TARTU ÜLIKOOL
1632
UNIVERSITAS TARTUENSIS

AIN KALLIS



KODUNE ILMA-RAAMAT

Väärt lugemine igale ilma-huvilisele

KODUNE ILMA-RAAMAT

AIN KALLIS

KODUNE ILMA-RAAMAT

Pühendatud kolleegile ja õpetajale Heino Toomingale



Keeleliselt toimetanud Reeli Ziius
Kujundanud Enno Piir
Kaanefoto: Ants Liigus
Portree autorist tagakaanel: Toomas Jüriado
Joonised: Piret Jürisoo

Kõik õigused kaitstud
Autoriõigus: Ain Kallis ja OÜ Hea Lugu, 2014

Fotode autoriõigused: Ain Kallis (42, 47, 51, 57, 61, 64, 82, 112 135, 152, 174), Ain Kull (71), All Over Press (76, 175), Andres Putting (Eesti Ajalehed) (122, 181), Anne Jõeveer (22), Eesti Tuletornide Selts (19), Elektrilevi (110), Helen Parmen (111), Ilmateenistus (20, 48, 79, 113–114, 119–120), Irina Mägi (23), Ivo Aksli (90), Jaak Anton (72), Jaak Jaagus (115), Janne Anne (125), Jüri Kadaja (149), Jüri Kamenik (36, 43, 89, 95–100, 107, 111), Kersti Kaiv (107), Raigo Pajula (Eesti Ajalehed) (157), Raivo Tiirmaa (103), Shutterstock (6, 30, 154), Sven-Erik Enno (133) Tuuli Sirk (81), TÜ Ajaloo Muuseum (16–17) ja Villu Lükk (143)

ISBN 978-9985-64-498-0
Trükkinud trükikoda Printon

Sisukord

Sissejuhatus 7
1. Ilm ja kliima 11
2. Meteoroloogia. Eesti meteoroloogia ajaloost 13
3. Meteoroloogilisest vaatlusvõrgust 18
4. Päike 25
5. Maa. Atmosfäär 33
6. Päikesekiirgus Maa atmosfääris 41
7. Õhutemperatuur 50
8. Õhurõhk 59
9. Tuul 65
10. Õhuniiskus 78
11. Udu 87
12. Pilved 92
13. Sademed 105
14. Optilised nähtused 122
15. Äike 131
16. Õhukeerised. Orkaanid 138
17. Õhukeerised. Tornaadod 146
18. Ilmaennustamine 155
19. Ilmaennustamine kohalike meetoditega 173
20. Kliima. Klimaatilised aastaajad 177
21. Kliima muutumine 186
Kliimarekordid 196
Soovitatav ja kasutatud kirjandus 198

Ilmavaatluse märkmik 201

°C
50
40
30
20
10

Sissejuhatus

> Hukutav maru, kangestav pakane, hingemattev udu on paratamatus, mille vastu ei maksa protestidagi.
>
> (F. Tuglas)

Ilmast ilma räägitakse ilmast, seda aastatuhandeid. Juba Babüloonia kuninga Hammurapi aegadest peale on kaks asja olnud hukas – noorus ja ilmastik.

Muidugi on ilm kõneaineks rohkem maakera paikades, kus see kiiresti muutub – parasvöötme mereäärsetes riikides. Kui üks inglane kuulis, et Hawaii saartel muutub temperatuur vaid mõne kraadi võrra aastas, küsis ta imestanult: „Aga millest te siis juttu alustate?"

Milliseks kujuneb homne ilm? See on vist küll iidsetest aegadest tänapäevani kõige enam esitatud küsimus. Meediauurijad on täheldanud, et suurima vaadatavusega on televisioonis just ilmateated ja äkk-uudised (*breaking news*).

Kui ilm on tavaline, ei pöörata talle erilist tähelepanu. Niipea aga, kui me eluolu vapustavad erakordsed ilmanähtused, tekib rahval huvi ka ilmaasjade vastu. Kui mõni tornaado, tugev torm, külmalaine või uputus mõjutab tuhandete inimeste igapäevaelu, siis maakera elanike edasine saatus on selline teema, mis huvitab juba sadu miljoneid, kui mitte miljardeid inimesi.

Erakordne on see, et esimest korda maailma ajaloos pöörab üldsus tähelepanu kriminaalsete, poliitiliste ning seksiuudiste kõrval taolisele valdkonnale nagu kliima. Sel teemal viimastel kümnenditel ilmunud raamatud võtavad raamatukogudes enda alla pikki riiuleid, teaduslikes ajakirjades on üllitatud sadu artikleid. Kui mitte lausa iga päev, siis iga nädal ilmub meedias uudiseid: mis juhtub meiega – kas kõrbeme või upume – lähemas või kaugemas tulevikus. Ning kes (või mis) on selles kõiges süüdi.

Käesolev raamat ei tee lugejast veel ilmatarka, ilmaennustajat, ei õpeta mitmete atmosfääriga seotud teaduste peensusi – seda ei suudaks teha ka kümned paksud õpikud. Meie eesmärk on vaid tekitada huvi põnevate ilmastikunähtuste vastu, näidata, milline omapära on meie maa kliimal, hoiatada inimesi mitmete ohtude eest, sest, nagu ütleb Rõuge kandi vanasõna – „ilm on kuri ja kavval". Isegi Eesti-suguses vaikses kenas kohakeses.

Raamatu autoril oli eeskujuks August Tõllassepa „Meteoroloogia kõigile" (1960) ning Helve Kotli „Vaata ilma" (1997), mis ilma keerulisema füüsika ja matemaatikata „andsid populaarteadusliku ülevaate meteoroloogiast peamiselt neile, kes selle ala probleeme üksikasjalisemalt ei tunne".

Neile, kel on suurem huvi ilmanähtuste vastu, soovitaks eestikeelseid kogumikke „Universum valguses ja vihmas" (2005) ja „Inimene ja ilm" (1970), õpikuist Milvi Jürissaare „Meteoroloogia" (2011), monograafiat „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval" (2013), veebilehtedest www.ilm.ee ja www.ilmateenistus.ee. Samuti leiab lugemist raamatu lõpus olevast kirjanduse loetelust.

Raamatu kirjutajal oli innustuseks silme ees üks retsensioon aastast 1901: „Ta on huvitav ja tululik ühel hoobil. Ta on õpetlik ja lõbus ühtlasi". See oli antud küll Eesti esimese entsüklopeedia – Karl August Hermanni „Eesti üleüldise teaduse raamat" kohta (Postimees, 14.12.1901).

Kellele on see raamat mõeldud?

Eelkõige laiale lugejaskonnale ilmahuvi tekitamiseks. Kellel see juba olemas on, siis selle süvendamiseks.

Raamat peaks olema kohustuslik kõigile poliitikuile, igasugustele juhtivtöötajaile, kõigile, kes peavad oma otsustustes teadma, kust puhub tuul, ja mis veelgi tähtsam – kuhu ta pöörab. Ühesõnaga, tähtsatel ametikohtadel istujad peaksid kõik ilmatargad olema, sest üks selle sõna tähendusi on väga tark inimene, maailmatark.

Enamik suurriikide juhte on püüdnud ilmavalitsemise poole, kuid on teada ka isikuid, kes on, olles lihtsalt head ilmatundjad, osanud hinnata meteoroloogilist infot ja seeläbi ka karjääri teinud. Jube mõeldagi, mis saanuks inimkonnast, kui Noa poleks õigel ajal kuulda võtnud tormihoiatust ning päästnud uppumisest kogu Maa fauna. Või siis teine kuulus mees piibliaegadest – Joosep, kes ennustas Egiptuses õigesti nii pikaajalise soodsa ilmastikuga kui põuaga perioode ning jõudis riigis peaministri ametisse ainult tänu ühele täkkesse läinud prognoosile!

Ilmahuvi poolest said tuntuks ka Vana-Rooma riigimees Cicero, kes uuris mere mõju Itaalia kliimale, või siis Toscana hertsog Ferdinand II, kes lõi juba 1645. aastal esimese vaatlusvõrgu. Nõrkust ilmanähtuste vastu tundsid ka Inglismaa lordkantsler Francis Bacon ning Weimari peaminister Wolfgang Goethe.

Tõelised amatöörmeteoroloogid olid mitmed edukad USA presidendid, alustades George Washingtonist. Thomas Jefferson näiteks tegi ilmavaatlusi tervelt 40 aasta kestel. On teada, et 4. juulil 1776. a käis ta poes, ostis uue termomeetri, siis läks ja kirjutas alla USA pühale dokumendile, Iseseisvusdeklaratsioonile. Jeffersoni päevikus on read: „Päike paistis, tuul oli kagust, temperatuur tõusis 72,5 °F (s.o 22,5 °C), kui Kongress kogunes..."

Tema märkmetest teame sedagi, milline oli ilm Bastille' vallutamise päeval (Jefferson oli sel ajal saadikuks Pariisis): „Kell 2 oli sooja 72 °F, vihm lõppes."

Jefferson oli fanaatik, kes ei unustanud ilmamärkmeid teha isegi oma presidendiks pühitsemise päeval. Nagu ka teine USA president John Quincy Adams.

Eesti on jällegi riik, mille peaminister on olnud professionaalne klimatoloog – Andres Tarand.

Ja veel. Siirad tänusõnad kõikidele kolleegidele abi eest, eriti aga Merike Merilainile ja Helve Kotlile abi eest 18. peatüki kirjutamisel, samuti Jüri Kamenikule asjalike tähelepanekute ning arvukaile ilmahuvilistele, kes lahkelt lubasid oma fotosid kasutada.

1. **Ilm ja kliima**

Kui sa ilmast õpetust saad, küll siis targemaks lähed.
(Tarvastu vanasõna)

„Kui palusin kord aastate eest setu rahvalaulikult selgitust, mis asi see *ilm* õieti on, siis vastas ta häbelikult ning nagu oma mitteteadmise vabanduseks: „mul om väega sitt pää" ja püüdis viia jutu naljatelles teisale: milleks mul selliseid asju üldse vaja teada!" (Folklorist Oskar Loorits.)

„Ilm on selline sõna, mida öeldes on kõik äkki täis ootamatust või avarust," väitis võro kultuuritegelane Kauksi Ülle.

Tõepoolest – raske uskuda, et teistes keeltes oleks ilma kui pidevalt muutuva atmosfääri oleku ning maakera koos seda asustava inimkonna või maapealse elu kohta kasutusel üks ja sama sõna! Lisaks veel ilm kui teatavad nähtused tervikuna, omaette süsteemina (välisilm, vaimuilm jne). Nii vähemalt defineeritakse ilma Eesti kirjakeele seletus-sõnaraamatus.

Kirjanik Mark Twainile omistatakse (kuigi ekslikult) sentents: „Kõik räägivad ilmast, kuigi keegi ei tea, mis see on." (Tõepoolest aetakse neid mõisteid segi. Mõne aasta eest kuulsin raadiost: „Täna hommikul oli Tallinnas kliima juba külmem!") Twainilt on pärit

hoopis järgmine definitsioon: „Kliima on see, mis on kogu aeg, ilm aga see, mis püsib paar päeva."

On ka teisi määratlusi, nagu: „Kliima on see, mida ootame, ilm see, mida saame." (Meteoroloog E. Lorenz.) Ilm määrab selle, mida hommikul selga paneme, kliima aga meie ostud suveks või talveks.

Märksa teaduslikum on taoline kliima määratlus: „Kliima on pikaajaline ilmade režiim, mille määrab paikkonna geograafiline asend." Ilma mõiste on kliimast palju selgepiirilisem. Meteoroloogias mõistetakse ilmana atmosfääri seisundit antud momendil, mida iseloomustab ilmaelementide (temperatuur, tuul, niiskus, õhurõhk, sademed, pilved jne) kompleks. Koha kliima määravad koos kõik ilmad, mis seal üldse esinevad. Kliima on maakoha geograafiline iseloomustaja, kuigi ta muutub aja jooksul.

Kasutusel on ka termin „ilmastik". See on aga suhteliselt pikema ajavahemiku (nädal, kuu, isegi aasta) ilmade režiim. Sageli aetakse toda sõna segi „ilmastuga", viimast kasutatakse aga mõnikord kliima eestipärasema sünonüümina.

Kui pikk on aga periood, kus saab juba rääkida kliimast? Maailma Meteoroloogiaorganisatsioon (WMO) on võtnud kokkuleppeliselt kasutusele minimaalse kliimanäitajate arvutamise perioodi pikkuseks 30 aastat. Nii et alles siis, kui mõõtmisi on ühes kohas tehtud vähemalt 30 aasta kestel (parem kui rohkem), saab kõnelda statistiliselt usaldusväärseist näitajaist. Levinud on näiteks perioodide 1901–1930, 1931–1960 ja 1961–1990 võrdlused. Muide, rahvusvaheliselt on kokku lepitud, et praegu võrreldakse kliima muutusi selle viimase ajavahemikuga. Varasemate perioodide kohta puuduvad paljudes maakera piirkondades korralikud ilmanähtuste aegread. Järgmise tähtsa klimatoloogilise verstapostini – 2020. aastani on jäänud veel veidi aega ...

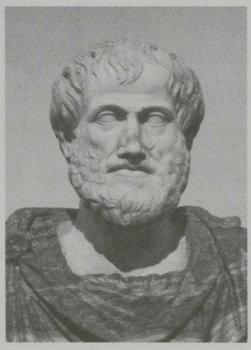
Muide, termin „kliima" pärineb kreeka keelest ja tähendavat kallet. Maa telje kaldenurk, nagu teame, ongi üks tähtsam meie planeedi kliimaolusid määrav tegur, nagu ka taevakeha kaugus Päikesest. Viimase rollil tuleb hiljem ka pikemalt peatuda.

2. **Meteoroloogia. Eesti meteoroloogia ajaloost**

> Teadmiste ammutamist tuleb alustada päris algusest, muidu on vähe lootust kunagi lõppu jõuda.
>
> (Hermann von Helmholz)

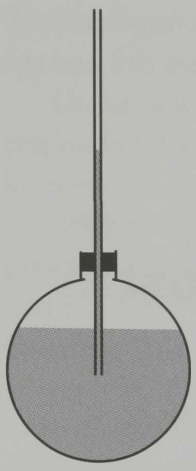
Huvi ilmanähtuste vastu on sama vana kui inimkond. Isegi sõna „meteoroloogia" võeti kasutusele üle kahe tuhande aasta tagasi, seda tegi Kreeka filosoof Aristoteles. Kreeka keeles tähendavat *meteoros* õhus hõljuv, lendlev, taevane.

Aristoteles süstematiseeris oma neljaköitelises teoses „Meteorologika" peaaegu kõik tolleaegsed teadmised õhust, tuultest, pilvedest, tormidest, komeetidest, äikesest, vihmadest, aga ka jõgedest, meredest, maavärinatest, valgusest jms.



Aristoteles

Aastal 400 eKr, mõni aasta enne Aristotelese entsüklopeedilise teose ilmumist, kirjutas tema kuulus kaasmaalane Hippokrates raamatu „Õhud, veed ja kohad", mida võib pidada esimeseks biometeoroloogiliseks tööks. Sada aastat hiljem ilmutas aga filosoof



Galilei termoskoop

Theophrastus traktaadi „Vihma, tuulte, tormide ja ilusa ilma märgid", sünoptilise meteoroloogia „aluse".

Kreeka filosoofia alussammas Thales Mileetosest oli teadaolevalt esimene isik, kes sai praktilist kasu oma ilmateadmistest. Nimelt prognoosis ta ühe suve hakul erakordset oliivisaaki ning ostis kokku kõik ümbruskonna õlipressid. Ennustus täitus. Filosoofist amatöörsünoptik rikastus ja sai edaspidise elu pühendada tarkadele mõtisklustele.

Keskaegses Euroopas koondusid uuringud raamatukogudesse ja baseerusid paljus vana-aja autoriteetidele, eriti Aristotelesele.

Millised olid esimesed meteoroloogilised mõõteriistad? Vanadest ürikutest on teateid, et tuulelippe tunti Mesopotaamias juba 3500 kuni 4000 aastat tagasi! Sademeid, täpsemalt vihma kogust olevat mõõdetud Hiinas 3000, Indias 2400 aasta eest, Koreas aga 1440. aastal.

Algelise niiskusemõõtja leiutas kardinal Nicholas de Cusa aastal 1450, kaaludes villapalli kaalu suurenemist õhu veesisalduse kasvamisel. 1593. aastal leiutas Galileo Galilei termomeetri eelkäija – termoskoobi, millega sai jälgida seda, kas õhk läheb soojemaks või külmemaks.

Meteoroloogia kui teaduse algusajaks tuleks pidada 17.–18. sajandit, kui täiustati kasutuskõlbulikeks termomeeter, baromeeter, õhuniiskuse mõõtja ja sademetemõõtja.

Suur samm edasi oli esimese meteoroloogilise vaatlusvõrgu rajamine, seda tegi Toscana hertsog Ferdinand II 1654. aastal. Võrku kuulus seitse jaama Itaalias, üks Prantsusmaal, Saksamaal, Poolas ja Šveitsis. 1780. a loodi teine võrk Saksamaal Mannheimis – Societas Meteorologica Palatina, mis koosnes juba 36 jaamast Euroopas ning kolmest Põhja-Ameerikas.

Uhke on märkida, et ka siinmail on rõhutatud rahvusvahelise ilmajaamade võrgu tähtsust. Nii kirjutas Tartu ülikooli füüsikaprofessor G. F. Parrot 1815. aastal oma füüsikaõpikus: „Et oleks loota rikkalikku saaki atmosfääri tundmaõppimisel, peaksid kõik riigid tsiviliseeritud maailmas liituma, et rajada meteoroloogiline ühendus, milleks oleksid maakera arvukates punktides vaatlusjaamad ning peale selle keskbüroo, kuhu koondataks kõik vaatlused." Ta rõhutas just võrreldud instrumentide kasutamist ning mõõtmiste tegemist vähemalt neli korda päevas.

19. sajandil ja 20. sajandi alguses kujunes välja laialdane ilmajaamade võrk, pandi alus sünoptilisele meteoroloogiale, klimatoloogiale, dünaamilisele meteoroloogiale, atmosfäärioptikale ja teistele ilmateaduse harudele.

Ilmavaatlusi tegevate riikide ülemaailmne ühendus loodi 1873. aastal Rahvusvahelise Meteoroloogiaorganisatsiooni (IMO) nime all, uuendatud, praegusel kujul alustati tegevust aga 1950. aastal Maailma Meteoroloogiaorganisatsioonina (WMO). Praegu kuulub ühendusse 191 riiki ja territooriumi. Eesti liitus WMO-ga 1992. aastal.

Meteoroloogia ajaloo algusaastad Eestis

Esimeseks instrumentaalseks ilmavaatluseks Eesti alal võiks pidada õhurõhu ja -temperatuuri mõõtmisi, mida tegi sõjaväearst Johann Jacob Lerche 18. augustil (vana kalendri järgi) 1731. aastal Vilsandi reidil purjeka pardal teel Gdanskist Peterburgi.

Vaatlusseeriad, mida saab pidada juba süstemaatiliseks, pärinevad Tallinnast ohvitser Jacob Brecklingilt aastaist 1774–1777 ning Tallinna Toomkooli professorilt Carl Ludvig Carpovilt ajavahemikust 1785–1800. Vaatluskohad asusid õige mitmes kohas üle linna.

Tartus alustati ilmavaatlusi pärast ülikooli taasavamist. Arvatavasti oli nende algataja rektor, füüsikaprofessor, eespool mainitud Georg Friedrich Parrot. Lühemaid või pikemaid vaatlusperioode



Oettingenide maja, Metobsi asukoht 1893–1925

esines linnas pea poole sajandi vältel. Kuulus Karl Ernst von Baer näiteks on oma vaatluspäevikusse 1811. aasta 28. juunil märkinud väga kõrge näidu – 35,4 °C (võrdluseks – kehtiv rekord on 35,6 °C). Füüsikaprofessor Friedrich Ludwig Kämtz alustas omi mõõtmisi Tartus 1842. aastal, tehes neid iga tunni järel kella 7-st kuni 23-ni. Et vaatlustesse jääks võimalikult vähem lünki, kandis ta alati taskus märkmikku lisaandmete tarvis.

Täiesti uus ajastu Eesti meteoroloogia ajaloos algas Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi (Metobs) asutamisega 2. detsembril 1865 (ametlikult kirja sai asutus küll alles 1876. aastal!). Selle esimeseks juhiks valiti professor Arthur Joachim von Oettingen. Alustati vaatlusrida, mis kestab tänapäevani.

Observatooriumi asukohad muutusid sageli. Vaatlusi tehti 1893. aastast kuni 1926. aastani Oettingeni maja tornis, mille platvorm kerkis tollal puudest kõrgemale. Aja jooksul puud kasvasid, tekkis vajadus



Riigi keskarhiivi maja, ilmajaam 1926–1952



ka vaatlusväljaku järele ning observatoorium viidi üle Hezeli tn 1 (Liivi tn 4) Riigi keskarhiivi majja. Seal töötati kuni aastani 1952.

19. sajandil olid ilmavaatlused väga populaarsed: peale sõjaväelaste, majakavahtide ja ülikooli töötajate, kelle tööülesanne see oli, tegid neid veel õpetajad, pastorid ja arstid. Koduõpetaja Friedrich Schieferdeckeri vaatlusseeria kestis Kadrinas ja Tallinnas ühtekokku 34 aastat.

Oma vaatlusrea pikkuse (üle 51 aasta) ning mõõtmiste täpsuse poolest sai kuulsaks Paldiski kohtufoogt Carl Kalk. Raske uskuda, et üks inimene tegi oma põhitegevuse kõrval ära väikese ilmajaama töö! Muide, selle vaatlusseeria on pikkuse poolest ületanud praegu Türi lähedal elav ilmahuviline Leo Rehela.

3. **Meteoroloogilisest vaatlusvõrgust**

Ilmajaamade põhivõrgu moodustasid 1866. aastal Tartu, Tallinna, Pärnu, Narva-Jõesuu, Vilsandi, Sõrve, Pakri ja Kõpu jaam. Torkab silma, et nende hulgas oli vaid üks sisemaajaam – Tartu, sest riiklikult peeti oluliseks eeskätt meresõiduohutuse tagamist.

1919. aasta oli Eesti ilmaelus märkimisväärne – loodi ju oma, suveräänsele riigile kohane hüdrometeoroloogiline teenistus.

Paljudele tundub uskumatuna, et Eestile üliraskel sõja ja kriisi ajal mõeldi veel ilmade prognoosimisele. Aga nii see oli. Sõjavägede ülemjuhataja käsul loodi mais Mere Observatoorium, mille ülesanne oli „meteoroloogilisi ja aeroloogilisi vaatlusi korraldada ja ilmasid ette kuulutada. Peale selle on observatooriumi ülesandeks meile õiget kella-aega välja arvata".

Aasta otsa oli värskelt loodud ilmateenistuse asukoht Tallinna Valge ehk Põhjamajaka üks tuba. Tuletorni juures asus ka väike meteoväljak. Esialgu töötas Eestis vaid kaks jaama, Tallinn ja Tartu, peagi leiti vaatlusriistu ka paari teise tarvis.

Praegu tundub uskumatuna, et Vabadussõja ajal levitati ilmateateid ning prognoose vabalt nii raadios kui ajalehtedes – Teises maailmasõjas olid taolised andmed ju rangelt salastatud!

1919. aastal pidi vastiseseisvunud Eesti riigi ilmateenistus taastama sõjas purustatud vaatlusvõrgu. Kui esimesel aastal töötas 7 jaama, siis



Tallinna majakas, ilmajaam 1882–1895, 1915–1948

1930. aastaks oli neid juba 29. Enamik vaatlejaist töötas sademete vaatlusjaamade võrgus vabatahtlikult, põllutöökoolide juures asuvais jaamades olid vaatlejaiks sageli õpilased.

Maist 1920 läks ilmateenistus jälle Tartusse, ülikooli alla.

Kuni saatuslike neljakümnendate aastateni. Siis vahetusid nii võimud, nimed, ilmateenistuse asukohad jne. (Kõige pikem nimi oli asutusel, muide, 1980. aasta paiku – Eesti NSV Vabariiklik Hüdrometeoroloogia ja Looduskeskkonna Kontrolli Valitsus.)

Nõukogude korrast oli midagi ka kasu: vaatlusi pidid tegema kolhoosides ja sovhoosides töötavad agronoomid, seega mõõdeti sademeid üksvahe ligi paarisajas kohas üle riigi.

Värsked tuuled hakkasid puhuma taasiseseisvunud Eestis 1991. aastal, kui moodustati Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut (2013. aastast ilmateenistus Eesti Keskkonnaagentuuri koosseisus). Järgmisest aastast sai riik Maailma Meteoroloogiaorganisatsiooni (WMO) liikmeks.

2014. aasta algul töötas Eesti meteoroloogilises vaatlusvõrgus 14 meteoroloogiajaama ja 12 rannikujaama, üks aeroloogiajaam (Tallinn–Harku), üks järvejaam (Tiirikoja), 6 sademete mõõtejaama ning 53 hüdromeetriajaama.



Meteoroloogiline vaatlusvõrk

Meteoroloogiajaamad

Asukoht

Meteoroloogiajaamade esmaülesanne on andmete kogumine kliima uurimiseks ja ilma ennustamiseks. Seetõttu valitakse jaamade asukohad nii, et nende vaatlusandmed annaksid võimalikult tõetruu ülevaate atmosfääri füüsikalistest omadustest antud territooriumi kohal, teaduslikumalt öeldes – koht peab olema representatiivne (esinduslik).

Nii iseloomustab Väike-Maarja ilmajaam Pandivere kõrgustiku, Tiirikoja (Mustvee) järvejaam Peipsi äärse madaliku, Kuusiku jaam Raplamaa, Tooma soomaastiku ning Vilsandi avamere ranniku kliimat.

Tallinnas ja Tartus on vaatluskohad sageli asukohta vahetanud.

Mitme ilmajaama asukohaga on probleeme – mõnel halveneb näiteks nn horisondi kaetus, sest jaamasid ümbritsevate puude kõrgus hakkab vaatlusi segama. Pärnu – meie tähtsaima kuurortlinna ilmajaam

peaks olema võimalikult rannakeskne. Nimetatud jaam aga on saanud tuntuks hoopis kui „antropoloogilise kliimamuutuse" näitaja.

Milles asi? Kuurortlinnas alustati vaatlustega juba 1842. aastal. Kuni 1990. aastani mõõdeti ilma ranna piirkonnas, siis tuli kolida 14 aastaks kesklinna. Ka seal ei leitud korralikku platsi vaatlusväljakuks ning meteoroloogid pidid ümber asuma sisemaale, Sauga lennuväljale. Kohe muutusid kuurortlinna ilmanäitajad: kahanes päikesepaiste, kasvas pilvisus, ööd külmenesid jne, mis muidugi vähendavad suvituskoha atraktiivsust.

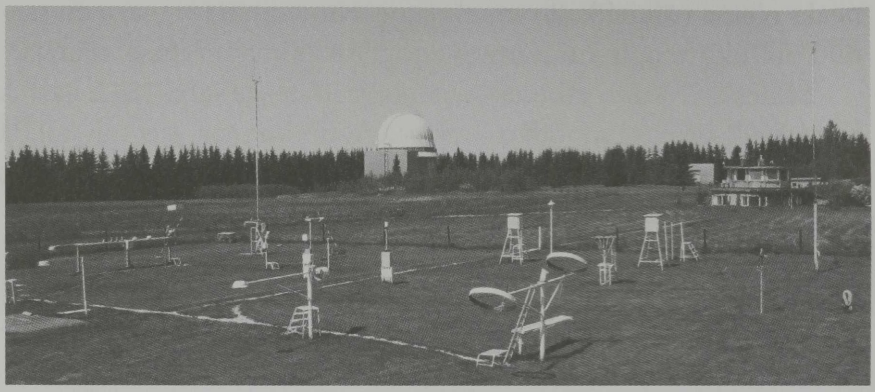
Väljak

Ilmajaam koosneb vaatlusväljakust ja tööruumist. Enamik meteoroloogilisi mõõteriistu asub vaatlusväljakul. Väljak on tavaliselt jaama tööruumi läheduses sadakonna meetri kaugusel võrkaiaga eraldatud maa-ala. Seal mõõdetakse õhutemperatuuri ja -niiskust, pinnase temperatuuri, tuule suunda ja kiirust, sademeid, lumikatet ja teisi meteoroloogilisi elemente, hinnatakse pilvisust ning nähtavust.

Vaatlustoas asub baromeeter ja barograaf õhurõhu mõõtmiseks. Suuremate meteoroloogiajaamade tööruumides on veel mitmesuguste isekirjutavate (näiteks aktinomeetriliste) mõõteriistade registreerivad seadised, arvutid jne. Vaatlustoas toimub vaatlusandmete esialgne töötlemine, ilmateadete ja tormi- või muude hoiatuste vastuvõtt ning vaatlustulemuste edasiandmine keskusesse Tallinna.

Meteoroloogiaväljak rajatakse lagedale, tuulele avatud, tasasele ja võimalikult rõhtsale kohale. Igasugused kühmud ning lohud mõjutavad lumikatte ladestumist, õhu termilist režiimi maapinna lähedal. Vaatlusväljaku lähedal ei tohiks olla metsatukka, viljapuuaeda või ehitisi, sest need võivad mõjutada mõõteriistade näitusid. Nii näiteks väheneb nende mõjul jaama ümbruses tuule kiirus, muutub temperatuur ja seega näiteks öökülmade esinemine.

Meteoroloogiaväljaku standardsuurus on 26 x 26 m, erijaamades, näiteks Tõraveres on suurus 50 x 50 m. Väiksema töömahuga



Tartu-Tõravere ilmajaam

jaamades võivad väljaku mõõtmed olla väiksemad, kuid mitte alla 20 x 16 m.

Mõõteriistad tuleb väljakul paigutada nii, et nad ei mõjutaks üksteise näite ega õhuvoolude loomulikku režiimi. Seetõttu paigutatakse kõrgemad seadised, näiteks tuulelipud, väljaku põhjaossa, pinnase termomeetrid aga lõunasse, küllalt kaugele tarast, et see termomeetreid ei varjutaks.

Miks mõne jaama rekordeid ei kinnitata?

Mõnikord, eriti talvel, tekitab sageli arusaamatust asjaolu, miks mõned temperatuurinäidud ei leia kinnitust päeva või kuu ilmarekorditena, kuigi on kõige „kõvemad".

Siinkohal võib leida analoogiat spordiga. Mõni sportlane võib ületada kehtiva ametliku jooksurekordi, aga seda ei tunnistata kehtivaks – näiteks puhus lubatust tugevam taganttuul või oli rada allamäge. Heal juhul märgitakse tulemus ära meedias.

Nagu öeldud, peab ilmajaam andma ülevaate laiema piirkonna ilmaoludest. Näiteks iseloomustab Tõraveres asuv Tartu-Tõravere jaam küll Tartumaa kliimaolusid, mitte aga linna mikrokliimat. See



Roomassaare ilmajaam pärast tormi

on ka põhjus, miks jaamasid linnadest välja paigutatakse, ehkki sageli kostub kriitikat – miks meid petetakse, kui Tartu temperatuurid pärinevad hoopis oma 15 kilomeetrit eemal asuvast Tõraverest?

Mis neist erinevustest rääkida – sageli on suured vahed isegi ühe linna piires – talvel Tartus 3–4, Tallinnas koguni 9 kraadi!

Paaril talvel on väga pakaselised näidud saadud Korela hüdromeetriajaamast, mis asub Eesti kagunurgas Piusa jõe orus. Ent neid näitusid pole rekordite tabelis ära toodud. Miks?

Hüdromeetriajaamade põhiülesanne on anda hüdroloogidele infot jõgede voolurežiimist, veetemperatuurist, üleujutustest jne. Enamikul nimetatud jaamadest (varasemaist mõõdupostidest) on olemas ka õhutemperatuuri andurid. Nende näidud tekitavadki sageli segadust ilmahuviliste seas. Talvel registreerivad hüdromeetriajaamad madalamat õhutemperatuuri kui mõne kilomeetri kaugusel asuv „päris" ilmajaam: külm, raskem õhk valgub sügavatesse jõeorgudesse.

Nii mõõdeti 2014. aasta 20. jaanuari hommikul Elva jõe orus viis kraadi madalam näit kui lähedal asuvas Tõraveres, mis teatavasti asub kõrgemal platool. Päris sageli on ka eelnimetatud Korela jaama näidud talvel madalamad, suvel aga kõrgemad mitte kaugel asuva Võru omadest.

Mõnikord on ka ranniku ja sisemaa temperatuurierinevused üpris rabavad: näiteks 18. detsembril 2009 mõõdeti Roomassaare sadamas õhutemperatuuriks –5°, samal ajal kui vaid kilomeetri kaugusel Kuressaare lennuväljal oli see –15,7 kraadi!

Miks on siis saartel ilmajaamad rajatud vaid mere äärde? 19. sajandi keskel lubati rajada eeskätt rannikujaamasid meresõiduohutuse eesmärgil. Sellest ajast pärinevadki pika vaatlusreaga Vilsandi, Sõrve, Kõpu ja Pakri (Paldiski) jaamad. Sisemaale püstitati vaatlusjaamasid tunduvalt harvem. Uute ilmajaamade rajamine on aga väga kallis lõbu.

Alati aga mitte – 1940. aastate lõpul oli kahe ilmajaama – Tartus Liivi tänaval Eesti hüdrometile kuuluva ja Balti mere laevastiku oma – vahemaa vaid mõni meeter! Vaatlusi tehti üheaegselt, ainult et teise jaama andmed olid salastatud.

4. **Päike**

Kõige eest, mis on maakeral head, võlgneme tänu Päikesele.
(Astronoom Laurits Leedjärv)

Kumb on tähtsam, kas päike või kuu? Loomulikult kuu, sest ta paistab öösel, kui on pime, päike aga päeva ajal, kui on niigi valge...
(Mulla Nasreddin)

Igipõlistest aegadest saadik on inimesed teadnud, et Päike on meie elus väga tähtis. Mida ta endast aga kujutab ja kuidas ta meid mõjutab – see oli juba keerulisem küsimus.

„Päikese kiired on pidanud pikka ja kõverat teed käima, enne kui nad meie juures ennast jälle soojusena avaldasid. Kui mõni pärima hakkab, kust meie ja kõige looduse eluallikas oma määratu soojuse tagavara võtnud, siis ei saa ta teadusmeeste käest mitte vastust. Nad seletavad ainult, et vastus niisuguse küsimise pääle inimliku mõistuse piiridest juba väljaspoole on," kirjutati ajalehes Postimees 1902. aastal.

Kui „teadusmehed" sajandi eest ei teadnud Päikese energiaallika kohta midagi väita, siis oli terastel saarlastel üpris tõepärane hüpotees Päikese olemusest: „Päike on üks suur tulekuul, mis nii kaua

maailma soendab kui viimsepäävani. Siis ta pääseb lahti ja põletab kõik maailma ära."

Saja aasta vältel on teadmised meie planeedisüsteemi kesksest kujust märksa täienenud. Teatmeteostest võime lugeda, et Päike on Maale kõige lähem täht, mille mass – $1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg (330 000 korda suurem Maa massist) moodustab 99,9 protsenti kogu Päikesesüsteemi massist. Tema välja kiiratud energiast jõuab Maad ümbritseva atmosfääri ülemisele piirile vaid pool miljardikku osa, mis moodustab aastas ligikaudu $5{,}4 \cdot 10^{12}$ teradžauli ehk $1{,}3 \cdot 10^{24}$ kalorit. Sedagi hajutavad, neelavad ja peegeldavad õhuosakesed ja pilved. Pinnases neeldub vaid pool kiirgusest, mis oli jõudnud atmosfääri ülemisele piirile.

Võrdluseks olgu öeldud, et Maa sisemusest eraldub meie laiuskraadil aasta jooksul sama kogus soojust, kui palju annab Päike suvisel keskpäeval ühe tunniga!

Ometi piisab sellest kogu atmosfääri õhumasside ja ookeanide vee liikuma panemiseks ning elu säilitamiseks biosfääris. Kui maakeral poleks päikesekiirguse erinevusi, siis poleks ka erinevusi õhurõhus, tuuli, ookeanihoovusi ja palju muud, mis kujundab kliimat. Seega on igati õige väita, et Päike on ilmastikuteatri peanäitejuht.

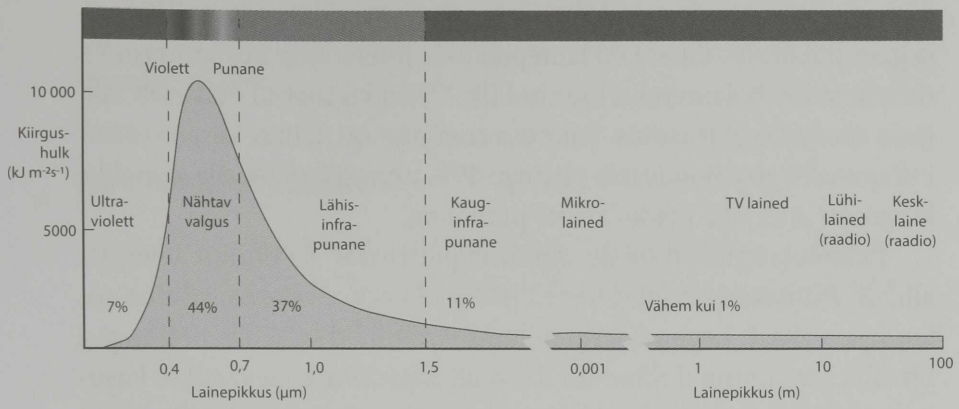
Miks päike paistab?

„Saagu valgus!" Ja valgus sai.

(Esimene Moosese raamat, 1:3)

Mõtlemise koht on muidugi see, et valgus loodi esimesel, Päike alles neljandal päeval...

Füüsikas on enamik loodusnähtusi seadustega paika pandud. Ühe järgi eraldab iga keha, millisel temperatuuril ta ka ei oleks, elektromagnetilist kiirgust (nii Päike kui Maa, jäämäed jne.). Mida kõrgem on keha temperatuur, seda rohkem energiat temast väljub. Päike, mille pinna temperatuur on umbes 5700 °C, kiirgab sadu



Päikeselt kiirguva energia spektrijaotus

tuhandeid kordi rohkem kui Maa, mille keskmine temperatuur on vaid 15 °C.

Kuidas valgus levib, polnud selge üpris hilise ajani. Kuulus teadlane Descartes teatas 1634. aastal: „Minu arusaam on, et valgus liigub kosmoses hetkeliselt. Kui eksperimendid näitavad vastupidist, olen valmis tõdema, et ma ei tea füüsikast absoluutselt midagi". Mõnekümne aasta pärast näitasid arvutused, et valguse kiirus on ikkagi lõplik, kuigi väga suur – praeguste andmete kohaselt 299 792 458 m/s.

Päikesekiirgus läbib lainetena kogu vahemaa meie planeedini ehk umbes 150 miljonit kilomeetrit 8 minuti ja 20 sekundiga. Nii et juhul, kui Päike peaks ootamatult kustuma, adume seda alles kaheksa ja poole minuti pärast...

Kuna Maa on ilmaruumis niivõrd pisike objekt, tabab seda vaid 0,000000005% Päikese poolt väljakiiratavast energiast. Päike ei paista kõigile ühtemoodi. Erineva lainepikkusega (või sagedusega) elektromagnetlained toimivad mitmeti. Inimestel, putukatel, erinevail loomadel on evolutsiooniprotsessis silma ehitus kiirgusega isemoodi kohanenud. Inimese silm on võimeline eristama vaid päris kitsast spektripiirkonda, nn nähtavat valgust. Nähtavast valgusest lühemad

lainepikkused kannavad ultravioleti nime, veelgi lühem on röntgeni- ja gammakiirgus. Pikemaid lainepikkusi nimetatakse infrapunasteks, mikro- ja raadiolaineteks. Joonisel (lk 27) on kujutatud Päikeselt kiirguva energia spektrijaotus. Suur osa energiast on nähtav kiirgus (44%), infrapunakiirgus moodustab peaaegu 49%, ultraviolett 7%, alla sajandiku kiirgusest jääb juba raadiolainete piirkonda.

Päikesekiirgus on peale „niisama paistmise" ka oluline energiaallikas. Esimesed säilinud teated päikesekiirguse rakendusest on sõjanduse vallast. Legendi järgi põletas Archimedes 22 sajandit tagasi Sitsiilia saare rannal Siracusa linna all Marcelluse laevastiku, kasutades peegleid päikesekiirte koondamiseks. Arvutused näitasid, et see oleks võimalik, kui teadlasel olnuks kasutada 1000 m^2 suurune peeglite süsteem, laevad olnuks mustade purjedega ning seisnud 30–60 meetri kaugusel.

1973. a tegi aga Kreeka teadlane Ioannis Sakas Pireuse sadamas järgmise katse: ta seadis üle 60 mehe suurte peeglitega kaile, kust nad suunasid päikeselt peegelduvad kiired 45 m kaugusel seisnud laevale. Mõne minutiga olevat see süttinud. Asi toimis!

Läätsede ja peeglite abil töötava ahju leiutasid 18. sajandil Buffon ja Lavoisier. Tänapäeval kasutatakse päikeseenergiat laialdaselt, ka meie laiustel, nii kütmiseks kui elektrivoolu saamiseks. Näiteks kasutatakse päikesepatareisid toiteallikatena käekelladest kosmoselaevadeni.

Kindlasti on vähem tuntud kanadalase Kenneth Gardneri projekteeritud päikesekrematoorium. Projekti kohaselt tõuseb kirst (või ainult surnu) aeglaselt tohutu läätse alla, kus ta siis tuhastub. Autori järgi võiks selline pidulik krematsiooniviis sobida paljudele religioonidele. Rakendust peaksid piirama vaid majanduslikud kaalutlused ja kliimatingimused. Pole kuigi meeldiv, pigem jube on ette kujutada matusetseremooniat, mille katkestab päikese ette liikunud suurem pilv. Seepärast jääb selline lahkumisviis osaks vaid jõukaile esteetidele USA päikeselistes osariikides.

Viimast projekti kõlbaksid iseloomustama Muumitrolli sõnad: „Kui päike kord välja tuleb ja teile otsa vaatab, küll te siis näete, kui tobedad te olete!"

Tormidest Päikesel

> Päikeseplekkidel on tõepoolest suur tähendus. Ükskord ka ilmus päikesele sihuke plekk ja veel samal päeval sain ma Nusles „Banzeti" kõrtsis peksa.
>
> (Švejk)

Päike, maise elu allikas, meie planeetide süsteemi kese, „ilmateatri peanäitejuht", võiks käituda oma vanusele vastavalt – ikkagi neli ja pool miljardit aastat – tunduvalt soliidsemalt. Mitte nagu ulakas poisike, kes pahanduste vahel aeg-ajalt vaid korraks hinge tõmbab.

Päikese aktiivsustsükkel kestab umbes 11 aastat, tema intensiivsust iseloomustab nn päikeseplekkide arv. Praeguse, 24. tsükli keskel, aktiivsuse maksimumi aegu, on neid olnud vähem kui kunagi varem saja aasta jooksul, väidavad astronoomid.

Mis meil neist plekkidest? Päikesega on lood nagu inimesegagi: kui nägu tõmbub laiguliseks – on oodata raevupurset. Pursked Päikesel – protuberantsid, loited on aga vahetevahel säärased, nagu plahvataks korraga miljon 100 megatonnist tuumapommi! Aineosakesed, mis tavaliselt liiguvad nn päikesetuulena tähest eemale kiirusega 300 km/s, paiskuvad siis ilmaruumi mitu korda suurema hooga.

Õnneks on Maa päris hästi kaitstud nii Päikeselt tuleva liigse ultraviolettkiirguse eest (osoonikihiga) kui ka kosmilise kiirguse eest (magnetväljaga). Tugevate kosmosetormide puhul murravad aga suure energiaga osakeste vood Maa magnetpooluste lähedal sügavamale atmosfääri ning võivad siis tekitada palju pahandust alates elektrivõrkude haldajaist kuni kosmoseagentuurideni. 1847. aastal



Virmalised

seiskus magnettormi ajal Inglismaal telegraafiühendus, kaksteist aastat hiljem kordus sama juba kogu Euroopas ning USAs.

Tänapäevased hiigelsuured energiavõrgud toimivad tormide ajal tohutute antennidena, indutseerides omakorda elektrit. 1989. a märtsis kärssas Kanadas Quebeci provintsis võimas trafo, jättes üle kuue miljoni inimese üheksaks tunniks vooluta. Paarikümne aasta jooksul on kahjustatud paarikümne kosmoseaparaadi tööd.

Viimati, 2003. a oktoobri lõpu magnettormi aegu kaotati side kahe Jaapani satelliidiga. Sidesatelliitide töö oli tugevalt häiritud eriti kõrgmäestiku- ning polaaraladel. Kanada põhjaosas kästi lennukitel madalamalt lennata – kiiritusoht oli sedavõrd suur.

Orbiidil töötavad kosmo-, astro- ning taikonaudid peavad tugeva magnettormi ajal varjuma kosmoselaevade magamissektsioonidesse – need on paksema seinaga. Päikese pahade päevade aegu ei pääse nad ka avakosmosesse „jalutama" – see oleks kindel surm.

Siiski kaasneb magnettormidega ka midagi ilusat – virmalised. Neid võib mõnikord näha isegi madalatel laiustel (4. veebruaril 1872 pea kogu maakeral!). Muide, Tõraveres asub Soome meteoroloogia-instituudi kõige lõunapoolsem magnetomeeter, millega on registreeritud virmalisi Tartu kohal vehklemas isegi siis, kui seda keegi linlastest ei märkagi. Selle nähtuse nägemiseks on vaja teatavasti virmalisi, st magnettormi, samuti pimedat pilvitut ööd.

Peale kena veikleva „diskovalguse" olevat virmalistest isegi kasu: nimelt usuvad jaapanlased, et taevase vaatemängu ajal tehtud tited tulevat üliandekad. Huvitav, kui palju on eskimote seast võrsunud Nobeli preemia laureaate?

Tihti võib lugeda-kuulda, et magnettormid mõjutavad meie tervist ka maa peal. Tõepoolest on andmeid, et sel ajal halveneb paljudel enesetunne, ägenevad mitmed kroonilised, eriti südamehaigused. Astronoom Peep Kalv soovitas: „Jälgige ennast, kui tunnete end vahel halvasti, siis pange päev kirja. Ärge kuu aega lugege magnetilisi ennustusi ja vaadake tagantjärgi, kas magnettormipäevad ja päevad, mil ennast kehvasti tundsite, langevad kokku."

Magnettormide ennustusi võib leida internetist õige mitmest kohast. Näiteks edastab neid NOAA kosmoseilma ennustuskeskus iga 10 minuti tagant (vt www.swpc.noaa.gov). Paljud inimesed tunnevad ennast seepärast halvasti, et võimalik oht püsib silme ees, teistele on see aga suureks lohutuseks analoogiliselt astroloogilise horoskoobiga.

Võrreldes aga tavaliste ilmaennustustega on magnettormi prognoose kaugelt riskantsem teha. Mitmel korral on kõige vägevamad kosmoserajud jäänud hoopis ennustamata.

