



Miksi pilvet eivät putoa?

Jokainen purjehtija tietää, että tumma pilven reuna merkitsee yleensä lisää tuulta. Toisinaan pilven ilmesyminen aiheuttaa tyvenen. Mistä tämä johtuu? Miten puuskat syntyvät pilvestä? Miksi pilvet eivät putoa alas maahan, jos ne ovat täynnä vettä? Ja paljon muita kysymyksiä pilvien koostumuksesta ja niiden vaikutuksesta tuuleen.

Pilvet eivät ole vesihöyryä

Pilvet eivät koostu vesihöyrystä, niin kuin monesti luullaan. Vesihöyry on näkymätöntä. Pilvet koostuvat vesipisaroista tai jäähiukkasista. Cumulus-pilvet muodostuvat, kun auringon lämmittämä ilma ja sen sisältämä vesihöyry nousee ylöspäin. Kun lämpötila alenee, ilmassa oleva vesihöyry tiivistyy pienen pieniksi vesipisaroiksi. Vesipisaroita voi olla todella paljon, jopa tuhat kuutiosentissä, mutta ne ovat varsin pienikokoisia: tuhannesosa millistä kymmesosa milliin. Vaikka veden

tiheys on n. 800 kertaa suurempi kuin ilman, veden vaikutus pilven painoon on pieni - kuutiometrissä ilmaa on arviolta 1 gramma vettä, ja kuutiometri ilmaa painaa reilun kilon.

Pilviä voi muodostua muullakin tavoin, kun ilmaa pakotetaan ylöspäin, esim. tuulen puhaltaessa vuorten yli, tai säärintamassa, kun lämmin ilma nousee kylmän päälle ja muodostuu rintamapilvien yhtenäisen massa. Jos maan tai merenpinta on tarpeeksi kylmä sen yllä olevaan ilmaan nähden, muodostuu sumua, joka on

siis itse asiassa todella matalalla olevaa pilveä.

Miksi pilvet ovat valkoisia?

Jos vesihöyry on näkymätöntä ja vesikin läpinäkyvää, miksi pilvet ovat sitten valkoisia? Valo kulkee ilman läpi jokseenkin esteettä. Vesipisarat kuitenkin vaikuttavat valoon suuressa määrin. Vaikka veden (tai jään) osuus pilvessä on merkityksetön painon tai tilavuuden kannalta, se heijastaa, taittaa ja sirottaa hajavaloa. Tämä muuntunut valo osuus silmiimme ja luo kuvan

yhtenäisestä, valkoisesta pilvestä ja paljon suuremmasta ainemäärästä kuin todellisuudessa onkaan.

Miksi jotkut pilvet ovat tummempia kuin toiset?

Jotkut pilvet ovat lumivalkoisia, toiset harmaita ja jotkut niin tummia, että näyttävät melkein mustilta. Tummimmat ovat tunnetusti ukkos- ja sadepilviä, satavat ja myrskyävät, valkoiset harmittomia Cumuluksia ja harmaista ei oikein tiedä. Pilven värin määrääkin, paitsi valon suunta, sen sisältämien vesipisaroiden koko. Cumuluksen sisällä pieneen pienet vesipisarot (sumupisarot) pirstoavat valon sillä tavalla, että lähes kaikki valo heijastuu pilvestä takaisin. Sen vuoksi pilvi näyttää valkoiselta.

Kun pienet sumupisarot törmäilevät toisiinsa pilven sisällä, ne kasvavat pikku hiljaa suuremmiksi ja alkavat pudota pilven alareunaa kohti. Kun loppujen lopuksi jopa miljoona pientä pisaraa on yhtynyt yhdeksi suureksi pisaraksi, pisaroita on paljon harvemmassa. Pisaroiden välissä on enemmän tyhjää tilaa, valo pääsee kulkemaan syvemmälle sisään pilveen eikä heijastu takaisin, mistä seuraa harmaantuva värin sävy. Suuremmat pisarat putoavat kohti pilven alareunaa, joka alkaa sen vuoksi tummua ensin. Pilvien väriin ei vaikuta vain pisaroiden koko, vaan myös valon suunta ja sen heittämät varjot. Pilvi voi varjostaa toista, mutta vielä tavallisempaa on, että pilvi varjostaa itseään. Silloin pilven alareuna voi näyttää sammakkoperspektiivistä tummalta, kun sama pilvi lentokoneesta katsottuna olisi hohtavan valkoinen. Pilven väriin vaikuttaa myös sen läpi kuultava taivas - paksu pilvi näyttää valkoisemmalta kuin ohut.

