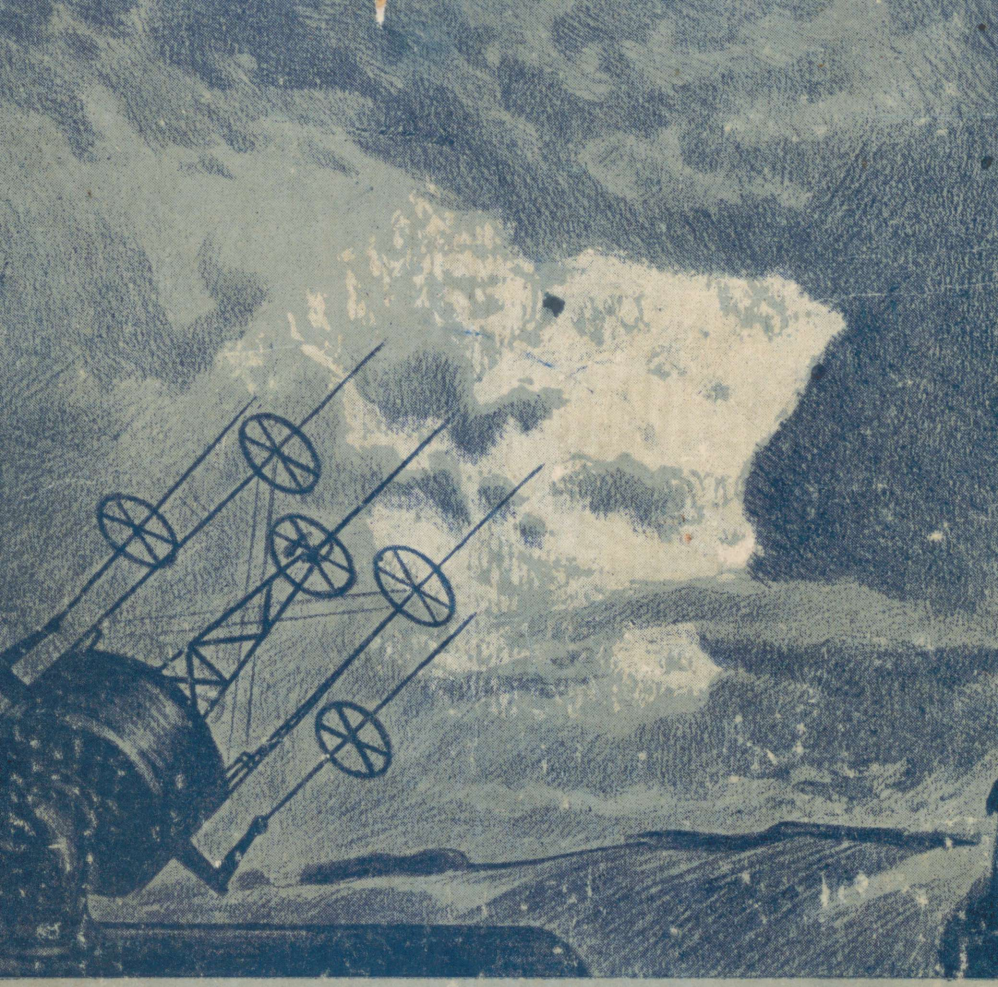


M. ILJIN

INIMENE JA LOODUSJÕUD

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-18264
Duplum

M. ILJIN

INIMENE JA LOODUSJÕUD

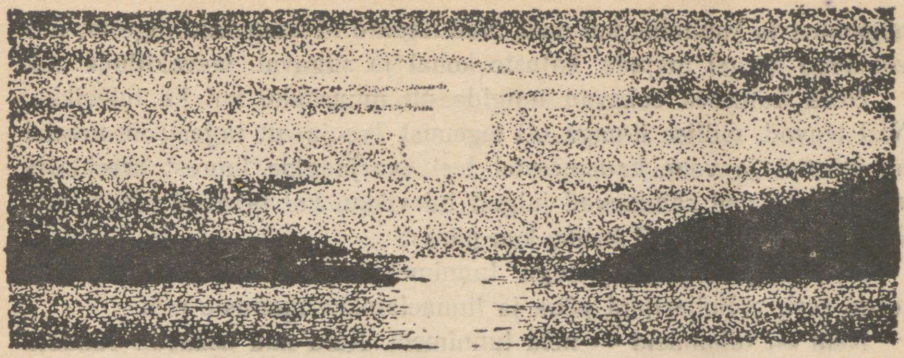


EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1950 TARTU

Tõlgitud teose järgi: М. Ильин. Человек и стихия. Государственное издательство детской литературы Министерства просвещения РСФСР. Москва-Ленинград, 1948.