Eestlased peavad uhked olema: nende piigad on nii ilusad, et isegi Päike ning Kuu on neil kosjas käinud (vt „Kalevipoeg", esimene lugu). Paraku peab Linda ja Salme korviandmiste pärast kannatama kogu inimsugu. Kui Kuu ärapõlgamise tõttu vaevlevad vaid naisterahvad ja sedagi periooditi, siis vihase Päikese, kes „läks puhkides

lävelta" – ilmne viide päikesetuulele – , tekitatud magnettormid mõjutavad senini kogu planeedi inimeste eluolu. Mis sa teed – ülikõrgel kohal olijad on tavaliselt ka ülitundlikud.

Arvatakse, et Päikese aktiivsuse tase mõjutab samuti ühiskondlikke liikumisi. Vaid üks näide: 1917. aastal 15. tsükli maksimumi ajal alanud kommunismi võidukäik sai kabelimatsu 22. tsükli maksimumi ajal 1991. aasta augustis.

Kui astroloogiausklikud killerid valivad kuuldavasti atentaatideks kaduneljapäevi, siis poliitikud peaksid võimuhaaramisi planeerima samuti sobivate kosmiliste näitajatega aegadel. Alati see siiski ei toimi: kuigi riigikukutamiseks pole viimased aastad olnud eriti sobivad: päikeseaktiivsuse 24. tsükli maksimum aastail 2012–2013 on olnud saja aasta nõrgim, on näiteks araabia kevaded, nagu ka Ukraina rahvaliikumine hoogustunud just sel perioodil.

5. **Maa. Atmosfäär**

> Kui ebaõige on nimetada seda planeeti Maaks, kui ta on selgelt Ookean!
>
> (Arthur C. Clarke)

Meie elupaika on kutsutud ka kosmoselaevaks nimega Maa, millele pole kaasa antud kasutamisjuhendit ega päästepaate. Teame vaid, millal ta umbes loodi ja millal võiks otsa leida. Aga nüüd põrutame koos kogu Päikesesüsteemiga Heraklese tähtkuju poole kiirusega 20,1 km sekundis. Vähe sellest – samal ajal tiirleme ka ümber Päikese kiirusega 30 km sekundis. Kuue sekundiga Tartust Tallinna!

Maakera on tõesti kera, veidi lopergune, keskmise läbimõõduga 12 746 km. Arthur Clarke'il on õigus – enamik planeedi pinnast, 71% on kaetud veega, hüdrosfääriga. Ameeriklased on teinud efektse arvutuse: kui kogu maakera veed koondada üheks tilgaks, siis oleks selle diameeter 1385 km, magevee tilk oleks märksa väiksem, 272,8 km, joogivett jätkuks vaid 56,2-kilomeetriseks tilgaks!



Vesi maakeral

Maakera ümbritseb gaasikiht, mida nimetame atmosfääriks (kr k aurukera) ehk õhkkonnaks. Esimesena hindas atmosfääri kõrgust 1025. aastal araabia teadlane Alhazen. Hämariku kestuse mõõtmiste alusel leidis ta õhkkonna piiriks 74 kilomeetrit. Huvitaval kombel ühtib see kõrgusega maapinnast, kus õhurõhk on võrdne tavaliste baromeetrite mõõtmise täpsusega (0,1 mm Hg).

Tänapäeval teame, et toda näitajat on üldse raske täpselt määratleda, kuna Maa atmosfäär läheb üle kosmosesse difuusselt, sujuvalt.

Meteoroloogias loetakse kokkuleppeliselt atmosfääri ülemiseks piiriks kõrgust, kus suudame jälgida Maa atmosfääris toimuvaid nähtusi, virmalisi, s.o 1000 kuni 1200 km.

Atmosfääri mass ei jaotu kogu atmosfääri ulatuses ühtlaselt – suurem osa asub tema alumistes kihtides. Džomolungma tipust (umbes 9 km kõrgusel) allpool asub umbes 70% kõigist õhumolekulidest, 50 km kõrguse nivoost juba 99,9%.

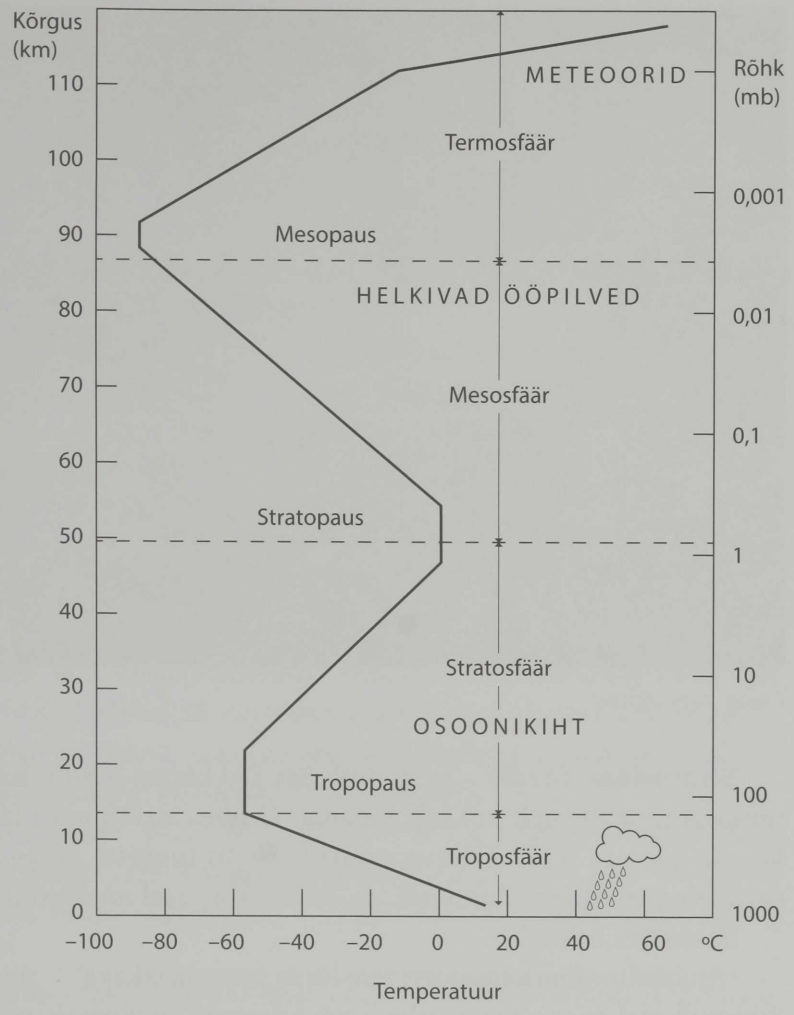
On arvutatud, et meetrise läbimõõduga gloobusel kujutaks inimtegevusele kättesaadav õhkkond vaid millimeetripaksust kihti.

Atmosfääri kihistus

Nagu öeldud, ei ole atmosfäär ühtlane keskkond, tema koostis ja omadused muutuvad vertikaalsuunas, võimaldades jaotamist kihtidesse. Taolise jaotamise tähtsaim parameeter on temperatuur.

Troposfäär (*tropos* – kr k pööre). See on atmosfääri kõige alumine osa, ulatub aluspinnast umbes 10 km kõrguseni. Selle kihi kõrgus oleneb nii geograafilisest laiusest (ekvaatoril kuni 18 km) kui aastaajast. Näiteks ulatub Tallinn–Harku aeroloogiajaamas lastud raadiosondide andmeil troposfäär märtsis keskmiselt 9,6, augustis aga 10,6 km kõrguseni.

Mis iseloomustab seda õhukihti? Kõigepealt temperatuuri langus õhu hõrenemise tõttu, keskmiselt 6 kraadi kilomeetri kohta. Teiseks toimuvad pea kõik ilma- ja elunähtused just selles kihis.



Atmosfääri kihid ja temperatuuri sõltuvus kõrgusest

Tropopaus. Vahekihti troposfääri ja kõrgemal asuva sfääri vahel nimetatakse tropopausiks. Selle paksus on 1–3 km. Temperatuuri langus peatub. Palja silmaga on vahel näha, kus algab tropopaus – seal, kus võimsate rünksajupilvede ülemine osa moodustab nn alasi.



Alasiga rünksajupilv

Stratosfäär. (*strato* – kr k kiht). See õhkkonna osa on kihiline, temperatuur üldiselt hakkab tõusma. Umbes stratopausi lähedal kasvab see pea 0 °C! Temperatuuri kasv on tingitud Päikese ultraviolettkiirguse neeldumisest 15–30 km kõrgusel nn osoonikihis.

Paar sõna *osoonist.*

„Kui valite mind, muudan teie linna osoonirikkaks" – nii lubas kümmekond aastat tagasi ühe Eesti kuurordi linnapeakandidaat. Kuigi too mees võitis, pääsesid linnakodanikud elusalt. Nimelt on osoon terava lõhnaga kole kange mürk, vist sinihappestki kõvem. (Osoneeritakse ju joogivettki, tappes pahasid mikroobe.) Nii et vahel on kasugi, kui ei täideta valimiseelseid lubadusi!

Kui stratosfääris paarikümne kilomeetri kõrgusel on too aine väga oluline, kaitstes meid liigse UV-kiirguse eest, on ta väga ohtlik

maapinna lähedal (tekib näiteks autode heitgaasidest päikesekiirguse mõjul). Muide, hea õhk männimetsas ei tulevat sugugi osoonist, vaid eeterlike õlide aurudest, mida eritavad okkad.

Osoonikihi paksust mõõdetakse nn dobsoni ühikutes (DU), mis väljendab atmosfääri vertikaalsest sambast maapinna (merepinna) tingimustele taandatud osoonikihi paksust tuhandikes sentimeetrites.

Globaalselt keskmiseks osoonikihi paksuseks loetakse 300 DU (ehk kihi taandatud paksus 3 mm).

Kujutage nüüd ette: vaid kolmemillimeetrine gaasikiht peab olema elusloodusele kilbiks kurikuulsa UV-kiirguse eest!

Lehtedest on aeg-ajalt lugeda osooniaukudest, st kahanenud osooniga laikudest atmosfääris. Meile otseselt ohtlikke juhtub meie kanti õnneks harva. Kurikuulsad on aga tohutud augud osoonikilbis Antarktika kohal (kuni 97 DU). Hoolimata kõiksugu heitgaaside, eriti nn freoonide (külmutuskappides ning aerosoolballoonides kasutatud gaaside) atmosfääri paiskamise vähendamisest, on raske „lappida" neid kõige suuremaid aukusid. Osoonikihi kaitsmise rahvusvahelisel päeval 16. septembril 2008. aastal nentis ÜRO peasekretär Ban Ki-moon, et kulub veel pool sajandit, et taastada olukord, mis valitses enne freoonide kasutuselevõttu.

Mesosfäär. See kiht algab 50–55 km kõrgusel, ulatub kuni 80 km. Temperatuur hakkab jälle langema kuni ligi –90 °C. Ka mesosfääris võime jälgida pilvi – jääkristallidest koosnevaid helkivaid ööpilvi.

Termosfäär. Algab kõrgusel umbes 85 km ja ulatub umbes kõrguseni 500 km. Nagu nimigi ütleb, on tegemist kuuma kihiga – see kasvab kuni väärtusteni 1500–2000 °C! Ainult et need tulised õhumolekulid leegivad ringi üksteisest kilomeetrite kaugusel ...

Termosfäärist kõrgemal asub **eksosfäär**, mis läheb juba sujuvalt üle lähikosmoseks.

Eeltoodud atmosfääri jaotamine kihtideks toimus temperatuuri muutuste järgi. Seda saab teha ka muude parameetrite alusel, näiteks

gaaside ioniseerituse põhjal. Maapinnast umbes 80 km kõrgusel on piirkond, kus on rohkelt päikesekiirguse tõttu elektriliselt laetud osakesi – ioone ja elektrone, mis mõjutavad raadio kaugsidet. Seda kihti nimetatakse **ionosfääriks**. Viimase väga tugevate häirete korral katkeb raadioside, mida on ka Eestis juhtunud.

Atmosfääri kõrgemates kihtides tegutsevad virmalised – needsamad elektronid, prootonid jt Päikeselt pärit kiirguse osakesed, mis õhu koostises olevate ainete molekulidega kokku põrgates ergastavad neid. Rohelist värvi virmalised on pärit hapnikuaatomitest umbes 100–200 km kõrgusel, punast tooni annavad lämmastikuaatomid, viimased võivad ioniseeritult anda ka sinakat tooni. Nõrgemad virmalised näivad sageli aga lihtsalt valkjad.

Atmosfääri koostis

Õhk, papa, ei maksa ju midagi.

(E. Vilde „Pisuhänd")

Õhkkond koosneb kolmest komponendist:

1) gaasidest (puhtast ja kuivast õhust),
2) veeaurust ning
3) õhus hõljuvatest tahke ja vedela aine osakestest ehk aerosoolist.

Puhas ja kuiv õhk koosneb lämmastiku (78% ruumala järgi), hapniku (21%) ja argooni (1%) segust. Õhus leidub alati ka suuremal või väiksemal hulgal veeauru (0,1–1,4%).

Atmosfääri õhu kolmanda komponendi moodustavad igasugused maapinnalt tuulega õhku sattunud tolm, tahm, õietolm, fenoolid, vulkaaniline tuhk, aga samuti väikesed veepiisad, millest koosnevad pilved või udu.

Inimtekkeliste saasteainete allikas on USA näitel põhiliselt transport (46%), kütuse põletamine (29%) ja tööstus (16%). Ühe suhkrutüki

suuruses õhukoguses võib tööstusriikides sisalduda kuni 200 000 tahket osakest! Kõige puhtam on õhk ookeaniavaruste kohal – umbes 10 tolmukübet cm^3 kohta.

Peale aerosoolide sisaldab õhk ka inimese tervist ja Maa kliimat mõjutavaid nn kasvuhoonegaase – peale nimetatud süsihappegaasi ja osooni veel metaani (CH_4), dilämmastikoksiidi (N_2O), süsinikoksiidi ehk vingugaasi (CO) ning kurikuulsaid klorofluorosüsinikke (freoone) jne.

„Saastatud õhk kahandab looduse ilu. /.../ Ta toimib nagu läbipaistev ekraan, mille on langetanud õnnetu Jumal." (Louis J. Battan, USA meteoroloog.)



6. **Päikesekiirgus Maa atmosfääris**

„Kust see tuleb, et ilmaruum päikese kui ka teiste taevakehade kiirevoolust hoolimata nii väga külm seisab?! Lihtsalt sellest, et ilmaruumi õhul ehk athmosphärel kiirte kinnipidamiseks tarvilik tihedus puudub: soojuskiir lendab läbi kui tulejutt – keegi ei takista teda tema teel. Kuid vaata, kuidas meie õhk päikese kiirte soojuse võimu kinni püüab: juba see, kas kiired püsti või liusku õhkkonnast läbi peavad käima, mõjub nii suurel mõõdul, et nad keskpäeval, täiesti püsti maakera pääle langedes ainult 2/10, hommikul ja õhtul aga pea kõik oma soojendamise võimu õhkkonda ära kaotavad," kirjutas aastal 1901 ajalehes Postimees matemaatikatudeng J. Sarv.

Tõepoolest, troopilistel laiustel, põhja- ja lõunapöörijoone vahel on keskpäeval Päike kõige kõrgemal – „täiesti püsti", st seniidis ekvaatoril võrdpäevsuse ajal, pöörijoontel aga kas 22. juunil või 23. detsembril. Muidugi on see tingitud, nagu hästi teame, maakera telje kaldenurgast 23,5 kraadi. Tänu sellisele kaldenurgale on maakeral ka sellised astronoomilised aastaajad.

Mida suurem on koha geograafiline laius, seda rohkem langevad Päikese kiired „liusku", suurema nurga all. Kui Eesti keskmiseks laiuseks võtta 58° 30' (Puurmani–Virtsu laiuskraad), siis on jaanipäeva ajal Päikese kõrgeim asend 55° ja talvisel pööripäeval vaid 8°. Võrdluseks: kui Päike on horisondist 30 kaadi kõrgusel, siis on



Must kevadine lumi (peegelduskoefitsient u 5%)

tema kiirte tee läbi atmosfääri kaks korda pikem võrreldes sellega, kui Päike asuks seniidis.

Maa atmosfääri läbides juhtub päikesekiirgusega palju asju: see hajub õhuosakestel, neeldub, peegeldub ja murdub, vallandab keemilisi reaktsioone jne. Kui tema keskmine vootihedus (intensiivsus) kiirtega risti oleval pinnal atmosfääri ülemisel piiril ehk nn solaarkonstant on 1,370 kW/m^2, siis Eestis on maapinna lähedal kiirtega risti pinnal ja selge ilmaga parimal juhul mõõdetud 994 W/m^2 (2007. aasta aprillikuus). Suvel käib Päike küll palju kõrgema kaarega, aga atmosfäär on tunduvamalt tolmusem kui kevadel, seega väheneb tema läbipaistvus.

Kõige suuremad päikesekiirguse mõjutajad on siiski pilved. Kui pilved katavad Päikese, kaob nn otsekiirgus, maailm meie ümber on aga valge tänu hajuskiirgusele. Selle intensiivsus sõltub aga pilvede liigist, hulgast ning Päikese kõrgusest.



Värske valge lumi (albeedo kuni 95%)

Albeedo

Aluspinnale jõudnud kiirgusest osa neeldub, teine osa aga peegeldub tagasi õhku. Pinna peegeldumise võimet iseloomustab albeedo (ld *albus* – valge), arv, mis näitab, kui suure osa moodustab tagasi peegeldunud kiirgusvoog pinnale langenud kiirgusest.

Albeedo sõltub aluspinna iseloomust (rohi, muld, lumi, vesi jne), selle olukorrast (märg, kuiv, tasane), Päikese kõrgusest. Kuiva mulla albeedo on näiteks 20–24%, niiskel aga 16–18%. Värskelt sadanud lumelt peegeldub tagasi kuni 95% kiirgusest, vana ja sula lume albeedo on aga vaid 30% ümber. Seega võite aprillis särava Päikese ja värske lumevaibaga saada näole kahekordse doosi ultraviolettkiirgust!

Rannas päevitades „võtab" Päike paremini, sest õhk on läbipaistvam, samuti on heledal liival peegelduskoefitsient 40% lähedal.

Lugu sellest, kuidas Barack Obama valget revolutsiooni tegi

Kui USA esimene mustanahaline president Valgesse Majja jõudis, oli roheline revolutsioon riigis juba alanud. Keskkonnakaitsjate survel oli George W. Bush teinud esimesi samme üleilmse kliimasoojenemisega võitlemiseks. Osariikide palgal olevaid klimatolooge ähvardati isegi vallandamisega, kui nad jäävad ilmastiku muutuste põhjuste osas skeptikuiks.

*Ühendriikide uus president tõotas astuda veel tõhusamaid samme. Nimelt tegi vastne USA energeetikaminister (*Secretary of Energy*) Steven Chu ettepaneku värvida kogu maailma hoonete katused valgeks. Paljud inimesed sattusid hämmeldusse – kas tõesti on ameeriklased saanud uue veidriku riigi valitsusse?*

Seekord on aga tegemist tuntud teadlasega, sest Steven Chu on Nobeli preemia laureaat füüsikas (laserite rakenduse alal), töötanud mitmes ülikoolis professorina jne. Ta on soovitanud panustada tulevikuenergeetikas enam taastuvale energiale, nentides samuti, et tüüpilised söel töötavad elektrijaamad eraldavad atmosfääri 100 korda enam soojust võrreldes tuumaelektrijaamadega.

Ühel 2012. a maikuus Londonis toimunud kliimanõupidamisel tegigi Chu ettepaneku värvida üleilmselt majade katused valgeks, sama soovitati teha ka linnatänavate ning väljakute, isegi autodega. Tema hinnangul oleks efekt samasugune, kui eemaldada liiklusest kõik autod üheteistkümneks aastaks!

Igaüks on vast kogenud, et valgeis rõivais on suvel kergem olla, et tume plekk-katus kuumeneb heledais toonides peavarjust kiiremini. Suured linnad on soojemad kui külad, sest asfalt kogub päeva jooksul kõvasti soojust ning ergab seda öösel.

Muide, sarnase soovituse andis paari aasta eest ka Briti tervishoiuministeerium, soovitades suveks varuda valgeid kardinaid, värvida hooneid heledaks, osta ventilaatoreid. Nimelt hoiatas sealne ilmateenistus sellal võimaliku kuumalaine eest.

Kõik see on väga tore, ainult mida sarnased soovitused maksumaksjaile tähendavad? Kolossaalsed värvikogused ainuüksi New Yorgi suuruse linna võõpamiseks võtaks ära kena kopika riigi eelarvest. Pealegi eraldaks värvide tootmine omakorda atmosfääri tohutult süsihappe- ja muid kahjulikke gaase. USA lõunaosariikide elanikud teatasid aga, et nad on omi maju heledaks värvinud ammu enne sarnaseid soovitusi.

Kujutage ette maailma, kus valgete majade vahel valgetel tänavatel sõidavad vaid valged autod?!

Teine vastuargument: põhjapoolsetel laiustel on energiasäästlikud hoopis majad, mis on tumedat värvi, kuna taolised pinnad külmemal poolaastal salvestavad niigi nappi päikeseenergiat. Valged hooned on talvisel ajal teatavasti külmemad. Või tuleks seal vahetada katusekatet aastaaja järgi?

On teadusemehi, kes meenutavad mõnekümne aasta taguseid aegu, kui räägiti kliima jahenemisest ning soovitati Põhja-Jäämerele külvata tahma, mis vähendaks jää albeedot ning kiirendaks selle sulamist. (Jää ja lume peegeldumisvõime on ju veest tunduvalt suurem.)

Ultraviolettkiirgusest

> Päikese kiired on haiguse eemalehoidjad. Päikese kiirgus hävitab koolera koguni sügaval riiete all.
>
> (Stud. math. J. Sarv. Postimees, 1902)

Arenenud riikides on sõnad „ultraviolettkiirgus ja osoonikiht" kui mitte just iga päev, siis iga kuu tähelepanu all. Jälgitakse teateid nn osooniaukude võimaliku ilmumise kohta, määritakse igaks juhuks nahka kaitsekreemidega, mis ei lase seda liialt pruunistuda jne.

Aastakümnete jooksul on aset leidnud suured muutused nii elukeskkonnas, üldises elulaadis kui moes. Kui saja aasta eest riietusid suplejad pikkadesse trikoodesse, siis 20.–30. aastail algas kampaania

„aristokraatselt kahvatu naha" vastu, propageeriti päikesepruuni jumet. Oli ju avastatud, et päikese ultraviolettkiirgus (UV-kiirgus) tekitab nahas rahhiidivastast D-vitamiini ja teisi tähtsaid aineid. Miks me siis tänapäeval oleme hakanud päikest kartma?

Aastakümneid oleme kuulnud, et „ultrad" on pahad, vähemalt poliitikas. Looduslik UV-kiirgus on teatavasti osa päikesekiirgusest, mis on lühema lainepikkusega kui nähtav kiirgus (avastati juba 1801. aastal). Mõõdukais annustes on UV-kiirgus tervistav, seda kasutatakse laialdaselt meditsiinis („kõrgustikupäike", bakteritsiidkiirgus jne). Kiirgusel on väga tugev bioloogiline toime, mis on seletatav fotokeemiliste protsessidega. See bioloogiline toime sõltub oluliselt UV-kiirguse lainepikkusest.

Ultraviolettkiirgus Maa atmosfääris jagatakse kolmeks alampiirkonnaks – A, B ja C. Kõige lühema lainepikkusega osa – UVC (100–280 nm), inimesele ja looduskeskkonnale kõige kahjulikum kiirgus õnneks neeldub pea täielikult 15–35 km kõrgusel stratosfääris (osoonikihis). See on kiirgus, mida haiglates kunstlikult tekitatakse ruumide desinfitseerimisel!

UVB-kiirgus (280–315 nm) põhjustab naha punetust ja põletusi (nn erüteemne UV-kiirgus). Tema maapinnani jõudmine sõltub suurel määral osoonikihi paksusest.

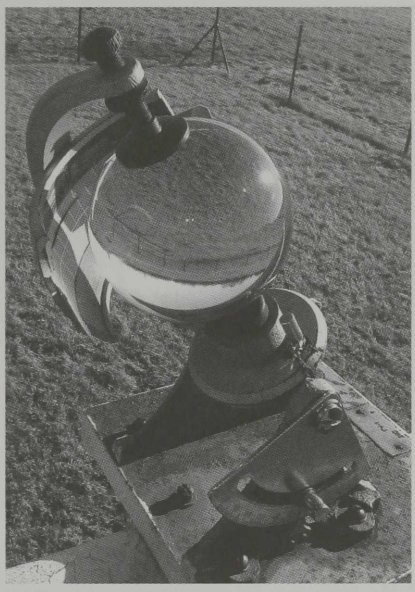
UVA-kiirgus (315–400 nm) on kõige mahedam osa UV-kiirgusest, soodustab nahas pruuni pigmendi teket ning D-vitamiini moodustumist.

Ultraviolettkiirguse intensiivsus maapinnal sõltub:

- Päikese kõrgusest horisondil,
- stratosfääri osoonikihi paksusest,
- pilvede hulgast, kõrgusest ja liigist,
- atmosfääri läbipaistvusest (aerosooli – tolmu, tahma jne kogusest),
- aluspinna peegeldamisomadustest (albeedost),
- koha kõrgusest merepinna suhtes.

Päike „võtab" paremini keskpäeval, kõrgel mägedes, puhta sinise taevaga ning värskelt sadanud lumega. Endale liiga võib aga teha, kui päevitada selge taeva ning õhema osoonikihiga (osooniauk!) päevadel.

Päikesevõtmine on salakaval asi. Igaüks on omal nahal kogenud esimeste kevad- või suvepäevade päikest. Kui lõunamaadel peetakse keskpäeval tööpausi – siestat, siis ei ole see tingitud niivõrd laiskusest, kuivõrd päikesepistest või kuumarabandusest hoidumiseks (samal kellaajal, kui meie randadest kostab nõrka rasvasärinat!).

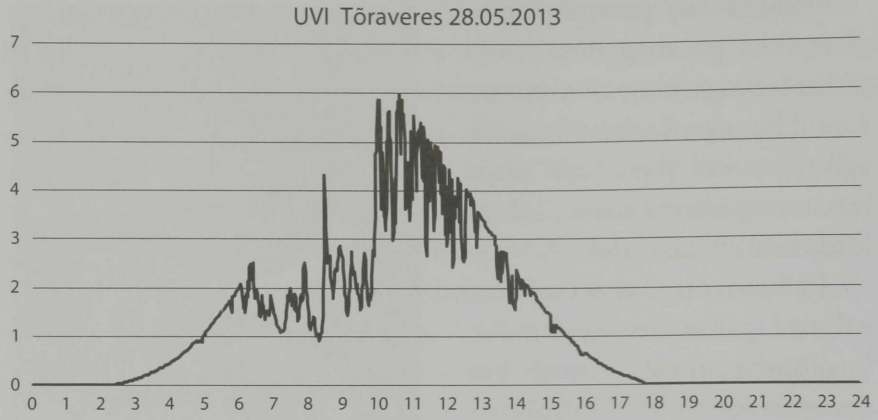


Heliograaf – seade päikesepaiste kestuse määramiseks

Aeglane pruunistumine on kasulik, kinnitavad arstid: nahk pigmenteerub, tekib melaniin, mis kaitseb edaspidi nahka. Kui aga liialdada, mida on väga kerge teha, kahjustub ka nahaalune kude, tekitades nahavähi soodumuse, mis võib aastakümnete jooksul varjatult edasi areneda.

Nahavähki haigestumine on Eestis aastail 1970–2000 kasvanud umbes poolteist korda. Soomes kasvas nahavähki haigestumine 1970–1991 kolm korda, kuid esmajoones seoses koduste solaariumide arvu järsu kasvuga. Rootsis olevat solaariumides väljas teated, mis hoiatavad terviseohu eest. Paarkümmend aastat tagasi öeldi ühel nõupidamisel: salaviin kahjustab noori mehi, solaariumid noori naisi.

„Mingit mõõtu peab ka lõbuhimuga pidama!" – see Pipi Pikksuka mõttetera meenub mulle pidevalt, kui kevadel kohtan sadu kaasmaalasi, kelle nahavärvus varieerub põrsasroosast tulipunaseni.



UV-indeksi muutumine ühe päeva lõikes

UV-kiirgusega kohastumine

Kus ohtu, seal ka rohtu.

(Kuusalu vanasõna)

Riigi-, tsiviil- jms kaitses valitseb põhimõte: kõige tähtsam on õigeaegne hoiatus. Alates 1994. aastast hakati Lääne-Euroopas edastama ennustusi (õigemini hoiatusi) järgmise päeva UV-kiirguse kohta. Päikesepõletuse riski suurust on nii Maailma Meteoroloogiaorganisatsioon (WMO) kui ka Maailma Tervishoiuorganisatsioon (WHO) soovitanud esitada laiemale üldsusele kiirgusdoosidest paremini mõistetava UV-indeksina.

Hinnangud indeksitele ohu järgi on järgmised: madal (indeks 1–2), mõõdukas (3–5), kõrge (6–7), väga kõrge (8–10), ekstreemne (üle 11). Kuna troopikavööndis on osoonikiht hõredam ja päike käib kõrgelt, küündivad UV-indeksi väärtused seal 15–16ni (Austraalia põhjaosa, Uus-Meremaa). Veelgi kõrgemaid indeksi väärtusi on registreeritud Tiibeti ja Andide kõrgplatoodel.

Eestis on ultraviolettkiirgust mõõdetud järjepidevalt alates 1998. aasta algusest. Suurimaks UV-indeksi väärtuseks on Tõraveres registreeritud 8,6 (6. juulil 2008 ja 29. juunil 2011). Need saadi kesksuvel ja keskpäeval, kui Päike on taevakaarel kõrgeimas asendis. Maksimaalsed näidud püsisid vaid paar minutit – kiirgust lisasid Päikese lähedal asunud heledad rünkpilved.

Teine oluline tegur on naha tüüp (omadused). Üks nahatüüpide klassifikatsioon on selline:

- valge I – päikesepõletuse suhtes väga õrn nahk, esinevad tedretähnid, punakate juustega indiviidid, peaaegu ei pruunistu,
- valge II – õrna nahaga, sageli blondid, põletus tekib kergelt,
- valge III – enamik valge rassi esindajaid, päevitub helepruuniks,
- helepruun – hispaanlased, asiaadid, pigmenteeruvad hästi,
- pruun,
- must.

Ohutu päevitusaeg sõltub UV-indeksist. Selle väärtusi leiab ilmateenistuse kodulehelt (www.ilmateenistus.ee). Kui UV-indeksi väärtused ületavad 5, soovitatakse päevitamisel kasutada nahka kaitsvaid vahendeid. Indeksi väärtuste korral üle 7 peetakse päevitamist juba kaunis ohtlikuks.

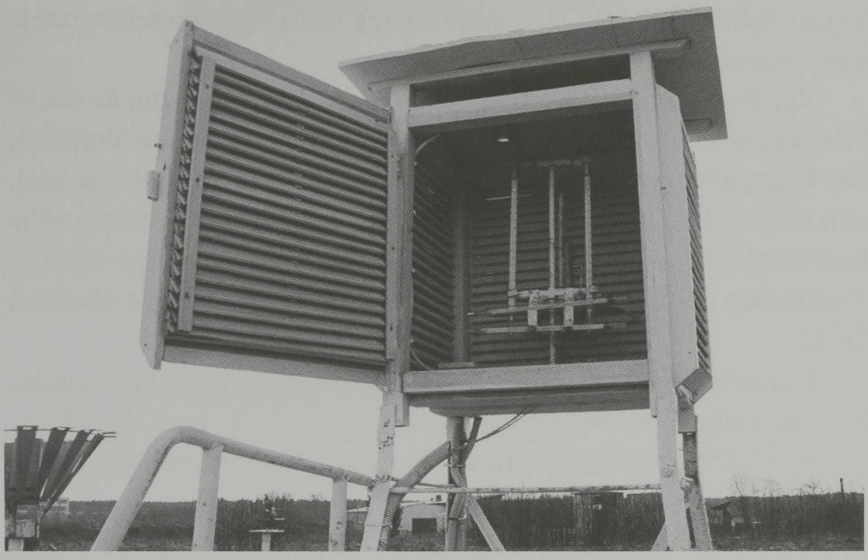
Parajates kogustes on UV-kiirgus inimestele kasulik, kuna selle toimel sünteesitakse D-vitamiini. See vitamiin soodustab luude tugevnemist ning kaitseb luuhõrenemise eest. Maailmas on käibele läinud mõiste Liibanoni sündroom. See tähendab D-vitamiini puudust, mis esineb põhiliselt araabia maade naistel, kes käivad pidevalt ringi pealaest jalatallani rõivastega kaetult.

7. Õhutemperatuur

> Mõõtmine on üks neist jumalustest, mille ette uuem aeg kummardab. /.../ Vististi juba lähemas tulevikus saab raske olema niisugust talutuba leida, kus soojamõõtja – termomeeter puudub, kuna teda praegu maal õige harva leida on.
>
> (Postimees, 1902)

Tavaliselt kasutatakse sõna *soojus* kui temperatuuri sünonüümi. Teaduses tehakse aga neil vahet – soojus on tegur, mis muudab asjad soojemaks või külmemaks – molekulide jms korrapäratu liikumine, temperatuur on aga suurus, millega mõõdetakse soojusliikumise intensiivsust. Mida kiiremini liiguvad molekulid, seda kõrgem on keha temperatuur.

Õhutemperatuuri mõõdetakse tavaliselt elavhõbetermomeetriga. Selle kaasaegne versioon on palju kenama väljanägemisega kui Galileo Galilei 1593. aastal leiutatu, ehkki põhimõte on sama. Kui termomeetri muguljat otsa ehk reservuaari soojendada, sunnitakse elavhõbedat mööda peenikest klaastoru ülespoole liikuma ja kui reservuaar jahtub, siis liigub elavhõbe endisesse asendisse tagasi. Nüüd on temperatuuri mõõtmiseks olemas keerulised elektrilised



Ilmaonn

instrumendid, ent meteoroloogilistel vaatlustel on enamikus riikides kasutuses ikka elavhõbedat või piiritust sisaldavad klaastermomeetrid.

Kui termomeeter asetseb päikesekiirte käes, siis neelab see kiirgust ja annab suurema näidu võrreldes olukorraga, kus päikest katab pilv. Samuti näitab maapinna lähedal asetsev termomeeter päeva ajal enamasti palju kõrgemat näitu kui maast kahe meetri kõrgusel asuv termomeeter. Nendel ja muudel põhjustel tuleb õhu temperatuuri mõõta rangelt standardsetes tingimustes.

Niisiis mõõdetakse seda ilmanäitajat erilistes meteoroloogilistes onnides tavaliselt kahe meetri kõrgusel maapinna kohal. Sellise puidust ribiliste seintega „ilmamajakese" mõtles välja 1864. aastal briti insener Thomas Stevenson, kirjanik Robert Louis Stevensoni („Aarete saar"!) isa. Laias maailmas ongi see tuntud kui Stevensoni onn, sajand

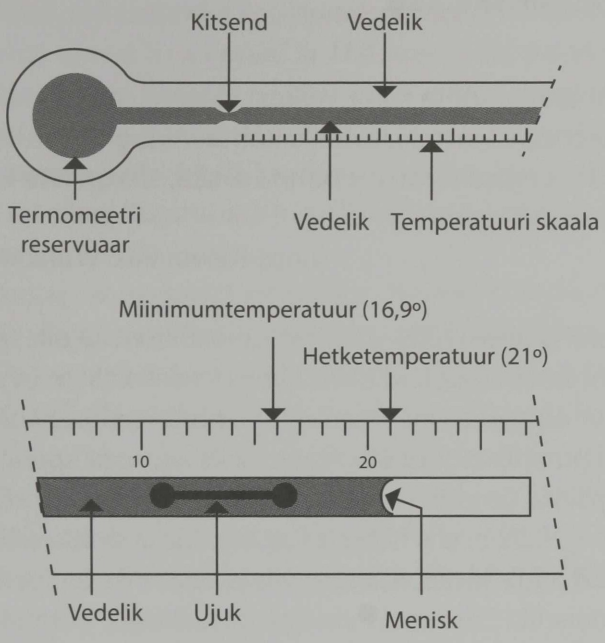
tagasi nimetatud ka inglise onniks. Meteoroloogid kutsuvad seda samuti psühromeetriliseks onniks, sest seal asetsevad õhuniiskust mõõtvad psühro- ja hügromeetrid. Taolistes onnides lasevad ribilised seinad õhku vabalt läbi, kuid varjavad instrumente päikesekiirguse ja sademete eest.

„Termomeetrinäitusid päikese käes" on mõõdetud musta reservuaariga termomeetritega, mis neelavad suure osa päikesekiirgusest. Kui kuumadel päevadel sellised termomeetrid päikese kätte asetada, annavad nad palju kõrgemaid näite kui raadios ja televiisoris välja kuulutatavad „ametlikud", varjus mõõdetud temperatuurid. Näiteks Austraalias on päikese käes mõõdetud temperatuure, mis ületavad 80 °C.

Maksimum- ja miinimumtemperatuurid (kõrgeimad ja madalaimad näidud) pakuvad tavaliselt üldsusele suurt huvi, eriti kuumalainete ja pakaseliste hommikute puhul. Nende temperatuuride mõõtmiseks kasutatakse spetsiaalseid termomeetreid.

Maksimumtermomeetril on otse reservuaari taga torus kitsas koht. Temperatuuri tõustes surutakse elavhõbe kitsast kohast mööda, ent kui temperatuur langema hakkab, siis ei pääse elavhõbe kitsuse kaudu tagasi; seega registreerib termomeeter kõrgeima temperatuuri näidu. Termomeeter viiakse nullseisu seda energiliselt raputades, nii et kitsuse kohal olev elavhõbe saaks ühineda reservuaaris oleva ülejäänud vedelikuga. Meditsiiniline termomeeter, mida kasutatakse keha temperatuuri mõõtmiseks, on samuti maksimumtermomeeter, mistõttu enne ja pärast selle kasutamist kraadijal seda raputada tuleb.

Miinimumtermomeetrites kasutatakse piiritust, kuna selle külmumispunkt on madalam (–117 °C) kui elavhõbedal (–39 °C). Need termomeetrid sisaldavad väikest metalltihvti (ujukit), mis meenutab kahe peaga nööpnõela. Temperatuuri langedes liigub tihvt koos taanduva piiritusega. Pärast madalaima temperatuurini jõudmist, kui temperatuur hakkab uuesti tõusma, tõuseb torus ka piiritus, ent



Miinimumtermomeeter

voolab tihvtist mööda, jättes selle fikseeritult paigale. Miinimumtemperatuuri loetakse tihvti ülemiselt otsalt.

Miinimumtermomeetreid kasutatakse ka miinimumtemperatuuride mõõtmiseks maapinna lähedal ja külmadel pakaselistel hommikutel on need temperatuurid palju madalamad kui ilmaonnikeses mõõdetud näidud.

Praegu kasutatakse moodsamates ilmajaamades klaastermomeetreid vähe, sest enamik temperatuurimõõtmisi tehakse automaatselt takistustermomeetritega (elektritakistus suureneb temperatuuri tõusmisel).

Temperatuuriskaalad

> Kui saate mõõta seda, millest räägite, ja seda ka arvudes väljendada, siis teate selle kohta midagi; kui te seda aga mõõta ega arvudesse panna ei saa, siis on teie teadmine kasin ja kasutu.
>
> (Lord Kelvin ehk William Thomson)

Galileo Galileile (1564–1642) kuulub üldiselt au olla termomeetri leiutaja, ent temast ei jäänud maha ühtegi teadet oma „termoskoobiga" – nii nimetati algseid termomeetreid – tehtud vaatluste kohta. Termoskoopidel puudus mõõtmiste tegemiseks täpne temperatuuriskaala.

Tänapäeval tundub elavhõbetermomeeter üsna lihtsat liiki instrumendina. Näib, et elavhõbeda kasutamine ja skaala kalibreerimine „fikseeritud punktidega", nt keeva vee ja sulava jää temperatuuridega, on igati mõistlik. Ent renessansiajastu teadlastele polnud need asjad sugugi silmanähtavad.

Varasemates termomeetrites kasutati tavaliselt vett või piiritust. Isaac Newton kasutas selles koguni linaseemneõli. Kuna puudus arusaam, et vee keemispunkt ja vähemal määral jää sulamispunkt kõiguvad sõltuvalt atmosfääri rõhust, viibis täpsete „fikseeritud punktide" ja temperatuuri skaalade väljatöötamine. Halley tegi ettepaneku mõõta temperatuuri Pariisi observatooriumi 28 m sügavuses keldris, mis oleks olnud nagu fikseeritud punktiks.

1724. aastal töötas Saksa füüsik Daniel Gabriel Fahrenheit välja skaala, mida kasutatakse ka tänapäeval. See kalibreeriti kolme fikseeritud punkti järgi:

- lume ja salmiaagi segu temperatuuri järgi,
- jää sulamistemperatuuri järgi, mis skaalal fikseeriti 32 kraadi juures,
- inimese kehatemperatuuri järgi, mis eeldati Fahrenheiti skaalal olevat 96 kraadi.

Fahrenheit ei kasutanud vee keemispunkti ja oli täiesti juhuslik, et see osutus olevat 212 kraadi ja 180 kraadi jää sulamispunktist ülalpool. Need kaks fikseeritud punkti on nüüd Fahrenheiti skaala aluseks. Seda skaalat kasutati Austraalias, Kanadas ja paljudes teistes maades kuni meetermõõdustiku ühikute juurutamiseni 1960. aastatel. Skaala on siiani kasutusel Ameerika Ühendriikides, Myanmaris, Libeerias ja paaris väikeriigis.

1742. aastal töötas rootsi astronoom Anders Celsius välja skaala, jagades jää sulamispunkti ja vee keemispunkti vahe sajaks jaotuseks. Skaala kalibreerimisel võttis ta arvesse rõhu mõju keemispunktile. Veidral kombel oli skaala „pea peale pööratud", kuna Celsius tähistas nulliga keemispunkti ja 100 kraadiga külmumispunkti, et talvel poleks vaja kasutada miinusmärki. Hiljem jäi Carl Linné soovitusel peale mõistlik seisukoht pöörata skaala ümber. Veel hiljem anti sellele autori auks nimeks Celsiuse skaala ja praegu kasutatakse seda enamikus maailma maades.

Miks küll ameeriklased ei suvatse oma harjumuspärasest soojaskaalast loobuda? Põhjendusi on mitmeid: negatiivsed näitusid on palju vähem, seega kergem arvutada. Koduperenaised ei taha kuuldagi, et peaksid kokaraamatutes parandusi tegema! Ajalehes The Times aga väideti, et –6 °C kõlab külmemana kui 21 °F ning 94 °F tundub mõjusamana kui 34 °C ...

Kui olete USAs ja tahate teada, mida kujutab endast hirmutav õhutemperatuur 98 kraadi, siis saate selle eurooplasele mõistetavaks teha lihtsa arvutuse kaudu. Kõigepealt lahutage Fahrenheiti kraadidest 32, siis korrutage tulemus viiega ning jagage üheksaga! Saame: 36,7 °C ehk normaalne kehatemperatuur!

Valemina: Celsiuse kraadid = (Fahrenheiti kraadid – 32) x 5/9

Ameeriklased saavad Celsiuse kraadid ümber arvutada Fahrenheiti omadesse, kui korrutavad need 1,8-ga ja siis liidavad otsa 32.

Paljudes riikides kasutatakse kraadiklaase, kus on näha mõlemad skaalad.

Fahrenheit, Celsius ja nende kolleegid ei olnud teadlikud „absoluutse nulli" mõistest, muidu võiks Kelvini temperatuuriskaala olla tänapäeval üldises kasutuses. See on „loomulik" temperatuuri skaala ning teaduses laialt kasutatav, kuna paljud füüsikaseadused hõlmavad mõistet absoluutne temperatuur. Skaala sai nime lord Kelvini (ehk William Thomsoni), šoti inseneri, matemaatiku ja füüsiku järgi, kes tegi palju selle mõiste väljatöötamiseks. Jaotused on samad nagu Celsiuse skaalal, kuid null on absoluutne null (–273,15 °C), seisund, kui kõik molekulid lõpetavad soojusliikumise. Seega on jää sulamispunkt on 273,15 K (kelvinit).

Milline on põrgupalavus?

Parem soojas surra, kui külmas elada.

(Haljala vanasõna)

Meie maailm on enesekeskne. Senegali pealinna Dakari katedraalis on laemaalil Jeesust kujutatud mustanahalisena, niisamuti kõiki apostleid. Heledamaid siluette võib vaid põrgu poole langemas näha.

Piibli (samuti koraani) andmeil on põrgus palav. Taevas, kus laulavad inglikoorid, on aga mõnusalt komfortne paik, „kus ei saa päikesepistet" (Jesaja rmt 32:2).

Sellised taeva ja põrgu mikrokliima hinnangud on iseloomulikud just poolkõrbeliste maade rahvaile. Tiibeti kõrgmäestiku elanikele seostub põrgu seevastu halastamatu külmaga.

Isegi Skandinaavia mütoloogias olevat Hel niisugune külm paik, kuhu minnakse pärast surma.

Nagu eespool öeldud, alaneb õhutemperatuur taevasse tõusmisel iga kilomeetriga ligi 6 kraadi võrra. Selline jahenemine jätkub troposfääris kuni 10–15 kilomeetri kõrguseni.



Mõõdetakse ka mulla temperatuuri

Külmim koht on olnud Rootsi kohal 1963. aastal, kui 80 km kõrgusel, kus esinevad helkivad ööpilved, mõõdeti –143 °C. Taevalik jahedus!

Ikkagi, mis temperatuur valitseb põrgus? Kui minna maa alla, siis on algul „külm kui hauas", edasi aga hakkab temperatuur pidevalt tõusma (keskmiselt 3° saja meetri kohta).

Igaüks võib nüüd edasi arvutada, kui sügaval võiks olla veel mõnus soojus, kui sügaval aga täielik põrgu.

Eestlased on alati ihanud sooja. Nagu enamik põhjamaalasi. Näiteks Tarvastu kandi inimesed teadsid, et ega soe konti riku. Muidugi, kui „sooja" all mõista kõrget palavikku, siis see rikub küll.

Homo sapiens on teatavasti pärit troopilistelt aladelt ja kohastunud üsna kitsale temperatuurivahemikule. Mugavustunde saab „tsiviliseeritud inimene" ikkagi vaid siis, kui õhutemperatuur jääb 15 ja 30° vahemikku.

Veelgi ahtam on inimese enda normaalse kehatemperatuuri vahemik (36°–38°). Selline inimlik soojus on omane kõigile, olenemata sellest, kas tegu on tulihingelise revolutsionääri või külmaverelise mõrtsukaga.