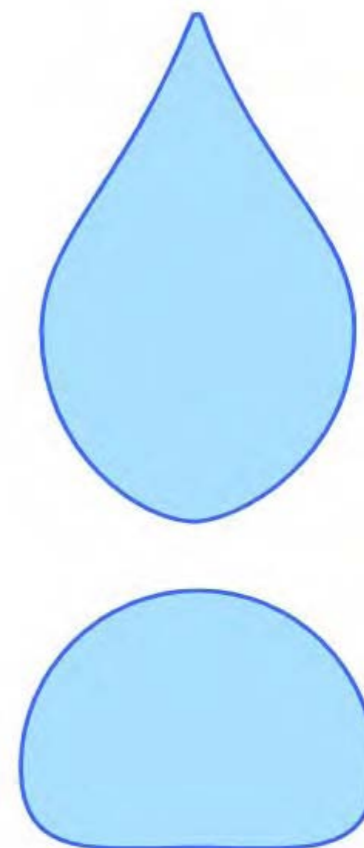
Tyypillinen pilvipisara

Suuri pilvipisara



Tyypillinen sadepisara

Pisarot pilvessä ovat niin pieniä, että tosiasiallisesti ne nousevat ylöspäin ilmavirtauksen mukana sen sijaan, että sataisivat alas. Tyypillinen pilvipisara on 1/100 mm kokoluokkaa, suuri pilvipisara 1/10 mm. Sadepisaroiden koko vaihtelee tietysti paljon tihkusta rankkaan ukkossateeseen, mutta tyypillinen koko olisi 1 mm. Nopea laskutoimitus kertoo, että yhden sadepisaran muodostamiseen tarvitaan miljoona pilvipisaraa! Muodoltaan korkeista pilvistä sataa suurempia pisaroita, ohuista ja matalista pilvistä tulee tihkua. Erityisen suuria pisaroita sataa ukkosilmalla.



Sadepisarot eivät muuten ole pisaran muotoisia, vaan pikemminkin alareunastaan litistyneitä palloja. Pintajännitys pyrkii vetämään pisaran täydelliseksi palloksi, mutta ilman vastus liiskaa putoavan sadepisaran litteäksi.

Miksi pilvet eivät putoa?

Pilvet putoavat itse asiassa koko ajan, mutta sama nouseva ilman virtaus, joka ne synnyttää, työntää niitä ylöspäin. Pilven muodostavat vesipisarat ovat ympäröivää ilmaa painavampia ja putoaisivat kohti maata, mutta nouseva tuuli puhaltaa niitä ylöspäin. Sadepisarat eivät muuten ole pisaran muotoisia, vaan pikemminkin alareunastaan litistyneitä palloja. Pintajännitys pyrkii vetämään pisaran täydelliseksi palloksi, mutta ilman vastus liiskaa putoavan sadepisaran litteäksi. Se virtaviivainen pisaran muoto, jonka yleensä kuvittelemme, syntyy esim. vesihanauksen nokassa maan vetovoiman ja pintajännityksen kamppaillessa keskenään. Muoto kestää vain hetken, kunnes pisara irtaantuu ja litistyy ilman vastuksen vaikutuksesta.

Repaleiset reunat ja puuskan synty

Pienen pienet sumupisarat pilven sisällä törmäilevät toisiinsa ja yhdistyvät suuremmiksi pisaroiksi. Suuremmat pisarat painavat enemmän ja putoavat kohti pilven suojan puoleista alareunaa, vallitsevan tuulen kuljettamina. Alkuvaiheessa pilven alareuna on terävästi piirretty ja eheä - tämä merkitsee, että pilvi on imee ilmaa sisäänsä. Vähitellen vesipisarat tulevat niin suuriksi ja raskaiksi, että ne alkavat sataa ulos pilvestä - pilven reuna muuttu selväpiirteisestä repaleiseksi ja siinä alkaa näkyä sateesta kielivää viistoa ”viivoitusta”.



