisus, millega vahel kaasneb uduvihm, teralumi või advektiivne udu. Tuul on püsiv ja nähtavus halb
- **Suvel** mandril soojenenud õhu liikumine suhteliselt külmale merepinnale
- **Külm stabiilne õhumass** esineb tavaliselt talvel mandri kohal, kus on soodsad tingimused maalähedase õhukihi jahtumiseks
- Talvel selge pakaseline ilm





# Ilm labiilses õhumassis

- **Soojal aastaajal** on mandril tüüpiliseks külmaks labiilseks õhumassiks **mPÕ** ja **mAÕ**. Põhiliseks ilmatüübiks konvektsioonipilvede ja hoogsademetega ilm, tuul on puhanguiline
- **Talvel** on iseloomulikuks külmaks labiilseks õhumassiks külmemast ümbrusest lahtise mere kohale liikuv õhk
- **Suvel** esineb sooja labiilset õhumassi ainult maismaa kohal. Sageli öine äike
- **Talvel** võib suhteliselt soe õhumass esineda merede ja rannikualade kohal. Ilm on muutlik - hoogsadude ja rünkpilvitusega

# Frondid

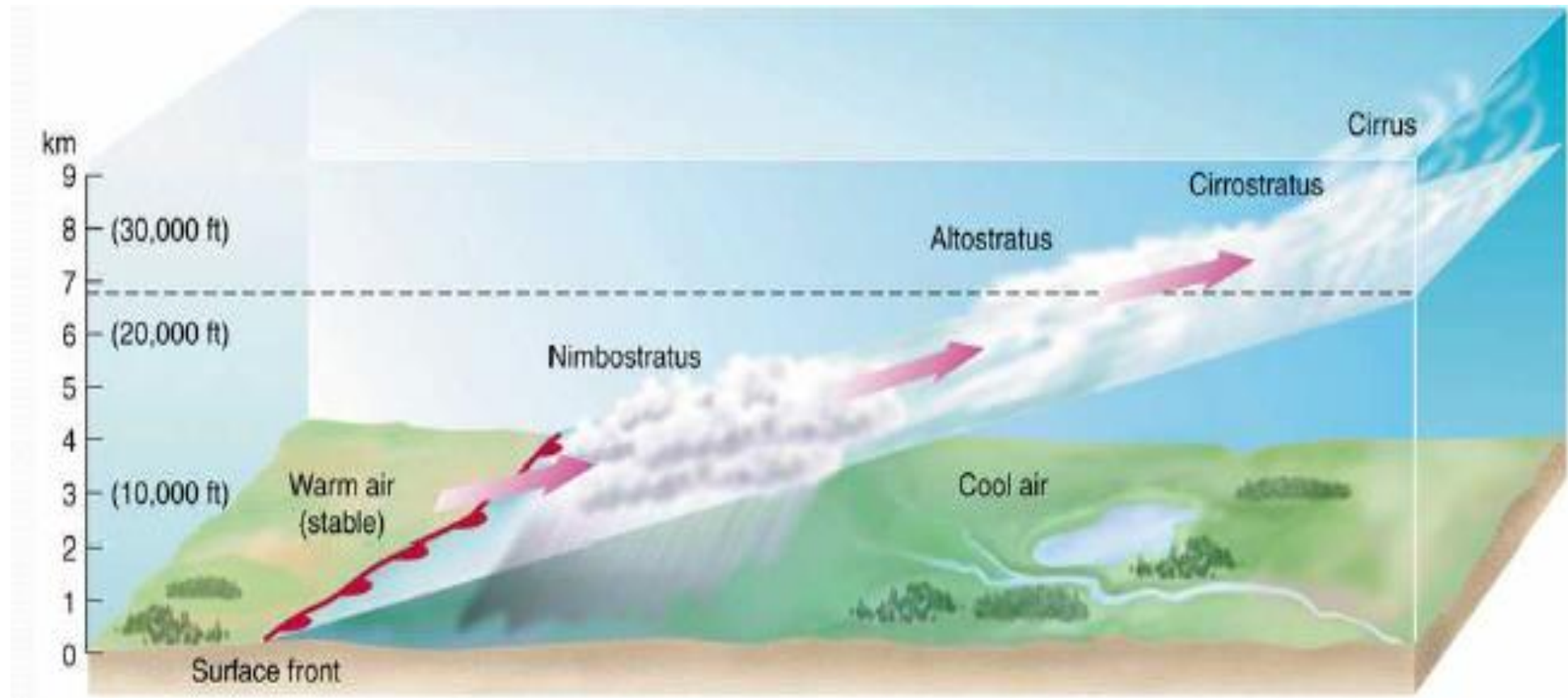
- **Frondik** nimetatakse kitsast üleminekutsooni kahe naaberõhumassi vahel
- Üleminekul ühest õhumassist teise toimub frontaalpinnal temperatuuri **järsk muutus**
- **Frondid** jagunevad peafrontideks ja sekundaarseteks frontideks
- **Peafrondi** pikkusseks võib olla mõnisada kuni mõnituhat km ja nendel arenevad tsüklonid või tsüklonite seeriad. Peafronidid lahutavad erineva geograafilise päritoluga õhumasse, mille omadused erinevad tunduvalt
- **Sekundaarsed fronidid** kuuluvad tavaliselt ühe tsükloni piirkonda ja lahutavad sama tüüpi õhumassi erinevaid osi



# Frondid

- **Õhumassi aktiivsuse** järgi eristatakse: **soe front** (liigub suhteliselt külmemale õhumassi poole), **külm front** (liigub suhteliselt soojemale õhumassi poole) ja väheliikuv ehk **statsionaarne** front
- Üks ja sama peafront võib ühes piirkonnas olla statsionaarne, teises- külm või soe front. **Sekundaarsed** frondid on enamasti külmad
- Kui külm front maapinnal jõuab järele soojale frondile, siis soe õhk surutakse üles. Tekib **oklusioonifront**, see on kompleksne front külma ja sooja frondi ühinemisel

# Soe front





# Soe front

- **Sooja frondi** korral liigub pealetungiv **soe** õhumass **külma õhu peale** ja piki frontaalpinda ülespoole
- Enne sooja frondi saabumist mingisse piirkonda asub sellel alal külm õhumass sellele iseloomuliku ilmaga
  - **Suvel** on külm õhumass labiilne, mistõttu päeval on valitsevateks pilvedeks konvektsioonipilved hoogsadudega, kusjuures öösel on taevas selge
  - **Talvel** on külmas õhumassis taevas pilvitu või kaetud alumiste või siis keskmise kõrguse kihiliste pilvedega
- Esimeseks sooja frondi **tunnuseks** on kiudpilvede ilmumine, millede hulk järjest suureneb ja mis tihenevad horisondi sselles osas, kust soe front läheneb. Õhurõhk hakkab aeglaselt langema





# Soe front

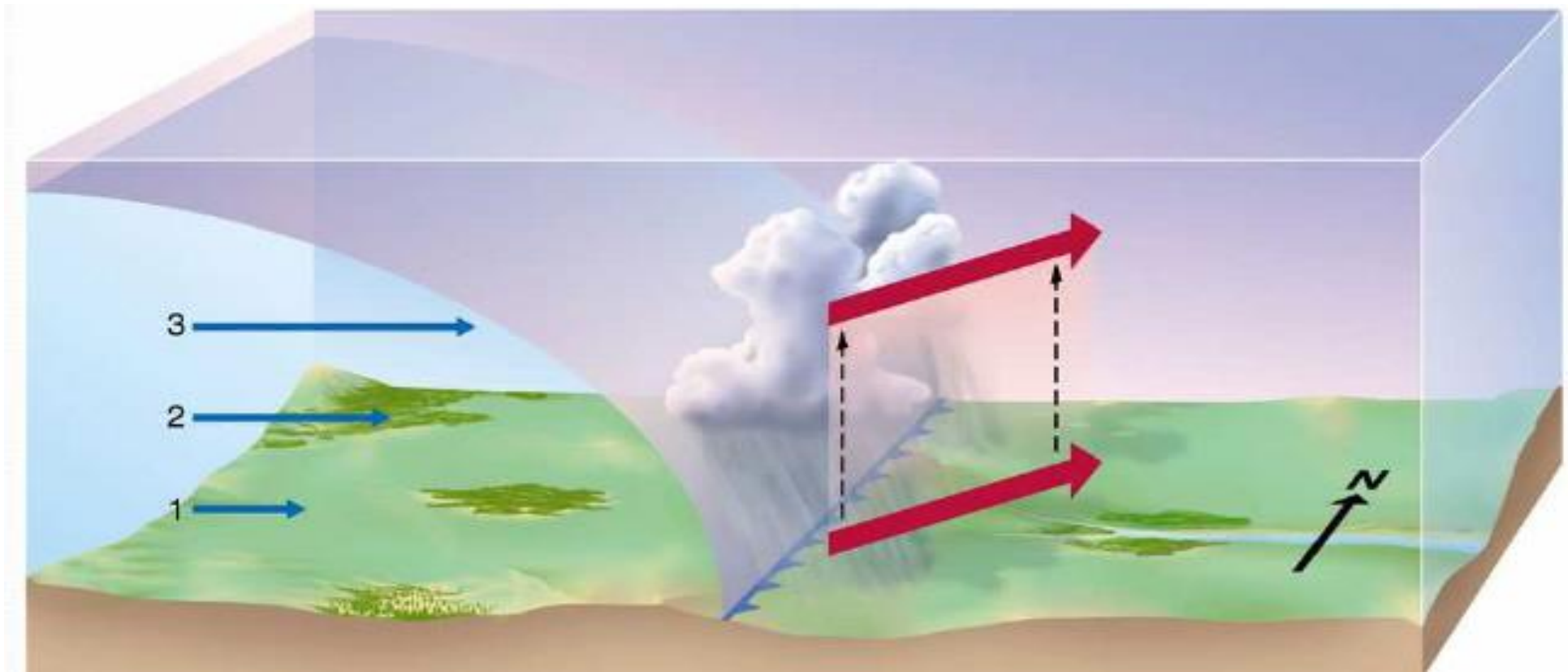
- Edasi **Ci** ja **Cs** pilvkate järjest tiheneb ja läheb üle **As** pilvedeks. Külmal aastaajal võib kõrgkihtpilvedest sadada nörka lund. Õhurõhu langus kiireneb. **Tuul** tugevneb ja pöördub veidi vasakule
- Tavaliselt on sooja frondi ees valitsevateks tuulteks kagutuuled
- Frondi lähenemisel ilmuvad kõrgkihtpilvede asemele kihtsajupilved (**Ns**), mille all võib sageli näha rebenenud pilvi (**Fmb, St fr**)
- Kuni frondi saabumiseni iseloomustab ilma laussadu, halb nähtavus ja tuule tugevnemine, õhurõhu langus kiireneb.
- Talvel õhutemperatuur tõuseb pidevalt juba frondi ees ning sageli tuiskab



# Soe front

- Frondi läbimist iseloomustab tuule järsk **pöördumine paremale**, näiteks kagust edelasse ja õhurõhu languse lõppemine või järsk vähenemine
- **Sademed** kas lakkavad või sajab uduvihma. Tihti esineb udu
- Antud punkti läbib sooja frondi pilvede süsteem **poole** kuni **paari ööpäeva** jooksul