„Täna oli Bagdadis päikese käes 70 kraadi! Ja päeval on keskmiselt 55 kraadi sooja", teatasid eestlastest korrespondendid Iraagis. Noid andmeid ei tahaks nagu hästi uskudagi, kuna pikaajalised kliimaandmed näitavad, et Bagdadi senine absoluutne maksimum on olnud 50,0° (varjus muidugi) ning ameeriklaste ilmakeskuse NOAA teatel on Iraagis vaid Saudi Araabia piiri lähedal temperatuur tõusnud korraks 51 kraadini.

Maakera rekordile (56,7 °C, Surmaorg, California) jääb see siiski ligemale 8 kraadi alla.

Paljud peaksid mäletama möödunud sajandi kõige soojemat päeva Eestis 11. augustil 1992, kui Võrus oli sooja 35,6°. Sellele näidule jõuti üsna lähedale, kui 2010. aasta 7. augustil küündis Narva-Jõesuus kuumus 35,4 kraadini.

Rekorditena panevad klimatoloogid kirja ka kiired temperatuuri muutused. Need on pärit USAst. Näiteks soojenes õhk Spearfishis 1943. aastal 2 minuti jooksul üle 27 kraadi (tõusis –20° kuni +7,2° C), 1916. aastal aga langes tunniga Browningu ilmajaamas 55 võrra (+6° kuni –49°). Siberis aga olla nähtud vikerkaart, mis äkkpakase tõttu püsis taevas sügisest kevadeni välja!

8. **Õhurõhk**

Mida madalamal sa oled, seda enam sind rõhutakse.
(Loodusseadus)

„Et „loodus ei salli tühjust", et õhk igale poole tungib, seepärast avaldab ta oma raskusega ka igal pool mõju, mida me nimetame harilikult õhurõhumiseks. Õhusammas, millel aluspinnaks 1 ruutsentimeeter ja kõrguseks kogu õhkkonna kõrgus, kaalub keskmiselt 1033 grammi. Kui inimese kehapinda 1,6 ruutmeetri suuruseks arvata, siis rõhub õhk tema peale 16 500 kg raskusena. Et sellest palju pole märgata, oleneb asjaolust, et rõhumine ei avaldu mitte ainult ülevalt, vaid ka igast küljest ja seest." Nii kirjeldati 90 aasta eest ühes eestikeelses meteoroloogiaõpikus õhurõhu olemust.

Tänapäeval teab iga lapski, et „kui baromeeter langeb, tuleb torm" (ja mitte pahandus, et too instrument kukkudes katki läheb). Raske on uskuda, et alles 17. sajandil tehti eksperimente, mis tõestasid, et õhk kaalub midagi ning et seda on võimalik mõõta. Itaallane Evangelista Torricelli tegi aastal 1643 järgmise katse: ta pööras elavhõbedaga täidetud meetripikkuse klaastoru ümber ja ennäe imet – vedel metall ei voolanudki välja, vaid jäi 76 cm kõrgusele pidama. Teadlane järeldas, et just atmosfääriõhu rõhk ei lase elavhõbedal torust välja kaussi voolata. Seda avastust peeti kaua salajas, sest mehel seisis silme ees

oma sõbra Galileo Galilei saatus – ohtlik on vaielda kompetentsete organitega teemal, mille või kelle ümber kõik peab tiirlema!

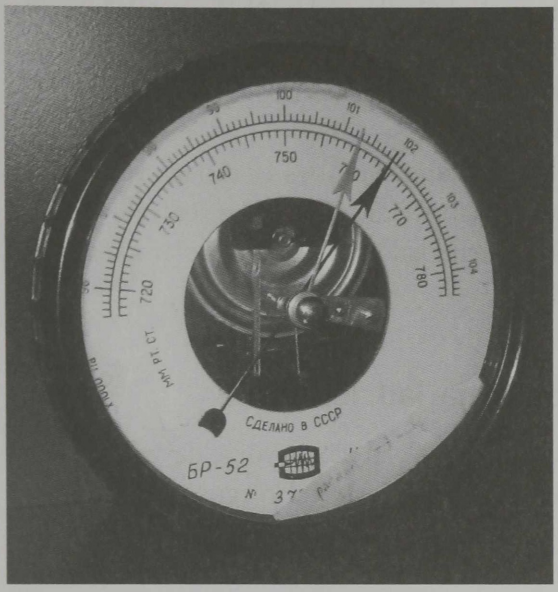
Prantsuse füüsik Blaise Pascal kordas Torricelli katset, kuid tegi seda veiniga. Vedelik oli kättesaadavam ja meeldivam, kuid toru pidi olema koguni 14 m pikkune (elavhõbe on veinist ligi 14 korda raskem). Tema teine katse oli hoopis olulisem: nimelt saatis Pascal oma venna elavhõbebaromeetriga (sellise nime pani mõõteriistale iirlane Robert Boyle: kr k *baros* – kaal, *metreo* – mõõdan) kilomeetrikõrguse mäe otsa. Seal oli õhurõhk palju madalam kui mäe jalamil. Rõhk langes umbes 1mm Hg 10 meetri kohta. See avastus näitas, et baromeetrit ehk ilmaklaasi on võimalik kasutada ka kõrguste mõõtmisel. Kui tõusta 5,6 kilomeetri kõrgusele, rõhub teie selga vaid pool õhu raskusest võrreldes rõhuga merepinnal. Ainult et hingata pole nagu midagi – hapnikku napib.

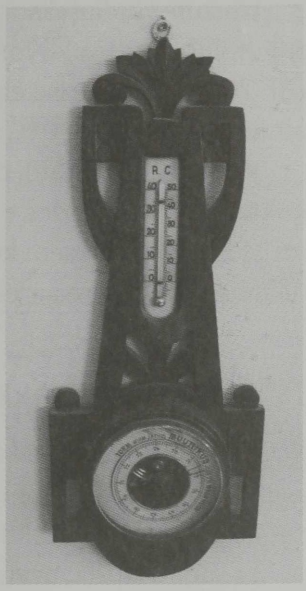
Muide, tollal, 18. sajandi lõpul, kogesid baromeetrite kasutajad hoopis eriskummalisi probleeme, ja nimelt arstide tõttu: nood laenasid ilmahuvilistelt elavhõbedat oma praksise tarvis. Seda kasutati tollal lahtistina!

Ilm, õhk ja selle rõhk

Esimesed baromeetri kasutajad tegid teisigi kasulikke tähelepanekuid – märkasid, et õhurõhk muutub aja jooksul. Edasi polnud raske seostada selle näitaja ning ilma muutumist. Eriti tuntud baromeetri propageerija oli 19. sajandil Briti admiral Robert FitzRoy, üks sünoptikateaduse rajajaid. Tollal polnud laialdast ilmajaamade võrku, rääkimata meteosatelliitidest, seega oli meremehe parim abimees ikkagi baromeeter. Kui õhurõhk hakkas kiirelt langema, heisati sadamates erilised tormimärgid, mis hoiatasid läheneva ilmamuutuse eest.

Õhurõhu muutuste jälgimine võimaldab kõigil meist sünoptikuna kätt proovida. Paljudel ripub seinal nn aneroidbaromeeter (aneroid – ilma vedelikuta). Selle põhiosaks on õhuke kettakujuline peaaegu





Aneroidbaromeetrid

õhutühi karbike. Õhurõhu suurenemine surub karbi kaant sissepoole, selle vähenemisel kaas aga tõuseb. Viimasega on ühendatud osuti, mille otsa kohal asuvale skaalale on märgitud õhurõhu jaotused. Need on kas millimeetrites elavhõbedasammast või uuematel – millibaarides ehk hektopaskalites (viimased on arvuliselt võrdsed). Ühik hektopaskal (hPa) anti rõhuühikule nimeks kuulsa Pascali auks.

Selle ühiku kasutamisega on meie kandi igapäevaelus pisike häda: nimelt protesteerisid paljud raadiokuulajad tolle mõõtühiku kasutamise vastu – olevat kõlalt ebaviisakas! „Kas ei saaks teadustada õhurõhku ikka tavapärastes elavhõbeda millimeetrites? Mitte neis koledates paskalites!"

Midagi pole teha – enamik ilmateateid järgibki seda soovitust. Meenub, et aastakümnete eest olevat Inglismaal tehtud ettepanek kasutada Celsiuse kraade Fahrenheiti omade asemel „kunagi hiljem, siis kui meid enam elus pole".

Ühikute võrdluseks: 1 mm elavhõbedasamba rõhule vastab 1,33 hPa ehk millibaari (mb). Normaalrõhuks loetakse aga 1013,25 hPa (mb) ehk 760 millimeetrise elavhõbedasambaga võrdset õhurõhku merepinna kõrgusel ning 0 °C juures.

Kuna, nagu öeldud, õhurõhk langeb umbes 10 mb iga 100 meetri kohta, peaks mägedes olema atmosfääri rõhumine sealsete elanike turjale kõvasti väiksem kui ookeani kaldal, suurim aga alamikes, nagu näiteks Surnumere ääres!

Tsüklonid, antitsüklonid, harjad, lohud

Ilmajaamadest saadavad andmed peaksid olema võrreldavad. Kui kaks jaama asuvad teineteise lähedal, samas erineval kõrgusel, siis annavad nende baromeetrid lahknevaid näitusid just nimelt kõrguste vahe tõttu.

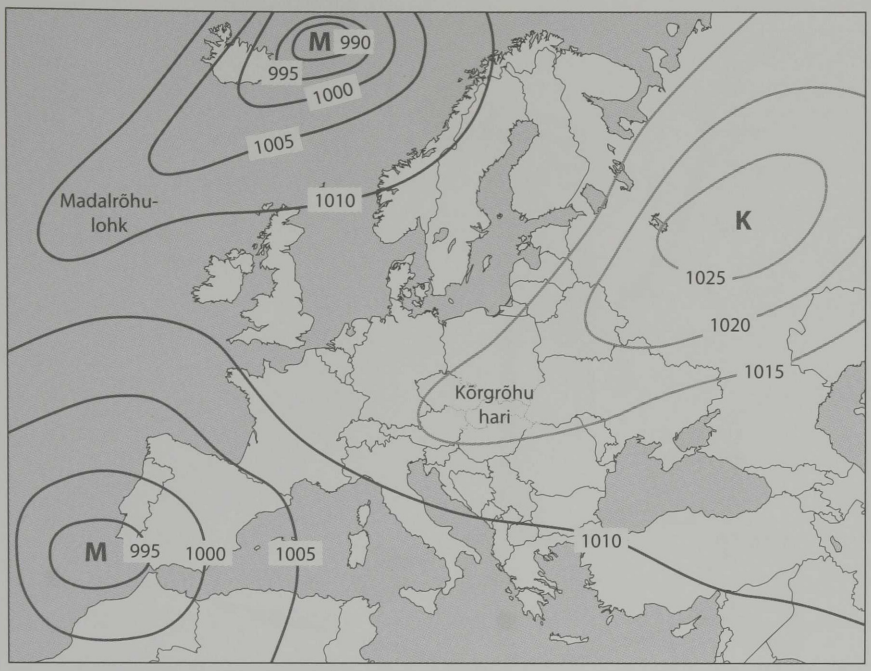
Et seda vältida, arvutatakse (taandatakse) kõigis ilmajaamades, nii madalikel kui ka kõrgmäestikes, õhurõhud sellisteks, millised nad oleksid seal maakohas merepinna kõrgusel. Edasi saadetakse mõõdetud andmed ilmabüroodesse, kus nad kantakse nn baarilise topograafia ehk sünoptilisele kaardile.

Kõigepealt joonistatakse kaardile õhurõhu samajooned ehk isobaarid.

Muide, *isos* tähendab kreeka keeles sama-, nii et isotermid on teisiti samatemperatuurijooned, isohüpsid aga geograafilistel kaartidel samakõrgusjooned jne.

Sünoptilisel kaardil ühendatakse võrdse õhurõhuga punktid nii, et alati jääb ühele poole madalam, teisele poole kõrgem rõhk. Suletud kõverad näitavad õhurõhkkonna olemasolu.

Õhukeerist, mille keskpunktis on õhurõhk madalam kui ümbritseval alal, kutsutakse madalrõhkkonnaks ehk tsükloniks, kui kõrgem, siis on tegemist kõrgrõhkkonnaga ehk antitsükloniga. Sünoptik Helve Kotli piltliku võrdluse järgi on madalrõhkkond nagu supitaldrik, kõrgrõhkkond aga nagu kummuli supitaldrik.

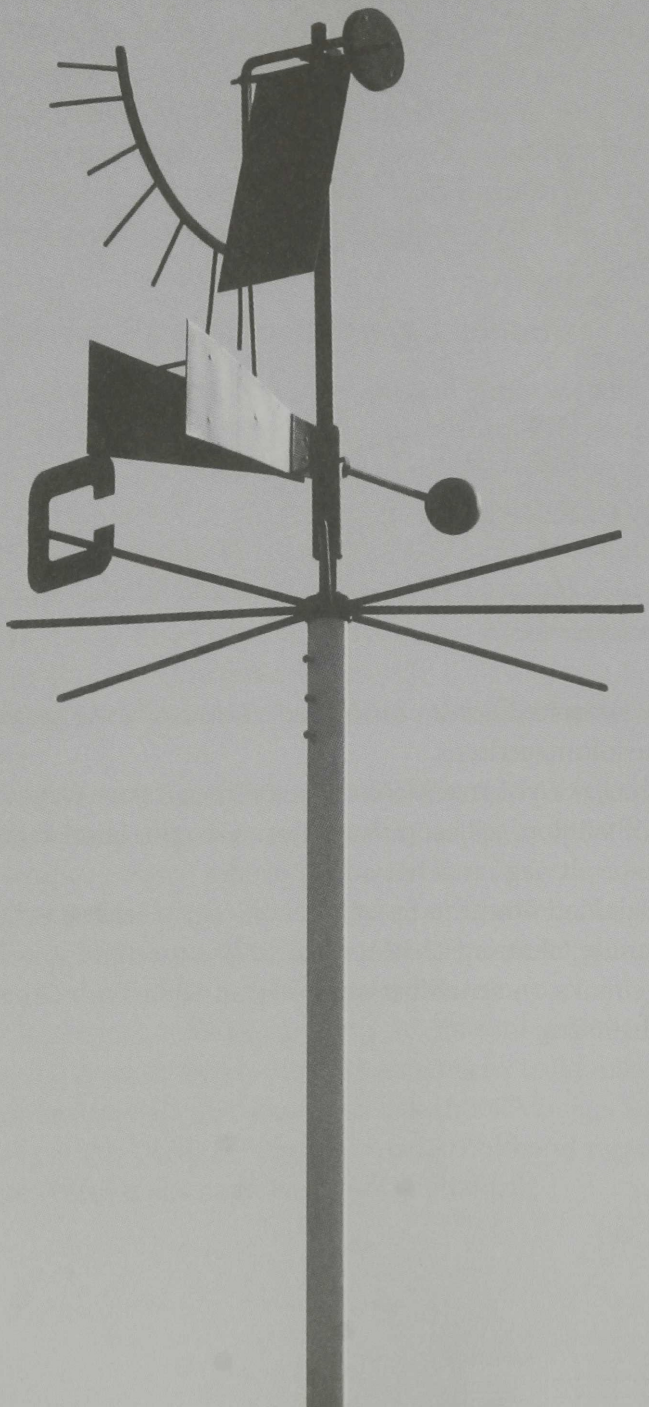


Kõrgrõhuhari ja madalrõhulohk

Tsüklonite ja antitsüklonite mõõtmed võivad olla mõnesajast kuni tuhandete kilomeetriteni.

Kõrgrõhuharjaks või madalrõhulohuks kutsutakse vastavalt antitsükloni või tsükloni väljasopistunud osi. Geograafilisel kaardil oleksid nad vastavalt nagu mäeharjad või orud.

Kõige madalamad õhurõhud maakeral on registreeritud orkaanide või taifuunide tsentris (12. oktoobril 1979 supertaifuunis Tip 870 mb), kõrgeimaks on seni Siberis mõõdetud 1083,3 mb (Agata, 31. detsembril 1968).



9. **Tuul**

Poliitik on kui merevesi: kuhu tuul puhub, sinna läheb.
(Vanarahva tähelepanek)

Tuuli on mitmesuguseid: nii kosmilise, meditsiinilise kui meteoroloogilise tekkega. Päikesetuulest oli juba juttu. Edaspidi on teemaks meteoroloogilised tuuled.

Õhu liikumist Maa pinna suhtes nimetatakse tuuleks. Tavaliselt mõeldakse tuule all just õhu liikumise horisontaalset komponenti.

Tuule tekitab õhurõhu erinevus, mis omakorda on põhjustatud õhutemperatuuri ebaühtlasest jaotusest. August Tõllassepp kirjeldab tuule kujunemist nii: „Tuul esineb sellepärast, et eri kohtades on erinev õhurõhk, ja nagu vesi voolab kõrgemalt kohalt madalamale, nii puhub ka tuul kõrgema õhurõhu alalt madalama poole. Piltlikult võiks ehk öelda, et kõrgema õhurõhu ala võiks kujutada mäena ja madalama rõhuga ala oruna."

Tuult iseloomustavad kolm suurust: suund, kiirus ja puhangulisus. Tuule suunaks on see ilmakaar, kustpoolt tuul puhub. Nelja põhiilmakaart tähistatakse rahvusvaheliselt järgmiselt: põhi – N, ida – E, lõuna – S ja lääs – W. Tuule suuna täpsemaks määratlemiseks kasutatakse samuti 8 või 16 rumbi (näiteks on põhja ja ida vahel kirre – NE, kirde ja ida vahel idakirre – ENE jne).

Tuule suunda võib anda ka kraadides asimuudina, lugedes nurka põhjast üle ida (päripäeva). Seejuures N vastab 0° ehk 360°; E – 90°; S – 180° ja W – 270°.

Tuule kiirust mõõdetakse traditsiooniliselt meetrites sekundis (m/s), merenduses ja lennunduses sõlmedes. Kiirus 1 sõlm võrdub 1 meremiiliga tunnis ehk 0,51 m/s. Viimasel ajal on eriti ajakirjanduses kasutusel tuule kiiruse iseloomustamisel ka kilomeetrit tunnis (km/h). Selleks tuleb m/s korrutada 3,6-ga, üleminekul km/h meetreile sekundis tuleb esimest suurust omakorda korrutada 0,28-ga.

Tuule kiiruste skaalades on kasutusel keskmine tuule kiirus, mis määratakse WMO juhendite kohaselt 10 minuti kohta. Orkaanide puhul arvutavad USA meteoroloogid keskmist tuult aga 1 minuti kohta.

Peale keskmise kiiruse arvutatakse veel tuule maksimaalne kiirus mingi ajavahemiku, näiteks 10 minuti või tunni kohta. Väga kaalukas suurus on tuule puhangulisus. Tuul on puhanguline, kui selle maksimaalne kiirus ületab keskmist kiirust 5 m/s või enam.

Ilmateenistuse veebilehel (www.ilmateenistus.ee) on esitatud nii tunni keskmised tuule suunad ja kiirused kui ka maksimaalsete puhangute väärtused (viimased sulgudes).

Silmas tuleb pidada kõiki näitusid: pidev tugev tuul ühest suunast kergitab merepinda, tugevad tuulepuhangud aga murravad metsa või kergitavad katuseid.

9. jaanuaril 2005 Pärnut räsinud uputus oli erakordne mitme asjaolu kokkusattumise tõttu: pikka aega puhusid tugevad läänetuuled vett läbi Taani väinade Läänemerre, kergitades merevee ligi pool meetrit üle keskmise taseme. Üleujutuse eel paisutas aga edelatuul vee otse Pärnu lahte, lisaks oli meri ka jäävaba (ilma „kaaneta") ning tuulepuhangud ületasid 30 m/s.

Kuidas mõõdetakse tuult?

Tuule suunaga on asi lihtsam – seda on mõõdetud juba iidsetest aegadest tuulelippudega. Tuleb vaid õigesti määrata ilmakaared.

Märksa keerulisem on tuule kiiruse mõõtmine. Praegu tundub uskumatu, kuidas küll said meremehed varematel aegadel kirjeldada ilmatingimusi korraliku juhendita.

Samas on andmeid, et juba 15. sajandil kasutasid araablastest meresõitjad mingisugust tuule tugevuse klassifikatsiooni, dokumente selle kohta pole aga säilinud. Kirjanik Daniel Defoe, toosama „Robinson Crusoe" autor, olevat aga 1703. aasta suurorkaani iseloomustamiseks kasutanud mingit „12 kraadi tabelit".

Väga paljudes riikides on tänapäevani kasutusel Beauforti (loe: bofoor) skaala. Selle järgi hinnatakse tuule tugevust visuaalselt tema mõju järgi merelainetusele.

Tuulekiiruse skaala

Beauforti pallid	Tuul	Tuulekiirus (m/s)	Tuule mõju kirjeldus
0	tuulevaikus	0–0,2	suits tõuseb otse üles; veepind on peegelsile
1	vaikne tuul	0,3–1,5	suits kaldub veidi kõrvale; veepind väreleb
2	kerge tuul	1,6–3,3	on tunda kerget tõmbust; veepinnal väikesed lained
3	nõrk tuul	3,4–5,4	puulehed liiguvad; veepinnal laineharjadel vahtu
4	mõõdukas tuul	5,5–7,9	puuladvad painduvad, oksad liiguvad; veepinnal vahused lained
5	üsna tugev tuul	8,0–10,7	peened puud õõtsuvad; meri kohiseb
6	tugev tuul	10,8–13,8	jämedad puuoksad õõtsuvad; veepinnal rohkesti vahtu
7	vali tuul	13,9–17,1	puutüved õõtsuvad, oksad kalduvad; laineharjad murduvad; veepind vahuvöödiline
8	rajutuul	17,2–20,7	oksad murduvad; pikad kõrged lained
9	torm	20,8–24,4	hooned purunevad, puud murduvad; meri mühiseb, õhus veepritsmed
10	tugev torm	24,5–28,4	tormikahjustused; merel tugev lainetus
11	maru	28,5–32,6	laialdased tormikahjustused; merel torm, halb nähtavus
12	orkaan	32,7–	katastroofilised purustused

Skaala loojast. Prantsuse juurtega Francis Beaufort sündis Iirimaal vaimuliku perekonnas 1774. a. Tema meremeheelu algas juba 13aastaselt, kui temast sai kajutipoiss Briti mereväes. Kolm aastat hiljem hakkas ta ilmavaatlusi tegema. See harrastus kestis surmani.

Kapteniks ülendati Beaufort 31aastaselt. Sõjalaeva Woolwich logiraamatus on säilinud ka esimene tuulekiiruse skaala – aastast 1806.

Merereisid lõppesid targal mehel paraku kurvalt. 1812. a, kui Briti sõjalaevad tegutsesid tänapäevaselt väljendudes „rahuvalvejõududena" Vahemere idaosas, tabas kaldalt lastud püssikuul Beauforti paadisõidul tagumikku, purustades puusaluu, misjärel ta veetis mitu kuud laeval haigekoikus. Siis otsustas admiraliteet, et nii laev kui selle komandör vajavad hädasti remonti.

Edaspidi töötas Francis Beaufort admiraliteedis ning ülendati varsti admiraliks. Tema tuulekiiruse skaala võeti mereväes ametlikult kasutusele 1838. a ning paarikümne aasta pärast ka rahvusvaheliselt (1946 lisati viis orkaanikategooriat).

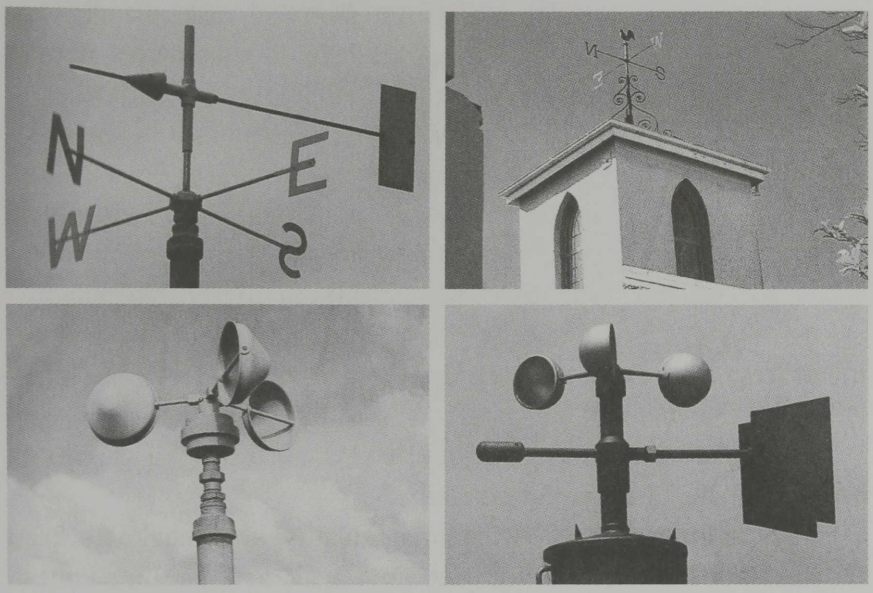
Inglasena jagas admiral skaala 12 osaks ehk palliks (pluss 0 – tuulevaikus) – bofooriks, meremehena arvestas aga purjelaevade sõidu praktikat.

Esimesed viis jaotist (tuulevaikusest 5 pallini) võimaldasid kasutada kõiki purjesid, edasi tuli juba tuule kiirusest lähtudes purjede hulka ja liiki valida. Viimase kolme, kõige kõvema kraadiga tormi käes pidi purjede valikul arvestama vaid laeva „ellujäämisega".

Beauforti skaalat kasutatakse ka maal. Kui jälgida õhu liikumist suitsu, puulehtede, okste jms järgi, saab iseloomustada tuule kiirust pallides.

Nii tehakse isegi ilmajaamades: kui kõik mõõteriistad on purunenud, peab vaatleja hindama õhu liikumise kiirust just maapealsete märkide alusel. Näiteks on juhendites öeldud, et telefonitraadid hakkavad undama 11–12 m/s puhuva tuule korral (6 palli).

Beauforti skaalat on näiliselt ebamugav kasutada, sest tuule kiirused m/s on komakohtadega. Originaalskaalal olid aga need

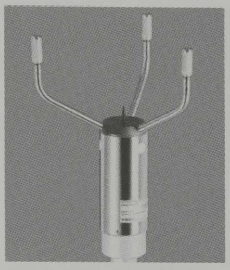


Tuulelipud ja kopakestega anemomeetrid

esitatud sõlmedes, s.o meremiili tunnis (1,85 km/h), 2 palli on näiteks 4 kuni 7 sõlme, orkaan jälle üle 63 sõlme.

Kergejõustikuvõistlustel jälgivad kohtunikud pingsalt anemomeetreid ehk tuulemõõtjaid. Teatavasti ei kinnitata jooksurekordit, kui taganttuul on tugevam kui 2 m/s (kerge tuul, umbes 2 palli Beauforti skaala järgi).

Anemomeetrilisi instrumente on päris palju. Aastakümneid kasutati tuule suuna ja kiiruse määramiseks Šveitsi-Vene meteoroloogi Wildi konstrueeritud tuulelippu (lk 64), mis võeti kasutusele 1861. aastal. Sellele on peale tuulelipu kinnitatud plaat, mis tuule survel kandub vertikaalasendist seda rohkem kõrvale, mida tugevam on tuul. Viimase mõõtmiseks ongi plaadi alumise serva lähedale paigutatud 8 piist koosnev skaala. Plaate on kahesuguseid: kerge, 200grammine, tuule kiiruse mõõtmiseks kuni 20 m/s, ja raske, 800grammine kuni 40 m/s kiiruste mõõtmiseks. Kerge plaadiga



Ultrahelianemomeeter

tuulelippe kasutati sisemaal, raske plaadiga aga rannikul ja saartel. Mõnedes jaamades, näiteks Tartus-Ülenurmel, oli koguni kaks masti.

Enamikes ilmajaamades kasutatakse elektrilisi anemorumbomeetreid, mis on nii tuulelipuks kui anemomeetriks. Viimaseid on nii pöörlevate kopakestega (leiutas Thomas Robinson juba 1846. aastal) kui propelleritega.

Eestis minnakse praegu üle ultrahelianemomeetrite kasutamisele. Nende tööpõhimõte: ultraheli levimise kiirus heliallikate ja vastuvõtjate vahel sõltub tuule kiirusest.

Väliolukorras, näiteks purjetamisel, saab tuule kiirust mõõta mitmesuguste käsianemomeetritega.

Ilmahuvilised võiksid jälgida ilmateenistuse koduleheküIge. Eesti ilmajaamade kliimaandmetes leiab huvitavaid arve ka tuule kohta.

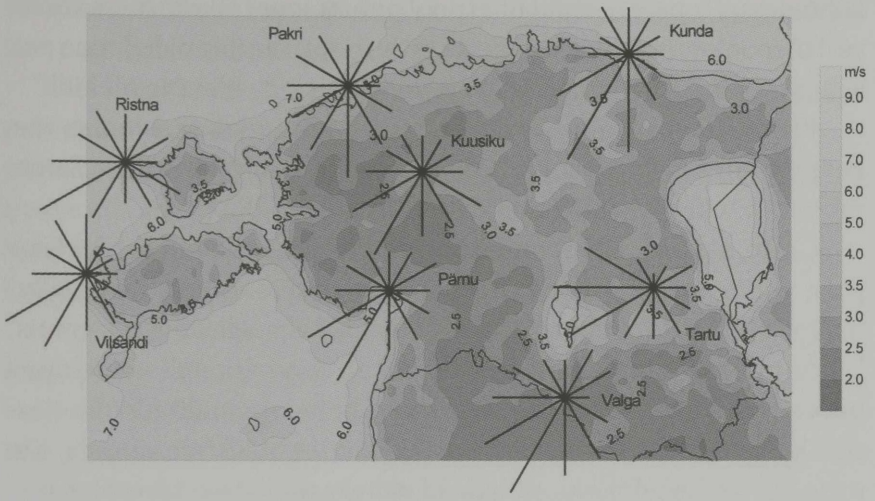
Näiteks Vilsandi saarel puhub tuul kogu aasta jooksul keskmise kiirusega 6,3 m/s, seega on tegemist mõõduka tuulega. Talvekuudel on aga seal üpris tuuline: 7,4–7,5 m/s. Samas on sisemaal keskeltläbi kaunis vaikne: Viljandis 2,6 ja Valgas 2,4 m/s (2 palli, kerge tuul).

Maakera mõne piirkonna kõrval on meie Eestis lausa vaikne kena kohakene. Denisoni neemel Antarktises on aga aasta keskmine (!) tuule kiirus 19,4 m/s (8 palli ehk rajutuul).

Kas Eestis on esinenud orkaane?

Tuulepuhangud (hetkelised kiirused) on mitmes Eesti ranniku- või saarejaamas ületanud orkaani läve. Rekordiks on puhang 2. novembril 1969 Ruhnu saarel – 48 m/s. Troopilise orkaani mõõdu on andnud välja tormid Ruhnu, Kihnu ja Osmussaarel, kus 10 või 2 minuti keskmise tuulekiirusena on registreeritud 34 m/s.

Seega on suhteliselt harva päevi, kus tuulte kiirused Eesti vetes ületavad rahvusvahelist tormi kriteeriumit – keskmist kiirust 21 m/s!



Aasta keskmised tuulteroosid

Kust kandist puhuvad Eestis tuuled? Seda kirjeldavad nn tuulteroosid, mis näitavad tuule suuna jagunemist ilmakaarte järgi %-des. Eesti aasta keskmine tuulteroos näitab selgelt edela-, lõuna- ja läänetuule sagedasemat esinemist.

Kes keerutab tuuli, kes vannis vett?

Igaüks on küllap jälginud vannist või kraanikausist äravoolava vee keeriseid. Ehk isegi mõelnud – mis küll paneb vee üht- või teistpidi keerlema.

Need, kes on hoolsalt koolis füüsikat õppinud või turistina ekvaatori kanti juhtunud, arvavad, et põhjuseks on Coriolisi efekt.

Viimaste kuude jooksul on ette sattunud paar kirjeldust, kus reisijad emotsionaalselt kirjeldavad selle jõu mõju Ecuadoris, Galápagose saartel ja Keenias, st ekvaatoril. Internetis kirjeldati Ecuadoris korraldatud katset: „Coriolist demonstreeriti ka, see oli igati efektne. Neil oli selle jaoks portatiivne kraanikauss, mida sai tõsta eri

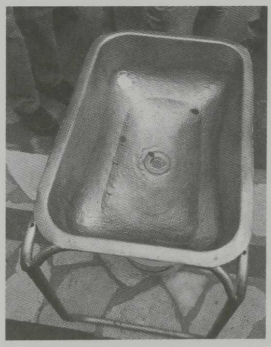
kohtadesse. Ja paar sammu ühel pool punast joont läks torusse voolav vesi tõepoolest ühtepidi keerisesse, teisel pool jälle teistpidi. Joone peal aga ei tekkinud üldse keerist, vesi voolas sirgelt. Efektne oli küll!"

Kui giid on haritum, siis selgitab ta, et põhjapoolkeral voolab veekeeris vastu kellaosuti suunda, lõunapoolkeral aga päripäeva. Samamoodi käituvat korralikud orkaanid ja tsüklonidki.

Coriolisi jõud (efekt) on prantsuse füüsiku ja matemaatiku Gaspard Gustave de Coriolisi järgi nime saanud jõud, mis teaduslikumalt väljendudes „mõjub näivalt liikuvaile kehadele taustsüsteemis". Lihtsamalt öeldes, kehad õhus liiguvad kõverjoonel, võrreldes pöörleva Maakera pinnaga. Maa pöörlemine mõjutab nii õhumasside kulgemist kui ka mitmesuguste liikuvate objektide suunda. Kui meie planeet ei pöörleks, puhuksid näiteks tuuled keskmistelt laiustelt otse ekvaatori suunas, et aga see nii pole, on põhjapoolkeral nn passaatide suund kirdest edelasse, lõunapoolkeral aga kagust loodesse, kõrvale kalduvad ka merehoovused.

Coriolisi jõud on suurim poolustel ja kahaneb ekvaatori suunas, kus ta muutub nulliks.

Tolle jõu mõjul tekivad ka orkaanid troopilistel laiustel, mitte ekvaatori lähedal. Ekvaatorile lähemal kui 400 miili on nonde hiiglakeeriste sündi täheldatud väga harva. Üks selliseid oli taifuun Vamei, mis sündis 2001. aasta detsembris vaid 97 miili kaugusel ekvaatorist – taolisi juhuseid tulevat ette vaid kord paarisaja aasta jooksul.



Coriolisi efekti kauss

Orkaanide väiksematele sugulastele – tornaadodele nimetatud jõud erilist mõju ei avalda: neid on nähtud pöörlemas mõlemas suunas.

Teine märkimist väärt tõik on, et Coriolisi jõud on väga väike ja muutub nähtavaks vaid suurte (õhu)masside või pikkade vahemaade puhul. Üks näide. Esimese maailmasõja ajal 1918. aasta märtsis pommitasid

sakslased 110 km kauguselt Pariisi. Mürskude trajektoor kaldus märgist paremale umbes 1 kilomeetri jagu!

Coriolisi jõud pidavat mõjuma ka muudel elualadel. Näiteks põhjapoolkeral kuluvat ühesuunalise liiklusega raudteedel rohkem parempoolne ja lõunapoolkeral vasakpoolne rööbas. Kooliajast on meeles ka nn Baeri (täpsemalt küll – Baer-Babinet') seadus, mille kohaselt uhutakse põhjapoolkeral jõgedel enam parempoolset kallast, kusjuures jõed ei pea voolama meridiaani suunas.

Aga kuidas siiski turiste lollitatakse? Eks tegu ole mustkunstiga. Kõigepealt tuletage meelde, et ekvaatoril on Coriolisi jõu suurus null. Mõjuma hakkab ta alles sadade kilomeetrite kaugusel sellest tähtsast joonest. Ja sealgi on tema märkamine raske.

Internetist leiab näpunäiteid, kuidas panna vett kausist voolama soovitud suunas. Kauss peab olema kandiline, väikese auguga põhjas. Kuidas vesi välja voolab, sõltub sellest, millisesse kohta kausis vesi valatakse.

Tuulekülmast

> Parem vaikne pakane kui sula tuul.
>
> (Haljala vanasõna)

Üks naisterahvas läks talvisel ajal jalgsi kirikusse ja palus, et tuul ometi pöörduks. Tagasiteel ta avastas, et palvet oli kuulda võetud!

Igaüks teab, et mida tugevam on tuul, seda kiiremini kaotab keha oma soojust, seda külmem tundub õhk. Selletõttu tundub nii mõnigi pakane eriti jube olevat.

Meteoroloogid kasutavad mitmeid valemeid külmatunde arvutamiseks, lähtudes tegelikust õhutemperatuurist ning tuule kiirusest. Ühe säärase autor olevat olnud isegi torniehitajast prantslane Gustav Eiffel!

Aastakümneid oli kasutusel ameeriklaste Paul Siple'i ja Charles Passeli indeks, nn tuule külmatunde ekvivalent (*wind chill index*),

mille nad tuletasid Teise maailmasõja eel Antarktikas talvitumise ajal. Uurijad asetasid veega plastpudelid pakase ja tuule kätte ning mõõtsid nende pinna jahtumise kiirust. Igaüks teab, et supp jahtub kiiremini, kui talle peale puhuda. Inimese nahk erineb aga veepudelist või supitaldrikust. Paljuski sõltub tuule jahutav toime inimese tervisest, riietest ning sellest, kui suur osa kehast on avatud ilma mõjule. Külm vihm või isegi udu tekitavad jahedamat tunnet, sest vesi juhib paremini kehast soojust ära.

2002. aastal võeti Kanadas kasutusele uus valem, mille parameetrid arvestavad täpsemalt inimkeha soojusbilanssi, nahakudede takistust, tuule kiirust standardkõrgusel (10 m), jne. Tehti katseid kaheteistkümne vabatahtlikuga tuuletorus mitmesuguste temperatuuride ja tuuleiilide juures, iga 15 sekundi järel pritsiti katsejänestele vett näkku. Töötulemusena saadi uus tuulekülma indeks (www.msc.ec.gc.ca/education/windchill):

$$T_{WCC} = 13{,}127 + 0{,}6215 \cdot T_A - 13{,}947 \cdot V_{10m}^{0{,}16} + 0{,}486 \cdot T_A \cdot V_{10m}^{0{,}16}$$

kus T_{WCC} – tuulekülma indeks,
T_A – õhutemperatuur °C,
V_{10m} – tuule kiirus m/s 10 m kõrgusel

Mida kujutab endast tuulekülma indeks? See näitab külmakraade, mida tajub inimorganism, kui arvestada õhutemperatuuri ja tuule kiirust. Positiivsete õhutemperatuuride korral indeksit ei arvutata. Kanadas edastatakse tuulekülma indeksi väärtusi üldiselt siis, kui ta ületab –25, mõnes lõunapoolsemas provintsis aga –35. Muide, selles riigis ei märgita tuulekülma indeksi juurde °C, et eristada tajutavat temperatuuri tegelikust, ümbritseva õhu temperatuurist. Nimetatud indeks on alati madalam kui keha ümbritsev õhu temperatuur. Ta näitab keha soojuse kaotamise intensiivsust tuule esinemisel ning aitab vältida hüpotermiat ehk alajahtumist. Valem arvestab näonaha

omadusi, samuti seda, et inimene liigub 6 km tunnis. Valemi väljatöötamisel on rakendatud kaasaegset soojusülekande teooriat.

Tähele tuleb panna seda, et:

- tuulekülma indeks kehtib ainult inimese kohta,
- tuul jahutab objekte (autosid jne) ainult ümbritseva õhu temperatuurini, mitte alla seda.

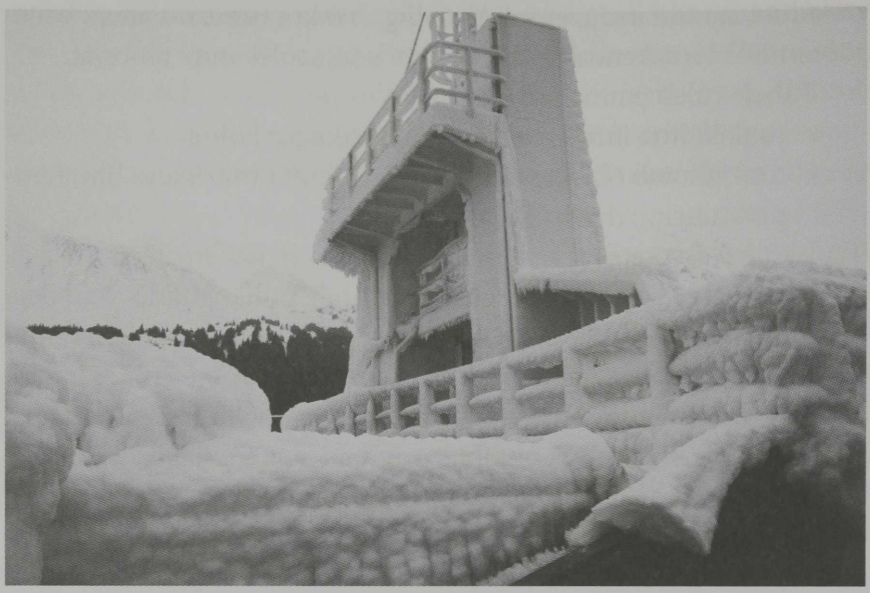
Tuulekülma arvutatakse ka Eesti elanike jaoks (www.ilmateenistus.ee).

Arvutustes võetakse aluseks mitte tuule puhanguline, vaid ikka keskmine kiirus. Tuule mõju sõltub paljuski vastava maakoha mikrokliimast – kas ümberringi on lagedad põllud, mereäär või linn.

Tuulekülma indeksist selgub, et keha tunneks ühtviisi –27kraadist pakast nii siis, kui külma on õhus miinus 15° ja tuule kiirus 10 m/s, kui ka kolm korda nõrgema tuule ja –20° juures. Kui me jälgime tugitoolis lesides suusasportlaste ponnistusi, võiksime mõelda, mida tunneb nende näonahk! Kui külma on 10 kraadi ja suusataja liigub kiirusega 5,6 m/s (see on naiste keskmine kiirus 10 kilomeetri distantsil) vastutuult, mis puhub vaid 4 m/s, siis tema nägu tunneb samasugust külma kui –20 ° pakasega tuulevaikse ilmaga. Kõva katsumuse teevad

Tuulekülma indeks sõltuvalt õhutemperatuurist ja tuule kiirusest

tuule kiirus (m/s)	õhutemperatuur (°C)									
	0	–5	–10	–15	–20	–25	–30	–35	–40	–45
2	–2,5	–8,3	–14,1	–20,0	–25,8	–31,6	–37,4	–43,3	–49,1	–54,9
4	–4,3	–10,4	–16,6	–22,7	–28,9	–35,0	–41,2	–47,3	–53,5	–59,6
6	–5,5	–11,8	–18,2	–24,5	–30,9	–37,2	–43,6	–49,9	–56,3	–62,6
8	–6,3	–12,8	–19,3	–25,8	–32,4	–38,9	–45,4	–51,9	–58,4	–64,9
10	–7,1	–13,7	–20,3	–26,9	–33,6	–40,2	–46,8	–53,4	–60,1	–66,7
12	–7,6	–14,4	–21,1	–27,8	–34,6	–41,3	–48,0	–54,8	–61,5	–68,2
14	–8,2	–15,0	–21,8	–28,6	–35,4	–42,3	–49,1	–55,9	–62,7	–69,5
16	–8,6	–15,5	–22,4	–29,3	–36,2	–43,1	–50,0	–56,9	–63,8	–70,7
18	–9,0	–16,0	–23,0	–30,0	–36,9	–43,9	–50,9	–57,8	–64,8	–71,8
20	–9,4	–16,5	–23,5	–30,5	–37,6	–44,6	–51,6	–58,7	–65,7	–72,8



Jäätunud laev

läbi ka suusahüppajad. Lennates 90 km/h kiirusega (25 m/s) läbi õhu parajalt külma ilmaga (nii –15° juures), tunneb nende kere ehtsiberlikku, 40kraadist pakast. Hea vaid, et see lend nii lühike on.

Sageli eksivad kinomehed ilmatõe vastu. Seda, et Siberis möllab õudne lumetorm purgaa ning miinuskraadid on 60 ligi, või on 102kraadine (!) pakane New Yorgis ning koolipoisid jooksevad pintsakuväel huntidega võidu, nagu nägime fantaasiafilmis „The Day After Tomorrow", juhtub vaid jänkide kujutlustes. Tavaliselt püsib Jakuutias –50° ja –60° juures kõrgrõhkkond kauni tuulevaikse ilmaga.

Mõnikord küll mitte – suurim tuulekülma indeks (–78) on arvutatud Kanada arktilises saarestikus 13. jaanuaril 1975 (õhutemperatuur oli –51°C ja tuule kiirus 16 m/s). Seal riigis sureb igal aastal külmumise ja sellest tingitud haigestumiste tõttu üle 80 inimese, s.o rohkem kui pikse, tornaadode ja üleujutuste tõttu kokku.

Laevad jäätuvad kiiresti

Talvel öeldakse ilmateates mõnikord: „Laevad jäätuvad kiiresti/aeglaselt!" See hoiatus on meremeestele tegelikult väga vajalik. Kui laevad tugeva tuule ning kõrge lainega jäätuvad, võivad nad kaotada tasakaalu, teaduslikumalt öeldes – püstuvuse. Ja kaaduda ehk ümber minna.

Ohtlikku jäätumist võib esineda kõigil meredel, kus talved on külmad. Klassikaline jäätumisohtlik koht on näiteks Mustal merel Novorossiisk, kus sageli puhub mägedest mere suunas külm tugev tuul – boora.

9. detsembril 2002 langes tolles linnas õhutemperatuur 24 tunniga +10 kraadilt –18le. Kõle tuul paisus maruks (puhangud kuni 35 m/s). Sadamas seisnud laevad jäätusid väga kiiresti. Kaks neist läksid pardale kuhjunud üle 15 tonni kaalunud jää raskuse all ümber!

Õnnetuse aruandes märgiti, et „jäätumisevastased abinõud olid kasutusele võetud". Mida siis taolise hädaohu korral tehakse? Sajandeid on laevale tekkiva jääkihi purustamiseks kasutatud suuri puuhaamreid – metallist vahendid võivad ju alust kahjustada. Uuemal ajal on tarvitusel muidugi jääd sulatavad kemikaalid, alates lihtsast soolast kuni mitmesuguste balloonidest pihustatavate aineteni. Viimaste puhul märgitakse aga, et nood on kallid, tervisele ohtlikud, teevad laevateki libedaks või siis haisevad. Meremehed, kes on küll keskkonnateadlikud, kuid tahavad ikkagi moodsad olla, kasutavat puuvasarate asemel jää kolkimiseks pesapallikurikaid.

Ohtlik jäätumine tekib siis, kui merevee temperatuur on nullilähedane (ookeanis isegi alla selle), õhutemperatuur aga miinustes. Eriti määrav on muidugi tuule kiirus – see tõstab laineid ning paneb veepritsmeid pardale lendama. Tavaliselt veepritsmed kõrgemale kui 15–20 meetrit ei tõuse, samas on teateid jäätumisest isegi 60 kõrgustel mastidel.