Kun tummunut pilven alareuna muuttuu teräväpiirteisestä repaleiseksi, pilvi alkaa imun sijasta puhaltaa tuulta. Silloin pitää olla sen alla! Suuriksi kehittyneet pilvipisarat alkavat ”sataa” pilvestä ulos, haihtuen pian uudestaan vesihöyryksi ja muodostaen omia ”pikkupilviä” reuman alle - siitä ”repaleiset reunat”.

Jollei pilvi ole kehittynyt vielä todelliseksi kuuro-pilveksi, pisarat haihtuvat ennen kuin ne ehtivät alas meren pintaan. Haihtuminen kuluttaa voimakkaasti energiaa ja jäädyttää ilmaa haihtuvien pisaroiden ympärillä. Pilven reunan alla ilma voi olla huomattavasti kylmempää kuin ympäröivä ilma ja se lähtee

putoamaan alas kiihtyvällä nopeudella. Vallitseva tuuli sekoittuu laskevaan virtaukseen, ja näin muodostuu pilvestä tuleva puuska. Putoavan ilman virtauksen lähestyessä meren pintaa se alkaa taipua pinnan suuntaan muodostaen puuskalle tyypillisen ”kaaren” tai kissantassu-kuvion pilven reunan alle. Sen vuoksi

pilven molemmilla reunoilla kurssi ”nostaa”. Mutta varo heittämästä liian pian pilven jälkeen - pilven takana odottaa yleensä ”reikä”, jossa tuuli on heikompaa ja ilma viileää. Kylmä ilma muodostaa pilven taakse meren pintaan kuplan, jossa voi kestää pläköä minuuteista jopa puoleen tuntiin.



Ilman kosteus ja tuulen paine (“pressure”)

Entä sitten vanha väittämä, että lämpimässä, kosteassa ilmassa tuuli on voimakkaampaa ja purjehdus raskaampaa kuin kuivassa? Väittämä on perätön, sillä purjeisiin vaikuttava voima riippuu paitsi tuulen nopeudesta myös ilman tiheydestä. Kosteus alentaa aavistuksen ilman tiheyttä. Perinteinen kuppianemometri mittaa vain tuulen nopeutta, ei sen voimaa tai energiamäärää, joten ilman tiheys ei tuulimittarin näyttämään vaikuta. Lämpötila sen sijaan vaikuttaa merkittävästi tuulen voimaan. Ilman tiheys on 5°:een lämpötilassa n. 10% suurempi kuin 30°:een lämmössä. Samalla siis purjevoimat kasvavat 10%:lla kylmässä ilmassa.

Mutta miksi kansainväliset regattojen veneparkeissa kuulee usein, kuinka purjehtivat toteavat: ”Today, there was more pressure...”, tarkoittaen, että tuuli oli kovempi kuin mitä ennusteet tai mittarit näyttävät. Väittämä liittyy todennäköisesti tuulen nopeusgradienttiin: merenpinnan aiheuttama kitka hidastaa virtausta alhaalla (metsän tai kaupunkin aiheuttama kitka vielä enemmän) siten, että alhaalla tuulee aina heikommin kuin ylhäällä. Tämä nopeusgradientti voi vaihdella suuresti purjehduspaikan ja sään mukaan. Maston huipussa 15 m korkeudessa oleva tuulimittari voi näyttää 10 m/s samanaikaisesti, kun kannen tasol-

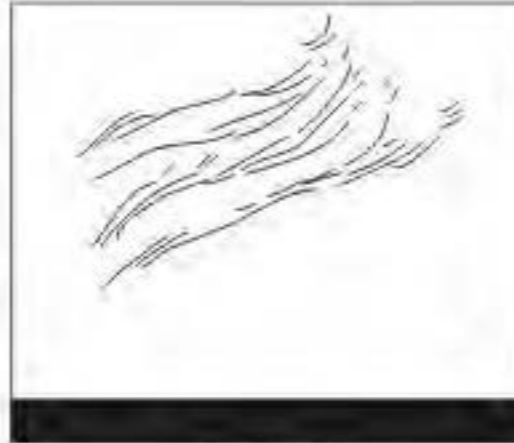
la tuuli voi vaihdella 5,5:stä 7,5:een m/s, gradientista riippuen. Aivan ilmeisesti viimeksimainitussa tapauksessa ”paine” tuntuu selvästi suuremmalta.