# Külm front



# Külm front

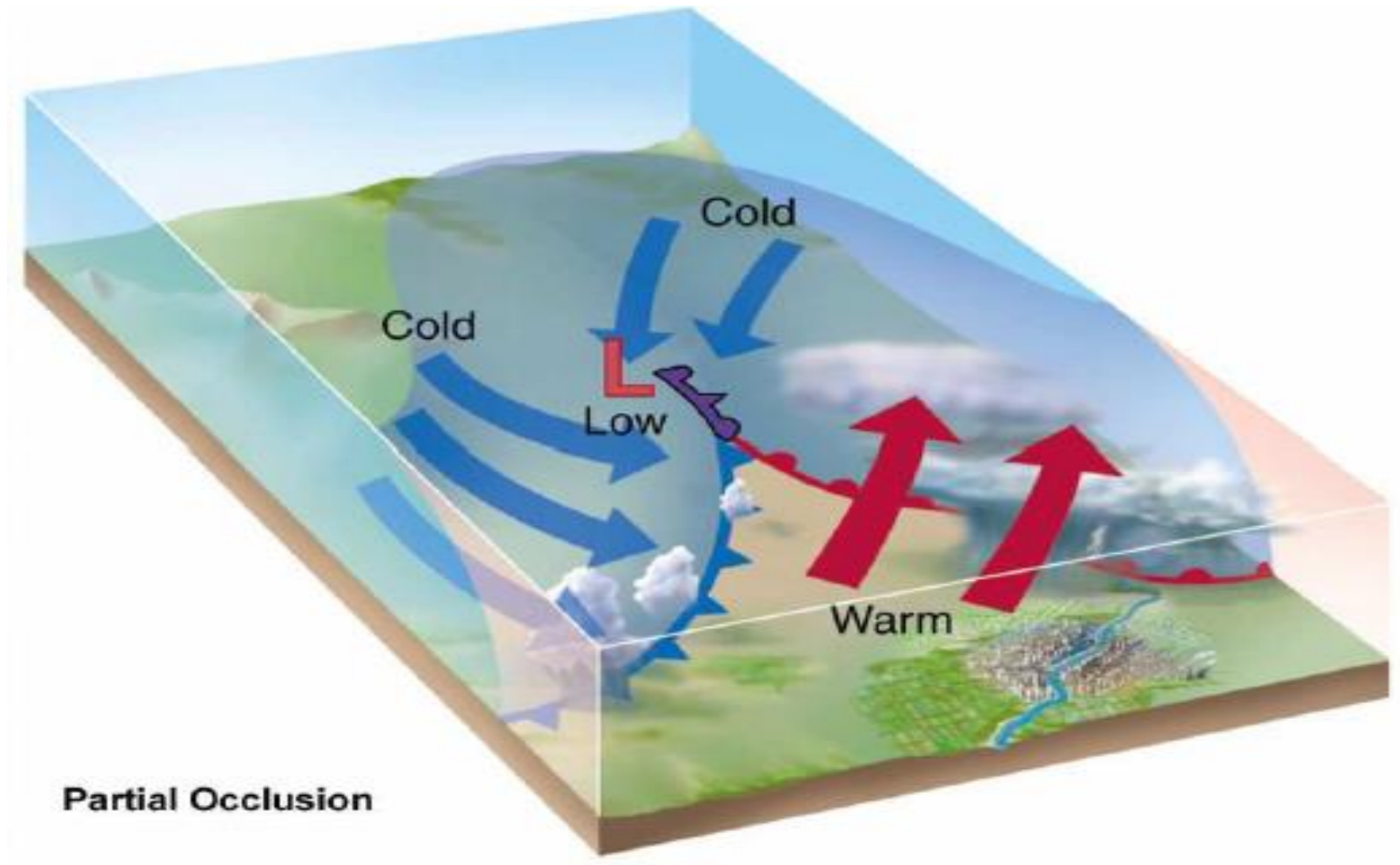
- Eristatakse **1.** ja **2. liiki** külma fronti
- **1. liiki** külma fronti iseloomustab sooja õhu korrapärane ülesliuglemine sooja õhumassi alla tungiva külma õhu kiilu kohal. Üksikute pilveliidide kulgemine läbimingi antud punkti on vastupidine soojale frondile
- **2. külm** front tekib siis, kui soe õhk on labiilne ja sisaldab küllaldaselt veeauru. Sellises olukorras annab külma õhu kiilu sissetung sooja õhumassi alla tõuke intensiivseks konvektsiooniks soojas õhumassis. Põhilisteks pilvedeks on **Cu** ja **Cb**. 2. liiki külmad frondid liiguvad tavaliselt väga kiiresti
- **1. liiki** külma frondi peatsele saabumisele viitab **Ac** lenticularise ilmumine vaheldumisi võimsa mitmekihilise pilvitusega. Peatselt kujuneb valdavaks **Ns**. Pärast frondi läbiminekut võib püsima jääda **St**, **St fr** ja **Fmb** ning sademed

# Külm front

- Ka **2. liiki** külma frondi ees võib esineda **Ac** lenticularis pilvi. Lähema paari tunni jooksul kattub taevas **Cu**- ja **Cb**-pilvedega ning algavad hoogsajud, vahel koos äikesega. Samal ajal langeb õhurõhk järsult. Tuul pöördub vahetult enne frondi läbimineku vasakule. Frondi läbimineku järel pöördub tuul paremale ja õhurõhk hakkab kiiresti tõusma. Sademed nõrgenevad ja lakkavad. Pärast frondi ülemineku tekivad kohe lühiajalised ilma selgimised
- **2. liiki** külma frondi läbimineku muutub ilm järsemalt kui **1. liigi** korral

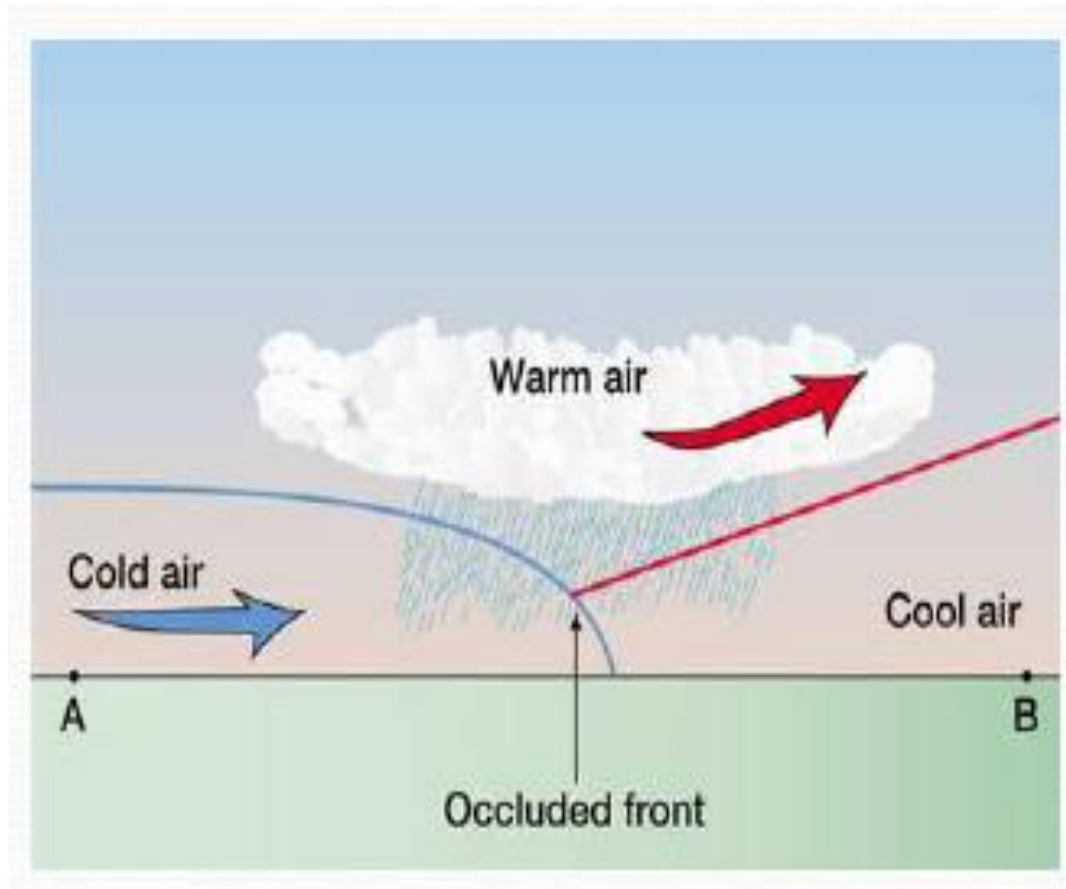


# Oklusioonifront



# Oklusioonifront

**Oklusioonifront tekib sooja ja külma frondi liitumisel**



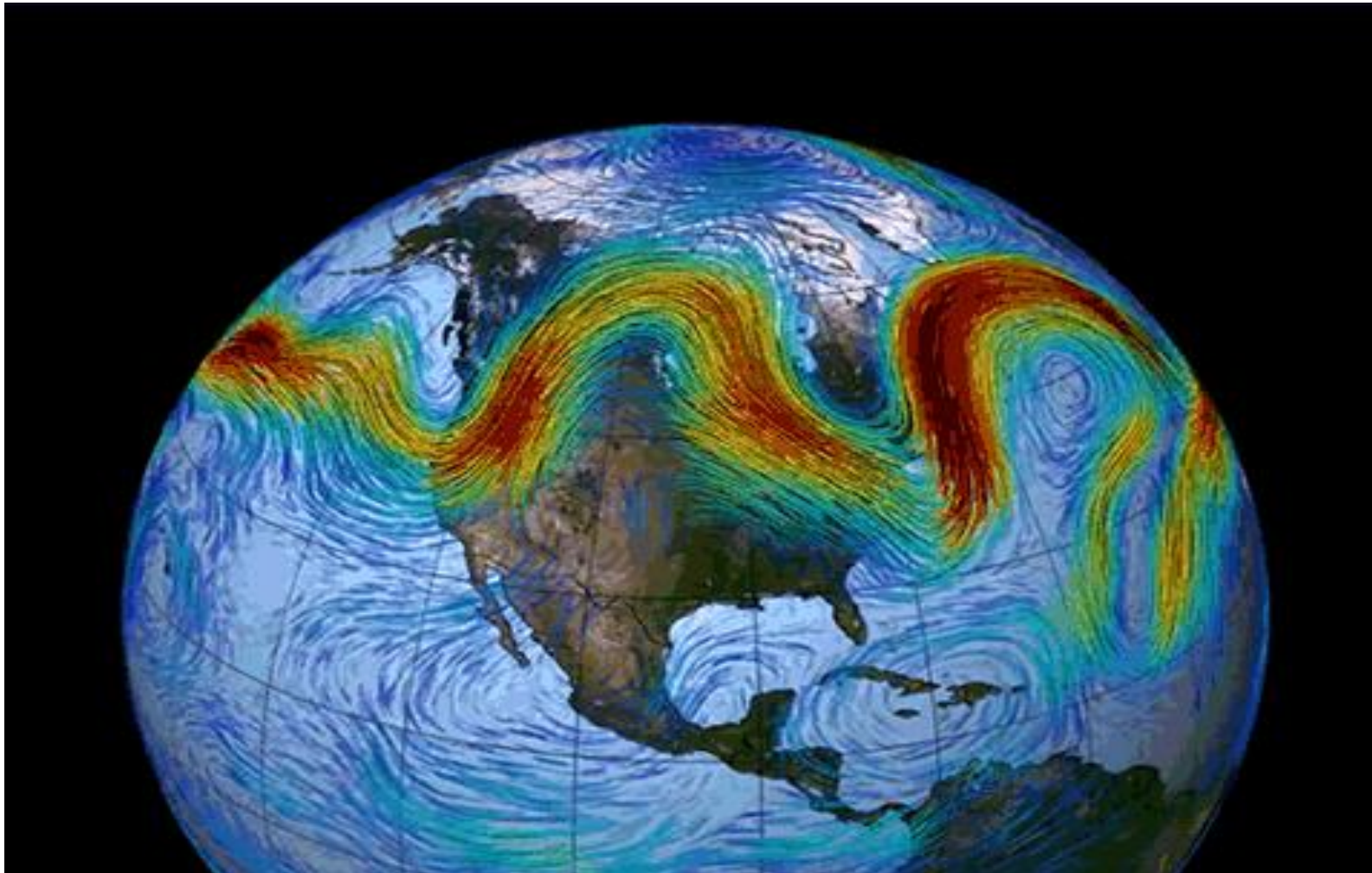
- Soe õhumass on oklusioonifrondi korral surutud üles ja maapinnaga enam kokku ei puutu
- Ilma muutused on sooja oklusioonifrondi läbiminekul samasugused kui sooja frondi korral ja külmal oklusioonifrondil analoogilised külma frondi läbiminekuga