Jäätumise kiiruse kriteeriumid sõltuvad ka laevadest. Suurtel laevadel näiteks kasvab jääkiht kiire jäätumise korral 1–3 cm tunnis.

Seega meremehed, olge valvsad!

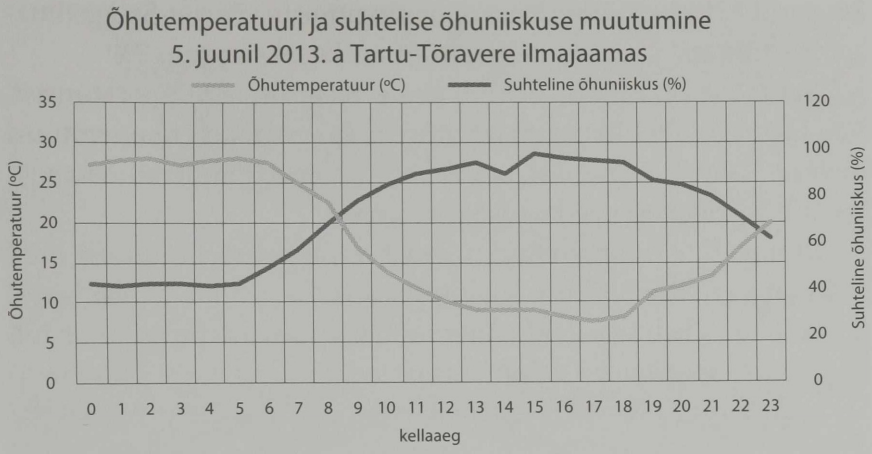
10. **Õhuniiskus**

> Niiskus on üks kaval värk: tema võib olla nii absoluutne kui ka suhteline.
>
> (Ühest vanast raamatust)

Kuumuse käes kannatavad inimesed kaeblevad sageli, et mitte kuumus, vaid niiskus on see, mis liiga teeb. Nad on hämmastunud, kui leiavad, et suhteline niiskus oli umbes 50 protsenti ajal, mil neil oli kohutavalt palav ja nad tundsid end rõhutud olekus, ent samal ajal paar kuud tagasi, kui nad end üsna hästi tundsid, oli niiskust 100 protsenti – udu puhul. Vastus peitub suhtelise niiskuse, selle kõige tuttavama õhuniiskuse karakteristiku definitsioonis ning selle otseses seoses temperatuuriga.

Teatmike järgi aurab kõikidelt ookeanidelt ja meredelt aastas õhku kokku umbes 320 000 kuupkilomeetrit vett, kõikidelt mandritelt aga keskmiselt 60 000 km^3. See veekogus levib ühest paigast teise, kerkib üles või langeb sademetena alla. On leitud, et kui kogu atmosfääris leiduv veeaur korraga kondenseeruks ja sajaks vihmana alla, kataks kogu maakera pinda vaid 2,5 sentimeetri paksune veekiht.

Mis on auramine? Selle all mõeldakse vee või jää üleminekut gaasilisse olekusse. Jää auramist kutsutakse sublimatsiooniks. Viimase



Õhutemperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse muutumine

kohta üks näide: pakase kätte viidud märjad riided jäätuvad kohe, kuid kuivavad mõne aja pärast.

Mõnes paigas on veeauru palju, näiteks ekvaatori kandis, teisal – kõrbeis või Antarktise mandri kohal aga väga vähe. Niiskuse hulk õhus sõltub mitmest tegurist, eeskätt temperatuurist. Palju on ka õhuniiskuse karakteristikuid: veeauru rõhk, absoluutne ja suhteline niiskus, niiskuse defitsiit, kastepunkt jne.

Absoluutne ja suhteline niiskus

Absoluutne niiskus on 1 m^3 õhus oleva veeauru mass grammides. See on vaid üks termin, mida kasutatakse õhus leiduva veeauru tegeliku koguse kirjeldamisel. Suhteline niiskus on õhus sisalduva veeauru tegeliku koguse suhe kogusesse, mida oleks vaja, et küllastada õhk antud temperatuuril ning seda suurust väljendatakse protsentides.

Kui õhk oleks kuiv (umbes nagu kõrbes), langeks suhteline niiskus nulli lähedale, uduga on see näitaja aga 100%.

Suhteline õhuniiskus ongi üks tähtsamaid ilmanäitajaid. See kõigub Eestis 100 protsendist kuni kaunis väikeste väärtusteni.

26. aprillil 2014 mõõdeti pika põua tingimustes Pärnu-Sauga ilmajaamas minimaalseks suhteliseks õhuniiskuseks koguni 7%!

Suhteline õhuniiskus sõltub peale veeauru ka temperatuurist. Vee kogus, mida õhk suudab kinni hoida, suureneb temperatuuri tõustes. Suhteline õhuniiskus seevastu väheneb temperatuuri tõustes, kui tegelik veeauru kogus jääb samaks.

Joonis (lk 79) illustreerib päevast temperatuuri muutust ning vastavat suhtelise niiskuse langust ja tõusu selge ilma korral. Varahommikul esineb sageli udu ning suhtelise niiskuse protsent ulatub sajani, ent pärastlõunase kuumuse ajal langeb suhteline niiskus miinimumini. Ja rünkpilved ei taha kuidagi vihmatootjaiks arenema hakata.

Kastepunkt. Kaste

Meteoroloogias kasutatakse veel mõistet kastepunkt. See on temperatuur, mille juures algab veeauru küllastumine, kondenseerumine, kaste teke. Udu puhul võrdub kastepunkt õhutemperatuuriga.

Kaste leevendab janu. Eriti taimedel. Kambja kandi vanasõna ütleb: rohukasvule on kastet vaja. Vihmastel suvedel pole lisavesi muidugi teab mis vajalik, seevastu raskeil põua-aastail läheb arvesse viimane kui tilk. Muide, ühte liitrisse mahub pisemaid kastepiisku umbes 4 miljardit ...

Soomes tehtud mõõtmised näitavad, et maa lõunaosas saab muld kasvuperioodil 10 mm vett kaste kujul (ehk 3% sademetest). Eestis on kastega päevi kokku loetud kõige rohkem Toomal (aastas keskmiselt 122 päeva), veidi vähem Viljandis – 115.

Kulla hind on kastel kuiva kliimaga aladel. Ühel Kanaari saartest, Lanzarotel, näib maapind olevat kaetud nagu Kuu kraatritega. Vulkaanilisest kivistunud tuhast 3meetrise diameetriga ja 2 m sügavused koonused töötavad efektiivsete kastelõksudena. Öösel jahtub niiske ookeanilt tulev õhk ning kondenseerub nois kraatrites.

Iga sellise koonuse keskel kasvavad taimed. Näiteks 1975. ja 1976. aastal saarel vihma peaaegu ei sadanudki, viinamarjad kastelõksude sees andsid aga korralikku saaki.

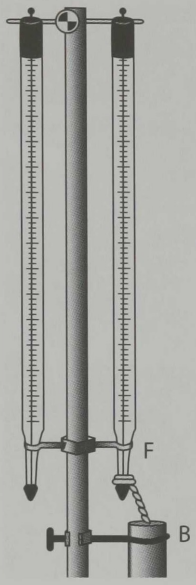


Kanaari kastelõksud

Kastega päevi tasub kokku lugeda, sest Vändra kandi rahva tähelepaneku kohaselt saab selle järgi töid planeerida – kui mitu päeva enne jüripäeva (23. aprilli) kaste maas, nii mitu päeva saab enne jaagupit (25. juulit) rukist lõigata.

Niiskuse mõõtmine

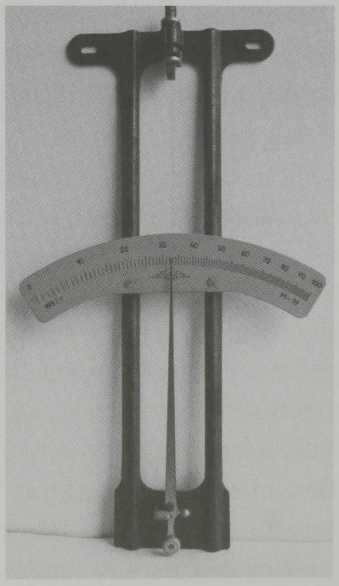
Õhuniiskuse määramise klassikaline vahend on nn Augusti psühromeeter. See koosneb kahest, kuiva ja niiske reservuaariga termomeetrist. Kuiva reservuaariga termomeeter on harilik klaasist elavhõbedat või piiritust sisaldav termomeeter, mis mõõdab õhu temperatuuri. Nn „märja" termomeetri reservuaar on kaetud õhukese batistriidest kotikesega, mida hoitakse niiskena. See annab madalama näidu kui kuiva reservuaariga termomeeter, kuna riidekotist aurustuv vesi mõjub jahutavalt. Kaks termomeetrit asetatakse



Augusti psühromeeter

meteo-onni. Kahe termomeetri tegelikud näidud ja nende vahe võimaldavad arvutada niiskuse koguseid. Mida suurem on see vahe, seda kuivem on õhk. Nimetatud mõõteriista leiutas Ernst Ferdinand August aastal 1825.

Suhtelist niiskust saab mõõta ka juushügromeetriga, kus kasutatakse inimese rasvavabu ja vigastamata juuksekarvu. Sellist tüüpi hügromeetri leiutas Horace B. De Saussure 1783. aastal. Uurimused näitavad, et mida suurem on suhteline niiskus, seda pikemaks venib juuksekarv: õhuniiskuse kasvamisel 0-st kuni 100%-ni pikeneb juus 2,5% võrra. Ainult et see protsess pole lineaarne. Muide, kõige enam pikenevad niiskes keskkonnas naturaalsete blondiinide juuksed.


Juushügromeeter

Saussure'ist tunduvalt varem kasutasid itaallased Nicolaus de Cusa ja Leonardo da Vinci oma hügromeetrites villakera. Vill on poorne, imab endasse niiskust ja muutub suhtelise niiskuse suurenedes raskemaks.

Kesk-Euroopas on ilmaennustamisel väga populaarsed „ilmamajakesed". Nende töö põhineb nn kätgut-hügromeetril. Kätgut on teatavasti soolkeel, lamba- või kitsesoolest saadav niit haavade õmblemiseks. Tollel niidil on omadus keerduda olenevalt õhu niiskusest.

Majakese uksele ilmubki sõltuvalt ilmast kas neiu (kuiv, kena ilm) või noormees (niiske, vihmane ilm).

Relatiivne niiskus

	Kuiva ja märja termomeetri näitude vahe (°C)																
Kuiva termomeetri näit (°C)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5
-20	70	41	11														
-17,5	75	51	26	2													
-15	79	58	38	18													
-12,5	82	65	47	30	13												
-10	85	69	54	39	24	10											
-7,5	87	73	60	48	35	22	10										
-5	88	77	66	54	43	32	21	11	1								
-2,5	90	80	70	60	50	42	37	22	12	3							
0	91	82	73	65	56	47	39	31	23	15							
2,5	92	84	76	68	61	53	46	38	31	24							
5	93	86	78	71	65	58	51	45	38	32	1						
7,5	93	87	80	74	68	62	56	50	44	38	11						
10	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	19						
12,5	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	25	4					
15	95	90	85	80	75	70	66	61	57	52	31	12					
17,5	95	90	86	81	77	72	68	64	60	55	36	18	2				
20	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	40	24	8				
22,5	96	92	87	83	80	76	72	68	64	61	44	28	14	1			
25	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	47	32	19	7			
27,5	96	92	89	85	82	78	75	71	68	65	50	36	23	12	1		
30	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	52	39	27	16	6		
32,5	97	93	90	86	83	80	77	74	71	68	54	42	30	20	11	1	
35	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	56	44	33	23	14	6	
37,5	97	94	91	87	85	82	79	76	73	70	58	46	36	26	18	10	3
40	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	59	48	38	29	21	13	6
42,5	97	94	91	88	86	83	80	78	75	72	61	50	40	31	23	16	9
45	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73	62	51	42	33	26	18	12
47,5	97	94	92	89	86	84	81	79	76	74	63	53	44	35	28	21	15
50	97	95	92	89	87	84	82	79	77	75	64	54	45	37	30	23	17

Õhuniiskus ja ilmamärgid

Niiskuse suurenemise ja vihma lähenemise vahel on seos ja see on aluseks paljudele putukatel, lindudel, loomadel, taimedel ja inimestel põhinevatele ilmamärkidele. Järgnevalt sellest mõned näited.

Sellistel põnevatel „ilmamärkidel" on romantilise juturaamatu hõngu, ent teadusliku ilmaennustamisega on neil vähe pistmist. Parimal juhul osutavad nad õhuniiskuse suurenemisele, mida saab

palju täpsemalt mõõta instrumentidega. Niiskuse suurenemine ei tähenda alati vihma või tormide saabumist, tegu võib olla paljude muude faktoritega.

Kas lehmad võivad ka valeteadet edastada, kui maha heidavad? Mõned talupidajad ennustavad vihma, kui näevad lehmi karjamaal maha heitmas. On tõenäoline, et suur õhuniiskus mõjutab looma enesetunnet ja et ta tajub nagu inimenegi õhu niiskust. Arvatakse, et veised heidavad maha lootuses, et juhul, kui vihma tõepoolest sadama hakkab, jääb nende külje all olev rohi kuivaks.

Konnad ja teod armastavad niisket ilma ja ilmuvad vihma ajal sageli hulganisti välja. Õnnetuseks tuleb nende hoiatus liiga hilja ning sageli leiame end aias tigudel trampimas mitte enne vihma saabumist, vaid pärast.

Mõned artriidi-, reuma- ja sarnaste kaebustega inimesed kogevad järskude niiskusesisalduse muutuste puhul suuremaid vaevusi. Haavakude, konnasilmad jne laienevad teistmoodi muu nahaga võrreldes ning äkiline niiskuse tõus võib põhjustada närvilõpmete reageeringut, mis jõuab teadvusesse valuna. Ilmateadlik inimene võib olla suuteline neid valusid kasutama selleks, et saavutada ilmatarga kuulsus – juhul kui ta võtab arvesse ka muid märke, näiteks tuule, pilvede ja baromeetri näitude muutusi.

Päris kutsuv tunduks selline kuulutus: „Ilmajaam pakub tööd reumaatikule või astmaatikule."

Temperatuur, õhuniiskus ja inimeste komfortsus

Kõik inimesed, mitte ainult lõunamaalased, on kuuma verega ehk püsisoojased ning soojusregulatsioon määrab ellujäämise. Me peame hoidma enda temperatuuri umbes 37 °C juures. Äärmuslikku kuumust või külma on võimalik taluda lühikest aega, see sõltub muidugi indiviidi füüsisest, ent kui kehatemperatuur langeb alla 30 °C või tõuseb üle 42–44 °C, on surm peaaegu kindel.

Komfortsus ehk see, kas inimene tunneb, et tal on külm või paras või kuum, sõltub naha temperatuurist. Komfortseks peetakse keskmist naha temperatuuri 33 °C, peal ja jalgadel mitte vähem kui 29 °C.

Inimestel on olemas oma soojuseelarve nagu rahaasjadegi puhul – kui soovime komfortset olukorda, kus me ei peaks muretsema ja jääksime ellu, peame ka oma eelarve bilanssi viima.

Saame soojust söödud toidu keemilistest muutustest meie organismis (ainevahetus).

Saame soojust või kaotame seda, suheldes oma keskkonnaga – kiirguse, konvektsiooni, konduktsiooni, aurumise (higistamise) ja hingamise kaudu.

Kuuma ilmaga tuleb meil maksimeerida soojusekadu (mõistlikkuse piirides) ja minimeerida selle saamist. Külma ilmaga tuleb teha vastupidist – maksimeerida saadavat soojust ja minimeerida selle kaotust (jällegi mõistlikkuse piires).

Kaitsemehhanismidest on kõige tõhusam jahtumine higi aurustumise läbi, kuid kiire veekaotus võib põhjustada probleeme. Kui temperatuur on üle 30 °C, siis võib matkajatel kuluda tunnis enam kui liiter vett janu kustutamiseks. Soola kaotus verest ja kudedest võib tekitada kuumakrampe. Seetõttu oleks mõistlik minna jahtuma duši alla või ujuma.

Kaks teist faktorit, mis mõjutavad higi ja nahaniiskuse aurustumise kiirust, on järgmised:

- kõrge niiskusesisaldus, mis piirab aurustumist. Seetõttu on kuumad niisked kliimad palju ebamugavamad kui kuumad kuivad kliimad;
- tuul, mis suurendab aurumist sellega, et eemaldab niiskusest tulvil õhu naha lähedal ja asendab selle kuivema õhuga. Seega – seiske ventilaatori ette.

Vältida tuleks rasket tumedat rõivastust. Kuumal päeval võivad lühikesed püksid ja bikiinid osutuda parimaks kehakatteks, kuna võimaldavad tuulel kehale vabalt juurde pääseda ja higi aurustada.

Ent palja nahaga on omad probleemid. Me ei räägi seejuures mitte ainult päikesepõletuse ja nahakahjustuste ohust, vaid ka päikesekiirguse neeldumisest tingitud lisakuumusest. Seetõttu on parim rõivas kuumal päeval pikk, valge ja lehviv riietus – nagu araablastel. See kaitseb keha päikesekiirguse eest, ent laseb samal ajal õhu kehale ligi ja võimaldab higil seega aurustuda.

Kuumaindeks

Tänapäeval kasutatakse väga erinevaid karakteristikuid selleks, et iseloomustada inimese soojusliku komfordi tingimusi, arvestades õhutemperatuuri, õhuniiskust, tuule kiirust, soojuskiirgust ja riietust.

Lihtsamad arvestavad ainult õhutemperatuuri ja -niiskust. Näiteks esitatud tabelist saab hinnata, et inimesel on 80% õhuniiskuse ning 33kraadise temperatuuri juures tunne, nagu õhutemperatuur oleks 48 °C! Eestis kasutatavate kuumaindeksi valemite järgi oli 1992. aasta 11. augustil Võrus (soojarekord 35,6 °C) näiv temperatuur ligi 40 kraadi. Rekordiline kuumaindeks olevat arvutatud 8. juulil 2003 Dhahranis Saudi Araabias – 78 °C! Nagu aurusaunas.

Kuumaindeks

Suhteline niiskus (%)	Õhutemperatuur (°C)																
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
40	27	28	29	30	31	32	34	35	37	39	41	43	46	48	51	54	57
45	27	28	29	30	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	
50	27	28	30	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58		
55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59			
60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59				
65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59					
70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58						
75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58							
80	30	32	35	38	41	44	48	52	57								
85	30	33	36	39	43	47	51	55									
90	31	34	37	41	45	49	54										
95	31	35	38	42	47	51	57										
100	32	36	40	44	49	54											

☐ Hoiatus ☐ Tõsine hoiatus ☐ Oht ☐ Tõsine oht

11. **Udu**

Ema: Kui jumal naeratab, siis paistab päike, kui nutab, siis sajab vihma...
Laps: Kas siis, kui on udu, jumal suitsetab?

Udu on vahel tõesti nii paks, et tõsta või lusikaga. Öeldakse ju – udu kui mannapudru. Kui palju putru võib mõnele olla vastik, siis ohtralt udu on isegi ohtlik. Siil või karu udus on küll armsad multifilmides, kuid mitte maanteel.

Udu on üldse üks salapärasemaid, kuid populaarseid nähtusi meie ilmas. Nõiad on ikka ilmunud udust, poliitikute põhitegevus on „udutamine", vähemalt arvab rahvas nii. Kui soovitakse kellestki lahti saada, on moodne öelda „tõmba uttu" (ilmselt ebakorrektne tõlge inglise keelest).

Põhimõtteliselt on udu maapinna lähedal olev pilv, mis koosneb tibatillukestest veepiisakestest läbimõõduga 0,005–0,05 mm. Vaid tugeva pakase puhul moodustub udu jääkristallidest. Udusid on mitut liiki. Need, mis meile kevadeti muret tekitavad, on nn *advektiivsed* udud, mis tekivad sooja niiske õhumassi liikumisel jahedamale pinnale. Soojemal aastaajal esineb rohkem kohalikku *radiatsiooniudu*, mis tekib madalamates kohtades jahedal rõskel õhtul, *auramisudusid* on näha sügisel veekogude kohal. Meteoroloogias algab udu

märkimine siis, kui nähtavus langeb alla 1000 m. Kui see aga langeb alla 50 meetri, annavad ilmajaamad juba eriti ohtliku nähtuse hoiatuse.

19. novembril 1957 katkes liiklus Tartus, kui Emajõe orus langes nähtavus udu tõttu 4–6 meetrini. 12. veebruaril 1996 sõitsid Põhja-Itaalias udus üksteise otsa vähemalt 250 autot, kohapeal sai surma 11 inimest. 1997. aasta 29. septembril sõitis Prantsusmaal udus üksteisele tagant sisse sadakond sõidukit, hukkus üheksa sõitjat. Soovitus sõita udu ajal eessõitja stopptulede taga ei ole õige – üks mees jõudis nii toimides võõrasse garaaži. Õnn seegi, et mitte kraavi.

Udu merel loevad meremehed veelgi ohtlikumaks kui tormi – sadu laevu on hukkunud küll karile joostes, küll kokku põrgates jäämägedega, küll teiste laevadega. Põhjapoolsetel meredel on sageli udu, sooja Golfi hoovuse ja külma Põhja-Atlandi kokkupuutealal on aga pea alati udune.

1985. a jaanilaupäeva ööl läks Eesti uurimislaeva Arnold Veimeri (hilisema Livonia) tee Titanicu hukkumiskoha lähedalt mööda. Oli tihe udu, nii vee kui õhu temperatuur oli 5 °C, möirgas udusireen. Ja siis ilmusid ootamatult prožektorikiirtesse ebamaised jäämäed ... Peatusime, ootasime hommikut. Parem karta kui kahetseda.

Laevnikust kirjanik Herman Sergo nimetas tuuli ja rajusid meremeeste ausateks vaenlasteks. „Ent petlikud ja salakavalad vastased on udud. Need mähivad laeva endi aurudest kootud võrku, katavad taeva, matavad silmapiiri, võtavad tüürimeestelt silmad ..." („Inimene ja ilm", 1970.)

Samas kirjutas ta: „Olen kogenud ka seda, et me tormi, udu ja paha ilma otse ootasime. See oli sõjatalvel 1939/40, mil Tallinnast võid, peekonit, mune ja lennukivineeri Inglismaale vedasime. Parimaks kaitseks sakslaste luurelennukite vastu olid just tormid ja udud."

Paljud maadeavastused on sõltunud ilmastikunähtustest. Näiteks eksles 1579. aastal mereröövlist admiral Drake peaaegu kuu Ameerika lääneranniku paksus udus. Seetõttu avastati suurepärane San Francisco laht alles kaks sajandit hiljem.



Advektsiooniudu Stroomi rannas

Kus on kõige udusem?

Eestis on novembris keskmiselt 5–6 udupäeva, kuid on esinenud aastaid, kui pooled päevad on udused. Tartumaal on kõige rohkem udupäevi oktoobris-novembris, Vilsandi saarel aga aprillis. Alates 1981. aastast on pikaajalisim eriti ohtlik udu registreeritud Vilsandil 2002. aasta 6.–7. veebruaril, see kestis 32 tundi ja 26 minutit. Kõige udusem kant on meie maal Viljandi ilmajaama ümbrus, kus järve ja oja mõjul on aastas üle 400 tunni udu.

Maailmas on kõige tuntumad muidugi Londoni udud. Kõige ebameeldivam, isegi ohtlik on elada suurlinnades, mis on ehitatud nagu suure kausi põhja. Selline ongi Londoni asupaik. Seal seguneb udu sageli suitsu või heitgaasidega ning tekib nn sudu (suits + udu). Juba paar sajandit kollitab londonlasi oht, et mõnel päeval pole õhku hingamiseks, selle asemel hõljub majade vahel „hernesupp" – rohekas-kollane



Uduvikerkaar

segu suitsust, väävliühendeist ja vähesest hapnikust. 1952. aasta 5. ja 9. detsembri vahel ei jätkunud Londonis ei lilli ega kirste – sudu tõttu hukkus umbes 400 inimest, põhiliselt vanurid ja lapsed. Diagnoos: bronhiit või kopsupõletik.

Lameda lohu põhjas asuvad Mexico ja Los Angeles kannatavad põhiliselt autode heitgaaside ja päikesekiirguse koosmõjul tekkiva nn fotokeemilise sudu tõttu. Aastal 1990, kui sudupäevi oli kõige rohkem, 310, olid pooled Mehhiko pealinna elanikud haiglased. Muide, eriuuringud on näidanud, et igasugune tossutamine võib linnade õhule mõjuda – Los Angeleses olevat 6% sudust tingitud sigareti- ja lihagrillimissuitsust!

Sudu tekib sageli metsatulekahjudest. Indoneesia metsapõlengute aegu langeb nähtavus kohati paari meetrini, häiritud on mitme riigi elanike elu. 1996. aasta augustis jõudis Oru turbaraba põlengu suits isegi Tartumaale, läbipaistvuse vähenemist registreerisid

aparaadid Tõravere ilmajaamas. Tahmasisaldus Põhja-Eestis oli aga siiski kümneid kordi väiksem kui Kagu-Aasia suurtulekahjus.

Vahel tuleb udu ära ajada. Teise maailmasõja viimastel aastatel hajutati lennuväljadel udu lõkete põletamisega. Tugevama efekti annab tänapäeval reaktiivmootorite töötamine lennuraja lähedal või kemikaalide (isegi uriini!) puistamine õhku. Ent see on väga kallis ja haisev lõbu.

Küll aga on tulemusi andnud hügroskoopne külvistamine: kasutatakse hügroskoopseid aineosakesi. Need (näiteks sool) neelavad veeauru, ja udu sajab maha uduvihmana. Proovitud on ka õhu soojendamist udupiisakeste aurustamiseks, kuid see pole küllalt tõhus ja on liiga kulukas. Teatavaid tulemusi on saadud ultrahelisireeniga: ultrahelilainete mõjul liituvad udupiisakesed suurematеks tilkadeks ja sajavad alla.

Nii et endiselt on lennujaamade sünoptikuil raske ennustada nähtavust päevadel, mis tõotavad tulla udused. Võib vaid ette kujutada nende reisijate meeleolu 1964. aasta jõululaupäeval, kes sattusid New Yorgi või Bostoni asemel Montreali või Dallasesse. Peaaegu kõik USA idaranniku lennuväljad olid neli päeva suletud.

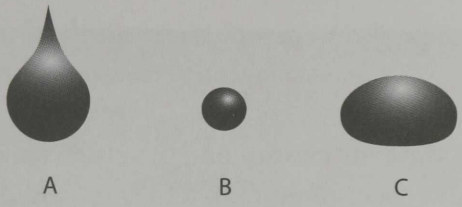
12. **Pilved**

> Inimest eristab seast põhiliselt see, et ta vaatab vahel ka taevasse.
>
> (Astronoom Viktor Ambartsumjan)

Pilvedes on midagi müstilist. On olnud juba tuhandeid aastaid. Jumalate troonid toetuvad ikka pilvekuhilaile. Pilvedes nähti Jehoova auhiilgust, neist tuli nii hukatuslikke vihmavalinguid ja raherabanguid kui põualeevendust.

Ainult viimasel ajal on „pilves olekule" antud pigem põrgulik kui taevalik tähendus, selle teke kuulub aga meditsiini, mitte meteoroloogia valdkonda.

Targad raamatud väidavad, et pilved pole midagi muud kui Maa atmosfääris hõljuvate väikeste veepiiskade, jääkristallide või nende segu. Pilvede tekkimiseks peab olema täidetud kaks peamist tingimust. Esiteks peab õhk sisaldama küllalt, st. küllastavalt veeauru (õhutemperatuur langeb kastepunktini), teiseks on tarvis nn kondensatsioonituumakesi (soola- või tolmukübemeid, isegi baktereid), millele veeaur saaks sadestuda. Kui viimaste läbimõõt on vaid 0,0002 mm, siis pilvi moodustavad veepiisad on ligi sada korda suuremad. Liitudes muutuvad piisakesed raskemaks ning langevad maa peale juba vihmatilkadena.



Millise kujuga on vihmapiisad?

Millise kujuga on aga vihma- või pilvepiisad – A, B või C? Õige vastus: pilvedes või udus on piisakesed ümmarguse kujuga, kui nad aga langevad maapinna suunas ning liituvad, omandavad nad kukli kuju, tingituna õhu vastumõjust vihmapiiskadele. Esimene kujutis, „tilgakujuline" on tekkinud kunstnike kujutluses, ilmselt kraani otsast eralduvate piiskade jälgimisest ...

2004. aasta juulis täheldati Vaikses ookeanis asuvate Marshalli saartel ning huvitaval kombel pea samal ajal ka Brasiilias sadu, mille piisad olevat olnud sentimeetrise läbimõõduga! Säherdune pole enam ämbrist, vaid lausa vaadist kallamine.

Äikesepilvede kirjeldamisel armastatakse ikka öelda – tinarasked. Kui palju üks pilv võib kaaluda? Kui rünkpilves, neis, mis suviti meil taevas ujuvad, on keskmiselt 0,2 grammi vett kuupmeetris õhus, siis keskmine pilv võib kaaluda ligi 200 tonni, vägevad äikesepilved aga üle tuhande korra rohkem. Jube isegi mõelda, et see veekogus hõljub me pea kohal! Õnneks on taolistes pilvedes tõusvad õhuvoolud need, mis takistavad veepiisku ja raheteri langemast.

Pilvede ristiisa

Tänapäevase pilvede klassifikatsiooni looja on inglise amatöörmeteoroloog Luke Howard. Tema 1802. aastal pandud nimesid – *cirrus*, *cumulus*, *stratus* – kasutatakse kõigis riikides tänini. *Cirrus*'e (ld 'kiud', 'suled') nimega tähistatakse 6 kuni 10 km kõrgusel asuvaid kiudpilvi, *stratus*'e liitega kõiki pilvi, mis on kihilise moega, *cumulus*'ed

on aga rünkpilved. Kui pilvenimel on ees või taga *„nimbus"* või *„nimbo"*, siis on sealt sadu oodata. Kõva piksevihma võib karta näiteks *Cumulonimbus*'est ehk rünksajupilvest.

Meteoroloogid peavad tundma mitukümmend pilveliiki, nende olemasolu info on sünoptikuile väga oluline. Kui taevast jälgides märkate, et alul ilmuvad kõrged kiudpilved, edasi pilved paksenevad (saabuvad *Altostratus*'ed ehk kõrgkihtpilved), siis võiks peagi loota ka kihtsajupilvede (*Nimbostratus*) päralejõudmisele. Läheneb soe front.

Külmale frondile on üldiselt omased äikesepilved (müristab külmaks!), suvel kaasnevad nende pilvedega, õnneks küll harva, ka tornaadod-tuulispasad.

Pilvede liigid

Pilvi liigitatakse vastavalt nende aluse (alumise pinna) kõrguse, moodustumise ja ehituse järgi nelja klassi: ülemised, keskmised, alumised ja vertikaalse arenguga pilved.

I klass. Ülemised pilved (alus 6–12 km)
1. Kiudpilved – *Cirrus* (*Ci*)
2. Kiudrünkpilved – *Cirrocumulus* (*Cc*)
3. Kiudkihtpilved – *Cirrostratus* (*Cs*)

II klass. Keskmised pilved (alus 2–7 km)
4. Kõrgrünkpilved – *Altocumulus* (*Ac*)
5. Kõrgkihtpilved – *Altostratus* (*As*)
6. Kihtsajupilved – *Nimbostratus* (*Ns*)

III klass. Alumised pilved (alus 0–2 km)
7. Kihtpilved – *Stratus* (*St*)
8. Kihtrünkpilved– *Stratocumulus* (*Sc*)

IV klass. Vertikaalse arenguga (konvektsioonipilved) (alus 0,3–1,5 km)
9. Rünkpilved – *Cumulus* (*Cu*)
10. Rünksajupilved – *Cumulonimbus* (*Cb*)



Kiudpilved *Ci*

Mõnede klassifikatsioonide järgi kuuluvad kihtsajupilved alumisse klassi.

Pilved jagatakse veel ligi 50 alaliigiks. Seda tehakse harilikult pilve kuju järgi, lisades täiendava sõna, nagu *uncinus* (konksjas), *undulatus* (laineline) või *translucidus* (läbipaistev) jne.

Ülemised pilved koosnevad jääkristallikestest, mis tekivad väga madala temperatuuri tõttu veeaurust, kiudrünkpilved ka tugevasti allajahtunud veepiisakestest või nende segust. Need on valged, heledad pilved, millest Päike, Kuu või tähed paistavad läbi, taeval on piimja varjundiga värvus. Huvitav on märkida, et Päike tekitab varju!

Mõnikord ei saa arugi, et taevas on tegelikult täispilves. Valguse peegeldumisel jääkristallidelt tekivad Päikese või Kuu ümber 22° ja 46° nurkraadiusega valged rõngad – halod. Nende taevasse ilmumine näitabki väga kõrgete pilvede olemasolu.

Kiudpilved *Ci* on välimuselt õhukesed linnusulgi meenutavad pilvekiud.



Kiudkihtpilved *Cs* halodega

Kiudkihtpilved *Cs* moodustavad heleda, võrdlemisi ühtlase pilvekihi, mis katab suurema osa taevast, sageli kogu taeva.

Kiudrünkpilved *Cc* kujutavad heledaid väikeste tükkide kobaraid, mis meenutavad lambavilla või vatitükikeste kobaraid taevas. Üks alaliik – *Cc tractus* tekib reaktiivlennukite mootorist eralduvate gaaside ning kondenseerunud veeauru toimel väga külmas keskkonnas. Jutus kutsutakse neid kondensjälgedeks või joonpilvedeks.

On inimesi, keda huvitavad kõikidest pilveliikidest just viimased, kuna viimaseil aastakümneil saastab „Planeedi Eliit" atmosfääri spetsiaalselt selleks, et jahutada maakera kliimat ning ühtlasi kahandada mürgitamise teel inimkonna arvukust mõnesaja miljonini ...

Jah, rasketel aegadel, kriiside või sõdade aegu muutuvad inimesed „närvlikuks", nagu väitis Anton Hansen Tammsaare. Ta kirjutas 1925. aastal: „Aga rahvas ei taha võimalikku ja igapäevast, vaid otse selle vastu – ebausutavat, usutamatut./.../Või vaadelgem meie viimsepäeva kuulutajaid: kui kusagil meie seas veel tõsist usku leidub, siis ainult seal."



Kiudrünkpilved Cc

Keskmised pilved

Keskmised pilved paiknevad troposfääri keskmises osas, kus ka soojal aastaajal on temperatuur sageli alla 0 °C. Seetõttu koosnevad need pilved jääkristallidest ja veepiiskadest, on nn segapilved. Talvel võib neist pilvedest maapinnani jõuda kergeid lumehelbeid.

Kõrgrünkpilved *Ac* kujutavad valgeid, mõnikord sinaka varjundiga pilvetükkide kobaraid, mille vahelt paistab taevas läbi. Need ja äikesepilved on fotograafide ja kineastide meelispilved.

Kõrgkihtpilved *As* on enam-vähem ühtlane hall-sinaka varjundiga pilvekiht, mis katab suurema osa või kogu taeva. Päike võib paista kahvatu laiguna läbi pilvede, esemetel puudub vari (vrdl kiudkihtpilvedega!).

Kihtsajupilved *Ns* on paksud tumehallid pilved, millest tekivad laussademed. Koostiselt on nad segapilved. *Ns* aluse kõrgus on 0,1–1 km, paksus võib küündida mitmete kilomeetriteni.



Kõrgrünkpilved *Ac*



Kõrgkihtpilved *As*



Kihtsajupilved *Ns*



Kihtrünkpilved *Sc*



Kihtpilved *St*



Rünkpilved *Cu*

Alumised pilved

Alumised pilved (alus madalamal kui 2 km) on paksud tumedad pilved, millest Päike ei paista läbi. Koostiselt enamasti vesi- või segapilved.

Kihtrünkpilved *Sc* moodustavad halli ebaühtlase pilvkatte, milles leidub heledamaid ja tumedamaid laike. See on Eestis kõige sagedamini esinev pilveliik (umbes 33%).

Kihtpilved *St* on kaunis ühtlane tume pilvkate, mis katab suurema osa või kogu taeva. Kihtpilvede aluse kõrgus on 0,1–0,7 km. Mõnikord annavad nad suvel uduvihma.

Vertikaalse arenguga pilved

Tekivad sooja ja niiske õhu tõusmisel, mille puhul õhk jahtub, alul 10 kraadi, edasi umbes 6 kraadi kilomeetri kohta.

Rünkpilved *Cu* on hästi tuntud pilverüngad, mille ülemine osa on säravalt hele, alus aga tume. Nende paksus ulatub mõnesajast meetrist mõne kilomeetrini. Rünkpilvede all arenevad vertikaalsed õhuvoolud, mida otsivad eriti purilendurid.

Rünksajupilved *Cb* on juba võimsate tõusvate õhuvoolude edasiarenemise tõttu suureks kasvanud pilvemassiivid, mis katavad kogu taeva. Pilvede ülemine tipp võib ulatuda tropopausini. Viimasel juhul võib rünksajupilve ülemist osa näha laialivalguvana, alasikujulisena. Nimeks on sellisel pilvel *Cb incus* (*incus* – ld 'alasi').

Pilveliikide, eriti nende arvukate alamliikide äratundmine on vahel paras pähkel isegi kogenenud meteoroloogile.

Kerge pole ka nende hulga määramine. Pilvede hulga hindamisel on kasutusel kaks skaalat: 10- ja 8palline. 8pallist skaalat (ehk oktasid) kasutatakse sünoptikas, 10pallist teaduspraktikas. Esimesel juhul jagatakse taevasfäär alul neljaks, siis uuesti neljaks (8 oktat – täispilves, 0 – selge).

10pallisel skaalal näitab 1 pall, et taevas on 10% ulatuses pilvedega kaetud. Pilvede hulk määratakse visuaalselt. Päeva loetakse pilviseks, kui pilvi on 8 või rohkem palli, ja selgeks, kui pilvi on 2 või vähem palli.



Rünksajupilved *Cb*

Veel põnevaid pilvi

Senini sai pilvede kuju järgi ikka ennustada, kas tuleb äikest, vihma ja muud taevavärki. Paistab, et edaspidi seiravad taevast samuti seismoloogid. Esimest korda võis lugeda teateid, et enne maavärinaid ilmuvad taevasse eripärased pilved, umbes millenniumi vahetuse paiku. Viimasel ajal, eriti pärast vägevat Hiina värinat aastal 2008, on mitmelt poolt ilmunud sarnaseid teateid. Ka paljukannatanud Sitchuani provintsi kohale olevat vaid pool tundi enne katastroofi kerkinud kummalised pilved, lisaks hüppasid sealtkandi konnad minema. (Viimane nähtus on palju tuntum: mitmel pool maailmas muutuvad loomad enne suuri maa võnkumisi rahutuks. Maod ronivad urgudest välja, koerad-kassid tahavad jalga lasta jne.)

Säärased „maavärinapilved" ilmuvat vahel ka selgesse taevasse ning olevat pikad mustad ja maokujulised, teised olevat laternataolised.



Helkivad ööpilved

Kahjuks ei saa veel konnarände ja pilvede väljanägemise alusel anda elanikele evakueerumiskorraldusi. Esimesed katsed pilvede alusel maavärinaid ennustada olevat aga lootusrikkad, nii vähemalt teatavad mõned Hiina uurijad.

Põnevaid pilvi leidub atmosfääris ka seal, kus nad meie ilma ei saa mõjutada – 20 kuni 30 km kõrgusel asuvad nn pärlmutterpilved ning 75 kuni 90 km kõrgusel paiknevad helkivad ööpilved. Nähtavaks saavad nood peamiselt jääkübemeist koosnevad pilved alles tükk aega pärast päikeseloojangut või siis enne päikesetõusu. Nagu pilvede nimigi ütleb, on nad säravad, torgates ööpimeduses eredalt silma.

Esimesed pakuvad huvi seetõttu, et on seostatavad osooniaukudega, helkivad ööpilved aga ühenduses kosmoselendudega ja sõjandusega. Nood säravad jääkristallikeste kuhjumid nimelt segavad sõjamehi jälgimast rakettide väljalaskmist! 60. aastail oli

Tõraveres, muide, üks kolmest helkivate ööpilvede andmekeskustest maailmas.

Kuigi nood viimati nimetatud haruldased pilved on kaunid, pakuvad luuletajaile inspiratsiooni küllaga ka tavalised veepiiskade kogumid:

„Küll on mõnus olla pilv,
aina taevasinas uju!
Iga väike valge pilv
laulab, kui tal hea on tuju:
„Küll on mõnus olla pilv,
aina taevasinas uju!"
Väga uhkelt laulab pilv,
alati tal hea on tuju."

(Karupoeg Puhhi pilvelaul)

13. **Sademed**

Kui pilved on täis vihma, siis valavad nad seda maa peale.
(Koguja Raamat, 11:3)

Sademed on õhutemperatuuri kõrval väga olulised kliimanäitajad, mis määravad mingi maakoha kliima iseloomu. Sademete hulka, kestust, intensiivsust ja sademetega päevade arvu on sageli vaadeldud kui tähtsat meteoroloogilist tegurit, mis mõjutab põllukultuuride saagikust, jõgede äravoolu kujunemist, õhu puhastumist saasteainetest jne.

Kust tulevad sademed? Kui pilveosakesed suurenevad niivõrd, et nende raskus ületab õhu takistuse, siis langevad nad mitmesugusel kujul, vedelana või tahkena pilvedest maapinnale. Ka maapinnal enesel tekkivaid kondensatsiooniprodukte (kaste, härm, hall jt) loetakse vahel sademeteks.

Sademete hulga all mõeldakse sademevee kihi paksust millimeetrites, mis tekiks rõhtpinnale eeldusel, et vesi ei valgu ära, ei imbu maasse ega aurustu.

Atmosfäär sisaldab tohutus koguses vett mitmesugusel kujul, ainult et alla tuleb see samuti mitmesuguse hooga. Maakeral on paiku, kus aastakümneid praktiliselt ei saja, mõnel pool aga kataks pinda paarkümmend meetrit vett, kui see ei voolaks ära. Keskmiselt

langeb kogu maakerale iga päev nii palju sademeid, et need täidaksid veekogu, mille pindala on sama suur nagu Eesti territoorium, sügavus aga 30 meetrit.

Sademeid liigitatakse nende nn agregaatoleku järgi vedelateks (vihm, uduvihm) ja tahketeks (lumi, lumekruubid, teralumi, jääkruubid, jäävihm, rahe) ning segatüüpi sademeteks (lumelörts, rahe koos vihmaga, jäävihm koos vihmaga). Vedelad sademed võivad kujuneda mitte ainult pilveosakeste suurenemise tagajärjel, vaid ka tahkete sademete sulamisel nende langemisel läbi soojade õhukihtide. Vastupidi, kui piisakesed läbivad negatiivse temperatuuriga õhukihi, võivad nad külmuda ja edasi langeda juba nn jäävihmana.

Veel jagatakse sademeid langemise iseloomu järgi laus- ja hoogsademeiks. Laussadu kestab tavaliselt pikemat aega, isegi paar ööpäeva. Alates 1981. aastast on olnud kõige kestvam 1996. aasta 29.–31. oktoobri sadu Väike-Maarjas, kui vihma valas rohkem kui 57 tundi järjest. Tallinna kõige pikaajalisem sadu, mis kestis kauem kui 35 tundi, oli 16.–17. juunil 1982. Pikki sadusid esineb kõige sagedamini oktoobris.

Hoogsademete hulka liigitavad meteoroloogid hoogvihma, hooglume, hooglörtsi, lumekruubid, jääkruubid ning rahe. Vihma puhul pakub kõigile huvi ka selle intensiivsus, see on sademete hulk ajaühikus, mis tavaliselt esitatakse millimeetrites ühe minuti kohta.

Sademete liigid

Laussademed langevad maapinnale enamasti täispilvisuse korral ja kestavad pikka aega, hoogsadu aga lühikest aega. Viimasel juhul on saju intensiivsus muutlik, kuid üldiselt suur.

Uduvihma piisad on väikesed (läbimõõt 0,05–0,5 mm), suurimad hoogvihma korral, üle 1 mm.

Talviste sademete liikide, neid on aga 15, äratundmine on mõnikord üpris raske. Nimed aga tuletavad rohkem meelde toiduaineid kui külmunud vett.



Lumekruubid



Rahe

Kõige tavalisem on muidugi **lumi** ise, mis võib olla nii kuiv kui märg. Legendi järgi peaks eskimotel olema 40 sõna lume, araablastel samapalju liiva, inglastel õhu ning kalameestel vee kohta. Tegelikult on esimestel lume tarvis vaid kaks sõnajuurt – *qanik* „lumi õhus" ning *aput* „lumi maas". (Raske saju korral on ka meie kojameestel kümneid sõnu lume kohta, ainult et need ei kannata tavaliselt trükimusta.)

Edasi nimetame **lumeteri**, mis meenutavad mannateri. Nende läbimõõt on alla 1 mm. Esinevad kaunis madala temperatuuri juures (kuni –10 °C).

Lumekruubid on läbipaistmatud ümmargused või koonusekujulised lumekuulikesed (2–5 mm), sõrmede vahel on neid kerge katki suruda. Sajab rünksajupilvedest. Saju ajal on õhutemperatuur nulli ümber.

Jääkruubid kujutavad endast ümmargusi või ebakorrapärase kujuga läbipaistvaid jääterakesi, millel on läbipaistmatu südamik. Läbimõõt on neil kuni 3 mm. Jääkruupide terakeste purustamine ei ole kerge. Maaga kokkupuutumisel põrkuvad nad üles. Esinevad koos hoogvihmaga kevadel ja sügisel.

Raheterad on väga erineva suurusega – mõnest millimeetrist kuni korvpalli suuruseni. Nende jäätükkide südamik on läbipaistmatu,

sageli vahelduvad läbipaistvad ning läbipaistmatud kihid. Läbipaistvad kihid tekivad siis, kui rahetera satub oma vertikaalses ülesalla liikumises soojemasse alumisse pilve ossa. Üles liikudes tekivad terale tuhmimad jääkristallikesed, mis muudavad kihi läbipaistmatuks.

Rahet sajab soojal aastaajal, seega kevadest sügiseni. See sajuliik võib teatavasti palju pahandust tekitada. Vanadest ajalehtedest saime teada, et suurim rahetera Eestis sadas 26. juulil 1936 Laimjalas „urrugaani" ajal – üle poole kilogrammi! Kaks aastat varem sadas Võrumaal ka 300grammiseid jäätükke.

Väike lohutus: mujal on elu veel ohtlikum. USAs on 1970. aastal sadanud alla 757grammine ja 19 cm läbimõõduga kamakas, kuusteist aastat hiljem olevat Bangladeshis kaalunud „rahetera" koguni 1020 grammi. Pole siis mingi ime, et tolle sajuga sai surma 92 inimest!

Ohvreid on üldse rohkem soojades maades – kas on asustuse tihedus suur või rahe vägevam, igatahes 1888. aastal tappis rahe Indias 250 inimest ja 1600 lammast-kitse, 1932. aastal Hiinas 200 inimest. Säärased rünnakud ei jää oma efektiivsuselt pommitamistele sugugi alla.