Tuulen nopeus lähellä meren pintaa on pienempi, kun ilmassa on vakaa. Vakaa ilmassa merkitsee, ettei yläilma sekoitu pintaan, tuuli on heikompa, usein pilvipeite on tasainen. Kylmä pinta (kuten meri keväällä) stabiloi ilmassaa. Vakaa ilmassa hidastaa virtausta pinnan lähellä ja pienentää siten paineen tunnetta, vaikka tuulimittari ylhäällä maston huipussa väittäisikin toista.

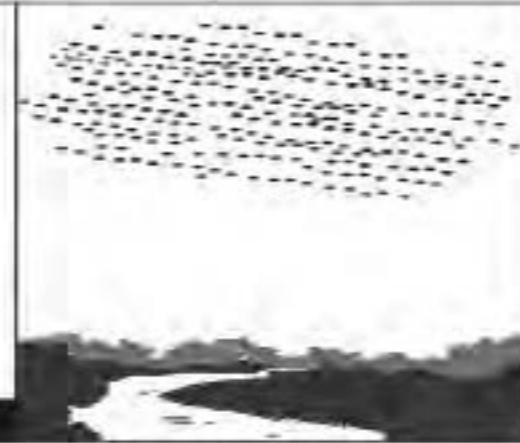
Ilmassa on epävaka, kun meren pinnassa on tarpeeksi lämmintä verrattuna yläpuolella olevaan ilmaan. Näin tapahtuu kun maan pinta lämmin, ilma on aurinkoista ja varsinkin kylmän rintaman jälkeen. Ilmassan muodostuu pystyvirtoja, liike-energiaa siirtyä alaspäin helposti ja tuulesta tulee puuskaista. Lähellä lämmintä rantaa yleensä enemmän tuulta ja puuskaa on yleensä enemmän kuin avomerellä.

Cloud Types

High Clouds



Cirrus (Ci)



Cirrocumulus (Cc)

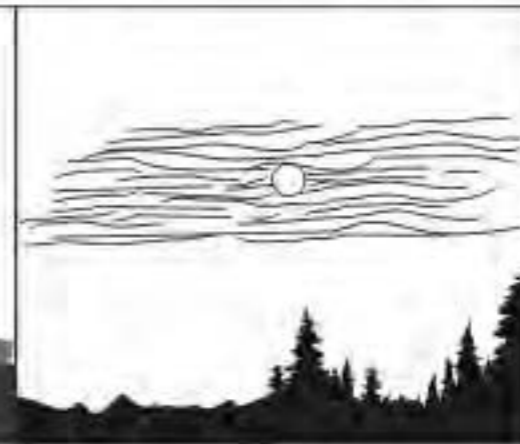


Cirrostratus (Cs)

Middle Clouds

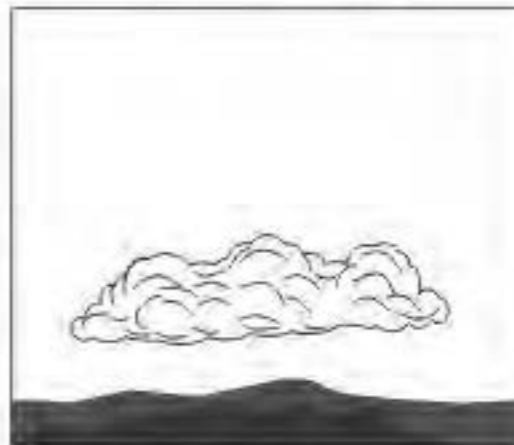


Alto cumulus (Ac)



Altostratus (As)

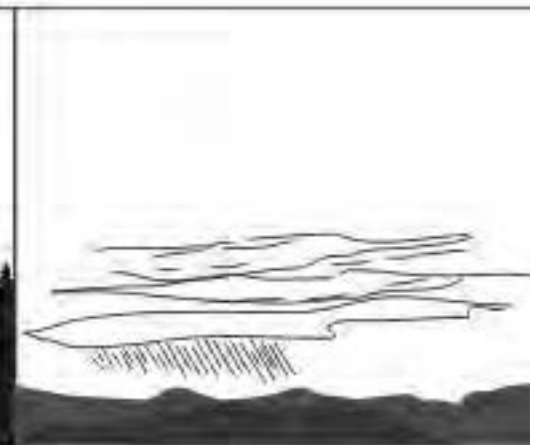
Low Clouds



Stratocumulus (Sc)



Stratus (St)



Nimbostratus (Ns)