# Tsüklonite ja antitsüklonite teke

- **Parasvöötme tsüklonid** käivad käsikäes **antitsüklonitega**, sest mõlema teke on seotud **jugavooludega** – esimene voolude lahknemisega (tropopausi lähedal), mistõttu õhk hakkab kerkima; teine aga voolude koondumisega, sundides õhu laskuma.
- Sageli tekivad tsüklonid **seeriatena**, st tekivad **5–7** kaupa järjestikku polaarfrondil (maksimaalse barokliinsusega ehk õhumasside vastasseisuga vööndis) ja liiguvad igaüks eelnenust veidi lõunapoolsemat trajektoori mööda (põhjapoolkeral).
- Nii parasvöötmetsetsüklonid kui ka antitsüklonid on **Eesti ilmastiku tunnusjoonteks**

# Jugavool



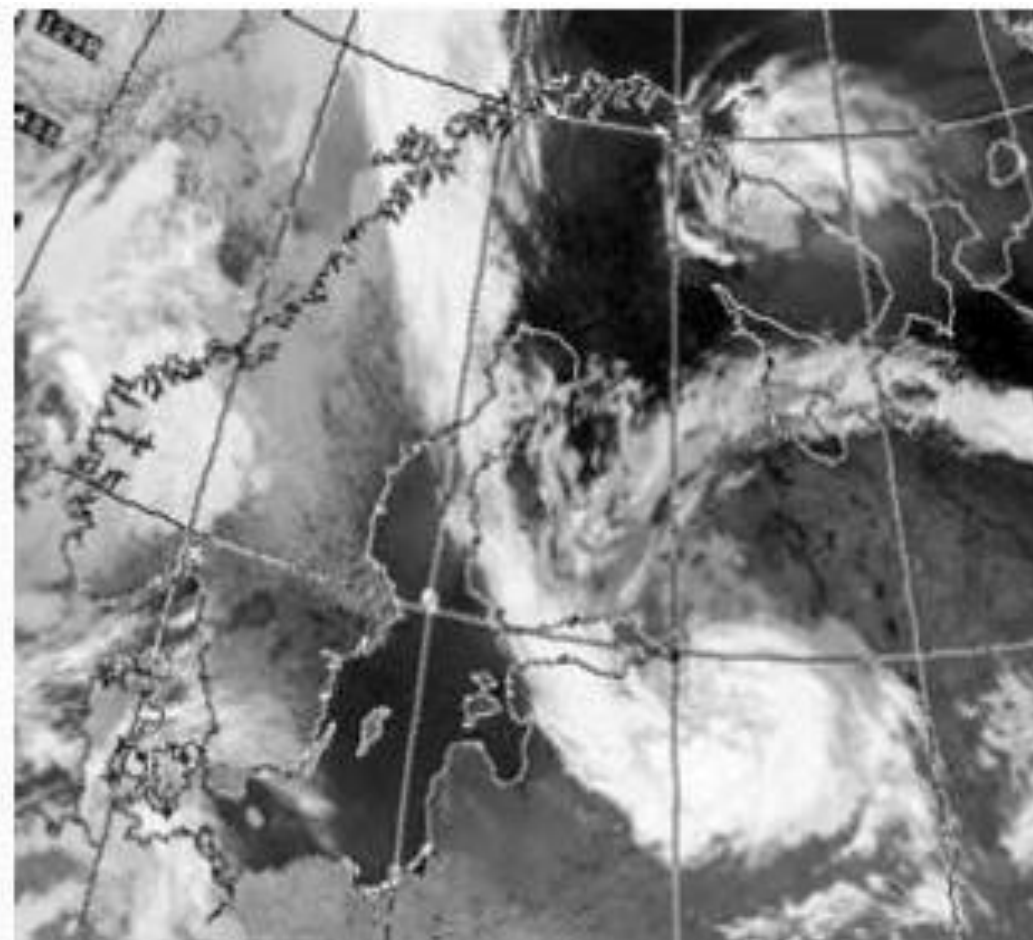
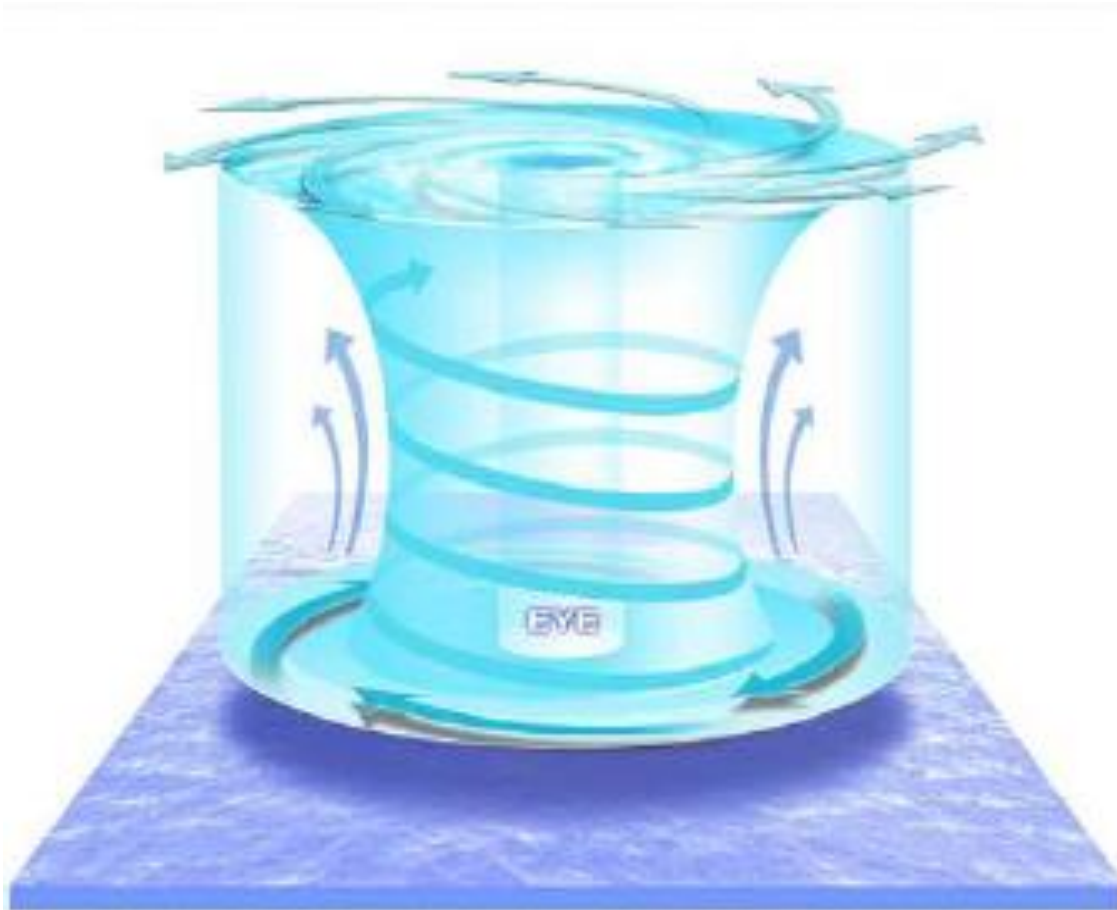


# Tsüklonid

- **Tsüklon** ehk **madalrõhkkond** on tugevasti kaldu oleva pöörlemisteljega hiigelsuur õhupööris atmosfääris
- Põhjapoolkeral pöörleb õhk tsüklonis **vastupäeva**
- Õhurõhk kahaneb tsükloni äärtelt tsentri suunas ja on minimaalne tsentris
- Tsükloni koosseisu kuulub tavaliselt **2 õhumassi**, mis on teineteisest lahutatud frondiga



# Tsüklon



# Tsükloni areng

- **Algstaadium.** Vasttekkinud tsüklonit tähistab sünoptilisel kaardil tavaliselt ainult üks kinnine isobaar
- **Tüüpiline noor tsüklon.** Õhurõhk tsüklonis langeb intensiivselt. Maapinnal tekib soe sektor. Mitu kinnist isobaari
- **Tsükloni maksimaalse arenemise staadium.** Tsükloni süvenemine kestab seni, kuni tsüklon jääb temperatuuriliselt asümmeetriliseks. Tsükloni tsentris rõhk oluliselt ei lange. Külma front, liikudes kiiremini kui soe front, jõuab viimasele järele ja mõlemad frondid liituvad, moodustades oklusioonifrondi
- **Vana, täituva tsükloni staadium.** Sel etapil muutub tsüklon väheliikuvaks. Tsentris hakkab rõhk kasvama - tsüklon täitub



# Tsüklonite tüübid

- **Tsükloneid on mitut tüüpi:** näiteks troopikas tekivad soojade ookeanivete kohal troopikatsüklonid, mida iseloomustab frontide puudumine, energia ammutamine veeauru kondenseerumisest ja konvektsioonist, samuti kompaktsus ja tundlikkus maismaa mõjutuste suhtes. Seevastu keskmistel laiustel, sh Eestis, teevad ilma parasvöötmete tsüklonid, mis tekivad ja saavad oma energia barokliinsetest protsessidest (õhumasside vastasseisust) – seega on neis fronte ja eri omadustega õhumasse, samuti pole nende teke piiratud üksnes ookeanialadega. Veel on olemas lähistroopilised tsüklonid (eelmise kahe tüübi vahepealne), polaartsüklonid (troopikatsüklonite polaaralade analoog)
- **Parasvöötmete tsüklonid** tekivad eeskätt keskmistel laiustel, kus on suurim õhumasside vastasseis (kontrast). Rohkem esineb neid tsükloneid üleminekuaastaaegadel, eriti sügisel, sest polaaralad jahtuvad, aga väikestel laiustel püsib veel soojus – nii on ka kontrast suurem, mis tähendab ühtlasi nende suuremat intensiivsust

# Tsüklonite tüübid

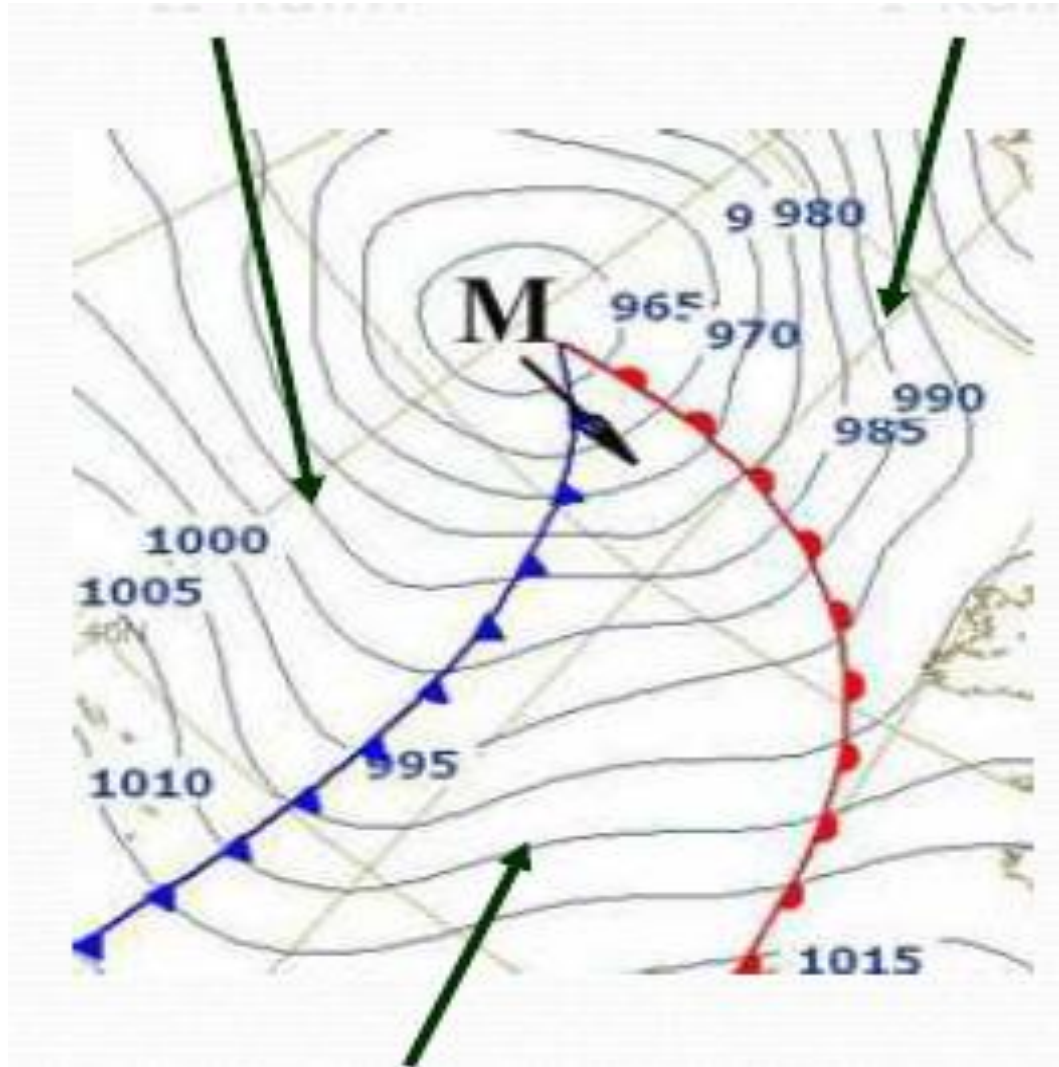
- **Troopilise tsükloni transformatsioon** (ümberkujunemine)  
parasvöötmeliseks on teine põhiline võimalus parasvöötme tsükloni tekkimiseks. See protsess leiab aset tavaliselt **30. ja 40. laiustel**. Ümberkujunemise käigus muutub madalrõhuala energiaallikas, mis on troopiliste tsüklonite puhul varjatud soojuse vabanemine keskme ümbruses olevates konvektsioonipilvedes, barokliinsetel protsessidel põhinevaks energiaallikaks, samuti saavutab süsteem seotuse külma õhumassiga ja frontidega. Lisaks kõigele suureneb transformeeruva süsteemi liikumiskiirus ja selle liikumine algab või jätkub läänevoolu tõttu ida või kirde suunas. Nii võivad troopilise Atlandi ookeani kohal tekkinud orkaanid jõuda tranformeerunutena ehk siis parasvöötmeliste tsüklonitena ka Euroopasse ja mõjutada isegi Eesti ilmastikku.