Mõnikord sekkub rahe ka poliitilisse ellu. Seda, kuidas jäätükkidega pommitamine kindlustas Joosuale võidu lahingus viie kuninga väe vastu, kirjeldati juba piiblis: „Jehoova heitis nende peale suuri kive, nõnda et nad surid, neid, kes surid rahekividest, oli rohkem kui neid, kelle Iisraeli lapsed tapsid mõõgaga." (Joosua rmt 10:11). See, umbes 3200 aastat tagasi toimunud sündmuse kirjeldus on vast esimene, mis annab ettekujutuse rahesaju mõjust.

Veel mõned näited: 1788. aastal hävitas rahe viljasaagi Pariisi ümbruses, tekitades nii revolutsioonilise situatsiooni. 9. juunil 1901 oli Madridi parlamendis väga tormiline koosolek, mis lõppes aga otsekohe, kui väljas algas rahesadu ja katuseklaasi koosolijaile pähe kukutas. Kõik tänavad olnud poole jala paksuselt tuvimunasuuruseid raheterasid täis.

Vaat ühte liiki sademeid pole küll meie kandis nagu täheldatud – need on jäämeteoorid või täpsemalt jäämeteoriidid, jääkamakad, mis võivad alla potsatada isegi selgest taevast, nii talvel kui suvel. Näiteks sadas 2. jaanuaril 1977 Inglismaal ühe pere magamistuppa 50 kg raskune jäätükk!

Jäänõelad on väikesed õhus hõljuvad jääkristallid, esinevad tugeva pakase aegu ning sätendavad päikesepaistel ja kuuvalguses.

Jäävihm kujutab endast läbipaistvaid jääteri koos vihmapiiskadega läbimõõduga 1–3 mm. Kuidas tekib jäävihm?

Mõnikord on kevadel ja sügisel, harvemini talvel, atmosfääris olukord, kus mõnesaja meetri kõrgusel maapinnast asub soe õhukiht, milles langev lumi sulab ning muutub vihmaks. Edasi jõuavad piisad jälle maalähedasse külma kihti, kus jahtuvad kiiresti. Tekkinud jääkuulikestesse võib jääda külmumata vett, seega kohtudes maaga, lähevad „pommikesed" katki ning katavad selle jääkoorikupoolte ja veega. Taolist jäävihma saadab iseloomulik sahin.

Teist liiki jäävihma on õigem nimetada **jäätuvaks vihmaks**. Sageli soojemast õhukihist tulevad veepiisad ei kipu külmuma, vaid jõuavad maani vedelas olekus. Raske uskuda, aga tibatillukeste veetilkade temperatuur võib küündida kümnetesse miinuskraadidesse, enne kui nad külmuvad! Kui taoliselt allajahtunud piisad jõuavad maapinnale, külmuvad nad momentaalselt. Puuokstel, põõsastel, traatidel hakkab kogunema läbipaistev, klaasjas jääkiht, mida kutsutakse **jäiteks**.

Taolist jäävihma esineb Eestis mõnel päeval aastas. 2009. aasta märtsis tekitas selline sadu Tartumaa maanteedel **kiilasjää**, kraavi sattusid nii veoautod kui päästma saabunud puksiirid. Pikema jäävihmahoo ajal võib jääkiht puudel või elektriliinidel muutuda üpris kopsakaks. Kui jäitekihi paksus ületab 2 sentimeetrit, loetakse seda juba eriti ohtlikuks ilmanähtuseks. Novembris 1968 mõõdeti Väike-Maarjas traatidel 73 mm tüsedune jääkiht, mille kaal meetri kohta oli 416 grammi. Pole siis mingi ime, kui liinid taolise raskuse all välja venivad ning katkevad.

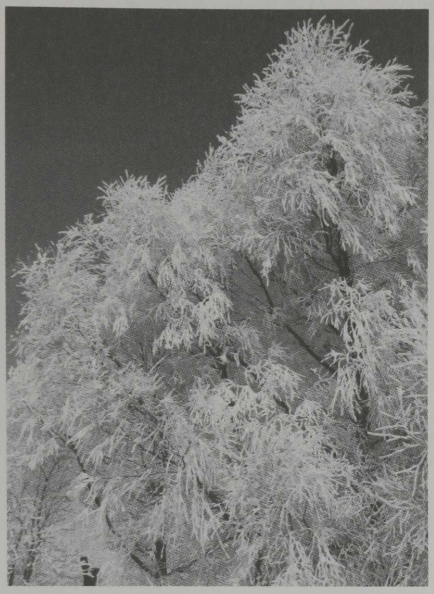


Jäide

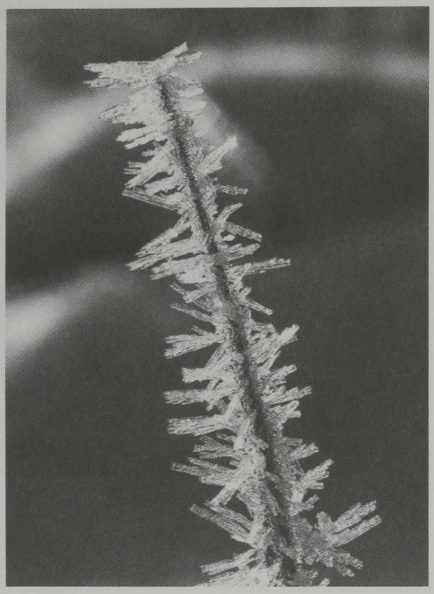
Siiski ei ole Eestit tabanud sellised jäätormid, nagu juhtub klassikaliste jäävihmade aladel Kanadas ja USA põhjaosariikides, kus jäätuvat vihma esineb paarikümnel päeval aastas.

Tuntuim, nn suur 1998. aasta jäätorm möllas sealmail 4.–10. jaanuarini. Jääkihi paksus traatidel, puudel, ehitistel küündis 12 sentimeetrini, meetrise elektriliini kaal suurenes 15 kuni 30 kg võrra. Jäite raskuse all purunes umbes 1000 terasest kõrgepingeliinimasti, lisaks 35 000 puust elektriposti. Enam kui 4 miljonit elanikku jäid kahes riigis vooluta, liinid suudeti taastada kohati alles kuu aja pärast! Tormi aegu hukkus 35 inimest, ligi tuhat said vigastusi.

Jäitekihti maapinnal või teedel nimetatakse **kiilasjääks**. Üks ohtlikumaid kiilasjääliike on nn **must jää**. Selle võib tekitada lühiajaline jäätuv uduvihm. Näiteks 12. jaanuaril 2010 olnud Põhja-Inglismaa Holmfithi küla teed nii libedad, et elanikud liikunud tundide viisi edasi vaid neljakäpakil.



Teraline härmatis



Kristalne härmatis

Meenub ka paarikümne aasta tagune lugu kolleegist, kes libedal maanteel sõitis autoga üliettevaatlikult Tõravere bussipeatuseni, väljudes aga unustas end ning lõi ukse hooga kinni. Zaporožets vajus vaikselt, külg ees kraavi.

Jäätumine on vast kõige ohtlikum lennunduses, sest jäide suurendab lennuki kaalu, muudab lennuomadusi ja segab juhtimist. Nii kukkus 1994. aasta *halloween*'i päeval alla Indianapolisest Chicagosse suundunud lennuk. Surma sai 68 inimest.

Need vähesed, kes jäidet naudivad, on fotograafid.

Veel sademeid

Lisaks taevast tulevale arvatakse sademete hulka veel need, mis moodustuvad maapinnale ja esemetele kondenseerumise, tahkumise või sublimatsiooni teel – kaste, hall, teraline või kristalne härmatis



Tretjakovi tüüpi sademetemõõtja

ning juba nimetatud jäide ja kiilasjää. Põhjuseks see, et sulamisel muutuvad nad veeks.

Kastest oli juba juttu niiskuse peatükis. See on kondenseerunud vee tilgakesed rohul, maapinnal, esemetel, kui õhutemperatuur ei lange alla 0 °C.

Hall ehk kahu on õhuke jääkristallidest kiht, mis moodustub rohule, esemetele, maa- või lumepinnale õhus sisalduvast veeaurust, kui õhutemperatuur langeb alla 0°C.

Teraline härmatis tekib õhutemperatuuril –3° kuni –7 °C traatidele või okstele uduse tuulise ilmaga. Sade on pehme, kristallideta, isegi lumetaoline.

Kristalne härmatis moodustub külma ilmaga (õhutemperatuur alla –7 °C) tuulevaikuse või nõrga tuule korral. Sade okstel on kristalse struktuuriga, pudeneb kergesti.

„Maanteedel esineb härmatist," võib vahel maanteeameti teateist kuulda-lugeda. Tegelikult on see valge kiht hall ehk kahu.

Sademete mõõtmine

Vanadel aegadel, näiteks 5.–6. sajandil eKr Kreekas ja Indias, püüdsid valitsejad mõõta vihma täpset kogust – teati ju hästi seost sademete ning viljasaagi vahel. Esimene standardiseeritud silindrikujuline vihmamõõtur „Cheugugi" võeti kasutusele Koreas aastal 1440.

Taolisi lihtsaid sademetemõõtjaid kasutati (ja kasutatakse ka edaspidi) kogu maailmas. Erinevad peamiselt vaid nende põhjapindalad

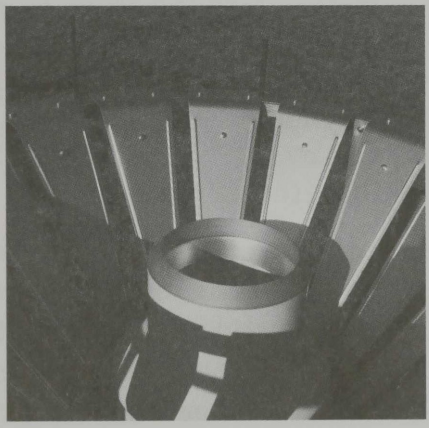
(püüdepind) ja tuulekaitsed – selleks, et tuul ei puhuks sademeid anumast välja ega anumasse sisse, on sademetemõõtjad varustatud kaitsekoonustega. Eestis olid kuni 1950. aastate alguseni kasutusel koonusekujulise varjega mõõtjad Nipheri, hiljem nn Tretjakovi tüüpi sademetemõõtja, mille ristlõike pindala oli 200 cm^2 (vanemail mõõtureil ka 500 cm^2).

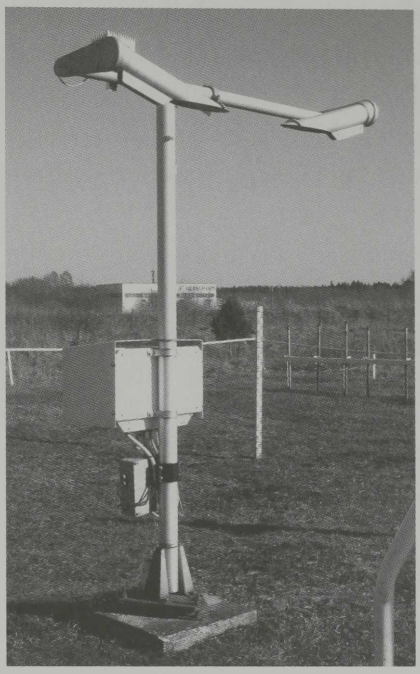
Vaatlusajal, kuni 2003. aastani neli korda ööpäevas, nüüd olenevalt ilmajaama režiimist, valatakse sademetenõusse kogunenud vesi erilisse mõõteklaasi ja määratakse nii sademete kogus millimeetrites. Tahked sademed (lumi, rahe jms) sulatatakse ja siis mõõdetakse tavalisel viisil.

Eestis töötavates automaatjaamades määratakse sademete kogus nn kaadkopp- ja koguja-tüüpi mõõturitega. Aasta ringi saab sademeid mõõta koguja-tüüpi mõõturiga, registreerimine põhineb anumasse kogunenud sademete massi määramisel. Kaadkopp-tüüpi mõõturid töötavad kaalude põhimõttel. Neis asub kahe poolega kaadkopp, mis tühjeneb koguneva sademevee toimel kord ühele, kord teisele poole. Sademetekogus määratakse kopa kaadumiskordade järgi. On huvitav märkida, et esimese seda tüüpi sademetemõõtja konstrueeris inglane Christopher Wren juba 1662. aastal!



Kaadkopp-tüüpi sademetemõõtja


Koguja-tüüpi sademetemõõtja



Ilmaandur

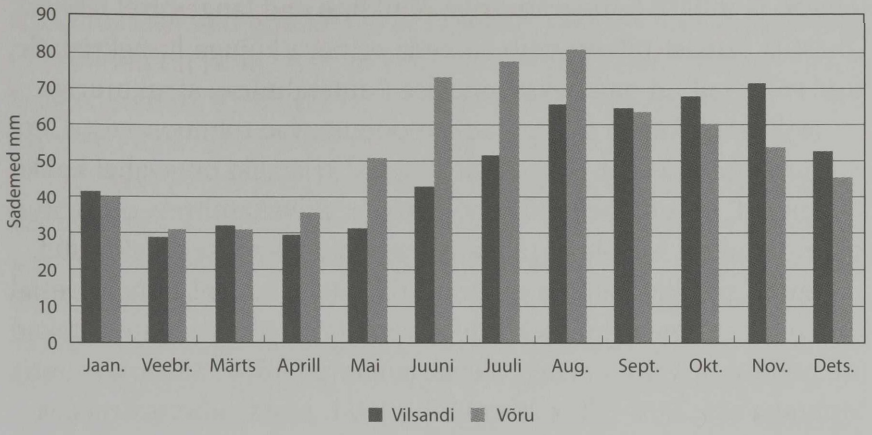
Automaatjaamades on ka seade, mis teeb peaaegu ära paljude instrumentide töö – see on ilmaandur, mis mõõdab nii nähtavuskaugust kui sademeid. Ta registreerib infrapunase kiire hajumise nn hüdrometeooridelt (udupiisad, raheterad, vihmapiisad, lumeräitsakad jne).

Aparaat on võimeline eristama 11 sademete tüüpi, nende intensiivsust ja hulka, samuti udu ning sompa, ja määrama nähtavuse kauguse. Ilmaanduri andmeid kasutatakse täiendava infoallikana, kuna sajusummade andmete täpsus jääb maha „päris" sademetemõõtjate omast. Neid kasutatakse sademete mõõtmiseks raskesti ligipääsetavais kohtades, näiteks mägedes, kus vaatlejate töö on raskendatud.

Praegusel ajal ei määrata Eestis kastest, hallast või härmatisest saadavat sademete kogust. Soomes ja Poolas tehtud mõõtmiste kohaselt on see umbes 0,2 mm/ööpäevas.

Sademeterežiimist

Sademed on ajaliselt ja territoriaalselt väga muutlikud. Näiteks varieeruvad Eesti keskmised kuusummad (periood 1966–2010) kõige vihmasel kuul, augustis, 91 mm-st Türil ja Narvas kuni 63 mm-ni Kihnus. Aastane keskmine sademete hulk kõigub 568 mm-st Kihnus kuni 748 mm-ni Haanja kõrgustikul ja 750 mm-ni Pärnu



Kuu keskmine sademete hulk Vilsandil ja Võrus 1966–2010

jõe ääres Tahkusel. Suvel sajab rohkem sisemaal, sügisel saartel ja rannikul.

Lõpuks veel paar näidet sademeterežiimi muutlikkusest. 1974. aastal erinesid juunikuus maha tulnud vihmavee kogused Eesti eri osades 15 korda (14 ... 212 mm)! 2001. aasta augustis sadas Tõraveres 108 mm, 2002. aastal vaid 8 mm, 2003. aastal aga 115 mm. Augustid pole vennad!

Lumi

> „Öösel oli taas lumi maha sadanud, ent hommikul keeras uuesti sulale ja solki ning löga sai endisest veelgi rohkem."
> (A. Kivirähk, „Rehepapp")

Teatmike järgi nimetatakse lumeks tahkeid sademeid, mis koosnevad jääkristallidest või nende kogumeist – helvestest. Lund moodustavaid jääkristalle nimetatakse sageli ka lumekristallideks. Nende kuju oleneb peamiselt õhu temperatuurist ja niiskusest, milles nad

tekivad ja millise temperatuuriga õhukihte nad langemisel läbivad. Ühest ja samast pilvest võib langeda erineva kujuga lumekristalle, kuid valdavalt on nad heksagonaalse (kuuetahulise) struktuuriga.

Jääkristallid nagu pilvepiisadki moodustuvad tolmuosakestel, kui veeaur kondenseerub ja osaliselt sulanud kristallid omavahel kokku kleepuvad, et lumehelbeid moodustada. Pilvekambreis on tehtud katseid, millest selgub, et räitsakad moodustuvad isegi bakteritel.

Lumekristallide suurus varieerub 0,5 kuni 5 mm-ni, lumehelvestel kuni ühe sentimeetrini. Rekordilise suurusega üksikud lumelätakad (helbed on ju vähe öelda?) olevat langenud 1887. aasta jaanuaris Montana osariigis – 38 x 20 cm ning 1971. aastal Siberis Bratskis – 30 x 20 cm!

Kui palju sajab Eestis lund? Need andmed on kõiki alati huvitanud. Pole ka ime – tosina sentimeetri paksune lumikate tagab saanitee, aga rikub autotee.

Rahvas räägib ja lehed kirjutavad varematel aegadel räästasteni küündivaist hangedest, rongid olevat 1913. aastal uppunud lumme jne. Samas võime teatmikest lugeda, et rekordiline lume paksus Eestis on mõõdetud kohas nimega Pagari Virumaal kauge 1924. aasta märtsi keskel – „vaid" 97 cm! Miks valiti too näitaja lumerekordiks? Kes valis? Keegi ei oska enam täpselt sellele küsimusele vastata.

Kuidas üldse mõõdetakse *lumikatte paksust*? Seda hakati Eestis mõõtma juba 1891. aastal. Esimestel aastatel kurdeti ülikooli meteoroloogia observatooriumist, et lapsed tallavad Toomemäel mõõteplatsi ära, mistõttu see tuli viia botaanikaaia lähedale suurde aeda. Üle kuuekümne aasta mõõdeti lund „ühe sobivasse kohta paigutatud mõõdulati järgi igal hommikul", nagu kirjeldati tollast tegevust. Ammusel 1924. aastal kirjeldati seda tegevust nii: „Vaatlusteks tarvitati sentimeetritesse jagatud mõõdupuud, mis enam vähem tuulest kaitstud ja tasasele kohale oli üles seatud. Mõõdeti kell 8 hommikul."

1939. aastal avaldas Tartu ülikooli professor Kaarel Kirde uurimuse Eesti kliimast. Selles on märgitud, et Vormsil on mõõdetud lumikatte

maksimaalseks kõrguseks 165 ja Tallinnas 109 cm! Ülevaates mainiti, et andmed on jaamadest, mis on pidevalt töötanud. Pagarit nende hulgas polnud. Kirde kurtis: „Et vaatluste tegemine toimub tasuta, esinevad neis sageli, nagu sademetegi vaatlustel, kohati lüngad."

Meteoroloogia aastaraamatute järgi olid möödunud sajandi kahekümnendad aastad tõesti lumerohked. Tollased ajalehed olid täis kurtmist raskete lumeolude üle. Kuressaare leht Meie Maa kirjutas 23. veebruaril 1924: „Sügava lume tõttu jääb kavatsetud paraad ja tuletõrjujate rongikäik pidamata." Pärnu Postimees: „Et plats oli sügava lumega kaetud, jääb paraadi mars ära." Veel märtsis kirusid saarlased, et „kõige suuremat tüli teeb lumi, mille „õnnistus" tänavu enam kui rohke".

Lumikatte paksuse andmestikust kasutatakse mitte niivõrd üksikute päevade, vaid eeskätt kümmepäevakute ehk dekaadide andmeid kui usaldusväärsemaid. Talvel 1923/1924 olevat Vormsil arvutatud kümmepäevakute keskmisteks märtsis 153 kuni 156, Kütil Haanjamaal 117 ja Tallinnas 104 cm lund. Millised neist aga rekorditeks kinnitada?

Ilmateenistuse fondidest on seni leitud kinnitus (vaatluspäevikud olemas) vaid Tallinna kohta – 1924. aasta veebruari 3. dekaadi keskmine lumepaksus oli 104 cm (mõõdetud Lasnamäe nõlval nn Põhjamajaka lähedal). See näit kinnitati kui Eesti ametliku lumepaksuse rekord.

Tähtis kliimanäitaja on ka *lumikatte kestus*. Selleks loetakse kõigi antud kuus või hooajal esinenud lumikattega päevade arvu sõltumata sellest, kas lumikate oli pidev või vaheldus lumeta perioodidega. Taoliseks päevaks loetakse päeva, mil vaatlusväljaku ümbrusest on lumega kaetud 60% või enam.

Eesti lumikatte teatmiku andmeil on lumikattega päevi perioodil 1962 kuni 2001 talviti keskmiselt 109, nende arv varieerub aastast aastasse vahemikus 61 (1991/92) kuni 155 (1965/66) päeva.

Palju kauem püsis lumi maas 20. sajandi algupoolel. Näiteks oli Järvamaal Nõmkülas ning Illukal Virumaal talvel 1921/1922 lumine aeg 25. oktoobrist 29. aprillini, seega 186 päeva (ametlik rekord!).

Pärast sõda toimusid muutused selleski meteoroloogia valdkonnas.

Talvest 1945/1946 alustati lumikatte vaatlusi ilmajaamade väljakuil kolme mõõtelati järgi, lisandusid ka nn marsruutmõõtmised lume paksuse ning tiheduse määramiseks põldudel ning metsas.

Päevadel, kui lund on, mõõdetakse lume paksust talveaja järgi kell 8, lisaks hinnatakse lume seisundit (kohev, sõmer jne) ning ümbruskonna kaetust lumega. Tänapäeval saab igaüks soovi korral lumikatte tüseduse näitusid internetis ilmateenistuse kodulehel lumekaardilt vaadata.

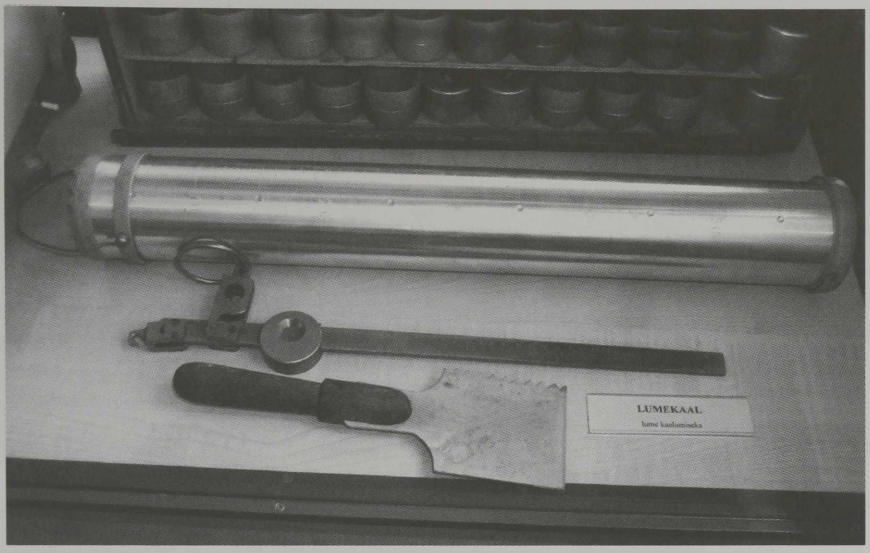
Kui põldudel on lumega kaetud 60% ja enam, tuleb asuda marsruutmõõdistamistele. Teeneka agrometeoroloogi Helle Raudsepa mälestamist mööda oli see mulla niiskuse määramise kõrval füüsiliselt kõige raskem tegevus. Miks?

Iga kümmepäevaku lõpul, kevadel viie päeva tagant, tuleb mõõta põldudel lume paksust ning tihedust 500meetrisel lõigul kümnes punktis, metsas 250 m ulatuses ja 5 punktis. Veel kümmekonna aasta eest oli marsruut märksa pikem – põllul kaks ja metsas pool kilomeetrit. Ning mõõtmist tehti põllul sajas, metsas viiekümnes punktis. Kui lund oli üle põlve, andis sumbata!

Ilmajaamade varustuses olid liikumise hõlbustamiseks ka suusad. Aga kui mõõtmise ajal kukkusid, andis paksus kohevas lumes alles tõusta. Võib-olla just ohutuse mõttes pidi mõõtmismeeskond olema kaheliikmeline, naljatati tollal: on ju maid, kus lumi mitu meetrit sügav.

Lume tihedust määratakse miinipildujat meenutava lumekaaluga. Mõõtmistulemustest leitakse lume keskmine tihedus g/cm^3 (0,1 g/cm^3 = 100 kg/m^3) eraldi põllu ja metsa jaoks, samuti ka lume veevaru. Viimase all mõeldakse veekihi paksust millimeetrites, mis tekiks horisontaalsele ja vett mitteläbilaskvale aluspinnale siis, kui selle kohal asuv lumi täielikult sulaks.

Kõik need andmed huvitavad nii agrometeorolooge kui hüdrolooge, samuti saab lume veesisalduse järgi hinnata, kui palju võib kaaluda lumi katustel.

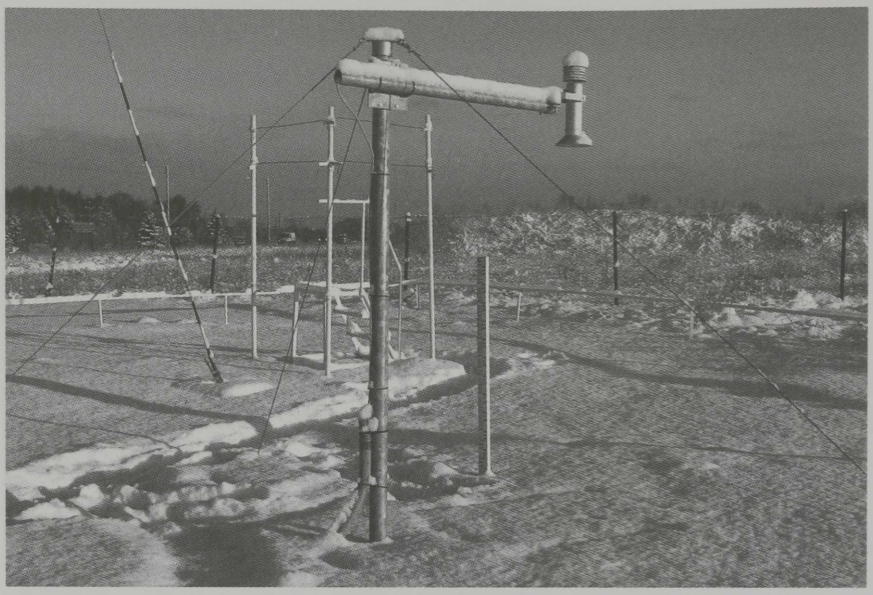


Lumekaal

Igaüks, kel on tulnud kühveldada lund, teab, et see võib olla nii sulgkerge kui ka tinaraske. Kõik sõltub tema veesisaldusest. Külmema ilmaga sadanud värske lumi on õhku täis, kohev ning „soe". Seda teavad hästi nii aednikud kui matkajad. Nagu udusulgedest tekk on ta kaitsnud pakase eest paljusid hättasattunuid. 1977. aastal jäid Šotimaal isa ja poeg kaunis õhukeses riides lumetormi kätte. Nad kaevusid sügavale lumme ja jäid ellu. Lörtsisajusse sattunu võib aga tunda end keset talve kui vette kastetu.

Tuleb meeles pidada, et kui juttu on sademete hulgast, siis talvel tuleb arvestada ka vee kogusega, mis saadakse lume sulatamisel, millimeetrites. Nii nagu mõõdetakse suvel vihma.

Rusikareegli järgi annab 0-kraadise temperatuuri juures 10 sentimeetrit lund sulades 1 cm vett. Nimetatud suhe 10 : 1 on kaugel täpsusest: kõige kohevam olevat lumi, mis sajab mägedes –10 °C lähedal. Siis annab meetripaksune lumekiht sulades vaid 1 cm jagu vett!



Lumeandur

Mahasadanud lumi hakkab kiiresti tihenema ja muutub raskemaks. Tema tihedus (kg/m^3 kohta) võib kasvada päris suureks, ulatudes märja, vana lume puhul isegi kuni 400–500 kg/m^3. See on peaaegu pool nii palju, kui kaalub sama kogus vett!

2006. aastal tagasi ägises suurem osa Euroopast lumekoorma all. Moskvas kukkus sisse ühe turuhoone raudbetoonkatus, rusude all sai surma 66 inimest. Müncheni lähedal varises sisse kaubanduskeskuse katus, ohvreid õnneks polnud. Mitte kaugel, samas Baierimaal sai jäähalli varingus hukka 15 inimest. Poolas lömastasid lumekoorma all kokku varisenud katused ligi 70 elanikku.

Eesti lumikatte teatmiku andmeil suureneb lume tihedus meil novembrist aprillini, kui põldudel jõuab see 250–290 kg/m^3, sageli rohkemgi. Näiteks 30. novembril 2012 kaalus kuupmeeter värsket kohevat lund Lääne-Nigula ilmajaamas 90 kg. Kevadel, 25. märtsil 2012 kaalus kuupmeeter vana märga lund samas jaamas hoopis 430 kg!

Praegu on Eestis 24 ilmajaamas on kasutusel ka automaatseadmed, mis suudavad ultraheli abil määrata lume paksust isegi kuni 10meetrises kihis. Aparaadid saavad anda teavet lumikatte tüseduse juurdekasvust iga tunni järel, et rahvast lumetormide ajal operatiivsemalt hoiatada.

Automaadid teevad vahel aprilli isegi kesksuvel. Aastate eest edastas üks jaam Prantsusmaal teate 25 cm lumekihi kohta. Juunis! Avariimeeskond avastas, et ämblikud olid sensori ette paksu võrgu kudunud!

14. **Optilised nähtused**

Inimesed usaldavad oma silmi rohkem kui oma kõrvu.
(Herakleitos)

Sõna „optika" tuleneb kreekakeelsest sõnast *optikos*, mis tähendab nähtav. Optika on valgusõpetus, valgust ning valguse ja aine vastastikust toimet käsitlev füüsika haru.



Vikerkaar

Optika ajalugu ulatub juba Vana-Egiptusse, Mesopotaamiasse ja Vana-Kreekasse. Umbes 2700 aasta eest osati Lähis-Idas juba valmistada kvartsist läätsi.

Tänapäeva inimesele tunduvad sajanditevanused teadmised üpris kummalistena. Näiteks arvas Aristoteles, et silma ja objekti vahel on aine, mida ta nimetas eetriks. Kiirelt liikuv eeter tekitas eredamat valgust, liikumatu keskkond oli aga must. Kuulus Pythagoras seevastu uskus, et inimsilm on allikaks kiirtele, mis levivad sirgjooneliselt vaadeldava objektini. Huygens-Fresneli printsiibi kohaselt käitubki iga valguslaine front omaette sekundaarse valgusallikana. Seega on selles igivanas arvamuses ka midagi tänapäevast.

Kulus sajandeid, enne kui avastati nn geomeetrilise ehk kiirteoptika põhilised seadused – peegeldumis- ja murdumisseadused.

Vikerkaar

> Mulle tundus, et see vikerkaar ühendab tegelikkust ja luulet, meie olevikku ja seda, kuhu tahame välja jõuda.
>
> (Mihkel Mutt „Rahvusvaheline mees")

Vikerkaart on tavaliselt võetud kui optimismi ja hea õnne märki. Paljude maade rahvad teavad, et vikerkaare otstes tuleb kaevata – sinna olevat pott kulda maetud. See võib tõesti tõsi olla, sest korra toetus värviline kaar Tartus kasiino katusele!

Vikerkaar on optiline atmosfäärinähtus, mida põhjustab valguse murdumine ja peegeldumine veepiiskades („vihmakaar" paljudes keeltes!). See on nähtav spektrivärvide kaarena. Mitu värvi on vikerkaares? Ühes vanas õpikus öeldi, et „vikerkaares on seitse värvi ja iga värv on ise karva". Olendid, kes tajuvad ultraviolett- ja infrapunakiirgust, näevad muidugi seal üheksat värvust ...

Selles kirevas (viker ja kirev on teatavasti anagrammid) kaares eristatavad värvid on lainepikkuse kahanemise järjekorras (või

välisservast alates): punane, oranž, kollane, roheline, sinine, tumesinine ja lilla. Just nende värvide kasutamise kinnistas Isaac Newton 1672. aastal ühes oma artiklis. Värvide järjekorra meelde jätmiseks sobib salm: peremees ootab kitselt raha, sulane temalt liha. Nooremale põlvkonnale ehk meeldib enam: punkar ostis kirjule rotile suure tüki leiba.

Vikerkaare „tegemiseks" peab olema kolm komponenti: veepiisad, valgusallikas (nt Päike) ja vaatleja.

Vikerkaare nägemiseks tuleb alati seista seljaga Päikese poole, sest ta tekib taevas Päikese vastaspoolel. Mida madalamal on Päike, seda kõrgemale kerkib kaar. Südasuvel me keskpäeval vikerkaart näha ei saa, sest ta saab kerkida vaid umbes 42° kaugusele Päikese vastassuunast (jaanipäeva paiku on aga Päikese maksimaalne kõrgus keskpäeval Eestis umbes 55 kraadi).

Mõnikord võib näha korraga mitut vikerkaart, sagedamini kahte. Teine, kahvatum kaar asub esimesest väljaspool, värvuste paigutus on selles vastupidine tavalisele. Mitme vikerkaare esinemine on seletatav valguskiire mitmekordse peegeldumisega veetilgas enne sellest väljumist.

Meeldiv on mõelda, et nähtav vikerkaar on täiesti teie oma – teised näevad taevas oma värvikaart!

Vikerkaar võib tekkida mitte ainult vihmasajus, vaid ka purskkaevude piiskades, koskedes või udus. Uduvikerkaar tekib uduse ilmaga, kui Päike paistab läbi uduloori küllaltki hästi, sest vaja on otsekiirgust (hajuskiirgusega ei teki vikerkaart). Kuna udupiisad on väga väikesed, siis vikerkaare värvid muutuvad tuhmiks, valkjaks, vaid kaare serv on vahel veidi kollakas või oranžikas. Veel haruldasem on pilvekaar, mis on analoogne udukaarega, kuid paistab sombuse või väga külma ilmaga madalatelt pilvedelt.



Halo Viljandi järvel ebapäikestega

Halonähtused

Vahetevahel on taevas näha põnevaid vaatemänge – värvilisi või valgeid rõngaid ja kaari ümber Päikese või Kuu, aga ka sambaid, riste – halosid. Need nähtused tekivad valgusallikate, enamasti Päikese ja Kuu ümber valguskiirte peegeldusel või murdumisel, peamiselt kiud- või kiudkihtpilvede jääkristallides, aga vahel nn teemanttolmus. Nende mitmekesisus oleneb jääkristallide kujust, orientatsioonist ja temperatuuri jaotusest õhus.

Meeles tuleks pidada, et vikerkaared tekivad valguse peegeldumisel-murdumisel veetilkades, halo aga jääkristallidelt. Halode perekond on tegelikult üpris suur.

Halo kitsamas mõistes on 22kraadine ring ümber Päikese või Kuu. Tunduvalt harvem võib näha 46kraadist ehk suurt halo.

Väikese haloringi puhul on pilvedes jääkristallid kuusnurksete põhitahkudega prismad, mis heljuvad segipaisatult õhus. Kui haloringil on näha ka ebapäikesi või ebakuid (sappe, lappe, pääva kõrvu, ing *sun dogs* ehk päikesekoerad), siis on osa jääkristalle korrapärasema orientatsiooniga.

Mitme päikese korraga nägemine tekitas varemail aegadel inimestes kõhedust. Vaid üks näide. 1551. aastal piiras Karl V sõjavägi Magdeburgi linna. Ühel päeval ilmus taevasse korraga kolm eredat päikest. Midagi polnud teha – piirajad pidid lahkuma, sest, nagu väejuht Moritz keisrile ette kandis: „Ei saa alistada linna, mille kohal särab tervelt kolm päikest!"

See kõik näitab, kui oluline on taevaste märguannete tõlgendamine. Sadakond aastat varem, Rooside sõjas, aastal 1461, nägi Mortimeri krahv Edward kolmes päikeses märki, et Isa, Poeg ja Püha Vaim on nendega ja purustas sellest innustunust saades vastaste väe ning sai kuningaks nimega Edward IV.

Heaks märgiks lugesid ka Karl XII väed Põhjasõja alguses Eestimaa taevasse ilmunud C-tähe kujulist halo.

Väikese halo nägemine võib vahel anda tõest infot tuleviku kohta. Vaja on vaid mõningaid eelteadmisi. Näiteks kuuldes Marju Kuuti laulmas: „Suur ring, ring, ring ümber kahvatu kuu, ring, ring – nüüd läheb külmaks, mis muud!", saate sünoptilisest situatsioonist hoopis vale informatsiooni. Rõngas Kuu või Päikese ümber näitab meile, et taevasse on ilmunud väga kõrged kiudkihtpilved, enamasti saabuva sooja frondi ennustajad.

Seega oleks laulu eestikeelse variandi autor pidanud Marju suhu panema meteoroloogiliselt korrektsed värsid: „Ring ümber kahvatu Kuu – läheb soojaks, mis muud!"

Tänapäeval tekitavad halonähtused kõhedustunnet vaid nn *chemtrail*'iks kutsutud halodega haakuva vandenõuteooria (ilmarelva kasutamine jms) uskujate hulgas.

Valgussambad

Eredaid sambaid võib atmosfääris näha mitte ainult Päikese, vaid ka teiste valgusallikate – tänavalampide, autotulede kohal, eriti külma ilmaga. Tuntumad on päikesesambad, nimetatud ka päikesepostideks, varjudeks, sorudeks. Sambaid on näha nii Päikese kohal kui all, sõltuvalt Päikese kõrgusest. Päikese loojumisel muutub ülemine sammas eredamaks, alumine aga nõrgemaks.

Kui mitmesugused halod, ebapäikesed tekivad valguskiirte murdumisel jääkristallides, siis sambad moodustuvad taevas kiirte peegeldumisel vaikses õhus horisontaalses asendis heljuvate plaatjate kristallide põhitahkudelt.

Tara

Tara (pärg, krants) on mõnekraadise läbimõõduga värviline oreool kuu- või päikeseketta ümber, mis kaasnevad kõrgrünk- või kihtrünkpilvedega. „Krants" ei ole antud juhul sarnane ebapäikestega ehk päikesekoertega, nimetus tuleneb hoopis vaniku ehk pärja vanamoodsast nimest (nt roosikrants).

Nähtuse tekkepõhjus on valguse difraktsioon ehk lainete kõrvalekaldumine ning paindumine tõkete taha. Kui tara mõõtmed suurenevad (pilvepiiskade läbimõõt väheneb), siis ilm paraneb, kui läbimõõt väheneb (piisad suurenevad), keerab ilm sajule – tõenäoline seos.

Irisatsioon

Irisatsioon ehk küütlemine on samuti difraktsiooninähtus, mis esineb mitmete pilveliikide õhukestes servades. Need hakkavad särama päris vikerkaarevärvides, kui Päike asub pilve taga. Inglise keeles on vanasõna *„Every cloud has its silver lining"* otsetõlkes „Igal pilvel on oma hõbedane äär". Meie vanasõnadest vastaks sellele võib-olla

„Pärast vihma paistab päike" või „Ei ole halba ilma heata". See viimane on küll valge värvusega pilvede sära, mitte päris irisatsioon.

Miraažid

Miraažid (õhupeegeldused, terendused, kangastused) tekivad atmosfääris juhul, kui seal esinevad erineva tihedusega õhukihid. Kui mingil põhjusel õhutiheduse või temperatuuri muutus kõrgusega järsult tavapärasest erineb või on koguni vastupidine, muutub valguskiirte käik samuti.

Alumine miraaž tekib siis, kui õhukiht maapinna lähedal on tugevasti soojenenud ja õhu tihedus kasvab järsult ülespoole. Sageli võib palaval suvel maanteedel näha suuri lompe. See, mida me peame veeks, pole aga midagi muud kui tulise tee kohal olevalt õhukihilt peegelduv selge taevas.

Ülemine miraaž tekib juhul, kui ülemistes õhukihtides tihedus kiiresti väheneb, esineb tugev inversioon. Taoline nähtus esineb küllalt sageli merel – saared ja laevad asuksid nagu õhus. Harva muutub kiirte kõverdumine nii tugevaks, et on võimalik näha ka silmapiiri taha. Sellisel juhul paistab näiteks Inglismaa rannik üle La Manche'i Prantsusmaalt.

Mõnikord on miraaž rahusobitaja – 1916. aasta aprillis lõpetasid Mesopotaamias sõdivad Briti ja Türgi väed kahuritule tugeva õhukangastuse tõttu. Ei teatud enam, keda või mida tulistada...

Taeva värvus

Taeva värvus seletub paljus valguse hajumisega atmosfääris. Täiesti puhtas ja kuivas õhus hajutatakse lühema lainepikkusega kiirgust (violetne, sinine) rohkem kui pikalainelist (oranž, punane). Inimese silm näeb sellist taevast kevadeti, kui tolmu on õhus vähe, sügavsinisena.

Kui atmosfääris on palju veepiisakesi või on tolmuosakesed küllalt suured (umbes 0,01 mm), hajutatakse kõigi lainepikkustega kiirgust ühtlaselt ning taevas paistab valkjana.

Läbi suitsu, vulkaanilise tuha pilvede, tolmu paistab Päike või Kuu punasena – kasvab pikemalainelise kiirguse osakaal. Samuti jõuab päikesetõusu või -loojangu ajal meieni enamasti kollane, oranž või punane valgus, sest päikesekiired peavad läbima atmosfääris meieni kümme korda pikema tee, võrreldes keskpäevaga (kui taevas paistab sinine ja Päike säravvalge).

Atmosfääri läbipaistvus

Poliitika on atraktiivsete lubaduste andmise kunst. Üks selliseid on näiteks tõotus muuta parteide poliitika läbipaistvaks. Eksisteerivad isegi üleilmsed organisatsioonid, nagu üle paarikümne aasta tegutsev Rahvusvaheline Läbipaistvus (Transparency International). Viimane, muide, võitleb korruptsiooni vastu.

Poliitikas nagu üldse ühiskonnas toimivad seaduspärasused ei ühti sugugi loodusseadustest tulenevatega. Iga perenaine teab, et puhas, läbipaistev aken on nähtamatu. Selliste akende tõttu on maailmas hukkunud tuhandeid linde, klaarid uksed on aga tapnud kümneid n-ö läbinägelikke inimesi.

Tänapäevane ohutustehnika koguni nõuab, et klaasuksed oleks toonitud või hoiatavate siltidega. Aimeromaanides püüavad antikangelased muuta end läbipaistvaks, et saaks karistamatult pättusi korda saata.

Kellegi Charles Ayresi järgi kasutavat seda sõna just „laisad poliitikud, vasakpoolsed ning bürokraadid, keda ahvatlevad emotsionaalselt mõjuvad moesõnad".

Geofüüsikas pole „läbipaistvus" sugugi moesõna. Atmosfääri läbipaistvust ehk läbilaskvust mõõdetakse juba sadakond aastat.

Paljud on vast näinud BBC telefilmi sellest, kuidas maakera atmosfäär muutub üha pimedamaks. Lohutuseks võime nüüd väita, et asi

pole enam sugugi nii hull – Päike on alates 1980. aastate lõpust muutunud märksa kirkamaks, seda eriti Ida-Euroopa kohal.

Võiks arvata, et päikesekiirguse suurenemine on tingitud muutustest riigikorras või tundub see rahvale nii. Tegelikult on saastava tööstuse osakaal paljudes riikides vähenenud, ka filtrid tehaste korstnatel tehtud efektiivsemaks.

Muide, Eesti geofüüsikud on leidnud, et atmosfäär meie kohal on isegi sama puhas kui 80 aasta eest.

Mida see teadmine n-ö tavainimesele tähendab? Kõigepealt soodustab atmosfääri läbipaistvuse paranemine seda, et Päike „hakkab paremini peale". Olulisem on siiski kiirguse muutuste mõju maakera kliimale – nagu teame, on ju Päike kogu atmosfääri liikumist käigus hoidev mootor.

Nähtavus

Tühja tost kliimast, peaasi et ilm oleks ilus, arvavad paljud. Ilma ilu, vähe sellest – meie elu sõltub paljus aga sellisest meteoroloogilisest mõistest nagu nähtavus.

Teatmike järgi nimetatakse „meteoroloogiliseks nähtavuse kauguseks seda kõige suuremat vahemaad, mille puhul valgel ajal võib eristada horisondi lähedal taeva foonil musta objekti".

Moodsal ajal määravad nähtavuse automaatjaamade andurid, mis registreerivad õhu läbipaistvuse ja muudavad selle nähtavuse kauguseks.

Paksu uduga võib nähtavus langeda eriti ohtliku 50 meetrini, ülipuhta atmosfääri korral suureneda aga üle 50 kilomeetri!

15. **Äike**

> Kui näed välgusähvatust ja kuuled pikseraksatust,
> oled pääsenud.
>
> (Kogemus)

Kes meist poleks alateadliku hirmuga lugenud sekundeid, et teada saada, kui kaugel on äike, ikka kolm sekundit kilomeetri kohta. Mark Twain kirjutas: „Hirm äikese ees on üks kõige piinavamaid nõrkusi, mis inimesel võib olla ... Naine, kes julgeks vanakuradile endale silma vaadata – ja kes ei karda isegi hiirt, kaotab end täielikult ja variseb ainsa välgusähvatuse ees kokku." Muide, välgukartust kutsutakse keraunofoobiaks, müristusekartust aga tonitrofoobiaks.

Mõnel aastal on äikese teema eriti tulipunktis. Näiteks 1998. aastal, kui juunikuus kostis piksekärgatusi pea igal teisel-kolmandal päeval. Virumaal tappis välgulöök Aidu karjääri töömehe, teisal vigastas 4 poissi, Järvamaal Retlas said elektrikarjuse juures äikese ajal surma 7 lehma, Älli külas kõrgepingeposti all aga 36 mullikat. Kallastel hirmutas linnaelanikke mööda tänavat hüpelnud keravälk. Kui palju telereid, arvuteid, telefone „läks õhtale" tol suvel, ei tea keegi.

Enamikul rahvastel töötasid peajumalad (Jupiter, Zeus, Thor jt) kohakaasluse alusel ka piksejumalatena. Vanadel kreeklastel ei kuulunud äike üldse looduslike nähtuste hulka, vaid oli Zeusi tööriist. Roomlaste Jupiter mitte ainult ei karistanud, vaid ka hoiatas eksinuid,

põrutades välgulööke isegi Kapitooliumi künkale (manitsedes nagu president parlamenti mõnel maal). Välkude suund väljendas selgelt ka peajumala tahet: kui Rooma foorumi kohal lõi välk vasakult paremale, oli see hea märk, kui vastupidi – halb. Selliste poliitiliste otsuste kohta öeldi: „Vaatan taevast." Cicero olevat vaielnud meteoroloogilise info sellise interpreteerimise vastu. Ka eestlaste Pikker (Uku, Kõu) oli tuntud kohtumõistja. Kõrgelt on aga sageli raske õiget otsust langetada. Nii tabaski välk (kirjanduse andmeil) eesti rahva nimekaimat naiskangelast Lindat röövel tuuslari asemel.