# Tsüklon





# Ilm tsüklonis



- **I tsoonis** vastavad pilvitus ja sademed sooja frondi vastavatele omadustele
- **II tsoonis** valitseb tüüpiline külma õhumassi ilm kas kestvate selgimiste või ulatusliku rünkpilvituse ja hoogsadudega
- **Soojas sektoris** on soe õhumass stabiilne ja ilm on kas selge või lauspilves, olenevalt õhumassi omadustest. Viimasel juhul on taevas kaetud madalate kihtpilvede või advektiivse uduga. Võib sadada nõrka uduvihma

# Ilm tsüklonis

- **Okludeerunud tsükloni** ilma põhiline erinevus noore tsükloni ilmast seisneb selles, et maapinnal soe sektor kas täielikult puudub või esineb ainult tsükloni äärealas
- Kuni **okludeerunud tsüklon süveneb**, ei erine talvel esimeses tsoonis ilm noore tsükloni esimese tsooni ilmast. Tsükloni täitumise staadiumis sademed nõrgenevad ja sademeteala ei moodusta enam pidevat tsooni. Suvel on oklusioonifront mandri kohal harilikult külma tüüpi. Puudub tihe laussademete ala ja selle asemel esineb oklusioonifrondi ees hoogvihma ning vahel ka äikest
- **Okludeerunud tsükloni** tagalas on ilm sarnane noore tsükloni ilmaga teises tsoonis

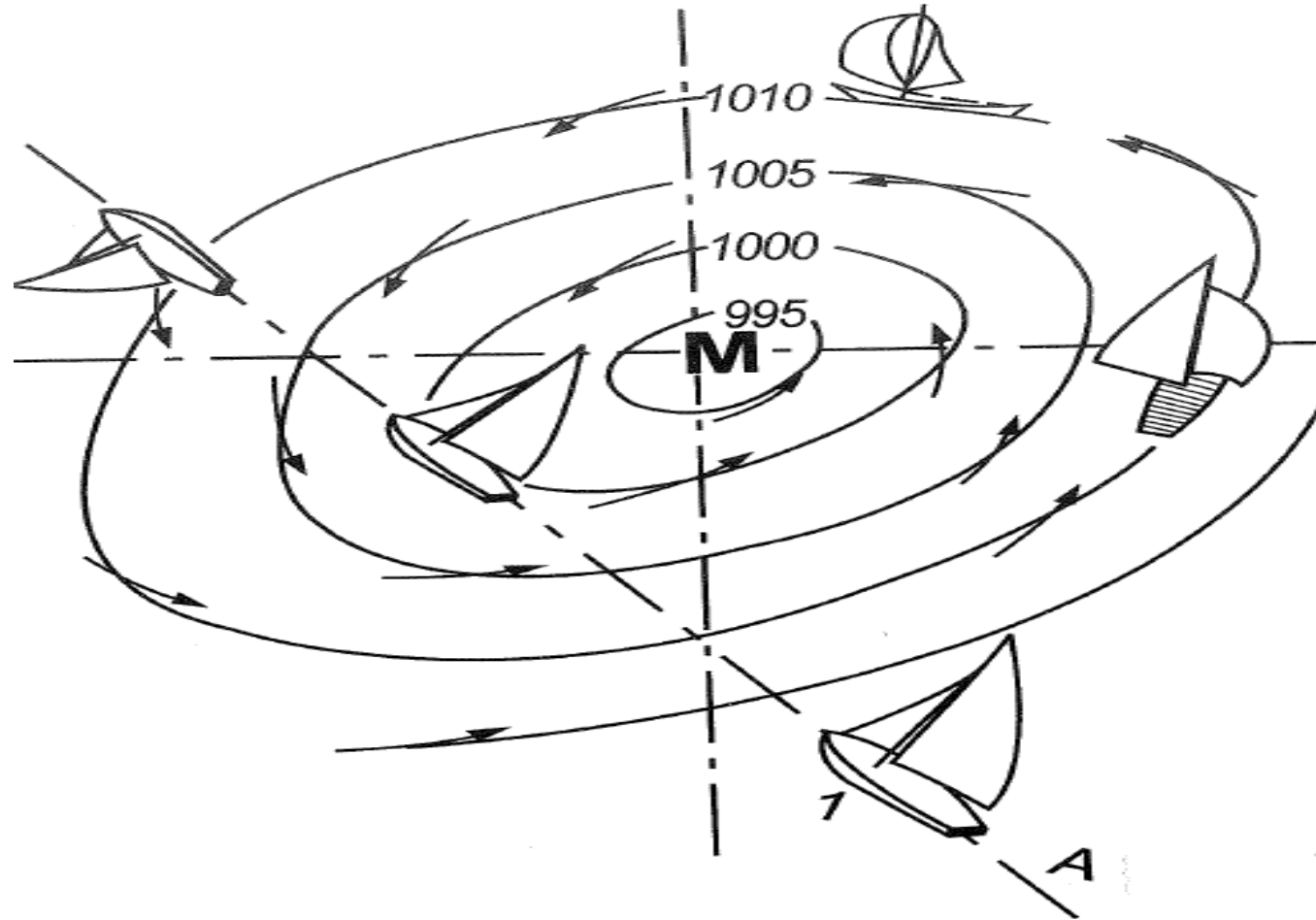


# Buys-Ballot' reegel

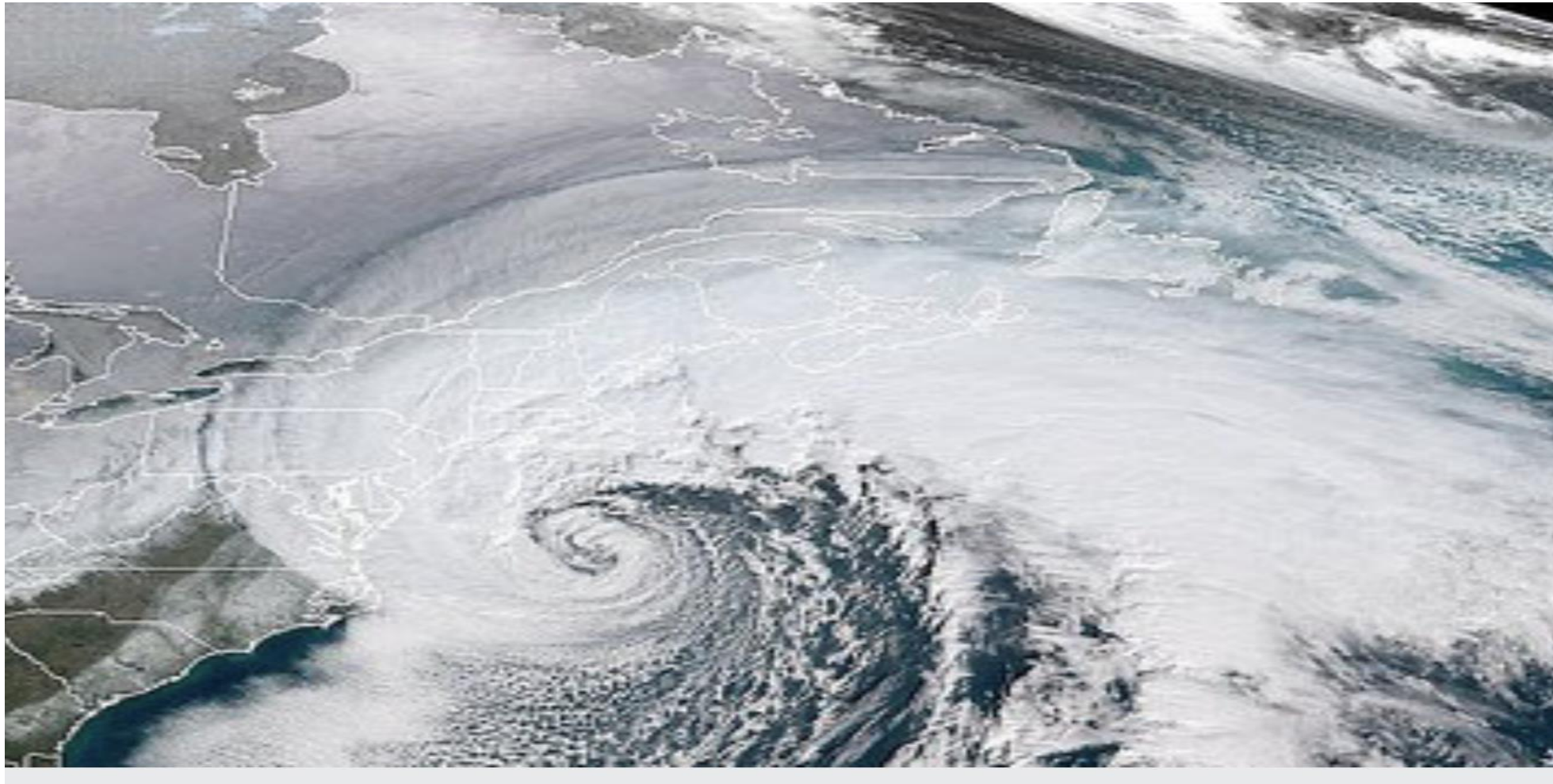
## Madalrõhkkonna liikumist saab ennustada järgmiselt:

- Seistes põhjapoolkeral seljaga vastu tuult, jääb madalrõhkkond vaatelejust vasakule ettepoole ning kõrgrõhkkond paremale taha
- Kursivalik oleneb sellest, kas on vaja maksimaalset kiirust või maksimaalset ohutust ning mis staadiumis on tsüklon. Üldiselt on tsükloni eesmises osas ja teda põhja poolt läbides sõita ohutum, samuti pole siis vaja vahepeal loovida. Valik oleneb ka jahi käiguomadustest ja kasutatavast informatsioonist
- Kui tsüklon on lõplikult välja arenenud (vahetult enne okludeerumist) on keskmest põhja pool tugevate tuultega ala, siis pole võib-olla mõistlik keskmest põhja poolt mööduda

# Kursi valik madalrõhkkonna läbimisel

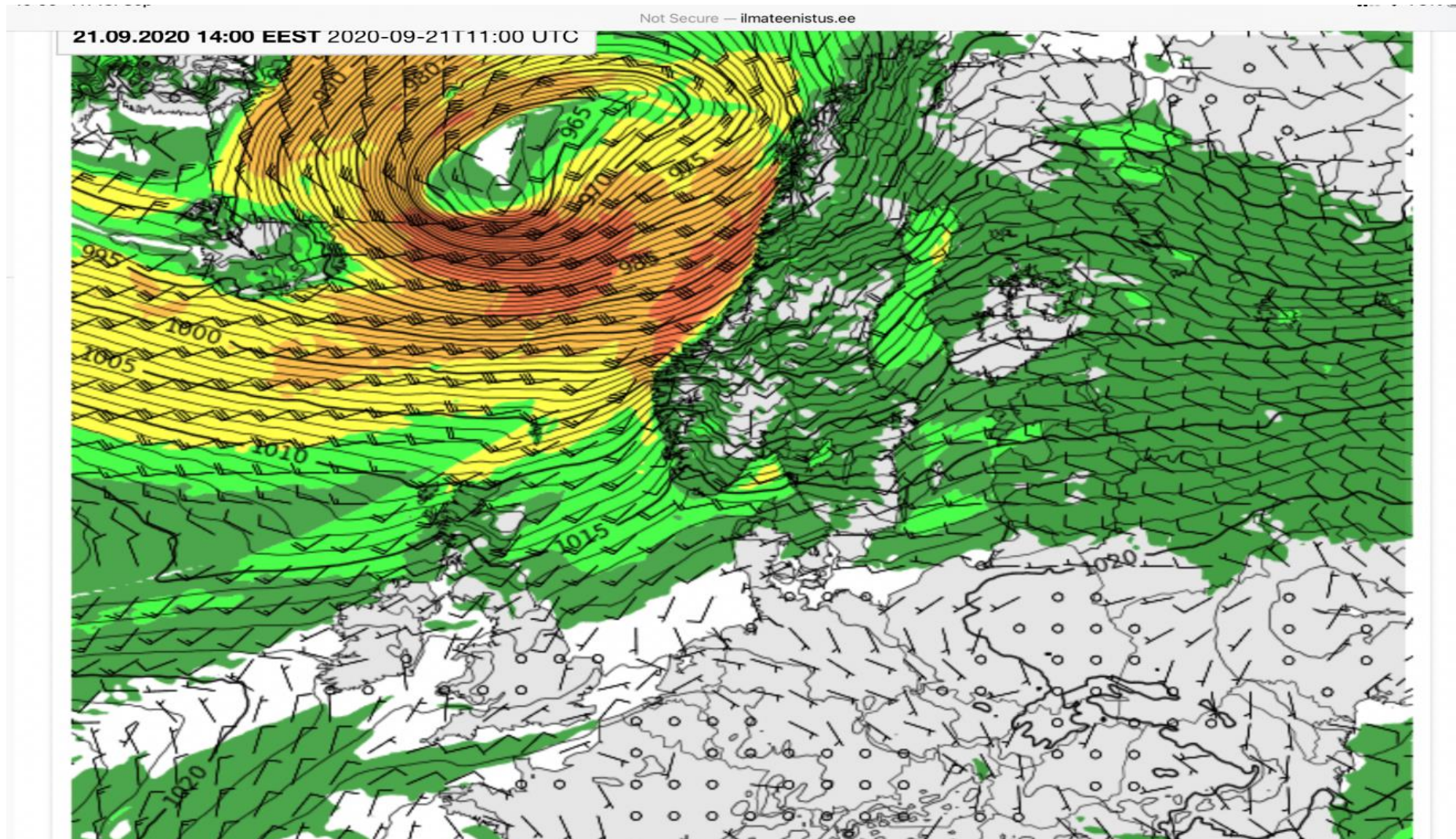


# Parasvöötme tsüklon satelliidilt nähtuna





# Tuul tsüklonis





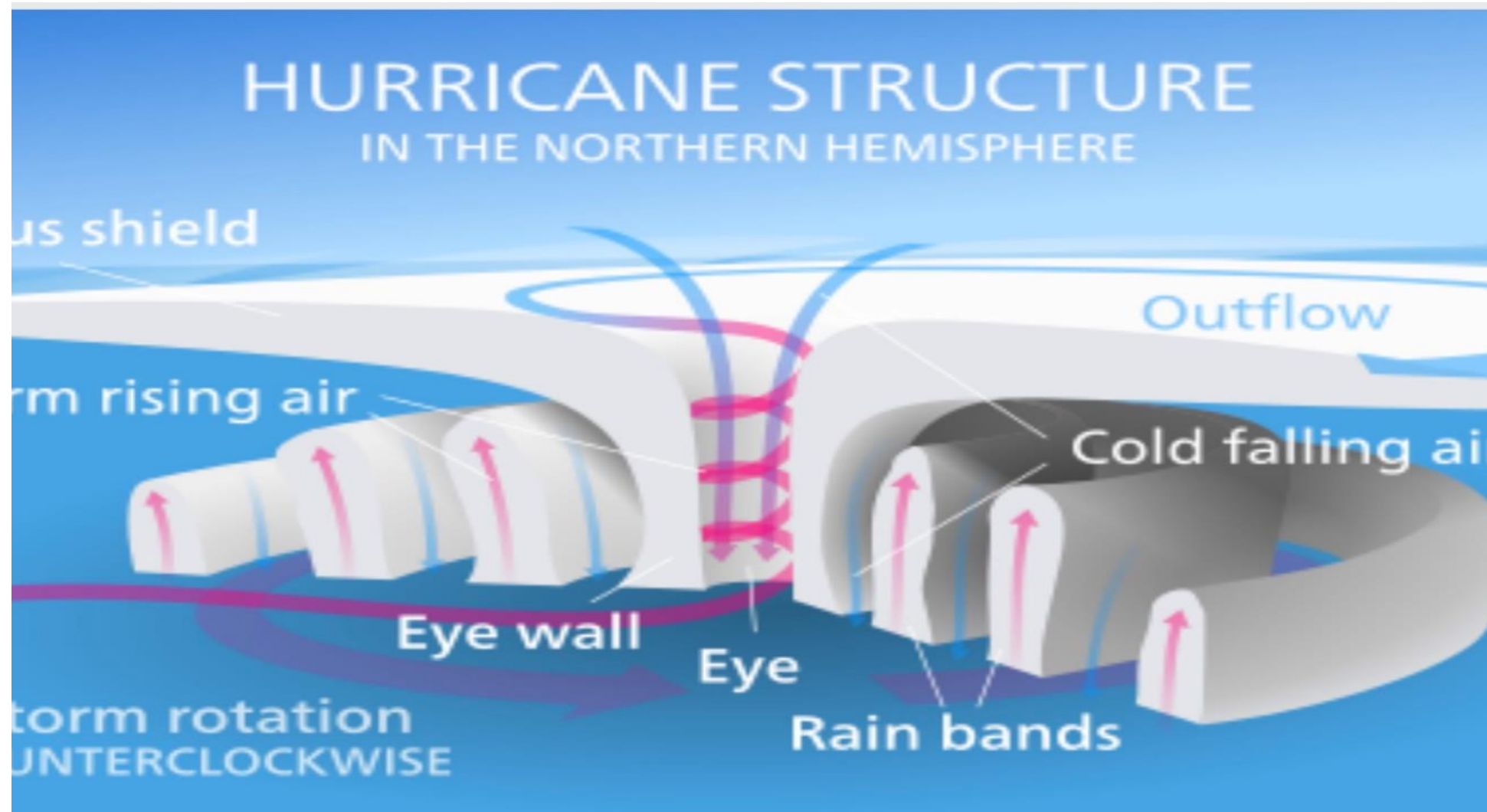
# Troopiline tsüklon

## Troopilised tsüklonid

- Troopilisi tsükloneid nimetatakse Ameerikas **orkaanideks** ja Ida-Aasias **taifuunideks**. Parasvöötme tsüklonitega võrreldes on nende läbimõõt väiksem (keskmiselt **1000 km**), kuid õhurõhk keskmiselt tunduvalt madalam. Kuna õhurõhu gradient on suur, on tuul äärmiselt tugev, puhanguti isegi üle **100 m/s**. Selline torm purustab oma teel peaaegu kõik, mis ette jääb. Marutuulele lisanduvad eriti tugevad paduvihmad, mis tekitavad suurtel aladel üleujutusi. Troopilised tsüklonid tekivad ookeanide kohal **5.-25.** põhja- ja lõunalaiuse piirkonnas, kus pinnavee temperatuur on kõrge (üle **+26°C**). Tekkinud õhukeerised liiguvad üldises idavoolus, kaldudes pooluste poole. Mandrite kohal tsüklonid hääbuvad kiiresti, ookeanide kohal võivad aga liikuda isegi parasvöötmesse
- **Troopilisel tsüklonil on kindel ehitus.** Tegu on võimsa õhukeerisega, kus toimub õhu intensiivne tõusev liikumine. Kogu tsükloni ala katavad paksud rüncasajupilved. Keerise keskel on nn tsükloni silm, umbes **50 km** läbimõõduga tuulevaikne ja selge taevaga ala, kus õhk laskub. Silma ümber on silma sein, kuhu on koondunud kõige võimsamad pilved, kus sajab kõige rohkem ja kus on kõige tugevam tuul