Mis on äike?

Äike on kompleksne elektriline atmosfäärinähtus, mis tekib tavaliselt tõusvate õhuvoolude ja konvektsioonipilvede intensiivse arengu tagajärjel ja mis koosneb mitmest komponendist, nagu rünksajupilved, sajualad, õhuvoolude süsteemid, laengud ja muidugi välgud-müristamine.

Äikesepilv peab olema küllalt suur, et oleks ruumi elektriväljade tekkeks ja et saaksid toimuda protsessid, mis viivad seal üles-alla kihutavate veepiiskade või jääkristallide laadumisele ja teised, mis põhjustavad erinimeliste laengute eraldumisele pilves.

Selliste laengute jaotumisel võivad pilve ja maapinna või pilvede vahel tekkida nii tugevad elektriväljad, et nende vahel toimub sädelahendus, mida kutsutakse välguks.

Praegusel ajal on lausa imelik mõelda, et alles paarsada aastat tagasi tuli katsetega tõestada, et välk on ikka elektriline nähtus. Ameerika füüsik ja riigitegelane Benjamin Franklin tegi (tagantjärele mõeldes) 1752. aastal riskantse katse, saates tuulelohega äikesepilve siidnööri, mille otsas oli raske uksevõti. Kui nöör niiskus ja uurija lähendas käe võtmele, hüppas sellele säde („elektrik"). Paljud teised katsetajad ei pääsenud nii õnnelikult, nagu näiteks Pärnust pärit Georg Wilhelm Richmann, keda välgulöök tabas laboratooriumis.



Välgusähvatus

Välgulöögil on tohutu vägi: voolutugevus ulatub 200 000 amprini, õhk välgu kanalis, mille läbimõõt on mõnest kuni paarikümne sentimeetrini, kuumeneb kuni 30 000 °C, s.o 5–6 korda enam kui Päikese pind. Keskmise välguga, kui saaks seda kuidagi majanduslikult ära kasutada, võiks 100vatine pirn põleda rohkem kui kolm kuud. Kui kästakse midagi teha „välgukiirusel", siis tähendab see tegutsemist 0,2–0,4 sekundi jooksul, nii pikk on tavalise välgu eluiga.

Välgusähvatus, mida näeb inimsilm, koosneb tegelikult mitmest osast: algul tekib suhteliselt nõrk lahendus, nn välguliider, mis kujutab endast lühikeste negatiivselt laetud impulsside rida, sellele tõuseb vastu positiivselt laetud osakeste voog, mis seejärel muutub tugevaks nn tagasilöögiks. Viimane annabki ereda sähvatuse, mida me silm fikseerib. Selle ajaga jõuab aga säde pilve ja maa vahel ülesalla käia isegi kümmekond korda. Kuna kogu protsess käib nii kähku, siis ei ole märgata ka seda, et sageli lööb välk alt üles (maalt pilvesse).

Kolm neljandikku Empire State Buildingut tabavaist löökidest olevat sellise suunaga.

Välguliike on palju. Kõige müstilisem neist on keravälk. See esineb enamasti koos tavalise äikesetormiga ning sageli nähakse teda just pärast pikselööki maapinna kohal hõljumas. Keravälgu suurus kõigub 10 cm ja paari meetri vahel, nagu nähti 2013. aastal Raplamaal. Tema värvuste skaala varieerub punasest kollaseni. Välgu eluiga ei ole kuigi pikk – keskmiselt umbes 6 sekundiga ta kas kaob vaikselt või siis tugeva plahvatusega.

Aga müristamine? Aristoteles näiteks arvas, et kõuekõmin tekib siis, kui õhk paisatakse ühe pilve juurest vastu teist pilve. Tegelikult tekitab hirmsa kõuekärgatuse hoopis välgukanali järsul kuumenemisel tekkiv survelaine (plahvatus).

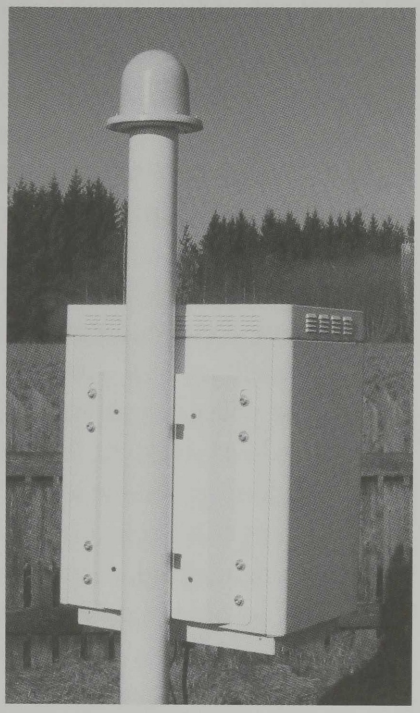
Üldtuntud on äikese kauguse määramise viis välgu nägemise ning müristamise vahelise aja abil: kolm sekundit kulub häälel ühe kilomeetri läbimiseks. Ei ole õige arvamus, et me näeme välku enne ja kuuleme mürinat hiljem vaid seetõttu, et silmad asetsevad kõrvadest eespool!

Välgu rekordid

Guinnessi rekordite hulka on arvatud mitmed äikese „saavutused". Rodeesias tappis välgulöök 23. detsembril 1975 korraga 21 inimest. Pikse ajal kogunevad loomad sageli tihedalt kokku. Selline küünarnukitunne võib aga saatuslikuks saada: 22. juunil 1918 lõi Utah' osariigis USAs välk lambakarja, tappes 504 looma. Ameeriklased armastavad rekordeid. Neil on ka mees, kes kõige rohkem on piksetabamusi saanud. Virginia osariigis elanud looduskaitseala valvurit Roy C. Sullivani tabas 35 aasta jooksul välk tervelt seitsmel korral, kergematel kordadel said juuksed kõrvetada, raskemal juhul selg ja rind põletushaavu. Enamiku neist saatusehoopidest sai ta hobuse seljas ratsutades, korra sai löögi majas elektrijuhtme lähedal. Ent

rängemalt kui pikne mõjus mehele Amori nool: ta tappis end õnnetu armastuse tõttu ...

Guinnessi rekordite seas on mainitud maksimaalsed välgupikkused, mida on hinnatud 32 kilomeetrile, kuid on registreeritud ka pikemaid piksenoole teekondi. Texase osariigis määrati äikesedetektorit kasutades pikimaks välgulöögiks koguni 190 km. Tallinna ja Tartu vahemaa! Nii et pole sugugi võimatu, et tuleb välk selgest taevast. Välgunool kulgeb kõige väiksema takistusega teed mööda, alati pole see sirgjooneline.



Välgudetektor Tõraveres

Välgulöökide arvu ja kohta saab edukalt määrata väga kasuliku instrumendiga – välgudetektoriga. Selline asub Tõraveres. Kui keskmiselt tabab Eestimaad umbes 70 000 välgulööki, siis 2013. aastal loendati neid lausa 100 144.

7. juulil 2012 möllas äike Lääne-Eestis kogu päeva, taeva ja maa vahelisi piksesähvatusi luges Tõravere „välgumihkel" kokku 10 946!

Äikesekahjustused

Mõnel suvel tuleb Eesti ilmateenistusel anda palju tõendeid kindlustustele seoses äikese ja tormide tekitatud kahjustustega. Eesti Looduseuurijate Selts korraldas põhjalikumaid äikesevaatlusi kuuekümnendail aastail. See annab pildi, mida pikne võib korda saata. Aastail 1963–1966 esines Eestis näiteks 211 mitmesugust pikse

tekitatud pahandust. Kõige sagedamini tabati elektriliine (30% üldisest arvust) ja hooneid (20%). Piksest põhjustatud tulekahjusid oli 23, inimohvreid lausa 17.

Mida kõrgemal maapinnast on hooned, puud jne, seda suurema tõenäosusega tabab neid kunagi välk. Maailma kõrgemad ehitised saavad pihta paarkümmend korda aastas. Sada aastat enne piksevarda leiutamist, 20. juunil 1652 peeti jumalateenistust Inglismaal Lawtonis (Cheshire). Sadas tugevat vihma. Äkitselt kõlas kirikus kui musketipauk. Reverend Randall Sillito jätkas jutlust, kuni märgati, et 11 koguduseliiget istub surnuna, nende seas üks poisike ema süles, aga ema ise pääses vigastamata. Välgust tabatuil oli näha vaid musti laike, õhus levis nõrk väävlilõhn.

B. Franklini geniaalne leiutis – piksevarras – on alates 1752. aastast, kui ta püstitas selle oma majale, päästnud sadu tuhandeid, kui mitte miljoneid elusid. Algul levisid uued kaitsevahendid väga visalt. Prantsuse filosoof ja klerikaal abee Nollet nimetas piksevardaid ohtlikeks ja teatas, et kirikukellade helistamisest piisab, et hajutada äikesepilvi ja kaitsta inimesi välgu eest. Selline vaade oli püsinud juba kuus sajandit, hoolimata tõigast, et ainuüksi 18. sajandil sai kolmekümne aastaga Inglismaal oma tööpostil surma 103 kellalööjat. Teadaolevalt viimast korda helistati pikse vastu kirikukella 1914. aastal Austria Alpides, just enne Esimese maailmasõja puhkemist.

Steeple Ashtoni külas (Wiltshire, Inglismaa) tabas välk paarisaja aasta vältel nii sageli kirikutorni, et ei tasunud seda taastada. 1772. aastal hüppas seal tulekera, ilmselt keravälk, kahe vaimuliku vahel, vigastades neid kergelt. Kakssada aastat hiljem, 1973. a tabas välk sama küla elanikku 84aastast Henry Bolti nii, et ta lendas köögi ühest seinast teise. Muide, tema nimi tähendab inglise keeles välgunoolt. On arvatud, et tolle koha pinnas juhib ülihästi elektrit, sellest need sagedased piksekahjustused.

Kuidas end kaitsta?

Hooned tuleb kaitsta korralike piksevarrastega. Tuleb eemale hoiduda kõrgetest puudest lagedal väljal, eriti ohtlikud on lehtpuud (tammed). Vesi puudes aurustub momentaalselt, purustades sageli puud suurteks tükkideks. Veelgi vägevamad kärgatused kostavad äikese ajal kõrbetes, kui välgud tahavad sammaskaktuseid, mis on kui hiiglaslikud looduslikud veereservuaarid.

Majades tuleks hoiduda telefoniga kõnelemast, televiisori vaatamisest (alles hiljuti oli Tallinnas tulekahju, põhjustatud välgulöögist TV-antenni!), ahju kütmisest (suitsusammas pidavat toimima kui piksevarras), hoidma isegi eemale seinakontaktidest. Rakvere lähedal Mäokülas lõi 23. juunil 1963 välk elektrivõrku. Ühe maja seinakontaktist käis välja sinist tuld. Üks lähedal seisja sai kerge torke õlanukile, hiljem oli seal lillakas-punane, umbes 5-kopikalise suurune kujutis, mis „meenutas stiliseeritud kiirtega päikest". On teada vähemalt neli juhtu, kui välk tabas tänaval mobiili.

Ohutuim koht avamaastikul on sõiduautos. Teatavasti liiguvad elektronid mööda metalli välispinda (nn Faraday puur).

Tšehhi kirjanik Miloslav Skala soovitas aga äikese lähenedes „panna varbad-kontsad kokku, põlvitada maha, suruda pea käsivarte vahele, käed aga sirutada enda ette maha, et tekiks maaühendus. Ja suhu tuleb torgata okaspuu oksake, et see koguks atmosfääri elektri endasse". („Pulmareis Jiljinisse".)

„On olemas lugematult palju suurepäraseid juhtnööre enda kaitsmiseks välgu eest, ja on lihtsalt arusaamatu, kuidas mõned inimesed siiski oskavad välgust tabatud saada," nagu kokkuvõtvalt on tõdenud Mark Twain.

Muidugi ei päästa mõnikord ükski nõuanne. Üks New Yorki osariigi farmer sai traktoril töötades välgulöögi, kuid jäi ellu. Tund aega hiljem sai kiirabiauto, millega õnnetut haiglasse viidi, uue tabamuse ja lendas kraavi – ja farmer hukkus siiski.

16. Õhukeerised. Orkaanid

Õhukeeriste hulka kuulub õige mitmesuguse tekke ja vägevusega pööriseid – orkaane, tornaadosid ning nende tillemaid väga kaugeid sugulasi – tolmukuradeid.

Tolmukuradid ehk tolmupöörised

1999. aasta kolmanda suvekuu palaval kolmandal päeval kella kolme ajal tungis Elvas Verevi järve ääres peesitajaile kallale paarikümne meetri kõrgune liiva- ja tolmusammas. Tõravere ilmajaama meteoroloog Peeter Saarelaiul lendas minema kilekott rahaga.

Viis päeva hiljem külastas samasugune keeris juba Tõravere asulat ennast, rappides geofüüsik Kalju Eerme kasvuhoonet. Väiksemate vaheaegadega on ta samasugust pahandust täpselt samas paigas korranud veel kolm korda! Ilmselt ei meeldi ilmanähtustele nende uurijad.

Erialases kirjanduses kutsutakse taolist pöörist inglise keeles *dust devil* (tolmusaatan), Põhja-Ameerikas kohati ka tantsivaks kuradiks, Navaho indiaanlased aga vaimuks nimega *chiindii*. Viimase tuju näitab pöörlemine: kellaosuti suunas pöörlev vaim on heas tujus, vastassuunas pöörlemine näitab, et asi on halb. Kui meil väärivad sellised keerised põldudel rohkem tolmupahareti nime, siis suurtes kõrbetes on nähtud isegi ligi kilomeetrikõrguseid liivasambaid, päris minitornaadosid.

Kui orkaanid tekivad soojade merede kohal ning tornaadod kontrastsete õhumasside kokkusaamisel, siis nood tolmukuradid sünnivad tavaliselt kuumadel suvepäevadel kõrbeis, põldude või asfaltväljakute kohal. Palav õhk tõuseb, nõrk tuul paneb pöörlema, kaasa haaratav tolm või liiv teeb õhusamba nähtavaks. Harilikult on säärase „kuradi" eluiga õige lühike, minuti ümber, visamad on kestnud aga 20 minutit, enne kui hääbuvad.

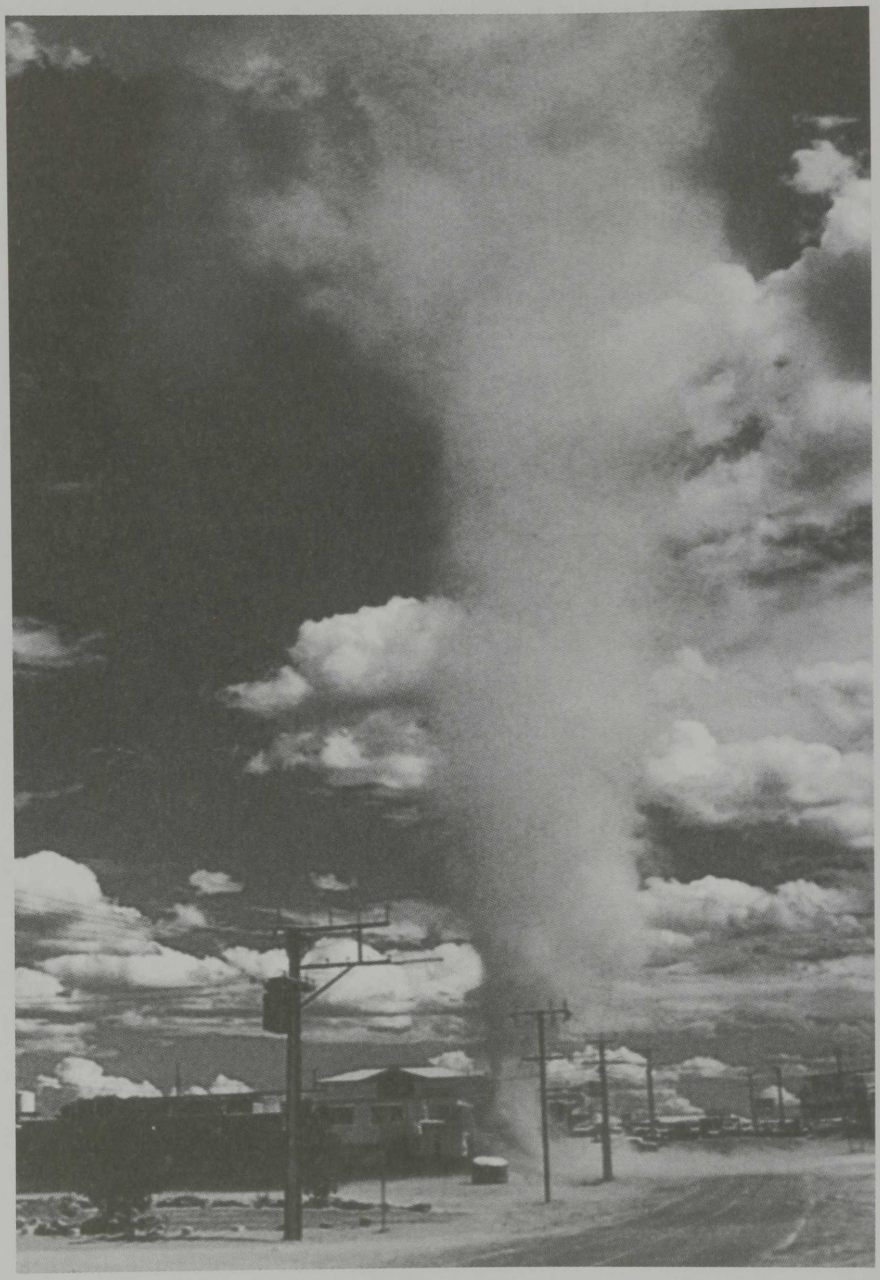
Tolmupööriseid ei kohta ainult Maal, neid esineb ka näiteks Marsil. Sealsed on kümneid kordi suuremad maistest, seega võiksid kujutada potentsiaalset ohtu saadetud tehnikale. Seni on aga sõjakaks peetud planeet meie aparatuuri suhtes üllatavalt kenasti käitunud. Nimelt arvatakse, et just pöörised olid need salapärased heategijad, kes (õigemini – mis) puhastasid Marsi kulgurite päikesepaneelid sinna kogunenud tolmust ja liivast.

Kui tsüklonid saavad orkaani nime

Tsüklonitega puutume kokku sageli. Teatavasti on see suur (läbimõõduga kuni 1500 km) ja võimas pööris atmosfääris, mille keskel on õhurõhk võrreldes ümbritseva alaga madalam. Õhk tsüklonis liigub kõrgema rõhu poolt madalama poole, pöördudes põhjapoolkeral vastu kellaosuti liikumissuunda (lõunapoolkeral vastupidi).

Meie laiustel tormidele tavaliselt nimesid ei panda, küll aga lõunapoolsemaile ja neistki vaid orkaani mõõtu välja andvaile. Kui Atlandil põhja pool 5. laiuskraadi tekib sobiv ilmanäitajate komplekt (vee temperatuur ületab 26,5 °C, õhuniiskuse sisaldus on suur, tuul ei ole tugev, kerkivad rünksajupilved jne), siis võivad tekkida seal troopilised depressioonid, mis arenevad troopiliseks tormiks, kus tuule keskmine kiirus ületab juba 17 meetrit sekundis. Sellistele keeristele antakse juba nimi.

Orkaani nime saavad aga sellised troopilised tsüklonid, kus õhk liigub kiiremini kui 33 m/s. Tuule kiirus on tavaliselt seda suurem,



Tolmukurat

mida madalam on keerises õhurõhk. Selle järgi, samuti tuule kiiruse ning tormilaine kõrguse järgi jaotatakse orkaanid viide kategooriasse (nn Saffir-Simpsoni skaala). Kõige kangemaid, kus keskmine tuule kiirus ületab 250 km tunnis (70 m/s) ja rannikule rullunud tormilaine kasvab 4–5korruselise maja kõrguseks, esineb õnneks väga harva.

Troopilisi tsükloneid kutsutakse Atlandil ning Vaikse ookeani idaosas orkaanideks, Vaikse ookeani lääneosas (eriti Jaapani ja Hiina piirkonnas) taifuunideks, Austraalia rannikul aga *willy-willy*'deks, India ookeanil lihtsalt tugevaiks tsükloniteks. Nimede algupära on jäänud lahtiseks – Kariibi mere äärseil rahvail olevat Hurakan tormijumal, Typhon vanas Kreekas jälle sajapäine koletis jne.

Teadagi pannakse ohtlikumatele troopilistele tormidele nimed, et neid oleks kergem meedias kajastada ning inimesi hoiatada. Nimed peavad olema lühikesed, meeldejäävad ja neid peab saama ka ühe hingetõmbega välja hüüda. Kujutage ette sarnast tormihoiatust: „Tähelepanu! Läheneb Pipilota Viktuaalia Rullkardiina Piparmünta!" Palju lihtsam on hüüda: „SOS! Pipi tuleb!!"

Esimene teadaolev taifuuni nimi oli *kamikaze*, st „jumalik tuul". Nii hakati kutsuma tugevat tormi, mis päästis 1281. aasta augustis Jaapani saared Mongoli laevastiku käest. Troopiliste tsüklonite nimetamine isikute järgi on samuti vana tava. 16. sajandil said nad nime pühakute järgi, kelle nimepäeval torm möllas (näiteks San Mateo 21. septembril 1575). Eelviimasel sajandivahetusel pani Austraalia ilmaennustaja Clement Wragge troopilistele tsüklonitele nime talle ebameeldivate poliitikute järgi – ning ta vallandati!

Teise maailmasõja ajal pandi orkaanidele ainult naisenimesid, kuulu järgi oma naise või sõbratari nime. Nii tehti ka sõjajärgseil aastail. Miks naisenimed? Aga seepärast, et nad tulevad ilusate silmadega, metsikuna, lahkudes aga jätavad su ilma nii majast kui autost.

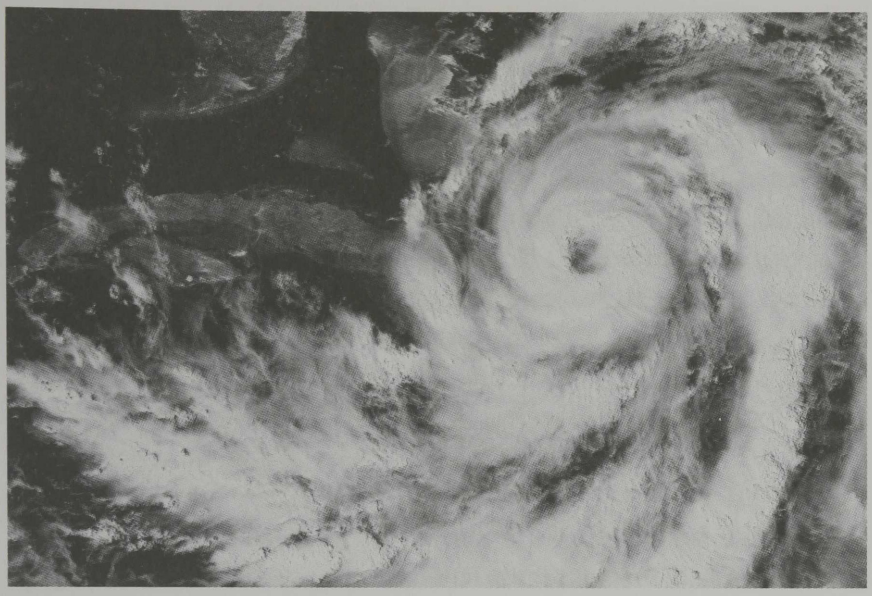
Feministide protestide tõttu on alates 1970. aastate lõpust kasutusel nii naiste kui meeste nimed, mis on aasta algusest reastatud tähestiku järjekorras. Igal ookeanil ja isegi selle eri osades on kasutusel

omaette nimekiri, mis tavaliselt kordub – Atlandi ookeanil näiteks kuue aasta järel. Nii peaks olema 2014. aastal esimene troopiline tsüklon Kariibi mere piirkonnas ja Põhja-Atlandil Arthur, järgmine Bertha, siis Cristobal jne. Nimede rida on sama, mis 2008. aastal (ega häid nimesid ilmselt palju valida pole). Nii et võib edasi ennustada: Dolly, Edouard, Fay, Gonzalo (tema asendab kuus aastat varem „pensionile saadetud" Gustavit), Hanna, Isaias (asendab Ike'i), Josephine, Kyle, Laura, Marco, Nana, Omar, Paulette (asendab Palomat), Rene, Sally, Teddy, Vicky ja Wilfred – kõik ilusad lühikesed poiss- ja tütarlaste nimed. Aga millist õudu nende nimekandjate lähenemine tekitab! Vaid mõned tormid on andnud elustavat vihma põua all kannatanud USA lõunaosariikidele. Kuidas aga laastas Katrina New Orleansis, seda kuulsime-lugesime 2005. aasta sügisel pea iga päev.

Torminimed iseloomustavad pisut ka piirkonna inimeste nimesid. Meil kõlaks kurioosselt teade: „Ila läinud, Kama tuleb!" (taifuunid Solomoni merel) või „Bordella ohustab!" (India ookeanil). Joosep Tootsi soovitatud Kolumbus Krisostomus kõlbaks küll sisult, kuid mitte pikkuselt, seevastu Bruno on kasutusel, Bennot ja Bernhardi pole nimekirjades silmanud (küll on olemas Peni). Vaiksel ookeanil võib teid kunagi tabada Isa karistav käsi või Malakas Kagu-Aasias. Millal, ei oska öelda, sest mõnes sealses piirkonnas, nagu Atlandil, pole taifuunide nimed aastatega seotud, vaid järgnevad pidevas reas.

Katrina ei tule iial tagasi!

Peale Katrina ei kollita enam kunagi Mehhiko lahe äärseid maid Alicia, Gilbert, Hugo, Irene, Wilma ja veel mõned orkaanid, mida kutsutakse pensionärideks. Omal ajal põhjustasid nad suuri purustusi koos paljude inimohvritega ning jäävad seetõttu alatiseks ajalukku. Nii algaski 1998. aasta nimekiri Alexiga, aga mitte Andrew'ga nagu 1992. aastal. Vaiksel ookeanil lisatakse eriti tugevaile taifuunidele epiteedid mammut või super (1959. aastal mammuttaifuun Vera,



Ilusa silmaga orkaan

2013. aasta supertaifuun Haiyan ehk Yolanda). Üks orkaan on läinud ajalukku Suure orkaani nime all. See möllas Kariibi merel oktoobris 1780, hävitades mitu laevastikku, palju linnu, terveid kindlusi. Kirjeldatakse, kuidas rasked suurtükid olid oma alustelt rohkem kui 30 meetri kaugusele paisatud.

Orkaani anatoomia

Orkaani läbimõõt on väga varieeruv, ulatudes 150–500 kilomeetrini, mõnikord isegi kaugemale. Selle keskel asetseb nn tormi silm. Enamasti on see paarikümne kilomeetri laiune. Ilm on seal hoopis isepärane – petlikult ilus, sageli ka vaikne.

1926. aasta 18. septembril ründas orkaan Floridas Miami linna, tuule kiirus oli üle 180 km tunnis, lendasid majade tükid, sadas paduvihma, kõik oli nii nagu ikka tugeva tormi ajal sealkandis. Ja siis tuli

vaikus, päikesepaiste. Elanikud ruttasid rannale imetlema lainete mängu. Äkki saabus veel tugevam tormi-iil, tohutud lained kandsid ookeani sadu inimesi. Vaikust oli olnud alla tunni, mille jooksul orkaani silm oli just poolsaarest üle jõudnud. Tol ajal polnud tormihoiatuste süsteem selline nagu praegu. Nüüd teavad arenenud maade elanikud, et kõige raevukamad tuuled puhuvad just silma äärel.

Veelgi petlikum oli 1960. aastal taifuun Carmen, kes (õigemini muidugi, mis) peatas oma erakordselt suure silma, mille läbimõõt oli Eestiga võrdne – 320 km –, terveks ööpäevaks Okinawa saarte kohale, ning tekitas ootamatult startides suuri purustusi.

Taifuun Sarah (1956) oli tähelepanuväärne jällegi selle poolest, et tal oli kaks silma, June'il (1975) koguni kolm! Ainult et nad asetsesid üksteise sees.

Andrew'd ja Debbyt uurides märkasid teadlased mitme tornaadotaolise keerise olemasolu silma lähedal, mis ilmselt sünnitavadki väga tugevaid purustavaid tuuli. Üks ohu allikas on veel kiire õhurõhu alanemine. 1979. aasta oktoobris Guami saart rünnanud taifuunis nimega Tip on registreeritud kõige madalam õhurõhk merepinnal, 870 millibaari (653 mm elavhõbedasammast). Seal pandi tormi ootel kogu õrn aparatuur punkrisse. See oli aga liiga hermeetiline – taifuuni üleminekul lõhkes sisemise rõhu mõjul punker nagu pomm ning sinna peidetud asjadest ei jäänud suurt midagi järele. Andrew' üle elanu kirjeldas, kuidas tuul puuris seina sisse augu ja sealtkaudu, samuti läbi uste ja akende, kadusid toa sisustus, riided, madratsid ja muud esemed otsekui tolmuimejasse. Tasub meenutada, et isegi Eestis langes 1998. aasta 19. oktoobri tormi ajal õhurõhk Hiiumaal 984 millibaarini, mis annab aga tugeva tormi mõõdu välja isegi troopikas.

Hoidke eest – veevall veereb!

Rannikule jõuab veel üks ohuallikas – tormi- ehk ajulaine, mille õhurõhu muutus orkaanis kaasa toob. Nõrkadel orkaanidel on see vaid

paari meetri kõrgune, tugevatel toob see kaasa väga suured purustused. 1900. aastal kaotas oma elu üle kaheksa tuhande Galvestoni elaniku, kui tormiaju selle Mehhiko lahe äärse linna tänavaile jõudis. Praegu on Galveston kaitstud 18 km pikkuse ja 6 meetri kõrguse tammiga. Kõige hirmsamaks tormilaineks ajaloos võib vast pidada 12meetrist veevalli, mis tõi 1737. aastal hukatust Bengali lahe äärsetele aladele. Hukkus üle 300 000 inimese. Kõrgeim on aga Austraalias Bathurst Bays 1899. aastal mõõdetud 13 m veevall.

Saffir-Simpsoni orkaanide skaala

Kategooria	Purustused	Õhurõhk (mb)	Tuule kiirus (m/s)	Tormilaine kõrgus (m)	Kahjustused
1	minimaalsed	üle 980	33–42	1,5	puude oksad murduvad
2	keskmised	965–979	43–49	2,0–2,5	mõnede hoonete katused kahjustatud
3	tugevad	945–964	50–58	2,5–4,0	suured puud murduvad, väiksemad majad kahjustatud
4	väga tugevad	920–944	59–69	4,0–5,5	katused, aknad ja uksed purustatud, üleujutused
5	katastroofilised	alla 920	üle 69	üle 5,5	väga tugevad purustused

Orkaanirohkemad aastad: 1933, kui Atlandil möllas 21 troopilist tormi ja orkaani. 1964. aastal loeti Vaikse ookeani loodeosas kokku 39 troopilist tormi, millest 29 arenes taifuuniks. Ajalooline aasta on muidugi 2005, kui Atlandi ookeanil ei jätkunud harilikust nimekirjast ning tuli appi võtta kuus tähte kreeka tähestikust! Sealkandis möllas 28 nimelist tormi, millest orkaanitugevuseks arenesid 18.

Milline on tugevaim orkaan või taifuun? Õhurõhu languse järgi otsustades supertaifuun Tip: 12. oktoobril 1979 langes õhurõhk selles rekordiliselt madalale: 870 millibaarini, tuule kiiruseks hinnati 85 m/s. Veel 1500 kilomeetri raadiuses ulatus tuule kiirus 15 m/s. Võrdluseks: troopilise tsükloni Tracy, mis hävitas jõululaupäeval 1974 Põhja-Austraalias Darwini linna, läbimõõt oli vaid 50 kilomeetrit!

17. Õhukeerised. Tornaadod

> Suurejõulisi keerdtuuli ei tule mitte üksnes troopilises maavöös ette, vaid ka meie kodumaal. /.../ Need on nn trombid ehk tuulelohed ja lohemaod.
>
> (W. Kurrik)

Tuulelohedeks kutsuti 1920. aastail tornaadosid ning lohemadudeks vesipükse. Eestlased on taolistele keeristele pannud palju nimesid: tuulispask, pöörispea, tuulispea, tuulehänd, vihelik, tuulepööris, ebajalg, vesipask.

Ka teistel maadel on kasutusel oma rahvapärased nimetused. Kui kuulete Jaapanis hüüdu „Tatsumaki!", Hiinas „Jufeng!", Türgis „Kasirga!" või Havai saartel „Makani ka'a wiliwili!", siis on karta rahvusliku tuulispea lähenemist. Itaallased karjuvad palju arusaadavamalt: „Tromba! Tromba!" Kõige kindlam on kasutada keerise nimeks ikkagi tornaadot, see nimi on tuttav vast kõigile rahvastele.

Sõna „tornaado" tuleneb hispaania keelest (*tornar* – pöörlema), „tromb" aga itaalia keelest (*tromba* – lehter).

Tornaadoks nimetatakse lehterjat (koonilist) või londikujulist väikese läbimõõduga, kuid väga intensiivset õhupöörist, mis ulatub rünksajupilvest maapinnani. Kui see keeris aga aluspinnani ei ulatu, siis on korrektne teda nimetada lehterpilveks. Sageli ei ole moodustunud „lonti" rahe- või vihmaloori tagant nähagi. Vaadeldavaks



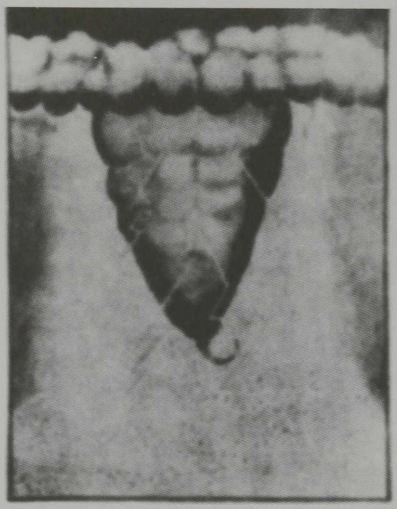
Tornaado Viljandimaal 15. juuli 2004

muutub ta alles veepiiskade (kondensatsioonisammas) ja maapinnalt tõusva tolmu või prahipilve tõttu. Taolist pilvelehtriga rünksajupilve kutsutakse üldiselt *Cumulonimbus tuba*.

W. Kurriku „Meteoroloogia" järgi olevat lehterpilvi nähtud Tartu lähedal nii 1918. kui 1924. aasta suvel: neid kutsus rahvasuu „lendavaks maoks".

Mõni tornaado on kirjelduste kohaselt olnud päris klassikaline:

„21. augustil s. a. umbes kella 12 ajal tabas Lümmada valla keskpaika eriti tugev tormihoog. Tuulekeeris ühes rippuva pilvesambaga liikus SW poolt paisates teel laiali majade katuseid ja murdes puid. Eriti suurt kahju tegi tormihoog Lümmada 7. kl algkooli hoone juures. Kahekordsel kivimajal on kuus korstnast ümberpaisatud, kogu plekk-katus vigastatud, aknaraamid lahtikistud ja metsa kantud ning kümned klaasid purunenud /.../ Tormikeerises lendasid katuse plekid nagu kerged papitükid, osa neist viis torm ligi kilomeeter maad koolimajast eemale." (Meie Maa, 24.08.1926)



Esimene tornaado kujutis 1795. aastast (Johann Christoph Brotze joonistus)

Tornaadode mõõtmed varieeruvad USAs, tüüpilisel tornaadode esinemise maal, paarimeetrise läbimõõduga „torust" kuni nelja kilomeetrini, keskmine kahjustuste riba on seal 50 kuni 300 m laiune ja 8 km pikkune.

Kõige mõrtsukalikum 1925. aasta 18. märtsi tornaado USAs, nn kolme osariigi tornaado, tappis 695 inimest oma 352 km pikkusel teekonnal põhiliselt seetõttu, et oli nii madal ja kiire, suure musta pilve sarnane. Elanikud ei osanud ohtu kartagi, enne kui oli juba hilja.

Tornaadodeks nimetatakse sageli igasuguseid tuulekeeriseid, isegi neid, millel pole tõeliste tornaadodega midagi ühist. Samuti võivad nende tekkepõhjused olla täiesti erinevad. Tartuga seotud Johannes Letzmann oli tuntud keeriste uurija umbes 90 aastat tagasi. Tänaseks on tehtud suur samm edasi. Tuulekeeriste füüsikaliste tekkemehhanismide alusel eristatakse üle kümne liigi tornaadosid, alates võimsatest nn mesotsüklonaalsetest tornaadodest ning lõpetades pagikeeriste ehk gustnaadodega. Esimeste teke on seotud rünksajupilvede sees moodustunud kallutatud ja spiraalselt tõusva õhu sambaga, mida nimetatakse mesotsükloniks.

Mittemesotsüklonaalse rünksajupilve või vahel isegi suurema rünkpilve alla võib tekkida keeris, mida vee kohal nimetatakse nagu tavaliselt vesipüksiks, maismaa kohal aga (viimasel ajal) maapüksiks.

Vesipüksi näeb meie randades tunduvalt sagedamini kui nende maapealseid sugulasi. Vahel isegi tükki kaheksa korraga, vesipüksiseeriana. Maismaale jõudes nad harilikult hajuvad.



Eterniiditükid plekkseinas

Vesipüksid esinevad Eestis harilikult augustis ja septembris, põhjuseks soe mere- või järvevesi.

Vesipüksid ei ole maailmameredel ja järvedel palju pahandust teinud, ka mõõtmeilt jäävad nad tuulispaskadele alla: väga suurte läbimõõduks hinnatakse umbes 90 kuni 100 meetrit.

Tornaadod pöörlevad põhjapoolkeral üldiselt vastu kellaosuti liikumissuunda (tsüklonaalselt), harva vastassuunas. Üks selliseid oli Tallinna külje all Laagris tegutsenud keeris 9. oktoobril 1984. Too oli eriline, sest esines sügisel, sellega kaasnesid keravälgud ning tuule kiirus oli väga suur: õhus lendlevad eterniiditükid olid tunginud sügavale pirnipuusse.

Purunev eterniit on üpris ohtlik: ka 13. augustil 1997 Võrumaal Põdrasoo piirkonda rüüstanud tornaado tuule kiirusest annavad tunnistust turbakuuri katuselt lahti kistud ja kõrval oleva viilhalli plekkseina tikitud eterniiditükid.

Kuidas mõõdetakse tornaadode tugevust?

Paljudes riikides, eriti USAs kasutati Theodore Fujita ning Allen Pearsoni 1971. aastal väljatöötatud skaalat (nn Fujita skaalat), kus keeristormid reastatakse eeskätt purustuste ulatuse ning hinnangulise tuule kiiruse järgi 6 kategooriasse. Aastast 2007 kasutatakse nn Fujita parandatud skaalat (EFS):

Fujita tornaadode tugevuse skaala

	Tuule kiirus (m/s)	Purustuste määr
EF0 (väga nõrk)	29–38	Väikesed kahjustused
EF1 (nõrk)	39–50	Mõõdukad purustused, aknad purunevad
EF2 (tugev)	51–61	Tunduvad purustused, suured puud välja rebitud
EF3 (väga tugev)	62–75	Rongid tõstetakse rööbastelt, enamus puid murduvad
EF4 (hävitav)	76–90	Suured purustused linnades
EF5 (uskumatult tugev)	üle 90	Väga suured purustused

1950.–1994. aastal hinnati kõikidest USA tornaadodest 74% nõrkade (F0–F1) kilda, neljandik olid tugevad (F2–F3) ja vaid 1% olid hävitavad (F4–F5). Viimased põhjustasid aga 67% kõigist surmajuhtumeist, samal ajal kui sagedased nõrgad pöörised hukutasid vaid 4% ohvreist.

Seoses Doppleri radari kasutuselevõtuga sai täpsemalt mõõta tornaadodes puhuva tuule kiirust: anemomeetrid harilikult purunesid keeristes. Siiski reastatakse tornaadosid endiselt purustuste ulatuse alusel, nüüd juba nimetatud täiustatud Fujita skaalat (EF0–EF5) rakendades.

Millised on tugevaimad tornaadod Eesti pinnal?

2000. aasta suvel astusime jälle sammukese lääne poole. Nüüd on ka Eestil oma killertornaado. Viieteistkümnendal juulil Rakveret tabanud keeristorm nõudis esimese teadaoleva ohvri Eestis ning tekitas üle viie miljoni krooni kahju ehitistele. Vaid kolm päeva oli vahet, kui

keeristorm tõstis Jõgevamaal Kõnnu külas sigala söödaköögi katuse paigalt. Heino Toominga hinnangul jäi Rakveres möllanud tuulispask F3, s.o tugeva tornaado piirile. Kahtlemata oli Rakveret rappinud torm meie ajaloo üks traagilisemaid (hukkus ju inimene) ning kahjutoovamaid.

Eesti keeristormide ajalugu on 200aastane. 1872. aasta mais purustas viiest (ilmselt F3–F4 kategooria) tornaadost koosnev seeria tookordsel Liivimaal 74 talu, 25 mõisat ning ühe kiriku ja tappis 7 ning vigastas 14 inimest. Kui palju noist pahategudest jäi praeguse Võrumaa piiridesse, ei ole teada. Luid-konte murdnuid ning haiglasse sattunuid on küll olnud kümneid. Väga tugev (F3?) oli näiteks 27. mail 1966 Võru- ja Põlvamaal tegutsenud tuulispask. Tema teekond oli ligi 50 km pikk ja kohati 500–600 m lai. Laastatud sai palju metsa ja purustatud mitmed talud.

1997. a 13. augusti Rõuge torm tekitas oma 10kilomeetrisel teel majapidamistele üle 2 miljoni krooni eest kahju, õhus lendasid katused, lehmad, inimesed.

Miks tekivad tornaadod?

Lühidalt öeldes tekivad taolised keeristormid teatud ilmaelementide kokkusattumisel, kontrastse temperatuuriga ning erineva tuulesuunaga õhumasside kohtumisel. USAs nt Kesk-Lääne osariikides, kus Kaljumäestiku ees preerias kohtuvad põhjast pärit jahe ning lõunast tulev kuum ja niiske õhk.

Ka nimetatud Rakvere tornaado eel jõudis Pandivere kõrgustiku kohale külm front, sooja ja külma õhumassi piiril kerkisid võimsad äikesepilved, tekkisid tugevad tuuled, ning keskpäeval tabas tormilont linna just Tuule ja Tormi tänavate piirkonnas.

Kas Rakvere peaks kartma uut tornaadot? Inglise vanasõna ütleb: välk ei löö kunagi kaks korda samasse kohta. Lööb küll. Tornaadodelgi on oma meelispiirkonnad. USAs külastavad nad kõige sagedamini ala Texasest põhja poole kuni Kansaseni, mööda nn Tornaado alleed.



Luunja tornaado purustused 16. juulil 2001

Johannes Letzmann nimetas möödunud sajandi algupoolel Balti Trombide alleeks piirkonda Kuramaalt üle Lõuna-Eesti kirdesse. Sellele teele jääb paljude keeristormide tegevusala ka viimastel aastakümneil.

Veel paar näidet. 1998. aastal ründas tuulispask Annikoru küla Tartumaal. Sarnane torm olevat tabanud paika ka 1952. aastal. 2000. aasta 18. juuli pööris Kõnnu külas tegi sama tüki ka eelmise aasta sügisel, viis pool metsa minema. Kõige visamalt on külastanud tornaado aga Kansase osariigi väikelinna Codelli – kolmel järjestikusel aastal (1916, 1917, 1918.) ja alati 20. mail!

Kui kiiresti tornaadod liiguvad?

1925. a nn kolme osariigi tornaado kiirus oli 117 km tunnis, tavaliselt on see aga tunduvalt väiksem: 20–50 km tunnis. Tuule kiirus pöörises eneses on palju kordi suurem, ületades vahel 500 km/h. Mõned

tornaadod on aga õige laisad: 2. juunil 1929 tolknes üks säärane Hardtneris (Kansas) pool tundi ühe koha peal.

Kas tornaado teeb ainult kurja?

Harilikult küll. Mõnikord on tal ka huumorimeelt. Näiteks Ameerikas on tornaado võtnud magajailt tekid, jättes inimesed puutumata, mõnikord viib terve maja minema ja paneb selle eemal ilusti maha. 1981. aastal tõsteti Ancona linnas Itaalias neljakuine beebi koos hälliga 15 meetri kõrgusele õhku, kanti edasi 100 meetri kaugusele ning asetati nii õrnalt maha, et titt isegi ei ärganud. Eestis on mitmed inimesed ja koduloomad teinud mitmekümnemeetriseid õnnelikult lõppenud õhulende.

Pikim lend on kirjeldatud Frank Baumi raamatus „Võlur Oz", kus tornaado kannab tüdruk Dorothy (koos koer Totoga) Kansase osariigist koguni teisele – Ozi maale.

Kus esineb tornaadosid kõige rohkem?

Kõige enam keeristorme, umbes 1200 aastas, on USAs. Kui aga arvestada tornaadode arvu pinnaühiku kohta, siis võib Eesti konkureerida esiviisikusse. Euroopas edastaks meid vaid Suurbritannia ja Austria. Kõige keeristormisem aeg meie maal oli vast 1998. aasta, kui ainuüksi juunis märgati 24 tornaadot.

Millal tuleks tornaadoohtu karta?

Varjupaika tuleks otsida, kui läheneb tugev äike, pilve all on tume „krae" ning kuulda on iseäralikku mürinat, nagu läheneks reaktiivlennuk või mitu kaubarongi. Vahel kostub tormi lähenedes häält, mida teeks miljard mesilast, nii kirjeldavad oma elamusi tornaadode tunnistajad.

Kas on võimalik tornaadodega võidelda?

Parim viis on inimesi hoiatada, ehituskonstruktsioone tugevdada. Nüüdsete, nn Doppleri radaritega on võimalik elanikkonda teavitada



Vesipüks

kuni 20 minutit enne pöörise saabumist. USA lõunaosariikides on majade juurde ehitatud erilised tornaadopunkrid, head kaitset pakuvad ka tavalised keldrid. Tasub minna kinnistesse ruumidesse, (vannituppa, kas või sahvrisse), et mitte klaasikildudest viga saada. Lagedal tuleks elu eest klammerduda põõsastesse ning vältida suuri puid.

Vesipükstega on hakkama saadud, kui neid tulistada kahurist. Võib-olla aitab tornaadode vastu vanarahvatarkus. Rõuge kandis (seal esineb sageli keeristorme) soovitatakse järgmist:

„Kes tuulispaska tahab peatada, peab, kui ta on meesterahvas, püksid ruttu jalast maha laskma ja tuulispasale paljast perset näitama, siis on ta jõud otsas ja kadunud. Naeste oma ei aita kõige-vähematki midagi."