# Orkaani struktuur

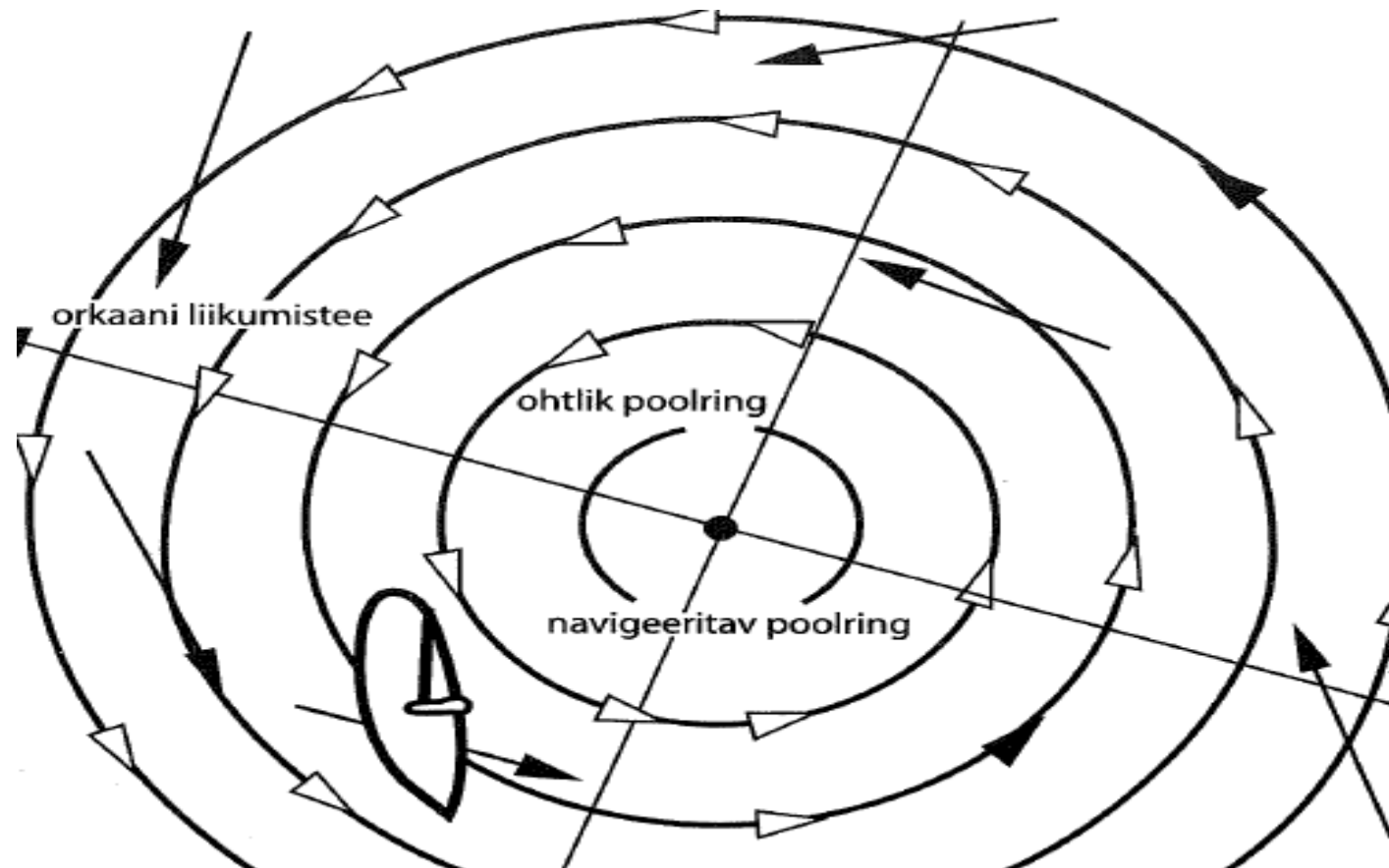




# Sügavas tsüklonis või troopilises tormis

- **Orkaanide periood** on suve lõpul või sügise alguses, kui ookean on kõige soojem kuid õhk hakkab juba jahtuma
- Orkaani poole vaadates jääb ta tsentrist **vasakule ohtlik** poolring ja tsentrist **paremale navigeeritav** poolring
- Põhjapoolkeral, seistes näoga tuule poole, asub kese **8...10 rumbi paremal**
- Kui kiudpilvede keskme asukoht, mis tähistab ligineva orkaani keset, jahi kursi suhtes ei muutu, liigub orkaan otse peale
- Sel juhul tuleb tuul hoida **150...160 kraadi paremas poordis** ja liikuda keskme eest ära nii kiiresti, kui võimalik
- **Orkaani taga** tuleb käik maha võtta ja liikuda tsentrist eemale ekvaatori poole
- **Navigeeritavas poolringis** hoida tuul lähedas pakstaagis paremal poordis ja liikuda orkaani äärealale nii kiiresti, kui võimalik
- **Ohtlikus poolringis** purjetada paremal halsil tuulde nii tihedalt ja nii kiiresti, kui võimalik

# Sügavas tsüklonis või troopilises tormis





# Orkaan satelliidilt nähtuna



# Antitsüklon

- Antitsüklon on kolmemõõtmeline suhteliselt suletud tsirkulatsiooniga õhukeeris, milles õhk liigub põhjapoolkeral päripäeva ja lõunapoolkeral vastupäeva. Selle keskosas on õhurõhk tüüpiliselt kõige kõrgem. Ilmakaardil on antitsüklon piiratud vähemalt ühe isobaari (samarõhujoone) või isohüpsiga: samakõrgusjoonega, mis näitab, kui kõrgel asub mingi kindel isobaar- ehk rõhupind. Antitsükloni väljasopistunud osa nimetatakse harjaks ehk kõrgrõhuharjaks
- Antitsüklonid on tavaliselt suuremad kui tsüklonid, mistõttu nende läbimõõt on isegi kuni tuhandeid kilomeetreid ja liikumine aeglasem. Seetõttu paiknevad neis ka isobaarid hõredamalt ja nii on tuul nõrgem. Antitsükloni keskosas, aga ka harja teljel, kus õhurõhugradient on kõige väiksem, võib valitseda tuulevaikus. Nõrk tuul ei pruugi siiski alati olla: vahel satub antitsükloni või selle osaga (harjaga) vastasseisu tsüklon või selle lohk ja siis võib antitsükloniga olla ka tuuline, harva isegi tormine ilm (nt nn kagutorm)



# Antitsüklonite tekkimine

- Antitsüklonid tekivad tavaliselt siis, kui tropopausi lähedalt, s.o **10–12 km** kõrguselt hakkab õhk ulatuslikul alal laskuma
- See on tugevaim antitsükloni keskosas, kus maalähedane rõhk on kõige kõrgem. Niisuguse õhu liikumisega on seotud laskumisinversioon, mis muudab õhu kuivemaks (suhteline niiskus väheneb) ja takistab pilvede teket
- Erandiks on nn piirkihi pilved (peamiselt kiht- ja kihtrünkpilved, suvel ka madalad rünkpilved), mis on seotud aluspinnaga, st maalähedase õhukihi ja selles toimuvate protsessidega, olles antitsüklonites sagedased
- Kuna sügisel ja talvel on keskmistel ja suurtel laiustel jahtumine ülekaalus, siis tekivad antitsüklonites sageli udud ja ilm on sambune Ainult väga kuiva, tavaliselt kärekülma õhumassiga on selge ilm tagatud



# Antitsükloni areng



- **Noor antitsüklon.** Tekib kõige sagedamini tsükloni tagalas kõrgrõhu harja tugevnemisel
- **Antitsükloni maksimaalse arengu staadium.** Võimalik joonistada mitme isobaariga
- **Lagunemine.** Antitsüklon on väheliikuv. Tsentris algab õhurõhu langemine



# Ilm antitsüklonis

- Antitsüklonis on **ilm selge**. Seda põhjustab peamiselt asjaolu, et antitsüklonis valitsevad laskuvad õhuvooulud, mis takistavad pilvede ja sademete tekkimist
- **Külmal aastaajal** võib antitsüklonis eristada kahte põhilist ilmatüüpi:
  - Vähesese pilvitusega pakasene ilm
  - Pilves ilm kiht- või kihtrünkpilvedega
- **Esimene ilmatüüp** esineb hästi väljakujunenud suurt territooriumi hõlmava antitsükloni korral. **Teist tüüpi** ilm on iseloomulik aeglaselt arenevale ja lagunevale antitsüklonile





# Jugavool

- Jugavoolu all mõeldakse tavaliselt tugeva tuulega kitsaid alasid [troposfääri](#) ülaosas ja stratosfääri alaosas. Jugavoolud on mõne km paksused, kuid pikkus küünib kuni kümnete tuhandete kilomeetriteni ning õhu liikumise kiirus jugavoolu teljes maksimaalselt **700 km/h**, tavaliselt aga **100-300 km/h**.
- Maapealne vaatleja võib visuaalselt jugavoolu aimata teatud pilvede järgi, mis tekivad jugavoolu tsüklonaalsel poolel. Pilved kuuluvad ülemiste ja keskmiste pilvede hulka ja on väga kiiresti muutuvad välimusega, olles siiski tihti paralleelsete ribadena, mis näivad silmapiiri lähedal koonduvat

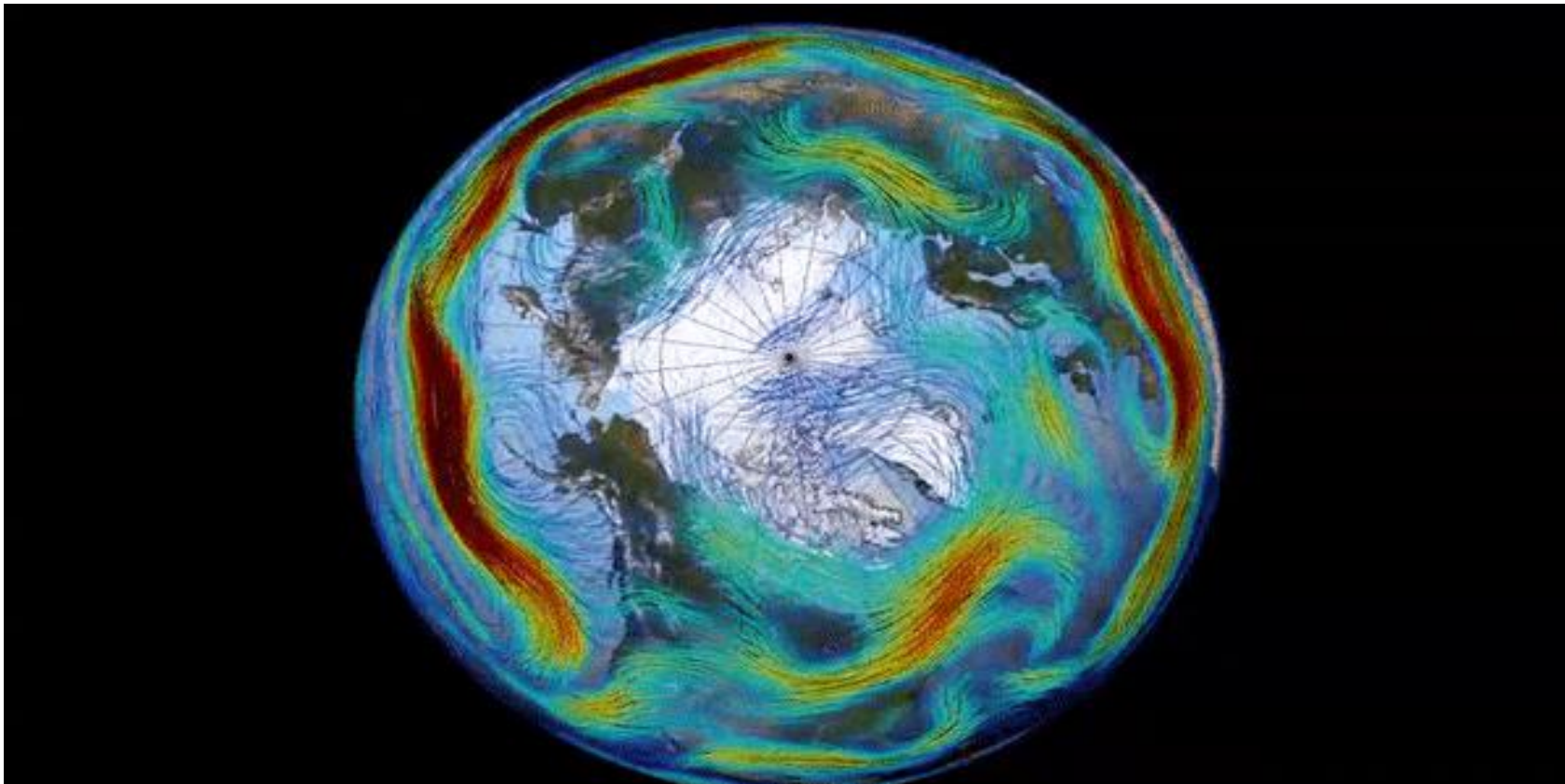


# Jugavool

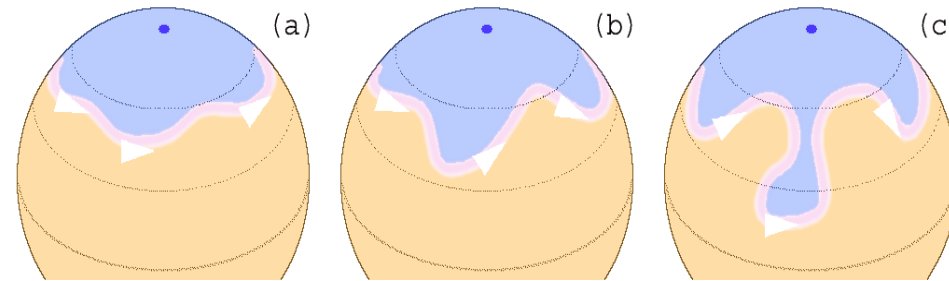
- Jugavool tekib väga erinevate omadustega õhumasside kokkupuutealal ning see juhib [tsüklonite](#) ja antitsüklonite liikumist, kus need soodsate tingimuste tõttu sageli ka tekivad. Jugavoolu kohal on väiksem või suurem tropopausi katkestuspind, st et tropopaus kõrgus muutub hüppeliselt. Reljeefi jmt tegurite tõttu on jugavool sageli väga looklev, kuid õhu liikumine toimub põhjapoolkeral siiski läänest itta (kaldumist põhjustab Coriolise jõud)
- Enamasti eristatakse polaarset ja lähistroopilist jugavoolu, mis eraldavad vastavalt polaarset ja troopilist ning troopilist ja ekvatoriaalset õhumasse. Lähistroopiline jugavool on palju tugevam ja püsivam kui polaarne jugavool. Nendes liigub õhk läänest itta. Jugavoolude keskmine asukoht muutub vastavalt aastaajale: suviti asuvad suurematel laiuskraadidel kui talviti. Lisaks on olemas veel ekvatoriaalne jugavool, mis asub umbes **20 km kõrgusel** aluspinnast ja õhuvool on seal idast läände