18. **Ilmaennustamine**

Ilmajaamal oli siiski õigus.

(Lennart Meri, „Lähenevad rannad")

Parem enne lugeda ilmateadet, kui alustada palvetamist vihma eest.

(Mark Twain)

Ajaleht Nelli Teataja kirjutas 1997. aastal: „Kui mõtleme, et kunagi inimesed elasid, külvasid ja töötasid ilmajaamata, siis näib ilmajaam üldse luksusena, mis on meid ära hellitanud." Samal ajal väitsid ka mõned talunikud, et õige külviaja määramiseks pole üldse tarvis ilmaprognoosi, sest mulla soojust saab küllalt täpselt määrata palja taguotsaga kraadides. 1898. a kirjutati ühes USA ilmafolkloori käsitlevas raamatus: „Iga vana lehm on parem ilmaprohvet kui ilmaennustused ajalehtedes!"

Sünoptikute amet on üks tänamatu amet. Kui vanasti jaht õnnestus, sai suguharu nõid preemiaks suurema lihatüki, kui aga ilm ürituse kihva keeras, põletati äpardunud ennustaja ära.

Lugu meenus mulle 2003. aastal, kui kõik kaasmaalased nagu alati põnevusega jaanilaupäeva ootasid – kas saab õues lõkke ääres pidutseda? Lubati ju kohati vihma. See aga jäi meie maale tulemata, küll said aga naabermaad korralikult kastetud.

Pärast pühi tuli ühelt kuivale jäänud kommertsraadiojaamalt ootamatu soovitus: ebatäpsed ennustajad võiksid end põlema panna! Tuttav šveitslane kommenteeris: teil on kas alati nii ülitäpsed prognoosid, et ühe õhtu saju puudumist sel moel kritiseeriti, või on raadiomehed keskaja mentaliteediga.

2001. aastal oli Eesti sünoptikuil kaks hullu perioodi: juulis, kui tormid-tornaadod Ida-Eesti metsi laastasid, ning novembris, kui viiendik riigist elektrita jäi. Iga kord oli valitsejate esimene hüüd: „Miks meid ei hoiatatud?!" Isake Loodus (tollane siseminister) olevat juulis katastroofiolukorra koosolekul õige torm olnud. Hiljem ta küll seletanud, et meedia saanud situatsioonist valesti aru ning ilmajaama ei saa milleski süüdistada.

Kohalikust ilmakatastroofist oli niipalju kasu, et hakati mõtlema teise radari soetamisele, sünoptikuid rohkem ei koondatud, samuti parandati EMHI ja päästeameti infovahetust.

Teine kõmuline juhtum oli 2005. aasta jaanuaritorm Erwin ehk Gudrun, mis ujutas Lääne-Eestis üle laialdase rannaala. Ka siis süüdistati sünoptikuid, et nende prognoos ei näidanud sellist uputust. Tegelikult edastati 36 tundi varem asjaomastele ametkondadele hoiatus „orkaani lähedusega tormi" saabumisest. Tuule kiiruse prognoos oli täpne, puudu jäi vaid veetõusu ulatus. Aga seda polnud võimalik anda – meresünoptikud olid ilmateenistusest kümmekond aastat varem koondatud.

Ent ohtlikud võivad olla ka valehäired. Hawaiil maksab näiteks üks tsunami valehäire 30 miljonit dollarit. Väga kulukas on ka USAs orkaanide teelt inimeste evakueerimine. Aga kui see toimub vales kohas?! Michael Phelps sealsest ilmateenistusest lohutab: „Kui teid evakueeritakse asjatult – orkaan jääb kardetust nõrgemaks, siis tänage jumalat ning valmistuge järgmiseks tormiks!" Muide, efektiivsemaks evakuatsiooniks on USA päästetöötajail üks võte – lahkumisest keeldujail palutakse kirjutada paberile aadressid, kuhu teatada nende hukkumisest.



Erwin Pärnus 2005. aasta jaanuaris

Pikka aega, 1886. kuni 1952. aastani oli USAs ilmateadetes keelatud sõna „tornaado", sest selle hoiatus tegevat suuremat kahju – paanika näol – kui keeristorm ise.

Nelja aasta eest nõudis New Jersey ühe linna meer sünoptikuilt kahjutasu, sest ennustatud tugev lumetorm läks mööda. Koolid, poed ja muud asutused olid põhjuseta suletud. (Muide, internetis soovitasid kolleegid kritiseeritavail mitte tähelepanu pöörata „säärastele idiootlikele nõudmistele", sest see tegevat asja vaid hullemaks.)

Eespool mainitud Pärnu üleujutusest oli ka kasu. Kui 1905. aastal pärast Verist pühapäeva muutus alamate suhtumine ülemaisse, siis pärast vesist pühapäeva täpselt sada aastat hiljem muutus ülemate suhtumine „alamaisse" – panustati mereprognooside parandamisse. Koostöös Tallinna Tehnikaülikooli meresüsteemide instituudiga võeti kasutusse mudel HIROMB, mis on märgatavalt parandanud mere taseme muutuste ennustamist.

Ilmaennustuse algaastad

1854. aastal Krimmi sõja ajal sai Venemaa vastaste, Inglismaa ja Prantsusmaa ühendatud laevastik Balaklava all tugevasti rappida, kuid mitte lahingutegevusest, vaid ootamatult puhkenud tugevast tormist. Prantsuse astronoom Urban Leverrier tegi kindlaks, et tolle maru tee kulges Vahemerelt Mustale merele pika aja vältel ning tegi ettepaneku kaardistada suuremate maa-alade ilma ühel ja samal ajal. Seda loetaksegi sünoptika (kr *synoptikos* – tervikuna vaatlev) sünniks.

Operatiivseks ilmaennustuseks sellest aga ei piisanud. 1837. aastal valmistas Samuel Morse esimese telegraafiaparaadi ning 1844 sai valmis telegraafiliin Washingtoni ja Baltimore'i vahel. Kolmeteistkümne aasta pärast asuti juba ookeanialuste kaablite paigaldamisele.

Järgmine verstapost ilmaennustamise ajaloos on seotud kapten Robert FitzRoyga, mehega, kes juhtis laeva Charles Darwini kuulsal ümbermaailmareisil.

1. augustil 1854 pandi kapten FitzRoy juhtima Briti valitsuse juurde loodud väikest osakonda, mis pidi koguma ilmanähtuste ning merehoovuste andmeid.

Neli aastat hiljem Walesi ranniku lähedal toimunud laevaõnnetuses hukkus 459 inimest. FitzRoy tahtis otsida võimalusi, kuidas meremehi ohtlike tormide eest hoiatada.

Telegraafi oli kasutatud juba paarkümmend aastat, baromeetreid paarsada. Esimesed baromeetrite kasutajad olid märganud, et õhurõhk muutub aja jooksul ning seejärel polnud selle näitaja muutust raske seostada ilma muutumisega.

Ka FitzRoy oli tuntud baromeetri propageerija. Kuna suurt ilmajaamade võrku toona polnud, ilmasatelliitidest rääkimata, siis oli meremeeste parim abimees ikkagi baromeeter. Seda täiustas ka vahepeal admiraliks ülendatud FitzRoy, kes paigutas mõõteriistu mitmele poole ümber Briti saarte.

Esimest korda said meremehed teateid ka lähenevaist tormidest, ilma et nad oleksid pidanud randuma. Nimelt töötas FitzRoy

välja hoiatusmärkide süsteemi: umbes 10 m kõrgustele varrastele riputati ohu korral riidest koonused või „trummid" ehk silindrid, et hoiatada ilma halvenemise eest. Kui mastis rippus korraga koonus koos silindriga ja koonuse ots oli üleval, tähendas märk, et tugev raju läheneb põhja suunast. Öösel põlesid märkides laternad – nii olid tormihoiatused ka pimeduses nähtavad. (Selliseid tormimärke kasutati Eesti sadamais isegi 1920. aastate alguses.)

Admiral FitzRoy pidas vajalikuks ka üldsusele ilmateateid avaldada. Muide, ka termini „ilmaennustus" võttis kasutusele just tema. Nii trükitigi 1. augustil 1861 ajalehes The Times ära esimene prognoos. See algas sõnadega „üldine võimalik ilm kaheks järgmiseks päevaks".

Kuidas lugejad esimestele ilmateadetele reageerisid? Järgmise aasta aprillis kirjutati samas lehes: „Tõenäoliselt on meie lugejad märganud, kes huviga, kes aga, nagu pelgame, kahjurõõmuga, et me igal hommikul teeme katse ennustada ilma kahe päeva peale. Me ei loe enda teeneks teatud edu, kuid ühtlasi ei soovi me ka kanda vastutust sagedaste ebaõnnestumiste pärast. Viimasel nädalal on loodus saanud ilmselt erakordse rahulduse teaduse mõistatamisi ümber lükates." (Andres Tarandi tõlge.)

Robert FitzRoy väitis, et täpsemaks ennustuseks on tema käsutuses liiga vähe andmeid. See oli ka jumala õige. Kui Briti saartelt veel andmeid saadigi, siis kaugemalt ookeanilt, „ilmaköögist" Põhja-Atlandilt polnud tol ajal midagi võtta.

1865. aasta 30. aprilli hommikul võttis FitzRoy endalt elu. Üks põhjus oli kahtlemata üldsuse rahulolematus ja meedia näägutamine, samas ajendeid võis olla teisigi, tema suguvõsas esines varemgi enesetappe. Need, kellele ennustused otseselt mõeldud olid – meremehed –, olid küll rahul, sest paremat infot polnud ju kuskilt saada.

1866. aastal soovitas Londoni Kuninglik Selts ilmaennustused lõpetada. Tormihoiatusi hakati meremeeste nõudel varsti küll edastama, kuid avalikud prognoosid ajalehtedes tulid tagasi alles kuraditosina aasta pärast.

Muide, ka Tartus eelmise sajandi alguses ilmateateid linlastele edastanud professor Boriss Sreznevski sai ebatäpsete prognooside pärast tartlaste naerualuseks ning loobus varsti sellest tegevusest.

Nooremteadur Pussaku definitsiooni kohaselt võib „ennustamine olla täideminekuga või ilma selleta. Viimast juhust kutsutaksegi seepärast ilmaennustamiseks". (P. Vassak, „Intelligentsuse proov".) Kunagi oli see tõesti nii, nüüd õnneks enam mitte. Saksa mõttetera ütleb: „Kes on kihlanud end kunstiga, peab võtma peale kauba ka ta ämma – kriitika."

Numbriline prognoos

> Ilma ennustamine on üks asi, ilma täpne ennustamine teine asi.
>
> (Ian Stewart, teadusajakirjanik)

Möödunud sajandi kahekümnendail aastail oli vaatlusjaamu juba sadu, andmetöötlus oli aga endiselt algeline. Inglise matemaatik ja meteoroloog Lewis Fry Richardson, numbrilise ilmaennustuse prohvet, kujutas 1922. aastal tuleviku sünoptikute tegevust selliselt: 2000 jaama saadavad andmeid keskusse, kus töötab lakkamatult armee 64 000 matemaatikust, käskjalad jooksevad tohutu suures amfiteatrikujulises ruumis laudade vahel, edastades arvutuste vahetulemusi.

1922. aastal tegi ta oma mudeliga esimese arvutuse 1910. aasta 20. mai kohta. Ilma rehkendamine kuueks tunniks käsitsi võttis tal aega kuus nädalat. Ja tulemus oli täiesti mööda!

Richardsonil oli õnne, ta elas ajani, kui meteoroloogias hakati kasutama elektronarvuteid. 1950. aastal kulutas esimene arvuti ENIAC arvutusteks sama päeva kohta sama mudeliga 24 tundi. Tulemus oli palju parem.

Prognoosimisse sekkub kaos

Ühe sitika sumisemine ei too veel tormi mitte.
(Pöide vanasõna)

Kõik me oleme tähele pannud, et enamasti lähevad prognoosid täkkesse, mõnikord aga täiesti nihu. Miks? Euroopa Keskulatusega Ilmaennustuskeskuses (ECMWF) Readingis, kust ka Eesti saab prognoose, väidetakse, et ilma suudetakse täpselt ennustada tingimusel, et ta ei tee midagi ootamatut. Üks hullemaid möödalaskmisi juhtus sealsamas Inglismaal: brittide ilmateenistuse kompuuter vehkis 1987. aasta oktoobris teha mudelarvutusi 400 miljonit tehet sekundis, kuid ei osanud näha mõnisada kilomeetrit eemal tekkinud võimsat, nn sajandi tormi. Midagi oli mudeli lähteandmetes puudu või liigset.

Mis võis superarvuti töös taolise segaduse tekitada? Selgust tõi meteoroloogi ja matemaatiku Edward Norton Lorenzi loodud nn kaoseteooria. 1961. aasta talvel tegi teadlane tavalist numbrilist ilmaprognoosi Massachusettsi Tehnikainstituudis. Töös tekkis vahe ja kui Lorenz arvutusi jätkas, selgus, et kahe pealtnäha ühesuguse rehkenduse tulemused olid täiesti erinevad. Kas midagi juhtus kompuutriga?

Tuli välja, et teise arvutusse oli ta teinud aja võitmiseks pisikese ümarduse: 0,506 esimese 0,506127 asemel. Prognoos paariks päevaks veel kuidagi klappis, edasi aga läks lugu hoopis hulluks.

Lorenz formuleeris kogetu põhjal ühe kaoseteooria põhiprintsiibi: väikesed erinevused lähteandmetes võivad sellise dünaamilise süsteemi nagu atmosfäär modelleerimisel viia suurte muutusteni lõpptulemustes – ilma kujunemises.

Tuhandeid aastaid teatakse, et üks õlekõrs võib murda kaameli selgroo, samamoodi muudavad isegi tillukesed vead mudelite algandmetes lõpp-prognoosi ebatäpseks.

1963. aasta töös kasutas Lorenz väljendit „kajaka tiivalöök", iseloomustamaks suurusi, mis võivad muuta ilmaennustuse kvaliteeti.

Meteoroloogias on praktiliselt võimatu saada sellisel määral korralikke vaatlusandmeid, et kas või kuuprognoos saaks täpne. Selleks peaks kogu maakera olema ilmajaamu tihedalt täis pikitud. Neid on aga kaunis hõredalt, eriti lõunapoolkeral ja ookeanidel. Lisaks muutuvad ka ilmaandmed pidevalt. Seega arvatakse, et kaks nädalat jääbki täpsema ennustuse piiriks. Isegi kauges tulevikus!

Kaosest ja liblikast. Too kuulus lause tornaadost ja liblikast pandi ühe Lorenzi konverentsi ettekande pealkirjaks 1972. aastal. Liblika tiivalöök on muidugi kaugelt poeetilisem ja meeldejäävam kui kajaka oma. Võibolla saadi tilluke tõuge ulmekirjanik Ray Bradbury 1952. aasta novellist, kus ajarändur tallas kogemata ära liblika, vallandades muutuste ahela, mis viis lõpuks dinosauruste väljasuremiseni.

Mudelid teevad ilma

Atmosfääri numbriline mudel on tegelikult arvutiprogramm, mis lahendab hüdrodünaamiliste võrrandite süsteeme, kasutades numbrilisi meetodeid. Nii ütlevad spetsialistid. Lisaks sisaldab see geograafia-infosüsteemi elemente (küngastel, soodes, järvedel jne on oma mikrokliima). Loomulikult ei saa ilma algandmeteta, need tulevad ligi 10 000 ilmajaamast, tuhandetelt poijaamadelt ookeanil, sadadelt laevadelt ja lennukeilt, kümneilt satelliitidelt.

Seejärel ilma algandmed kohandatakse vastavalt piirkondadele (jaamad asetsevad ju ebaühtlaselt) ehk assimileeritakse. Edasi arvutabki masin tulevase ilma oleku kaartidena või meteogrammidena.

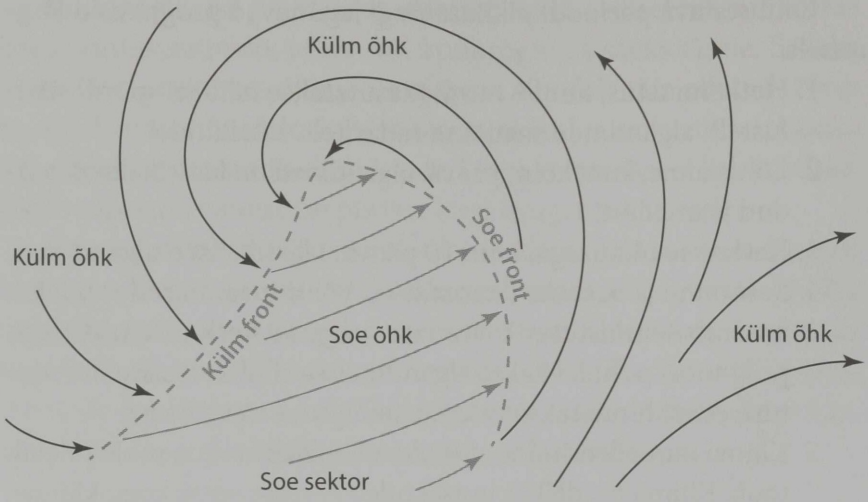
Viimane instants on aga sünoptik, kes peab tegema otsuse, kriitiliselt hindama saadud prognoosi ning vajadusel olukorda analüüsima.

Ennustatava perioodi pikkuse järgi jagunevad prognoosid järgmiselt.

1. Hetkennustus, kuni 6 tundi (kasutatakse näiteks spordivõistlustel), algandmed saadakse radaritelt, satelliitidelt.
2. Lühiajaline, kuni kolm päeva, algandmed on klassikalised, saadud jaamadest.
3. Keskmise ulatusega, kuni 10 päeva, klassikalised algandmed.
4. Sesoonne ja aastane (statistilised või dünaamilised mudelid, ansambelennustused). Viimase, nagu ka keskmise ulatusega prognoosi puhul, viiakse algandmeisse sihilikult sisse muudatusi, edasi hinnatakse tulemuste õigsuse tõenäosust.
5. Kliima modelleerimine. Ainuke võimalus arvata, mida tulevik toob. Kliima modelleerimisel tuleb arvesse võtta kogu kliimasüsteem – atmosfäär, hüdrosfäär, krüosfäär, biosfäär. Sellest tuleneb arvutuste tohutu maht.

Praeguse Eesti ilmateenistuse prognoosi osa seisab kolmel elevandil.

1. Euroopa keskpika ilmaennustuse keskus (ECMWF). Sisuliselt tähendab see kasutaja jaoks superarvutit, mis paikneb Suurbritannias Readingi linnas ja arvutab ilma ette ühest ööpäevast kuni nelja kuuni. Eestis uuenevad selle globaalse ilmamudeli tooted kaheks nädalaks ette kaks korda ööpäevas, pikemad arvutused paar korda nädalas või hoopis kord kuus. Eesti ühines selle institutsiooniga 2005. aasta lõpul.
2. Euroopa ilmasatelliitide organisatsioon EUMETSAT. Satelliidiandmed uuenevad iga 15 minuti tagant. Rutiinselt saab kasutada Euroopa ja Põhja-Atlandi satelliidipilte. (Eesti on koopereerunud liige 2006. a.)
3. Põhjamaade radarivõrk (NORDRAD). Algul olid selles ühenduses Norra, Rootsi ja Soome, nüüd ka Taani, Eesti ja Läti. (Eesti liige aastast 2010.)



Tsüklon frontidega

Viimase 10 aasta jooksul oleme interneti kaudu sattunud infotulva, mis sageli lämmatab tõese teabe ja kipub talupojamõistust ähmastama. Ilma on nüüd võimalik nn valida kümnetest allikatest. See tekitab vahel kõheda tunde, eriti siis, kui loete-kuulete, et tulemas on tuhande aasta karmim talv (nagu „prognoositi" 2010. a oktoobris) või et nädala pärast saabub Eestisse kohutav äike tornaadoga (mais 2014).

Mida pakuvad sünoptikud

Alustame kõige tähtsamast: **ilmahoiatused**, mille andmine on üks ilmateenistuste põhiülesandeid. Rõhutagem siingi talupojatarkust: hoiatusi tuleb lugeda ja mõistusega kuulda võtta.

Euroopa ilmateenistustes on ära tehtud veel üks töö, millesse ka meie ilmateenistus on oma panuse andnud. 2008. aastast pakub veebileht meteoalarm.eu kõige olulisemat teavet, mis on vajalik kusagil Euroopas ja sealhulgas Eestis äärmuslikuks ilmaks ette valmistudes. See veebikülg hoiatab elanikke ohtlike ilmanähtuste, nagu tormituule

ja meretõusu, üleujutusohuga tugeva vihma, tugeva äikesetormi, kuumalaine, metsapõlengu, tiheda udu, lume või äärmusliku külma ja jäite, laviinide võimaliku ilmnemise eest.

Ühe silmapilguga saab kaardil haarata, kus Euroopas võib ohtlik olla. Kasutatavad värvid näitavad ohu suurust ja selle võimalikku mõju. Riigil klikkimine näitab kogu maad haaravaid, samuti kohalikke hoiatusi. Kasutatavad värvid: roheline – ilm on tavaline, ohtu pole; kollane – madalama astme hoiatus – ole tähelepanelik, sest oht võib ka suureneda. Eestis on siin kõige tavalisem tuulehoiatus, merealadel kuni 14 m/s, sisemaal kuni 15 m/s. Kõrgemate hoiatusvärvide (oranž ja punane) puhul lisatakse regionaalsele informatsioonile ka piktogrammid. See näitab, mis tüüpi ilm arvatakse põhjustavat elutähtsate kommunikatsioonide katkestusi ja potentsiaalset ohtu. Riigisisesel regioonil klikkides leiab täpsema teabe kõrgemate ohutasemete kohta. See sisaldab iga sündmuse toimumisaja ja lisakirjelduse, näiteks sündmuse intensiivsuse (nt tuule kiirus).

www.meteoalarm.eu annab ka võimaluse valida teavet tänase ja homse ohtliku ilma kohta. Kui soovite rahvuslike hoiatuste täpsemaid tekste, võite riikliku ilmateenistuse logol klikkides edasi minna. Seda tulebki teha, sest näiteks mõni Euroopa mõistes suurriik, nagu Hispaania või Prantsusmaa, ei anna peale värvi ja nähtuse ikooni mingit lisateavet. Alles kodulehelt saad täpsemalt teada, mis siis tulekul on.

Eesti on sellel üle-euroopalisel hoiatuste lehel jagatud maakondade ja merealade kaupa, kokku 20 piirkonda. See peaks olema küllalt detailne, et mitte segi ajada rannikuhoiatusi sisemaa omadega. Ka Eesti riigi ilmateenistuse kodulehelt saab hoiatuse alt täpsemalt lugeda, mis ja millal toimumas on.

Riigi ilmateenistuses koostatakse hoiatused vastavalt ohuolukorra tekkimisele ja edastatakse nii Eesti (www.ilmateenistus.ee) kui Euroopa (www.meteoalarm.eu) tarbijale (WMO kaudu ka globaalsele kaardile). Iga hoiatus jõuab otse Päästeametisse, teised vahetud tarbijad on need, kes selleks soovi avaldanud.

Meteoalarmi kriteeriumid Eesti kohta

Nähtus	Värv kaardil: roheline	Värv kaardil: kollane	Värv kaardil: oranž	Värv kaardil: punane
Tuule-puhangud sisemaal ja merel	hoiatuseta	puh. ≥15 m/s sisemaal (1/3 territoorimil) puh. ≥14 m/s rannikul	puh. ≥25 m/s	puh. ≥33 m/s
Tugev vihm	hoiatuseta	15–49 mm/12 h	50 mm ja enam/12 h	Ei ole kasutusel olnud
Lumi/jää	hoiatuseta	Teede libedus: lumesadu >5 cm/6 h (>7 mm/6 h 1/3 territooriumist) Vihmasaju järel õhutemperatuuri kiire langus alla 0 °C Jäävihm ≥3 mm/6 h (1/3 territooriumist)	Tugev lumesadu või tuisk: lumesadu 20 cm/12 h; (≥20 mm/12 h 1/3 territooriumist) lumesadu 12 cm/12 h ja tuul puhanguti puh. ≥15 m/s	Ei ole kasutusel olnud
Äike	hoiatuseta	Äge äike, tuul puh. ≥15 m/s (1/3 territooriumist)	Ohtlik äike, tuul puh. ≥25 m/s (1/3 territooriumist)	Ei ole kasutusel olnud
Madal temperatuur	hoiatuseta	Min õhutemp −30 °C ≥2 ja enama päeva jooksul (1/3 territooriumist)	Min õhutemp −30 °C ≥3 ja enama päeva jooksul (1/3 territooriumist)	Ei ole kasutusel olnud
Kõrge temperatuur	hoiatuseta	Max õhutemp 30 °C ≥2 ja enama päeva jooksul (1/3 territooriumist)	Max õhutemp 30 °C ≥3 ja enama päeva jooksul (1/3 territooriumist)	Ei ole kasutusel olnud
Metsade tuleoht	hoiatuseta	Tuleohuindeks on tõusnud tasemeni, mil lisameetmete kasutuselevõtt on vajalik (1/3 territooriumist V klass)	Tuleohuindeks on tõusnud ekstreemse tasemeni. Inimestel metsa minek keelatud (2/3 territooriumist V klass)	Ulatuslikud metsatulekahjud
Veetase	hoiatuseta	Veetase tõuseb kriitilise piirini (olenevalt kohast) või veidi üle	Veetase tõuseb oluliselt üle kriitilise piiri (olenevalt kohast) või veidi üle	Veetase tõuseb 2 m üle kriitilise piiri ja põhjustab ulatuslikke üleujutusi

Mida on vaja, et ilma prognoosida?

> Tulevast ilma vähemalt ühe päeva kohta ette arvata on sünoptika eesmärgiks.
>
> (W. Kurrik, „Meteoroloogia", 1924)

Igapäevaelus märkame seda ilma, mis on juba „kohale jõudnud". Enamasti domineerivad meil importilmad. Õige harva on ilm kujunenud siinsamas Eesti kohal, näiteks võib tuua suvisel ajal Läänemere maade kohal pikalt pidama jäänud kõrgrõhuala, mis võib tõepoolest pikemalt pakkuda nn kodus küpsenud ilma. Ägedamad kohapeal valminud ilmanäited on konvektiivsed nähtused – õhumassisisesed rünksaju- ja äikesepilved, halvemal juhul koos pilvest laskuva külma rajuhoobi, pagi või rahehooga.

Saabuva ilmateabe (õhurõhu või -temperatuuri vms muutused) või loodusmärkide alusel võib asjatundlikum inimene ise tulevase ilma üle otsuseid, st prognoosi teha. See on küllap põnev ajaviide, sest üha rohkem tegutseb ilmahuvilisi ilmablogides, arutedes kas ametlike ennustuste üle või tehes neid ise.

Põnev on jälgida ka kohaliku ilmamudeli HIRLAM arenduse saavutusi, seda tehakse Tartu ülikooli keskkonnafüüsika instituudis ja ka riigi ilmateenistuse arendusosakonnas (vt www.ilmateenistus.ee). Nemad on ilmamudelite sasikerast seda õiget Ariadne lõngaotsa kätte juhatamas, mis oma maalapi kohal valitseva lähi-ilma välja peilib, nagu seda tegevust poeetiliselt iseloomustab sünoptik Merike Merilain. Üldtulemus on praegu kord nii kord naa, kuid hindamatu ja Eesti sünoptiku jaoks oluline, sest on võimalus ehitada väike atmosfääri läbilõige mistahes kodumaa punktis, seda nii ette kui ka ajas tagasi. Äsjased 2014. aasta jaanuarikülmad arvutas lähipäeviks kõige täpsemalt just kohalik ilmamudel HIRLAM.

Mida siis sünoptikud mudelile lisavad? See osa jääb järjest vähemaks, kuid siiski veel kuulub igapäevane ilmaennustus omaloomingu valdkonda, mida võiks võrrelda koduse musta leiva küpsetamisega,

mis teaduse tekitatud virtuaalmaailmast maa peale toob. Siin tulevad mängu nii kõrgkoolist kui igapäevailmast korjatud ja kinnitust leidnud teadmised, aastatepikkune kogemus ja lõppude lõpuks nagu iga professionaali töös – intuitsioon.

Kuidas sünoptik teeb ilma?

Aastakümneid on meteokeskustes palju aega nõudnud ilmakaartide koostamine. Nüüd on see töö usaldatud arvutitele. Nood teevad kaardid valmis – kannavad kaardile ilmajaamadest saadud andmed, joonistavad välja õhurõhu samajooned ehk isobaarid (vt peatükk 8). Meenutame: selleks ühendatakse kaardil võrdse õhurõhuga punktid; nii tuleb joonisele terve hulk kõverikke jooni, osa avatud, osa suletud. Ilmakaart hakkab väliselt sarnanema maapinna topograafilise kaardiga. Ainult et ühel on kõrgused meetrites, teisel õhurõhk millibaarides (hektopaskalites).

Suletud isobaaride keskel paiknevad õhurõhkkondade asukohad. Järgneb põhjalik õhutemperatuuri, sademete ja tuuleandmete analüüs, mille käigus leitakse alad, kus saavad kokku erinevad õhumassid. Need piirid sooja ja külma õhumassi vahel ongi frondid, millest ilmateadetes nii sageli räägitakse. Termini võtsid kasutusele Norra Bergeni koolkonna meteoroloogid Esimese maailmasõja järel.

Kui kaart on sel moel töödeldud, hakkab sünoptik seda ajaliselt eelnevate kaartidega võrdlema. Tuleb otsustada, mis saab õhurõhkkondadest, kas need nõrgenevad või vastupidi, hoopis tugevnevad, kuhu liiguvad.

Õhumassid. Kui suurem kogus õhku seisab pikemat aega paigal teatud aluspinna- ja kiirgustingimustes, omandab ta kindlad meteoroloogilised omadused. Sellist protsessi nimetatakse õhumassi formeerumiseks. Õhumass on osa õhust, mis kogu ulatuses on võrdlemisi ühetaoliste omadustega. Selle suurus küündib mõnesajast mitme tuhande kilomeetrini.

Mere kohal tekkinud õhumassid on niiskemad kui mandri kohal moodustunud. Õhutemperatuuri poolest võivad õhumassid suuresti erineda. Soojaks õhumassiks peetakse õhumassi, mis saabub külmemale alale. Sooja õhu saabumine põhjustab selles maakohas temperatuuri tõusu, samal ajal soe õhumass ise hakkab jahtuma. Külmaks nimetatakse õhumassi juhul, kui see liigub oma tekkekohast suhteliselt kõrgema temperatuuriga alale, põhjustades seal temperatuuri languse.

Geograafilise päritolu järgi jaotatakse õhumassid nelja tüüpi: arktiline, polaarne ehk parasvöötme, troopiline ja ekvatoriaalne. Igat tüüpi õhumassid jagunevad omakorda kaheks: merelisteks ja mandrilisteks. Eestis tuleb tegemist teha kõikide õhumassidega, v.a ekvatoriaalne.

Euroopas, kus puhuvad enamasti läänekaarte tuuled, mängib kõige suuremat rolli mereline parasvöötme õhk. Niisuguste õhumasside kolle on Kanadas ja Põhja-Ameerika idarannikul. Talvel toob sellise õhumassi tulek meile pehme ja pilvise ilma. Suvel põhjustab saabunud mereline parasvöötme õhk meie aladel suhteliselt jahedat, hoovihmadega, sageli äikesega ilma.

Mandriline parasvöötme õhumass moodustub enamasti Euraasia mandril ulatusliku Siberi kõrgrõhuala piirkonnas. Talvel jahtub see õhk tugevasti, olles mõnikord isegi külmem kui arktiline õhk. Suvel toob see õhumass kaasa palava ilma.

Kontinentaalne troopiline õhumass tungib Euroopa mandrile tavaliselt Põhja-Aafrikast või Lähis-Idast üle Balkani, põhjustades kuiva palavat ilma. Mereline troopiline õhumass on seevastu pärit Atlandi ookeani subtroopilistel aladel tekkinud kõrgrõhuala piirest. Talvel toob see õhumass meile sulailma, suvel palavust, millega kaasnevad äike ja vihmavalingud.

Frondid. Õhumassidevahelist üleminekuala, kus toimub järsk meteoroloogiliste elementide muutus, nimetatakse frontaalpinnaks

või -tsooniks. Frontaalpinna lõikumisel maapinnaga tekib frontaaljoon ehk front.

Frondipind ei ole püsti, vaid maapinna suhtes kaldu. Pealetungiv õhk lükkab sooja õhu eest ära ülemistesse õhukihtidesse ja libiseb kiiluna selle alla. Sellepärast on frontaalpinnad alati kaldu külma õhu poole.

Frondi pikkust mõõdetakse tuhandetes kilomeetrites, see ulatub teinekord üle kogu Euroopa mandri. Geograafilise asukoha järgi on põhifronte kolm: arktiline, parasvöötme- ehk polaarfront ja troopiline front. Euroopa ilma kujunemise seisukohalt on kõige tähtsam polaarfront. Aastaajast olenevalt muudab front oma asukohta.

Tsüklon ehk **madalrõhkkond**. Polaarfrondil põkkuvad väga erinevate omadustega õhumassid: põhja pool külm ja suhteliselt kuiv õhk, kus puhuvad kirdetuuled, lõunas mahe, soojem ja niiskem parasvöötme õhk. Mõnda aega võivad mõlemad õhumassid kummalgi pool frondijoont suhteliselt rahulikult teineteise läheduses voolata, ilma et üks teist silmanähtavalt ahistaks. Äkki tekib sõbralikku kooseksisteerimisse ebakõla, häiritus. Külm õhk on aktiivsem ja vajutab frondijoonele põhja poolt survet avaldades selle „mõlki". Suurem osa sooja õhku tõuseb otsejoones üles atmosfääri kõrgematesse kihtidesse. Maapinna lähedal hakkab õhurõhk kiiresti langema ja peagi saab sünoptik kaardile joonistada esimese suletud isobaari, mille sees on õhurõhk madalam kui ümbritsevatel aladel. Lainest on sündinud noor tsüklon. See kujutab endast õhupöörist, kus õhk liigub vastupäeva. Nagu peabki põhjapoolkeral.

Noores madalrõhkkonnas ehk tsüklonis on soe ja külm front ning nende vahel tsükloni lõunaosas soe sektor, mis on osa polaarfrondist lõuna pool asuvast soojast õhumassist. Soe front on tsükloni idaosas. Sealne külm õhumass taganeb ja soe õhk liigub aeglaselt kiiluna maapinna lähedale püsima jäänud külmale õhumassile peale. Mööda frontaalpinda tõusev soe õhk jahtub, selles sisalduv veeaur

kondenseerub piiskadeks. Tekivad pilved ja sademed. Sooja frondi lähenemist kuulutavad õrnad kiudpilved, mis asenduvad kõrgkiht- või kõrgrünkpilvedega, edasi juba kihtsajupilvedega. Frondi üleminekuga kaasneb laussadu ja õhutemperatuuri tõus.

Külmal frondil on aktiivsem pool külmem õhk, soe õhk taganeb. Külm õhumass surub sooja õhu maapinna lähedalt kõrgemale, see võib olla päris tormiline. Enamasti tekivad rünksajupilved ja väga tugevad sajud, sageli kaasneb frondi üleminekuga äike. Õhutemperatuur langeb.

Kuna külm front liigub soojast frondist palju kiiremini, siis ühel hetkel saab külm front eesliikuja kätte. Frondid liituvad ehk okludeeruvad. Soojas sektoris olev õhk on jäänud pihtide vahele ja tõuseb kiiresti ülemistesse õhukihtidesse. Oklusioonifrondil, eriti selle olemasolu alguses, on sageli väga võimas pilvemassiiv, mille üleminek põhjustab palju sadusid ja küllalt tihti ka äikest.

Viimane suur ponnistus madalrõhkkonna eluteel ongi okludeerumine. Pärast seda on energia ammendatud ja lisa ei tule kusagilt.

Noor tsüklon on kõige väiksem ja kõige kergema jalaga. Frondid seovad teda vanemate tsüklonitega ja ta peab etteantud teed minema. Seerias on harilikult 4–6 madalrõhkkonda. Vahepeal tuleb kõrgrõhuala, mis teeb peatselt ruumi uuele tsükloniperele.

Madalrõhkkonnad tekivad niisiis polaarfrondil, kuid see ei tähenda, et kõik tsüklonid peaksid liikuma ainult läänest itta.

Lõuna- või edelatsüklonitega tuleb meile soe ja niiske õhk Vahemerelt, mis talvel põhjustab lumetuisku, hiljem sula, suvel aga palavat äikese ja hoovihmadega ilma. Loodetsüklonid haaravad kaasa õhu Islandilt ja Gröönimaa rannikult. Sageli saabub nende vahendusel Euroopasse jäine arktiline õhk Teravmägede kandist.

Antitsüklon ehk **kõrgrõhkkond**. Kõrgrõhkkond on vertikaalse teljega õhupööris nagu madalrõhkkondki, kuid õhk liigub selles põhjapoolkeral päripäeva. Kõrgrõhkkond tekib ühes suures õhumassis

ning seetõttu on selle temperatuur suhteliselt ühtlane. Laskuvate õhuvoolude tõttu valitseb vähese pilvisusega või päris selge ning sademeteta ilm.

Kõrgrõhkkond kipub enamasti olema, sünoptik Helve Kotli ilmeka võrdluse kohaselt, sõltumatu nagu Kiplingi kass, kes kõnnib omapead. Juhtvoolule see ei allu ja aastakümneid on kõrgrõhkkonnad oma ettearvamatu käitumisega sünoptikutele meelehärmi valmistanud.

Mõõtmetelt on kõrgrõhkkonnad aukartustäratavad. Assoori saartel tekkinud kõrgrõhkkond tungib sageli Kesk-Euroopasse ja ulatub Siberisse välja.

Vastanditena on madal- ja kõrgrõhkkonnad siiski lahutamatult seotud. Üks ei eksisteeri teiseta.

Kui tahate teada, kuhupoole jääb teie suhtes madal- ja kõrgrõhkkond, siis kasutage nn Buys-Ballot' reeglit: kui seista seljaga vastu tuult, siis asub madalrõhuala vasakul ja pisut eespool, kõrgrõhuala aga paremal ja veidike tagapool.

19. **Ilma ennustamine kohalike meetoditega**

> Tšehhi vanarahvatarkus ütleb, et kui meedardusepäeval (8. juuni) sajab, siis sajab nelikümmend päeva järjest.
>
> (K. Čapek)

Kuidas meie maal rahvapäraselt pikaajalisi prognoose teha, sellest on ilmunud mitu raamatukest. Huvi võiksid pakkuda ka mõne teise maa prognoosimeetodid.

Väga eriskummaliselt ja atraktiivselt käib näiteks suveilma ennustamine Šveitsi suurimas linnas Zürichis. Aprilli kolmandal nädalavahetusel, täpsemalt pühapäeval ja esmaspäeval, kogunevad kümned tuhanded inimesed, nii kohalikud kui spetsiaalselt selleks ajaks linna tulnud turistid, vaatama keskaegset spektaaklit nimega Sechseläuten.

Pühapäeva pärastlõunal marsivad tuhanded kirevalt riietatud lapsed rongkäigus läbi linna. Tõeline pidu algab aga esmaspäeval kell kuus õhtul, millest tuleneb ka festivali nimi: „kell kuus löövad kellad". Neli tundi kestab linna 26 tsunfti liikmete protsessioon peavaksalist kuni Zürichi järve ääres asuva Sechseläuteni platsini.

Tollel väljakul otse kuulsa teatrimaja ees kõrgub tohutu puuriit, mille otsas valendab mitmemeetrine talve sümboliseeriv lumemees



Suveilma ennustamine Zürichis

naljaka nimega Böögg. Nime tähenduse seletused lähevad lahku. Kõige äärmuslikum: noh see, mis külma ilmaga ninast tuleb. Lumemehe pea on täis topitud kõiksugu lõhkeaineid, mis tuleriida põlemisel plahvatavad. Mida varem kärakas käib, seda ilusam tulevat suvi.

Tulikuumal 2003. aastal käis pauk juba 5,7 minutiga, keskmine aeg olevat 14 minutit. Jahedate 1970. ja 1988. aastate suvede prognoos läks ka täppi, kärakad kajasid 40 minuti pärast. Kõige ilusam suvi ähvardas tulla 1971. aastal (5 minutit!), tegelikult vedas kohalik ilmataat šveitslasi ninapidi – suvi juhtus olema lihtsalt jube!

Ameerika kuulsaim ilmatark – Punxsutawney Phil

Igal aastal teise veebruari hommikul saab kogu Ühendriikide rahvas teada, kuidas talveilmad edasi kulgevad. Pennsylvania osariigi keerulise nimega Punxsutawney linnakesse koguneb kümneid tuhandeid

ilmahuvilisi, et kuulda lähinädalate prognoosi. Päikesetõusu hetkel lauldakse USA hümni ja lastakse rakette. Siis ilmub efektselt rahvahulga ette riigi tuntuim ilmaennustaja Punxsutawney Phil. Minutiga saab kõigile selgeks, kui kaugel on veel tõeline kevad. Iseenesest on Phili prognoosimeetod äärmiselt lihtne: kui sünoptik näeb oma varju, st päike paistab, püsib külm talveilm vähemalt kuus nädalat, kui päike peitub pilvede taha, tuleb varajane kevad.

Phili nimi on õieti *Marmata monax*. Meie omadest erineb too ilmatark selle poolest, et on vaid 40 cm pikkune karvane elukas eestikeelse nimega metsümiseja (ing *groundhog*), oravate kauge sugulane. Legendi kohaselt pistab ta küünlapäeval oma nina urust välja ning uurib, kas õhus on kevadet. Päikesepaiste annab tunnistust, et talv jääb kestma ning võib edasi põõnutada.

Küünlapäeval keeravad Euroopas teist külge mägrad, karud ja siilid, küllap seda tegid ka Ameerika pärismaalastest elukaid. Eks mõni vaatab sel ajal ka ringi – mida teeb ilm.

Kui Eestis saab küünlapäeval päikest näha, tuleb paremat sorti suvi, heade herneste ning pika linaga. Saksa ja prantsuse talupojad eelistasid aga kohata pigem karjamaal hunti kui näha küünlapäeval taevas päikest. See olevat ennustanud talve karmistumist ja ei tea, mida kõike veel!

Ennustusel ei puudu kerge meteoroloogiline tagapõhi: selge ilm näitab külma antitsükloni valitsemist. Pilves ilm (varju puudumine) viitab aga soojema õhumassi kohalolekule või tulekule.

Teatmike järgi elab Punxsutawney linnas umbes 6800 elanikku ning ilmatark Phil oma



Prohvetite prohvet Punxsutawney Phil (süles)

naise ja paari lapsega. Tänu Philile tuntakse linnakest mujalgi kui USAs. Veelgi kuulsamaks tegi koha film „Groundhog Day". Punxsutawney tähendavat delavaari indiaanlaste keeles liivakärbeste küla, metsümiseja aga oli kohaliku suguharu tootem. Praegu on tollest kärbeste külast saanud maailma ilmapealinn, Punxsutawney Phil on aga prohvetite prohvet, ennustajate ennustaja, ekstraordinaarne ilmaprognosistikaator jne.

1887. aastast saadik on Phil varju näinud umbes üheksal juhul kümnest. Andmed puuduvad kaheksa aasta kohta (sõjad?). Kas talv ka tegelikult ennustuse kohaselt pikenes või lühenes, selle kohta ei õnnestunud andmeid leida.

Küünlapäeva või metsümiseja päeva pidustused kestavad linnas kolm päeva. Toimuvad ballid, vastuvõtud, etendused, näitused, tulevärgid, pidulikud jumalateenistused, kontserdid.

Peo haripunkt on 2. veebruari varahommik. Rahvamassid kogunevad Gobbler's Knobi parki juba kella kolmest öösel. Päikesetõusu ajal kell 7.25 annab Phil ametliku prognoosi kogu Ameerika rahvale.

Kes pole rahul ametliku ilmaennustusega, võib elu seada teiste, vähem tuntud ümisevate ilmaprohvetite ennustuste järgi, kas või põhjanaabrite omade järgi.

Tõeliselt mängis oma poolehoidjaile mäkra 2003. aastal Kanada kuulsaim metsümisejast ilmatark Wiarton Willie. Ta heitis hinge 1. veebruaril, just Groundhog Day eelõhtul! Nii ei jää kanadalastel muud üle, kui uskuda ilmateenistuse prognoose.

20. **Kliima. Klimaatilised aastaajad**

> Ilmaga on nimelt iseäralik lugu; ilmaga on ilmast ilma midagi korrast ära. Ilm kaldub ühtelugu küll ühte, küll teise äärmusse. Temperatuur ei vasta iialgi saja aasta keskmisele: ikka on ta kas viis pügalat madalam või siis viis pügalat kõrgem. Sademete hulk on jälle kas kümme millimeetrit alla keskmist või kakskümmend millimeetrit üle keskmise; kui ei ole liiga kuiv, siis on kindlasti liiga märg.
>
> (K. Čapek)

Ilma Harju keskmine

Et Harju keskmine on kõvasti kõrgem Hiiu, Põlva või Võru keskmisest – palga poolest – , seda teatakse kõikjal. Provintslane saab end lohutada teadmisega: olgu ärikliima pealinna kandis pealegi soodsam, ilmastiku poolest on mujal Eestis paiku palju paremaid.

Ilma saab võrrelda mitmel viisil, mõõtes kasvõi sademete kogust ja õhu temperatuuri. Laialt kasutatakse ka pikaajalise keskmise ehk nn kliimanormi mõistet. Kuidas aga rehkendatakse seda „normi"?

Instrumentaalsete ilmamõõtmiste algul, poolteise sajandi eest, valitses vaatlusaegades täielik korralagedus: mõnes meteoroloogiajaamas

tehti vaatlusi vaid üks kord, teistes kolm-neli korda ööpäeva jooksul, mõnes koguni ülepäeviti. Üks vaatleja kirjutas päevikusse, et mõõtmised tehti hommikul, keskpäeval ja õhtul, teine märkis, et vaatlused viidi läbi suvel kõige soojematel ja talvel kõige külmematel tundidel!

Säärastel eri aegadel ja meetodil hangitud andmeid on loomulikult raske omavahel võrrelda.

Aastal 1872 lepiti kokku, et ilmaelemente tuleks mõõta kõikjal vähemalt kolm korda ööpäevas ja võimalikult ühel kellaajal (kohaliku aja järgi). Sellest ajast alates kehtestati Venemaal vaatlusaegadeks 7, 13 ja 21 keskmise kohaliku päikeseaja järgi. Selline kord jäi kehtima ka Eesti vabariigis, vaid 1940. aastast lisati öine vaatlus kella 1 ajal (vaatlusajad 1, 7, 13 ning 19).

Veelgi täpsemaid ööpäeva keskmisi saab arvutada mõõtmistest, mida tehakse alates 1966. aastast kaheksa korda ööpäevas ning täpselt ühel momendil üle kogu maakera.

Sellised, nn sünoptilised (üheaegsed) vaatlused teevad elu kergemaks just ilmaennustajatel (täpsemalt – ilma rehkendavail arvuteil).

Harju(maa) keskmine ööpäeva õhutemperatuur saadakse Tallinn-Harku ilmajaama kaheksa vaatluse andmete aritmeetilise keskmisena. Sarnaselt toimitakse ka teiste ilmaelementide (õhuniiskus ja -rõhk, tuule suund ja kiirus, pilvisus jne) puhul.

Vaid sademetega on asi teisiti: vihmavett (või mõõdunõusse sadanud lume sulatamisel saadud vett) mõõdetakse kaks korda päevas ning tulemused liidetakse.

Kui lüüakse kokku kogu kuu üksikute päevade keskmised temperatuurid ning jagatakse summa päevade arvuga, leitakse selle kuu keskmine näit. Kuude keskmiste alusel rehkendatakse omakorda antud aasta keskmine õhusoojus.

Kogu selle suure töö tulemusena saamegi teada, milline oli antud päeva (kuu või aasta) ilm.

Teaduslikus määratluses on kliima ilmade pikaajaline režiim, mille määrab paikkonna geograafiline asend. Aga kui pikk on „pikaajaline"?

Klimatoloogide hinnanguil algab kliima, nagu eespool öeldud, vähemalt kolmekümne aasta pikkuse vaatlusreaga.

Isegi väikeses Eestis võib eri paikkondade kliima olla väga mitmesugune, sõltudes nii mere lähedusest kui maastiku reljeefist. Saare- ja Võrumaal on kliima erinevused suuremad kui Võru ja Moskva vahel!

Millal küll algab suvi (sügis... jne)?

> See armastab suve, kel kasukat pole
>
> (Setu vanasõna)

Sellistele küsimustele tuleks vastu küsida – milline just. Sest aastaaegasid on õige mitmeid.

Mis on üldse **suvi**?

- Eesti suvi on kolm kuud kehva suusailma – meie kaaskodanike armastatuim stamplause.
- Põhjamaa suvi (mõeldud on nii Peterburi kui üldse siinse maanurga aastaaega) on lõunamaa talvede karikatuur – Aleksandr Puškini märksa luulelisem stamplause. (Ilmselt mõjutas poeedi suhtumist tema soontes voolav annus etiooplase verd.)
- Astronoomiline suvi – algab põhjapoolkeral 22. juuni paiku. Veider lugu: nii kui „ametlik" suvi algab, hakkavad päevad lühenema. Jaanipäev, paljude jaoks suve tähtsaim päev, jääb seega päris aastaaja algusesse, keskpaik aga kuhugi augustisse.
- Meteoroloogiline (ka kalendriline) suvi põhjapoolkeral – juuni, juuli, august. (Kolme kuu kaupa on hea keskmisi näitajaid rehkendada!)
- Klimaatiline suvi – aeg, kui öökülmad lakkavad ning saabub soojalembestele kultuurtaimedele soodne kasvuperiood. See aeg langeb kokku ööpäeva keskmise temperatuuri tõusuga püsivalt üle 13 kraadi.

Just too **klimaatiline suvi** on aeg, mida kõik ootavad. Tema tulek ning kestus sõltuvad aga nii maakohast ning ilmataadi tujust.

Keskmiselt algab suvi taolise kriteeriumi järgi Võrus 26. mail, Tartus ja Pärnus kolm päeva hiljem, Tallinnas 6. juunil ning Vilsandil veelgi nädal hiljem. 2013. aastal saabus klimaatiline suvi Tartumaale 7. mail, seega üpris varakult.

Klimatoloog Jaak Jaagus on leidnud, et erakordselt vara, juba 25. aprillil tuli suvi Kagu-Eestisse 1993. aastal. Jube hilja, alles 9. juulil, saabus aga suvesoojus saarte lääneranniku 1982. aastal.

Hea, et üldse tuli, oli teadlikum rahvas rahul. Näiteks 1825. aastal oli juuli sedavõrd külm ja tuuline, et tuli pidevalt ahju kütta, augustis aga sadas põhja pool isegi lund.

Poolteist sajandit tagasi oli ülepea karm aeg: mitmel suvel sulas maapind alles suve keskel! Tõeline kliimasurutise (kliisu) aeg tabas Eestimaad aga 17. sajandi lõpul. Vili ei kasvanud, inimesed olid sunnitud sööma puukoort, õlgi, sõnnikut!

Öeldu on toodud lohutuseks, juhuks, kui edasised suved peaks keerama kehvapoolseks. Aga vaevalt küll.

Ideaalsuvest

Milline näib ideaalne, kõiki rahuldav suvi? Sellist polegi. Keskmine puhkaja igatseb päikeselist, kuiva ilma, et saaks rannas peesitada, põllu- ja metsamehed vajavad parajalt niisket ilma, sadudega enne jaani ning kuivemat lõikuskuud. Pritsimehed kardavad aga põuast kesksuve nagu tuld.

Aednike tahtmisi väljendab kõige paremini tšehhi kirjanik Karel Čapek: „Kui sellest oleks mingit tulu, siis langeks aednik iga päev põlvili ning paluks umbes nii: „Issand jumal, tee nii kuidagi, et iga päev sajaks, näiteks kesköösť kuni kella kolmeni hommikul, aga pisitasa... Et päike paistaks kogu päev, aga mitte igale poole ja ka mitte liiga kuumalt, et kord nädalas sajaks lahjendatud virtsavett



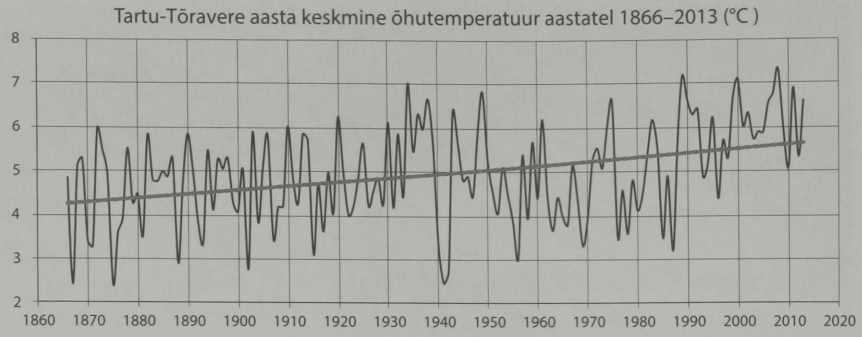
Keskmise puhkaja ideaalne suvi

ning tuvisitta. Aamen." Sest teadke, et sedasi oli ka paradiisiaias." Arvan, et kui too viimane väetisesoov ära jätta, kõlbaks see suvehaku palve kõigile, nii töötajaile kui puhkajaile.

Viimaste aastate ideaalsuveks võiks pidada 1999. aasta oma, kui rahule jäi kogu rahvas. (Muidugi mängis oma osa ka meenutus eelmisest, ühest vihmasemast, jahedamast ning tornaadorohkemast suvest läbi aegade.)

Milline on aga tavaline, õigemini – keskmine suvi? Termin „Harju keskmine" ei ole kogu Eesti kohta kuigi paslik näitaja, palju paremini kõlbab selleks „Tartu keskmine". Selle kohaselt peaks juuni keskmine õhutemperatuur olema 15,3 kraadi, mitte nagu 1999. aastal (19,2°) või 1993. a, kui oli vaid 12,5°. Keskpäeval tõuseks soojus 20,3 kraadini, öösel langeks veidi alla 10 kraadi. Vihma tuleks kümnel päeval 69 mm, päikest näeksime aga 259 tundi.

Juulikuu näitajad oleksid muidugi paremad, august aga sarnaneks juuniga. Suve lõpp on tavaliselt üks sajune aeg. Nii saabki ametlik



Pikaajaline temperatuuride võrdlus

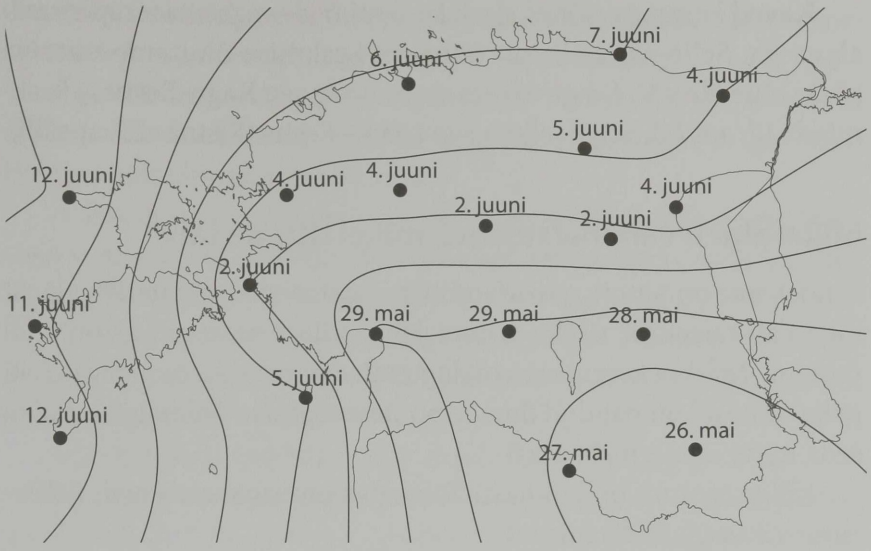
kalendri- ehk meteoroloogiline suvi läbi. Klimaatiline võib aga kesta suisa oktoobrini välja, nagu see juhtus 2005. aastal. Märkus: selliseid kliimaandmeid võib igaüks oma kodukandi jaoks internetist leida (www.ilmateenistus.ee).

Veel klimaatilisi aastaaegasid – kokku on neid 8. Vt „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval":

Sügise alguseks on peetud ööpäeva keskmise õhutemperatuuri püsivat langemist alla +13°C. Sagenevad pilves ja sademetega ilmad. Kõige varem on sügis alanud Väike-Maarjas – 27. juulil 1987, kõige hiljem Ristnas – 13. oktoobril 2005.

Hilissügis algab siis, kui taimede kasvuperiood lakkab ja ööpäeva keskmine temperatuur langeb püsivalt alla +5°. Sel juhul sageneb märgatavalt öökülmadega, lauspilviste ja vihmaste päevade arv.

Eeltalv algab koos esimese ajutise lumikatte moodustumisega ja esimeste külmade ilmadega. Ööpäeva keskmine õhutemperatuur langeb eeltalve saabudes tavaliselt alla nulli. Algab ebamäärane periood, kui vahelduvad sula- ja külmailmad. Lumikate võib tekkida ja sulada mitu korda. Keskmiselt saabub see aeg Tartus 13. novembril, Vilsandil aga 3. detsembril.



Suve keskmine saabumiskuupäev

Talve kitsamas mõttes ehk päristalve algus on määratletud püsiva lumikattega perioodi algusega. Sellega kaasneb külmailmade sagenemine. Kui lumikatte moodustumisele eelneb lumeta külmailmade periood, siis peetakse talve alguseks selle perioodi algust. Kui esimene lumi jääb püsima kogu talveks, siis jääb eeltalvine aastaaeg hoopis vahele. Talv kestab keskmiselt 80 päeva Pandivere kõrgustikul, Saaremaa lääneosas aga alla 45 päeva.

Kevadtalveks nimetatakse lume sulamise perioodi. Selle alguseks on päev, millest edasi hakkavad domineerima sulailmad ja lumikatte paksus hakkab vähenema. Sulailmad domineerivad siis, kui neile järgnevate külmailmade arv ei ületa eelnevate sulailmade arvu.

Varakevad algab pärast lumikatte lõplikku kadumist. Selle jooksul maapind sulab ja soojeneb. Ilmastikus tõuseb külmavabade päevade osatähtsus. Mõnel aastal, kui lumi on maas peaaegu aprilli lõpuni, sulab see palju soojema ilma tingimustes, taimekasv algab kohe pärast lumikatte kadumist ning varakevadine aastaaeg jääb vahele.

Kevad kitsamas mõttes algab koos taimede vegetatsiooniperioodi algusega. Selle näitajaks on ööpäeva keskmise õhutemperatuuri püsiv tõus üle +5°. Kõige varem saabub see aeg Kagu-Eestis – keskmiselt 17. aprillil, kõige hiljem aga Lääne-Eestis (Ristnas 27. aprillil).

Millal algab vananaistesuvi, millal tittede talv?

Kindel sott on ainult astronoomiliste aastaaegadega: nende algust saab alati kalendrist järele vaadata, klimaatiliste sesoonidega on veidi raskem. Märksa keerulisem on lugu rahvapäraste sesoonidega. Eriti palju nimesid on pandud ilmade poolest segasele ajale sügise paiku, seda mitte ainult meie maal.

Kõige tuntum on kindlasti Euroopas nn vananaistesuvi, Põhja-Ameerikas aga indiaanisuvi.

Mis on siis taoliste kummaliste nimede taga?

Vananaistesuvi tulenevat Saksamaalt (*altweibersommer*). Vanas keelepruugis tähendanud sõna *weiben* kudumist: hilissügisel õhus lendavad kastes pärlendavad härmalõngad (ämblike kudumid) meenutavad omakorda vanemate daamide pikki halle juukseid. Muide, härmaniitidesse sattumine toovat naisterahvastele õnne – armumist, pulmaloori. Saksa mõju kandub ilmselt ka mujale Euroopas: sellist suve kutsutakse Venemaal *babje leto*, Poolas *babie lato*, rääkimata Eestist. Rootsis on sügise keskel tagasi tulnud suve nimeks *brittsommer* (Birgitta suvi), Soomes *ruska aika* (pruunide lehtede aeg), nii et sugugi mitte „jätkusuvi", Šveitsis aga nukratoonilisem *witwensömmerli* ehk leskede suvi. Kesk-Venemaal oli varematel aegadel komme tähistada suve tagasitulekut isegi kindlal kuupäeval – 14. septembril.

Geofüüsik Heino Toominga arvates nimetati seda aega Eestis nii seetõttu, et siis pidid vanemad naised ära tegema ripakile jäänud põllutööd.

Isevärki on Ameerikas levinud indiaanisuve (*indian summer*) tekkelugu. Nime poolest võiks seda suve pidada vabalt Indiale

omaseks aastaajaks, sest Ameerika indiaanlasi kutsuti varem „korrektselt" ikka „punasteks indialasteks" – *red indians*.

Aga säärane terminite muutumine on juba tollele maale omane (indiaanlased eelistavad olla pigem „põlisameerikased"). Igal juhul Indiaga pole siin mingit pistmist.

Indiaanisuveks kutsusid Euroopast tulnud uusasunikud aega hilissügisel, mil punanahad vilja koristasid (esimene teooria): saagikoristus olnud põhiliselt indiaaninaiste töö, mehed käisid sel ajal jahil.

Teise teooria järgi põletati preerias sügiseti vana kulu ehk rohtu. Septembris ja oktoobris on USA keskosas tõesti ilmad sombused, otsekui suitsused.

Millal saabub Eestisse eespool nimetatud suvi?

SL Õhtulehe küsitlusel arvas 45% vastajaist, et vananaistesuvi saabub septembris, 31% – oktoobris, 2% – novembris, 21% – isegi detsembris.

Hea näide sellest, et mõned peavad vananaistesuveks aega augustist kasvõi detsembrini, peaasi et on soe ja lund maha ei tule. Tegelikult peaks soojade ilmade püsimist ka septembris pidama ikkagi endiselt klimaatiliseks suveks. Kui aga öökülmadega jaheda perioodi järel saabuvad uuesti selged soojad kuivad päevad (kuigi suhteliselt jahedate öödega), võiks seda aega nimetada vananaistesuveks, kui soovite.

21. **Kliima muutumine**

> Sadas, sadas ja sadas, ja Notsu arutas endamisi, et kogu oma eluaja jooksul – aastaid oli tal juba taevas teab kui palju: kas kolm või koguni neli – polnud ta iialgi nii palju vihma näinud.
>
> (A. A. Milne, „Karupoeg Puhh")

Meie rahvas on siinse niiske ning jaheda ilmastikuga Läänemere idakaldal sajandite jooksul kohanenud. Teiseks võime rahuldustundega nentida, et meil on kangesti vedanud maakohaga, kus elame. Mõtlen, looduslikult, mitte geopoliitilist aspekti silmas pidades. Võime küll viriseda, et terve aasta on üks vilets suusailm või mis too tüütu stamplause oligi... Suured looduskatastroofid on aga meist mööda matsatanud, suurriikide pihta. Vaid harvad kuuma- või külmalained ja üleujutused võivad meie elurütmi ajutiselt segi lüüa. Kui aga säärane olukord püsima jääb, st muutub kliima, hakkab see juba tõsist muret tekitama.

Kas kliima on alles nüüd hakanud muutuma?

Kliima on muutunud, muutub ja jääbki muutuma. Muutlikkus ongi teda kõige iseloomustavam omadus.



Kindel tõestus, et kliima soojeneb

Professor Sulev Vahtre on kogunud näiteid möödunud aegade ilmastikust. Näiteks nelisada aastat tagasi oli Läänemeri täies ulatuses külmunud. Talv 1747/48 oli suladeta, järgnes väga kuum ja kuiv suvi. 1825. a juulis tuli ahjusid kütta, sedavõrd jahe oli toonane suvi. Kolmkümmend üheksa aastat hiljem oleks aga talv nagu vahele jäänud! (Vt ka „Eesti kliima minevikus...")

Klassikaline kliimamuutus leidis aset mitusada aastat tagasi, nn väikese jääaja eel ja kestel. Viimane vältas peaaegu 19. sajandi keskpaigani, ajani, mida nüüd kutsutakse industriaalajastu alguseks. Sellest ajast loetakse ka praeguste ilmateenistuste tegevuse ning korralikumate vaatluste algust.

Tegelikult pärinevad temperatuuriandmed Eesti alal veelgi varasemast ajast – Tallinnas 18. sajandi keskelt. Kasutades naabermaade andmeid, on Andres Tarand koostanud Tallinna jaoks kuukeskmiste temperatuuride pikad aegread, mis algavad 1756. aastaga. Pikaajaliste kliimatrendide uurimiseks sellised andmed hästi ei sobi, sest üldjuhul on rida ebaühtlane, mittehomogeenne. See tähendab, et erinevatel aegadel mõõdetud temperatuurid pole omavahel täpselt võrreldavad. Vaatlusi on tehtud erinevate mõõteriistadega, eri kohtades ning erinevate metoodikate järgi. Üks näide. Kui nüüd mõõdetakse õhutemperatuuri vaid spetsiaalsetes meteoroloogilistes onnides, siis

1894. aastal saadi Tartu soojanäidud maja aknast välja torgatud ligi 4 meetri pikkuse lati otsa riputatud kraadiklaasi abil, mida tuli lugeda pikksilmaga. Ja Tartu andmeid loeti ühtedeks parimatest, mis tol ajal saada oli!

Kes on kliima muutumises süüdi?

Uhkus ajab ilma hukka.

(Tõstamaa vanasõna)

Mõningane skepsis ilmateadete suhtes on omane pea kõikidele ja kõikjal. Viimasel ajal on siiski üht-teist muutunud, sest enam ei räägita niivõrd ilmast – ilmselt on märgatud, et lühiajalised prognoosid on muutunud täpsemaks –, kui just sellest, mis on kliimaga juhtunud. Ja kes selles kõiges süüdi on.

Nüüdseks oleme Nobeli rahupreemia laureaatidelt teada saanud, et üle 90-protsendilise tõenäosusega oleme ise selles süüdi, et ilmastik on ära rikutud.

Kas inimene on tõesti muutunud nii võimsaks, et on suuteline kliimat muutma, loodust ümber kujundama? Mis ajast? Sellest võib veel aru saada, et tuumapommidega või mõnel muul viisil saab nii maad kui ilma pahupidi keerata – egas muidu ÜRO Peaassamblee 1974. aastal poleks soovitanud keelustada ilma sõjalistel eesmärkidel muutmise projektid. Ent mooduseid taolisi sigadusi teha on ohtrasti.

Kuidas siis teistele külma teha? Inimkonna ajaloos oli üks karm periood, mida nimetatakse väikeseks jääajaks. Vahepeal oli veidi soojemaid aegu, kus Euroopa elanikkond kosus, siis muutus kliima jälle jahedamaks. Loomulikult huvitasid tollaseid inimesi taoliste külmaperioodide tekke põhjused. Tagajärgedega oli asi selge: pidevalt madal temperatuur põhjustas külvide ikaldusi, kariloomade lõppemisi, laste kõrget surevust, nälga, ühesõnaga – sotsiaalseid katastroofe.

Tollased kompetentsed organid jõudsid põhjaliku uurimistöö tulemusena ka hädade põhjusteni – need olid antropogeensed ehk inimtekkelised. Ilmnes, et pea kõikides riikides tegutses harukordselt palju nõidasid. Teine põhjus – kogukondade patune eluviis. Andmete analüüs näitas, et nädalaid kestvad vihmad, sagedased äikesed, hävitavad rahehood ning põuad ei saa kuidagi olla looduslikud.

Olukord olevat veidi paranenud, kui aastatel 1580–1595 põletati Lõuna-Prantsusmaal 800 nõida (üldse olevat nõidumise pärast Euroopas elu jätnud mitu tuhat ilma ümberkujundajat). Uurimisalused tunnistasid muu hulgas, et neil oli kuratlik plaan hävitada viinamarjavälju, viljapõlde ning viia elanikud nälja abil kannibalismini!

Üks tuntumaid antropogeensete kliimamuutuste vastu võitlejaid oli Šoti kuningas James VI, kes tugeva rahe ajal füüsiliselt kannatada sai.

Tehnikaprogress kliima kujundajana

> Riik peab kontrollima kõike ja kõiki, igat protsessi, mis maa peal toimub – olgu see ilm või massimeedia.
>
> (V. Žirinovski, Vene poliitik)

19. sajandil teisenes kliima ja selle muutumise arvatavad põhjused. 1869. aastal arutati ajakirjas Scientific American, kas hulk uusi raudteid on toonud kaasa suviste vihmade tugevnemise preerias. Üks preester leidis jällegi, et Antillide saarestiku koloniseerimisest saadik on orkaanid sealkandis sagenenud.

Järgmisel sajandil tuli teadlastel elanikele selgitada, et raadioaparaatide levik ei põhjusta vihmahoogude intensiivistumist.

5. juunil 1953 toimus USAs Nevada katsepolügooni kohal atmosfääris aatomipommi plahvatus. Kolm päeva hiljem pühkisid tornaadod mitmes osariigis külasid minema. Loomulikult seostati nähtust tuumakatsetusega. Meteoroloogidel oli tükk tegemist, et

kahtlusi hajutada. Selgituseks – ühel korralikul äikesesüsteemil on aatomipommist palju kordi enam energiat.

Märksa tõenäolisemad kliima kujundajad on nüüdsel ajal stratosfääris lendavad lennukid, mille heitgaasid mõjutavad atmosfääri koostist ja omadusi. Kui suur on tegelikult lennukite süü, selgus hiljuti toimunud unikaalse eksperimendi käigus. Kohe pärast terroriakte septembris 2001 keelati mitmeks päevaks kommertslennud USA ja Kanada kohal. Ja mis selgus – Põhja-Ameerika atmosfäär muutus haruldaselt klaariks. Kui New York välja arvata, siis olevat väga kerge olnud hingata, sest saasteainete hulk õhus langes tohutult!

Veel üks ilmselge agressiooni näide: 1995. aastal süüdistas Vladimir Žirinovski lääneriike (ka meid?), et nood saatsid Venemaa kohale põuase ilma.

Lisame Eesti geofüüsiku Olavi Kärneri keskaja ja uusima aja võrdluse: „Kas tänaseks on suhtumine muutunud? /.../ Inimkonnale meeldib uskuda oma (kõik)võimsusesse ja alati leidub ärimehi, kes sellest kasu lõikavad. /.../ Milleks põletada kodanikke, kui see toob kaasa vaid lisakulu, näiteks puude hankimiseks? Parem saata neile kaela trahvid." („Universum valguses ja vihmas".)

Kliimaprojektidest Eestis

Eesti on osa võtnud mitmest rahvusvahelisest kliimauurimise programmist. Kaks ulatuslikku programmi toimusid 1990. aastate teisel poolel, esimene Jaan-Mati Punningu, järgmine Andres Tarandi ning Tiit Kallaste juhtimisel. Tartu klimatoloogid-fenoloogid kaasati kolmandasse suurde kliimaprogrammi. Läänemere maade ilmastiku muutusi on käsitlenud ka teised projektid (BALTEX, HELCOM jt).

Matemaatiliste mudelite abil arvutati mitmeteistkümne mudeli abil, mis ootaks siinseid maid, kui edaspidi kliima ühes või teises suunas muutuks. Variante oli mitu: väikesed, tõepärased ja suured muutused. Meedia kajastab tavaliselt kõige hullemaid stsenaariume –

need on ju kõige mõjusamad, hirmutavamad. Arvutuste tulemused näitavad poliitikuile ja riigijuhtidele kätte ohud, mis võiksid maad tabada. Näiteks eespool nimetatud esimene projekt osutab, et kui merepind tõuseb ühe meetri võrra (hull stsenaarium), jääks Tallinnas vee alla 23,4, Pärnus 45 ja Haapsalus 12 kilomeetrit tänavaid!

Järgmine suurprojekt ennustas, et kliima soojenedes võiks Eesti ilmastiku poolest (õnneks!) sarnaneda Valgevenele. Põllumajanduses tooks see kaasa uute sortide kasutamise, rohkem mõjutaks uus kliima metsandust – suureneb üraskite ja muude kahjurite, ka haiguste levik. Midagi on juba päral: hiljuti sain maaülikooli metsapatoloogidelt e-kirja: „Meile on jõudnud mitu uut, lõunapoolsetel aladel ammu tuntud ja seal palju kurja teinud seenhaigust mändidel. Nende seas punavöötaud on üks ohtlikumaid. Tema oht (eriti okastele, võibolla ka inimestele (?), on tugeva toksiini – dothistromiini tootmine."

Kolmas, fenoloogide projekt näitas, et just Ida-Euroopa (ka Läänemere maad) on üks kiiremini muutuva kliimaga ala. Talved on läinud lühemaks ja pehmemaks, suved varasemaks, kevad ning sügis vesisemaks ja pikemaks.

Viimastel aastatel võtavad Eesti uurimisasutused osa suurest projektist „Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakendused". See näitab, mis võiks juhtuda Eestiga paarikümne aasta pärast ning sajandi lõpul mitmesuguste kliimamuutuste stsenaariumite korral.

Kliima tulevikust veel

Kes jõuab ilma soojaks kütta!

(Vigala vanasõna)

31. märtsil 2014 avalikustati Yokohamas järjekordne, alates 1988. aastast viies valitsustevahelise kliimamuutuste ekspertkogu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) dokument, mis võttis kokku seitsme aasta töö kliimamuutustega kohanemise vallas.

Raporti esimene osa, mis nägi ilmavalgust juba septembris, oli traditsiooniliselt tüse teaduslik aruanne kliimanäitajatest, nende muutustest ning tulevikuperspektiividest. Järgnevais, tänavu ilmuvais köiteis edastatakse kliimamuutuste negatiivsete mõjude hinnang inimkonna eluolule ning riikide tegevusvõimalustele muutuva kliima tingimustes.

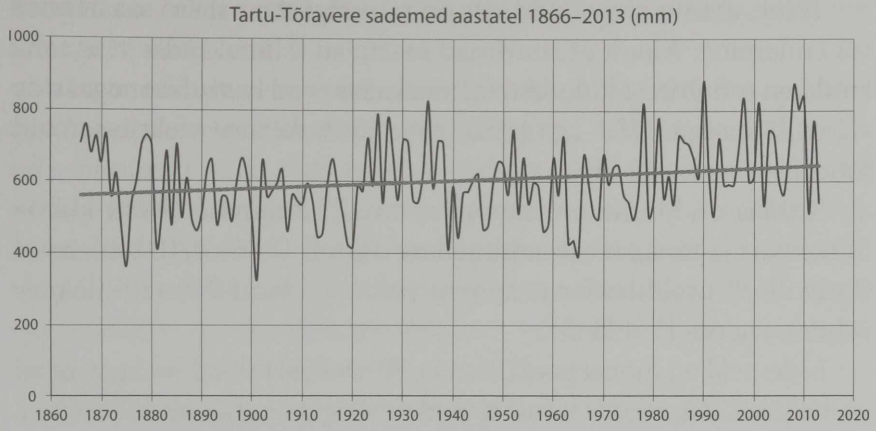
Nagu ikka, polnud tolle raporti koostamine sugugi lihtne, vaidlused sõnastuse ümber on iga kord aruande lõpetamise aegu kestnud päevi. Tuleb ju väljastada dokument, mis oleks täielikult „jokk", st juriidiliselt kõigiti korras. Teisiti öeldes – et uurimuste järeldused oleksid sõnastatud poliitikuile vastuvõetaval kujul. Seetõttu pole imestada, kui nn skeptikud nendivad, et tähtis dokument pole koostatud teadlaste, vaid juristide ning elukutseliste poliitikute poolt.

Ega uus kliimamuutuste raport midagi uut ega rõõmustavat paku: maakera temperatuur muudkui kerkib, merevee tase tõuseb, liustikud sulavad, ilmad muutuvad tormisemaks.

Viienda raporti kohaselt on juba 95% tõenäosusega kindel, et soojenemise peapõhjus on inimtegevus. Enam ei räägita, et katsume mitte jõuda keskmise temperatuurini, mis on 2 kraadi võrra kõrgem kui tööstusajastueelne (umbes 1850. a) õhutemperatuur. Selline tase kardetavasti saabub niikuinii. Tarvis oleks kuhugi sinnamaale pidama jääda. See aga nõuab kõikidelt riikidelt suuri pingutusi.

Maailmameri kerkib uute hinnangute järgi veidi aeglasemalt, kui eelmises raportis eeldati, 26–55 sentimeetri võrra võrreldes 1900. aasta tasemega (eelmises hinnangus umbes 38 cm). Polegi nii hull, kui mõelda kunagisele jubedale stsenaariumile – kuni meeter! Pealegi kerkib Lääne-Eesti pea sama kiirusega kui meri, umbes 3 mm aastas ...

Veel üks huvitav nähtus – viimase 15 aasta jooksul on soojenemine aeglustunud. Kas on seda mõjutanud vulkaanilise tegevuse hoogustumine või algab kliima jahenemine, nagu mõned ringkonnad on kuulutanud? Mudelarvutused ei suuda kunagi päris täpselt



Pikaajaline sademete võrdlus

looduse käitumist jäljendada. Mitmete stsenaariumite kohaselt ületab maapinnalähedase õhukihi temperatuur tõenäoliselt 21. sajandi lõpul 19. sajandi teise poole näitajat 1,5 °C võrra, mitme mudeli järgi koguni kuni 4 kraadi võrra.

Uutes dokumentides püüti igati vältida selliseid apsakaid, nagu eelmises raportis esinenud väide Himaalaja liustike peatse sulamise kohta jne. Küll on aga märgitud, et aastaks 2050 kaob Arktika jääkate 66% tõenäosusega.

Hirmutav perspektiiv, kas pole?!

Kliimaraportite uurimustulemusi võetakse enamikus riikides tõsiselt. Briti ilmateenistuse endine juht J. Houghton: „Globaalne soojenemine on inimkonnale massihävitusrelvaks!"

Mida siis ette võtta inimkonna päästmiseks? Briti rikkur Sir Richard Branson kuulutas 9. veebruaril 2007, et pakub 25 miljonit dollarit teadlasele, kes leiab mooduse atmosfäärist kasvuhoonegaasid kinni püüda. Viis miljonit antakse kohe idee eest, ülejäänud summa kümne aasta jooksul, kui asi töötab. Kergem on siiski ohtlike gaaside õhkupaiskamist vähendada, päris võimatuna tundub aga lendulastu kinnipüüdmine.

Teine, ammu soovitatud viis on muidugi atmosfääri saastamise vähendamine. Ainult et suurimad saastajad (Hiina, India jt) ei taha kuuldagi tohututest kulutustest, mis kaasnevad kasvuhoonegaaside vähendamisega. USA aga lubab välja töötada uusi efektiivsemaid tootmistehnoloogiaid.

Kuidas on kliima muutunud siinmail? Raamatu „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval" andmeil on aastail 1966–2010 toimunud statistiliselt usaldusväärne soojenemine 1,6 kuni 2 kraadi (läänes vähem, ida pool rohkem).

Sademeid on mõnel pool (Pärnus, Tõraveres) tulnud rohkem, teisal (Rohukülas, Valgas) on taevast tulnud vee kogus aga hoopis vähenenud.

Kuidas on lood tuultega? Lühidalt öeldes: talved on läinud tormisemaks, sügised mitte. Kõige tormisemad aastad olid 1980. aastad.

Mida me saame kliimaga teha?

> Loodusega võideldes võib inimene võita kõik lahingud peale viimase...
>
> (T. Heyerdahl)

> Kõigega maamuna peal võib midagi peale hakata, kõike on võimalik parandada ja reformeerida, kuid ilma vastu pole midagi võimalik ette võtta.
>
> (K. Čapek)

Mõne aja eest võis lehest lugeda ja raadiost kuulda, et kui Eesti kohe midagi ette ei võta – prügi korralikult ei sorteerita –, tuleb juba järgmisel aastal Pärnusse suuruputus ning kliima jätkab kuumenemist. Või teatatakse, et peame rakendama jäätmevaba tootmist (mis on sama absurdne kui roojavaba seedimine).

Aastakümneid on inimene lähtunud printsiibist: me ei saa oodata looduselt armuande, meie kohus on neid temalt võtta. Õige oleks

hoopis: me ei saa oodata looduselt armuande pärast seda, mida me temaga teinud oleme.

Loomulikult peame ise oma elukeskkonda parandama. Mitte ainult igapäevases elus säästlikult käitudes, vaid muutes tööstuse tehnoloogiaid, seda eriti suurtes riikides. Mööda ei saa minna ka põllumajandusest. Kuna kariloomad eritavad metaani rohkem kui autod süsinikdioksiidi (ekspertide arvates eritavad miljardid veised oma seedetraktist isegi üle 200 liitri metaani ööpäevas!), siis kuuldavasti hakatakse Briti farmereile riigi poolt eraldama küüslaugutablette, mis vähendaksid loomadel kõhutuult.

Riigid peavad nihkuvate aastaaegade järgi kohandama oma arengustrateegiad ning planeeringud. Ehitusnormatiivides tuleb arvestada, et talved on pehmemad, maapind ei külmu korralikult (sama häda saadab samuti metsamehi). Talviste tormipäevade arv võib suureneda, sest jääpäevade arv ning jääkatte ulatus väheneb. Mida toob kaasa merepinna võimalik tõus, peaks olema kõigile selge.

Suurim kaudne globaalse kliimamuutumise mõju Eestile võib olla migratsiooniprotsesside surve, mis kaasneb poliitilise olukorra teravnemisega Aasias ning Euroopa lõuna- ja idaosas tugevate põudade tulemusena.

Kliimaga on lood nagu kunagi rahuga – võitlus tema ümber on nii äge, et kivi ei jää kivi peale.

Lõpetuseks.

Kes ikka jõuab ilma raamatu läbi lugeda!

(Tõstamaa vanasõna)

Kliimarekordid

MAAILMAREKORD

ÕHUTEMPERATUUR (°C)

	Näit	Aeg	Koht
Kõrgeim	56,7	10. juuli 1913	Surmaorg, California
Madalaim	–89,2	21. juuli 1983	„Vostok", Antarktis

AASTA KESKMINE ÕHUTEMPERATUUR (°C)

	Näit	Aeg	Koht
Kõrgeim	34,4	1960–66	Dallol, Etioopia
Madalaim	–57,8	1958	Suhtelise Ligipääsmatuse Poolus, Antarktis

SADEMED (mm)

	Näit	Aeg	Koht
Minutis	31,2	4. juuli 1956	Unionville, USA
Ööpäevas	1825	7.–8. jaan 1966	Foc-Foc, Réunion
Kuus	9299	juuli 1861	Cherrapunji, India
Aastas	26 470	aug 1860 – juuli 1861	Cherrapunji, India

ÕHURÕHK (millibaarides)

	Merepinnale taandatult		
	Näit	Aeg	Koht
Kõrgeim	1083,3	31. dets 1968	Agata, Krasnojarski krai, NSV Liit
Madalaim	870	12. okt 1979	Taifuunis „Tip" Guami saare lähedal

EESTI REKORD

Näit	Aeg	Koht
35,6	11. aug 1992	Võru
–43,5	17. jaan 1940	Jõgeva

Näit	Aeg	Koht
8,3	1975	Vilsandi
8,3	1989	Vilsandi
1,6	1942	Jõgeva

Näit	Aeg	Koht
3,6	23. juuli 1957	Tooma
148	4. juuli 1972	Metsküla (Saaremaa)
351	august 1987	Haanja
1158	1990	Nääri (Raplamaa)

Merepinnale taandatult		
Näit	Aeg	Koht
1057,2	21. nov 1993	Narva
947,6	16. dets 1982	Naissaar

MAAILMAREKORD

EESTI REKORD

TUULE KIIRUS (10–12 m maapinnast, m/s)

	Näit	Aeg	Koht	Näit	Aeg	Koht
Puhang	113,2	10. apr 1996	Barrow Island, Australia	48	2. nov 1969	Ruhnu
10 min. keskmine	101	12. apr 1934	Mount Washington, USA	34	7. aug 1967	Osmussaar
				34	27. nov 1979	Ruhnu
Kuu keskmine	24,9	juuli 1913	Denisoni neem, Antarktis	11,9	dets 1898	Sõrve
Aasta keskmine	19,4	apr 1912 – veebr 1913	Denisoni neem, Antarktis	7,9	1929	Pakri

LUME SÜGAVUS (m)

Suurim	11,5	9. mai 1911	Tamarack, California, USA	1,04	märts 1924	Tallinn

RAHETERA

Suurim	1020g	14. apr 1986	Gopalganj, Bangladesh	7 cm	29. mai 2000	Tartu- ja Jõgevamaa

PÄIKSESEPAISTE KESTUS (tundi)

Suurim	4300 (97 % võimalikust)	Aasta keskmine	Ida-Sahara	2440 (54 % võimalikust)	2011	Roomassaare

Soovitatav ja kasutatud kirjandus

Burt, Ch. C. 2004. Extreme weather. W.W. Norton Company.
Calder, N. 1983. Ilmaköök. Tallinn.
Čapek, K. 1964. Aedniku aasta. Loomingu Raamatukogu.
Cox, J. D. 2000. Weather for dummies. Hungry Minds, New York.
Crowder, B. 1995. The wonders of the weather. Canberra.
Eesti kiirguskliima teatmik. (Koost V. Russak, A. Kallis.) 2003. EMHI.
Eesti kirjakeele seletus-sõnaraamat. 1991. Eesti TA KKI.
Eesti lumikatte teatmik. (Koost H. Tooming, J. Kadaja.) 2006. EMHI, EMI.
Eesti. Loodus. (Koost A. Raukas.) 1995. Eesti Entsüklopeediakirjastus.
Frey, T. 1998. Lumikeskkond.
Hermann, K. A. 1901. Eesti üleüldise teaduse raamat. Esimene köide, Jurjev-Tartu.
Ilma ennustamine läbi vanarahva tarkuse. (Koost E. Simson.) 1992. Mirabel.
Jaagus, J. 2008. Läbi aegade kõige soojem talv. Eesti Loodus, detsember, 638–645.
Jaagus, J., Kallis, A. 2003. On siis Eesti kliima muutumas? Lehed ja tähed. MTÜ Loodusajakiri, 53–61.
Jürissaar, M. 2001. Vikerkaar. Eesti Loodus, 6, 250.
Jürissaar, M. 2011. Meteoroloogia. Eesti Lennuakadeemia. Tartu.
Kadaja, J., Tooming, H.1998. Kui keeristorm möllas Võrumaal. Eesti Loodus, 7.
Kaljuvee, G. 1960. Rahva tähelepanekuid ja arvamusi optiliste nähtuste kohta taevalaotuses. Eesti Loodus, 3, 136–138.
Kallis, A. 1996. Kes tegi ilma Atlantas? Horisont, 6, 14–15.
Kallis, A. 1998. Ilm ja allilm. Luup, 7, 40–41.
Kallis, A. 1999. Kuumast kõrini. Luup, 16, 36–38.
Kallis, A. 2000. Aurora kogupauk vapustas jälle maailma. Loodus, 3, 32–33.
Kallis, A. 2000. Ilmaennustus Šveitsi moodi. Loodus, 23–24.
Kallis, A. 2000. Tornaadod, trombid, tuulispasad. Horisont, 5, 4–9.
Kallis, A. 2003. Uputa, ei uputa? Horisont, 5, 12–17.
Kallis, A. 2005. Mida teha äikese korral? Eesti Loodus, 7, 24.
Kallis, A. 2008. Kas me ilm on ikka hukas? Energia, kliima, jäätmed. Taskutark, Tallinna Ülikooli kirjastus, 29–44.
Kallis, A. 2008. Miks me mõõdame päikesekiirgust? Horisont, 3, 10–11.
Kallis, A. 2010. Eesti ilm on kuri ja kaval. Eesti Loodus, märts 2010, 6–11.
Kallis, A. Ilm ja tervis – parim vestlusteema. Horisont, 3, 29–31.
Kamenik, J. 2009. Valgus ja värv looduses: viimaste päevade trend on halod. Horisondi blogi, 9. jaanuar, 2009.
Kamenik, J. 2012. Kuidas sünnivad pilved? Horisont, 3, 32–33.
Kamenik, J. 2013. Tsükloneid võib pidada Eesti tunnusjooneks. Eesti Loodus, 1, 20–27.
Kamenik, J. Kallis, A. 2014 Kas tõesti ilmarelv? Horisont, 3, 46–53.
Kamenik, J. 2014. Pilvede käsiraamat. http://ufoto.net/juri/pilveraamat.pdf.
Kask, I. 1995. Märtsitormid ja värviline lumi. Eesti Loodus, 3, 83.

Kotli, H. 1997. Vaata ilma. Maalehe Raamat.
Kull, A. 1999. Eesti tuulekliima. (Toim Jaagus, J.) Uurimusi Eesti kliimast. 86–95.
Kuperjanov, A. 2004. Eesti taevas. Uskumusi ja tõlgendusi.
Kurrik, W. 1924. Meteoroloogia. „Loodus", Tartu.
Kuurme, M. 1996. Sajab lund ja sajab rahet. Horisont, 2, 25.
Kuusk, A. 1998. Halode perekond. Horisont, 1, 35–37.
Kändler, T. 1999. Lumi üllatab ikka ja jälle. Loodus, 1, 20–21.
Loodla, K. 2010. Kahe erineva sademetemõõtja võrdlus Eesti ilmajaamades teostatud paralleelmõõtmiste põhjal. Magistritöö. TTÜ, MSI.
Loorits, O. 1989. Eesti rahvausundi maailmavaade. Tallinn.
Lutgens, Fr. K., Tarbuck, E.J. 2007. The Atmosphere. Pearson, Prentice Hill.
Maastik, A. 2006. Hüdroloogia ja hüdromeetria. Eesti Maaülikool.
Ohvril, H. Üldmeteoroloogia (atmosfäärifüüsika). Loengukonspektid I–III. 2010–2012. Tartu Ülikool.
Olesk, A. 2010. Kliima ABC. Tarkade Klubi, 3 (39), 27–37.
Pretor-Pinney, G. 2006. Pilvevaatleja käsiraamat. Eesti Ekspress.
Põiklik, K. 1986. Ilmaressursid põllumajanduses. Tallinn.
Päike, osoonikiht ja inimene. (Koost U. Veismann.) 2007. Keskkonnaministeerium, Tartu Observatoorium.
Simons, P. 1996. Weird weather. Little, Brown and Co.
Sorbjan, Z. 1996. Hands-on meteorology. Project Atmosphere. AMS.
Tammets, T. (koost). 2012. Eesti ilma riskid. EMHI, Tallinn.
Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A. 2013. Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. TÜ kirjastus.
Tooming, H. (koost). 1990. Inimene ja ilm. Tallinn.
Tooming, H. 1967. Päikesekiirgus ja taimkate. Päike, Maa ja atmosfäär. ENSV TA LUS, Tartu, 109–129.
Tooming, H. 2002. Ilma kujundab segadus. Horisont, 6, 15–21.
Tõllassepp, A. 1960. Meteoroloogia kõigile. Tallinn.
Veismann, U., Eerme, K. 2011. Päikese ultraviolettkiirgus ja atmosfääriosoon. Tartu.
Veismann, U., Veskimäe, R. (Koost). 2005. Universum valguses ja vihmas. Tallinn.
Üld- ja agrometeoroloogia. (Koost K. Põiklik.) 1964. Tallinn. Teaduse ajaloo lehekülgi Eestist. VIII. 1992, Tallinn.

ILMA-
VAATLUSE
MÄRKMIK

1. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

31. jaanuar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. veebruar

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

31. märts

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. aprill

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

31. mai

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. juuni

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

31. juuli

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

31. august

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. september

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

31. oktoober

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. november

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

1. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

2. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

3. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

4. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

5. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

6. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

7. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

8. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

9. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

10. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

11. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

12. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

13. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

14. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

15. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

16. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

17. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

18. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

19. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

20. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

21. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

22. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

23. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

24. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

25. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

26. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

27. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

28. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

29. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

30. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

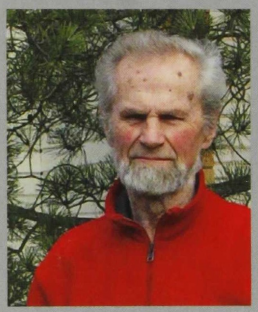
31. detsember

aasta	Kuu faas	kellaaeg ja õhutemperatuur	tuule suund ja kiirus	pilved, sademed ja muud ilmastikunähtused

Ilmast ilma räägitakse ilmast, seda aastatuhandeid. Juba Babuloonia kuninga Hammurapi aegadest peale on kaks asja olnud hukas – noorus ja ilmastik.

Käesolev raamat ei tee lugejast veel ilmatarka, ilmaennustajat, ei õpeta mitmete atmosfääriga seotud teaduste peensusi – seda ei suudaks teha ka kümned paksud õpikud. Raamatu eesmärk on tekitada huvi põnevate ilmastikunähtuste vastu, näidata, milline omapära on meie maa kliimal, ja hoiatada inimesi mitmete ohtude eest, sest nagu ütleb Rõuge kandi vanasõna – „ilm on kuri ja kavval". Isegi Eesti-suguses vaikses kenas kohakeses.

Raamatu teise poole moodustab tabelmärkmik ilmavaatluste tegemiseks ja ülesmärkimiseks.



AIN KALLIS on sündinud 1942. aastal Paides. Ta on lõpetanud Tartu Ülikooli geograafia, meteoroloogia, klimatoloogia erialal. Väitekirja päikesekiirguse klimatoloogiast kaitses ta aastal 1974. Kallis töötab Eesti Keskkonnaagentuuris peaspetsialistina ning Tallinna Tehnikaülikooli meresüsteemide instituudis dotsendina. Ta on kirjutanud rohkem kui 700 populaarteaduslikku artiklit. 2008. aastal anti Kallisele SA Archimedes I teaduse populariseerimise auhind.

POPULARISEERIJA

9 789985 644980