# Jugavool

**Eesti jaoks** on kõige olulisem **polaarjugavool**, millega on otseselt seotud polaarfront. Viimane põhjustab meie väga muutlikku ja eripalgelist ilmastikku, sest polaarfront on väga liikuv ja muutlik



# Rossby laine



- Joonisel on kujutatud Rossby lained jugavoolul (hele roosa lint) ning kolmel järjestikusel maakeral on näidatud, kuidas lained arenevad - aja jooksul tekib külma õhu (sinine ala) sissesopistus sooja õhku (oranž) kuni selleni välja, et viimaks võib külma õhuga ala isoleeritult jääda sooja õhku nagu saareke. Sellel alal on laiaulatuslik ja väheliikuv madalrõhkkond. Samal ajal on saarekesest idas ebatavaliselt soe ilm
- Planetaarne ehk Rossby laine on troposfääri ülaosas läänest itta kulgeva õhuvoolu meander. Tavaliselt on neid õhuvoolude lookeid ühel poolkeral korraga 4-5. Need tekivad [Coriolisi jõu](#) sõltumise tõttu laiuskraadist (mida väiksem laius, seda nõrgem on Coriolisi jõu mõju). Rossby lainetel on ilmale ja ilmastikule otsene mõju, sest need määravad polaarfrondi vonklemise. Meandrite kuju ja asend muutuvad ajas, tavaliselt nihkuvad nad vähehaaval läände



# Tsirkulatsioon

- Tsirkulatsioon on suurte ja suhteliselt püsivate õhuvoolude kogum, mille abil toimub õhumasside nii **horisontaalne** kui ka **vertikaalne** ümberpaiknemine maakeral. See muudab ilma ja ilmastiku **muutlikuks**
- See, milline tsirkulatsioonivorm on parasjagu ülekaalus, sõltub Rossby ehk planetaarlainetest (lained läänevoolus) ja polaarpöörise tugevusest. Kui viimane on nõrk, saavad areneda suure amplituudiga Rossby lained. Seetõttu tavapärane läänevool (tsirkulatsiooni **W-tüüp**) asendub põhja- või kaguvooluga (vastavalt **C-** või **E-tüüp**) ja see tähendab **suuri anomaaliaid**





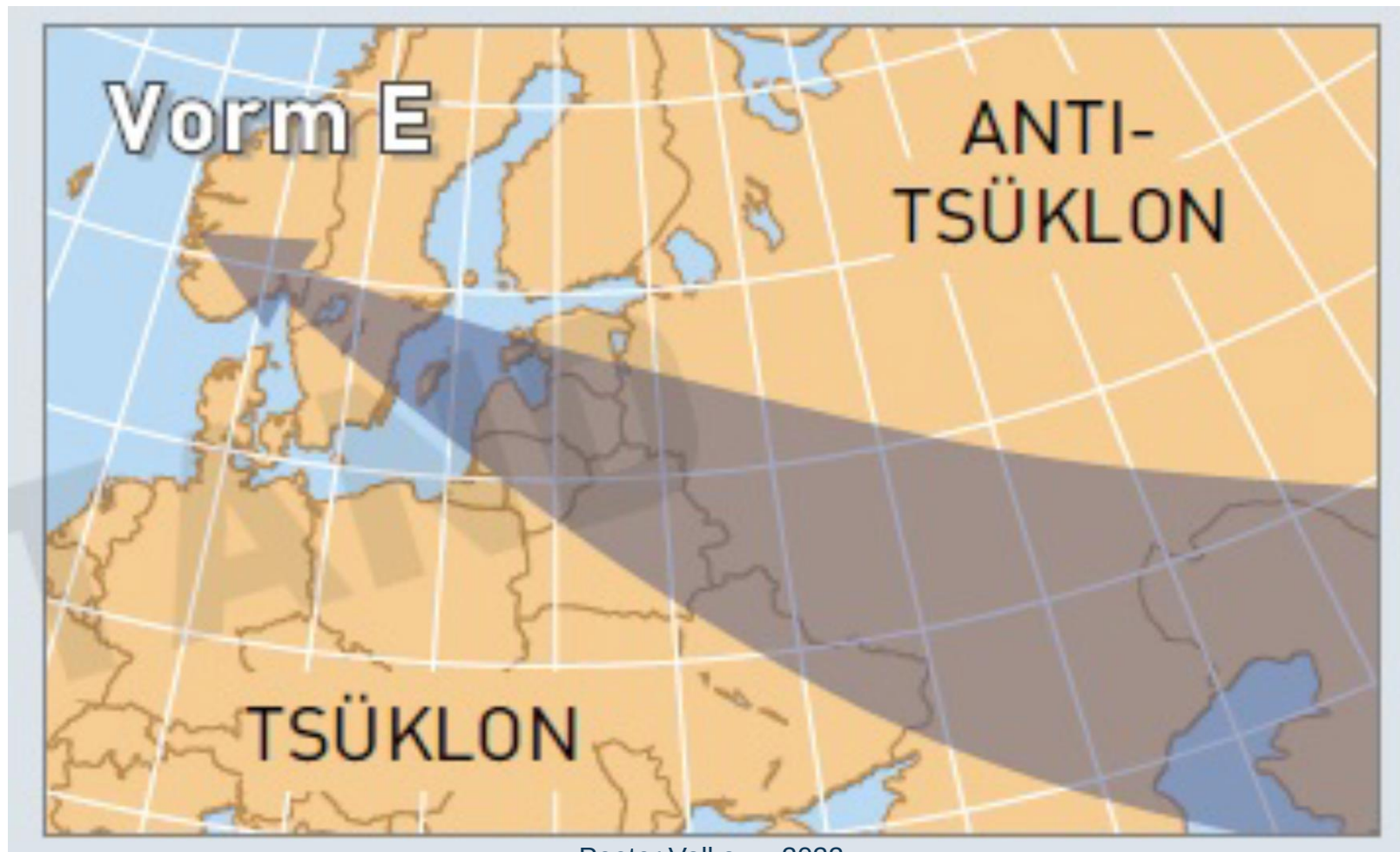
# Wangenheimi - Girsi klassifikatsioon

- Selgitab ja aitab mõista siinset ilmastikku ja selle tagamaid. Selles käsituses on (Ida-Euroopale) iseloomulikud kolm tsirkulatsiooni makrotüüpi (vormi):
  - **vorm W** – tsonaalne tsirkulatsioon, õhuvool läänest;
  - **vorm E** – poolmeridionaalne tsirkulatsioon, õhuvool idast, kagust ja lõunast
  - **vorm C** – meridionaalne tsirkulatsioon, õhuvool põhjast
- **C-tüübile** on iseloomulik olukord, kus Venemaal on tsüklon, Skandinaavias (või Põhjamere Suurbritannia kohal) aga antitsüklon. **E-tüübi** korral on Venemaa kesk- või loodeosas antitsüklon ja/või Kesk-Euroopa kohal ulatuslik tsüklon. **W-tüübi** korral asub antitsüklon Vahemere regioonis (või meist lihtsalt lõuna pool), nii et Atlandi ookeanilt on tsüklonitele tee avatud

# Tsonaalne tsirkulatsioon, õhuvool läänest



# Pool-meridionaalne tsirkulatsioon, õhuvool Idast, kagust ja lõunast



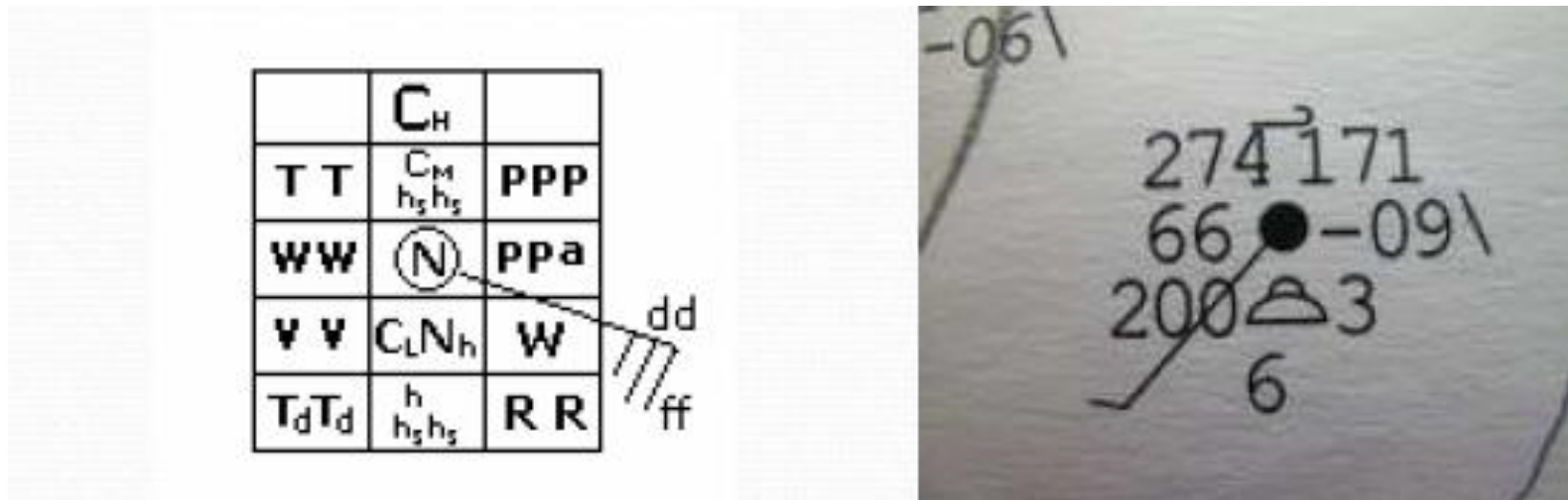


# Meridionaalne tsirkulatsioon, õhuvool põhjast



# Ilmakaart

- Ilmakaart ehk sünoptiline kaart on geograafiline kaart, millele on numbrite ja tingmärkidega kantud suurel maaalal üheaegselt tehtud ilmavaatluste andmed
- Andmete kaardile kandmisel kehtib rahvusvaheline kord
- Jaama asukoht tähistatakse kaardil väikese ringiga, mille väljanägemine sõltub pilvede hulgast







# Tingmärgid

- **TT** - õhutemperatuur kraadides
- **TdTd** - kastepunkt
- **PPP** - õhurõhk millibaaridess
- **Pp** - õhurõhu muutuse tendentsi suurus ja **a** - iseloom
- **VV** - horisontaalne nähtavus
- **Nh** - alumiste pilvede hulk ja **h** - nende kõrgus
- **N** - üldpilvitus
- **C<sub>H</sub>** - kõrged pilved
- **C<sub>M</sub>** - keskmised pilved
- **C<sub>L</sub>** - alumised pilved
- **WW** - ilm vaatlusajal
- **dd** - tuule suund
- **ff** - tuule kiirus
- **RR** - sademete hulk **12 h** jooksul

# Tingmärgid

## Pilvissus



selge taevas



pilvitus kuni 1 pall



pilvitus 2...3 palli



pilvitus 4 palli



pilvitus 5 palli



pilvitus 6 palli



pilvitus 7...8 palli



pilvitus 9 palli



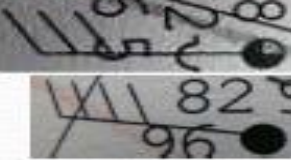
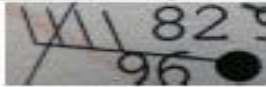
Kogu taevas pilvedega kaetud



taevas pole pimeduse või udu tõttu nähtav

# Tingmärgid ilmakaardil

## Ilmakaardil kasutatavad tingmärgid

|                                                                                     |                      |                                                                                       |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|    | Udu                  |      | Kiudpilved ja kõrgrünkpilved     |
|    | Äike                 |    | Kiudpilved                       |
|    | Hoogsademed          |    | Kõrgkihtpilved ja kõrgrünkpilved |
|    |                      |    | Kiudpilved ja kõrgkihtpilved     |
|    | Uduvihm              |    | Kihtrünkpilved                   |
|    | Lausvihm             |    | Kihtsajupilved                   |
|    | Lauslumi             |    |                                  |
|    |                      |   |                                  |
|   | Tuule kiirus 2-3 m/s |    | Rünkpilved                       |
|  | Tuule kiirus 7-8 m/s |  | Hoovihmapilv                     |
|  | Tuule kiirus 15 m/s  |                                                                                       |                                  |
|  | Tuule kiirus 20 m/s  |                                                                                       |                                  |



# Ilma ennustamine kohalike tunnuste järgi

- Kasulik on teada, et mida aeglasemalt mingi tunnus välja areneb, seda aeglasemalt ilmamuutus saabub ja seda püsivam on tavaliselt see muutus
- Mida rohkem tunnuseid kokku langeb ja mida selgemal kujul nad esinevad, seda kindlam võib olla oodatav ilmamuutus
- Kui aga tunnused esinevad üksteisele vasturääkival või ebaselgel kujul, siis on ennustuse täidminek vähe tõenäoline



# Halva ilma saabumise tunnused

- Õhukeste kiudpilvede ning kiudkihtpilvede tekkimine ja frondipilvede tihenemine horisondi ühel küljel. Selg vastu tuult, pilved vasakul - madalrõhkkond tulekul
- Tuule pöördumine kagusse või lõunasse ja tugevnemine - madalrõhkkond tulekul
- Päikese kahvatu loojumine ja taeva punakas värvus päikeseloojangul ning tõusul - sadu
- Üine ja hommikune kaste puudub
- Halod päikese või kuu ümber - sadu järgmisel päeval
- Tähtede vilkumine - sadu
- Kaugete või nõrkade helide hea kuuldavus - sadu ja äike. NB! Jälgida tuule suunda
- Õhurõhk langeb (tuleb arvestada ka õhurõhu normaalset ööpäevast muutumist)





# Ilma paranemise tunnused

- Pilvkattesesse ilmuvad pilud ja pilvisus hakkab vähenema
- Laussadu asendub hoogsajuga
- Õhutemperatuuri langemine - saju lõppemine
- Atmosfääriliste raadiohäirete järsk kasv
- Ilusa ilma rünkpilved hommikul ja ei arene vertikaalsuunas - ilus ilm püsib
- Suits tõuseb otse üles - ilus ilm püsib
- Öine udu
- Tuul õhtul vaikib, päeval on mõõdukalt tugev
- Kuldkollane või õrnroosa taevas päikesetõusul või -loojangul ennustab head ilma
- Päikese või kuu deformeerumine tõusul või loojangul - ilus ilm
- Õhurõhk tõuseb (tuleb arvestada ka õhurõhu normaalset ööpäevast muutumist)



# Veel tunnuseid

- Äike - rünkpilvede kiire arenemine vertikaal suunas, puhanguline tuul
- Kui merelinnud lendavad välja vara ja lähevad kaugele, pole tugevat tuult oodata
- Kui linnud hoiduvad nõrga tuulega kalda lähedale, võib mõne tunni pärast tuule tugevnemist oodata
- Lindude kiire ja massiline lendamine merelt maale - torm
- Säbarlainetus, lained tugevnevad ning hakkavad kalduma tuule suunast kõrvale - halb ilm
- Rannikul on märgata kindlalt vahelduvaid briise - ilusa ilma püsimine

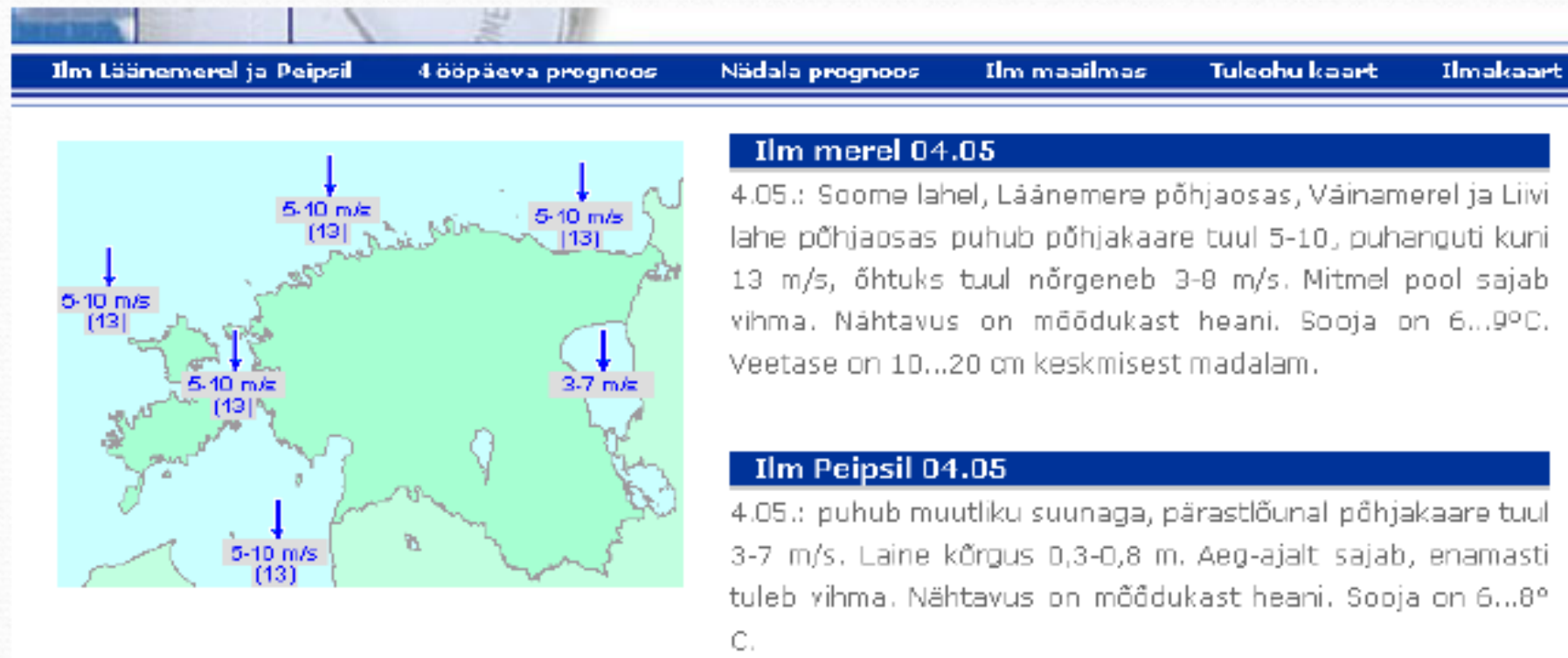


# Mereilmateate kättesaadavus

- **Eesti Raadio** mereilmateade kell **07.05** ja **17.05**
- **Tallinn Raadio VHF kanalil 69** kell **06.33** ja **15.33**
- **Interneti** ilmaportaali
- **Televisiooni** ilmateated
- **Raadiotes** edastatavad ilmaennustused

# Mereilmateate kättesaadavus

- [www.emhi.ee](http://www.emhi.ee) Ilm Läänemeres ja Peipsil





# Muu mereinfo

## Veetase Eesti rannikumeres

- <http://on-line.msi.ttu.ee/kaart.php>

## Ilm

- <http://nautical.hotserv.eu/>
- <http://meteo.physic.ut.ee/ilmatark/>
- <http://www.yr.no/place/Estonia/>
- <http://www.gismeteo.ru/catalog/estonia/>
- <http://www.emhi.ee/index.php?ide=19,394>

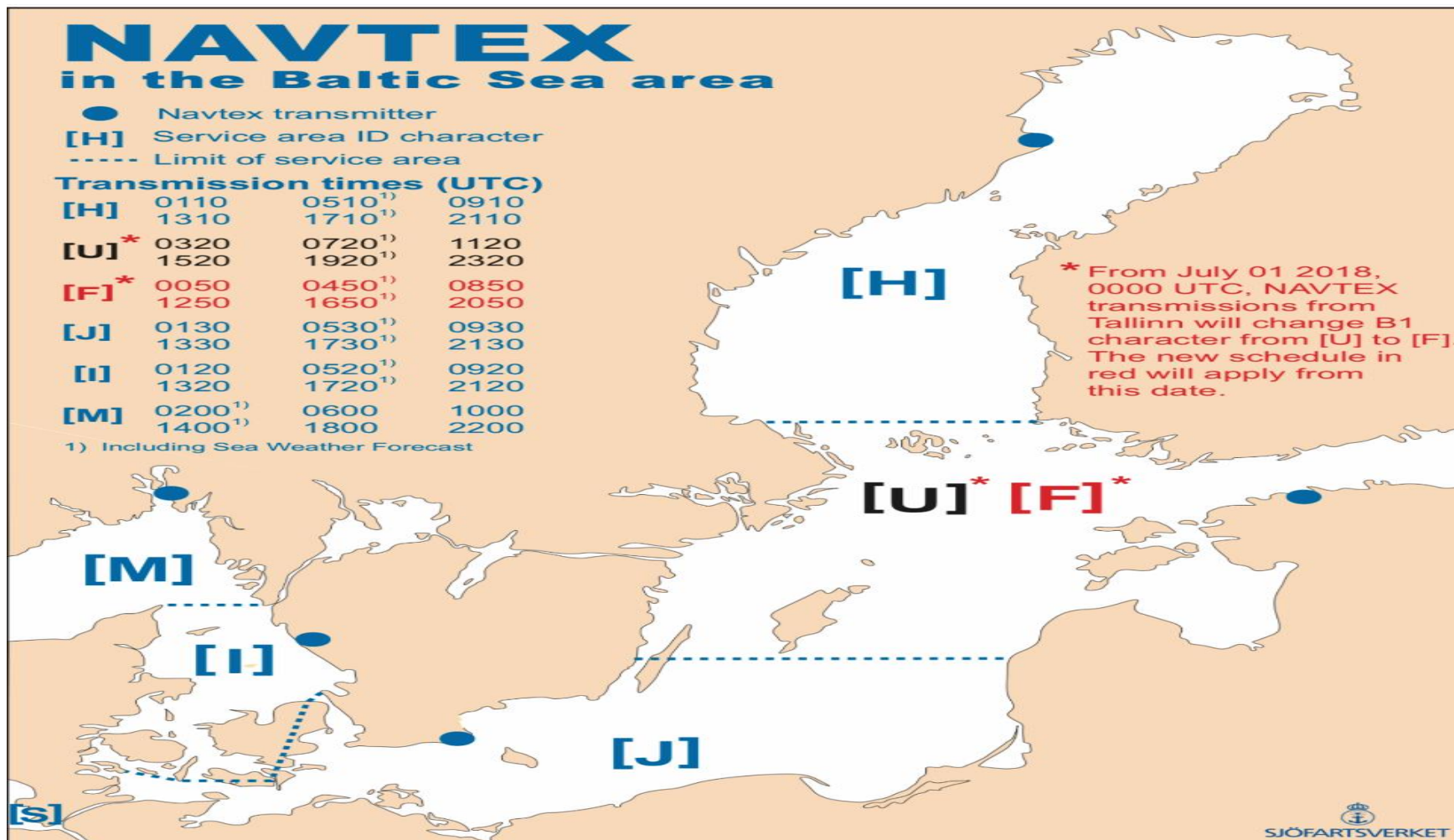




# Navtex

**Navtexi** süsteemi kaudu edastatakse meresõiduohutuse infot rannikumerele inglise keeles sagedusel **518 kHz**. Navigatsioonilise ja hüdrometrooloogilise teabe edastamine raadio teel sagedusel **518 kHz** on vastavuses rahvusvaheliste nõuetega. Kaldajaamad, mis edastavad infot, töötavad kindla ajagraafiku järgi. Igas saates edastatakse kogu vajalik info. Alates 01.07.2018.a edastab **TallinnRaadio** Navtex teated Läänemere **NAVTEX F-ala** (varasemalt U-ala) katmiseks. Sõnumid saabuvad Rootsi mereadministratsioonilt e-postiga ja edastatakse läbi Suurupi saatejaama Läänemere kuuldavuspiirkonda. Suurupi saatejaam on rahvusvaheliselt tunnustatud ning täidab **IMO** poolt eraldatud alas oma regulaarset funktsiooni. Süsteem **NAVTEX** on **GMDSS** element ja samaaegselt ülemaailmse navigatsiooniliste hoiatuste teenistus

# Navtex Läänemeres





**PÄRNU JAHTKLUBI**  
— AASTAST 1906 —

**Väikelaevajuhtide kursus**  
**Pärnu Jahtklubi**