Tõlkinud A. Ohu.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
7908



Mis raamat see õieti on?

Äsja pöördusin tagasi reisult mitte just väga tuntud maadelt, mis kannavad nimesid Meteoroloogia ja Hüdroloogia. Ma nägin seal palju niisugust, mis paistis mulle huvitavana. Ja ma ei läbe oodata, et sellest kohe jutustada kõigile, kes seal pole olnud.

Ma nägin kummalisi asju. Mulle näidati päevikut, mida pidas päike. Päike märkis täpselt oma tööleilmumise kellaajad. Samuti näidati mulle India ookeani, Lõuna-Hiina mere ja Jaapani mere autograafe. Ning ma sain teada, et igal merel on oma käekiri: ühtedel tasane ja peen, teistel ebaühtlane ning hoogus.

Ma peatusin asustamata saarel, kus keset laineid kaljul asetsevas väikeses majakeses elab Robinson. Sellel Robinsonil ei ole tarvis ei süüa ega juua. Tema ainus töö on jälgida ilma ja anda teateid raadio teel mandrile edasi. Ja seda teeb ta automaadi täpsusega, mis on ka täiesti arusaadav, sest ta ei ole inimene, vaid automaat.

Ma nägin midagi veel kummalisemat: mehhaanilist aju, mis säilitab oma «mälus» miljardeid numbreid.

Kui soovite teada, milline ilm oli Moskvas 2. jaanuaril 1903. aastal, siis meenutab mehhaaniline aju kohe, mitu kraadi oli tol päeval ja kustpoolt puhus tuul.

Oma reisul kohtasin ma inimesi, kelledel on hoopis teissugune

nägemine ja kuulmine kui meil. Nad näevad nähtamatuid jõgesid, mis voolavad kõrgel majade katuste kohal ja sügaval laevakiilude all.

Need inimesed oskavad tungida nii minevikku kui ka tulevikku. Nad teavad, millise ilmaga oli tegemist Trooja alt tagasipöörduvatel ahhailastel ja vene kaupmeestel teel «varjaagide juurest kreeklaste maale». Ja nad sammuvad julgelt tulevikku, kui tahavad teada, milline ilm tuleb kuu või kolme kuu pärast.

Nad jälgivad loodust nagu tunnimehed ja hoiatavad meremehi tormi eest, põlluharijaid põua ja linnaelanikke uputuste eest.

Neid on tuhandeid — neid tunnimehi. Kuid nad oskavad vaadata maakera kui üksainus kõikjal olev inimene ja näha korraga kogu planeedi hiiglamasinat, seda masinat, mis paneb liikuma ka jäämäed Antarktise rannikul ning iga veenirekese, mis murrab endale teed mustas pinnases meie jalgade all.

Need inimesed uurivad planeedi mehhanismi just nagu kella oma. Siin, kõnelevad nad, on vedru — päike. Aga need on rattad, mis kannavad õhku ekvaatorilt poolustele ja poolustelt ekvaatorile, merelt maismaale ja maismaalt merele. Siin on passaatide ratas, siin mussoonide ratas. Aga see on rõngas, mida mööda liigub vesi, kui ta tõuseb ookeanist õhku ja langeb siis maapinnale...

Ja pärast kõiki oma reise pöördusin ma koju tagasi ja püüdsin kirjutada jutustuse sellest, mida olin näinud ja kuulnud.

Olen veendunud, et mu jutustuses puudub paljugi. Kuid see on matkamärkmete puhul paratamatu. Tõenäoliselt leidub siin teisigi puudusi.

Mida võin öelda enda õigustamiseks?

Mul oli raske ülesanne. Et selles veenduda, piisab «tegelaste» nimestiku läbilugemisest, milledest on juttu raamatus. Siin esinevad Maa ja Päike, tuuled ja tormid, merehoovused ja jõed, pilved, vulkaanid ja jäämäed. Neid kõiki kõidab üks üldine keeruline tegevus. Selles tegelaste nimestikus on ka inimesed — hüdroloogid ja meteoroloogid, okeanograafid ja klimatoloogid, kes uurivad planeedi masinat, jälgivad tema käiku ja püüavad teda juhtida.

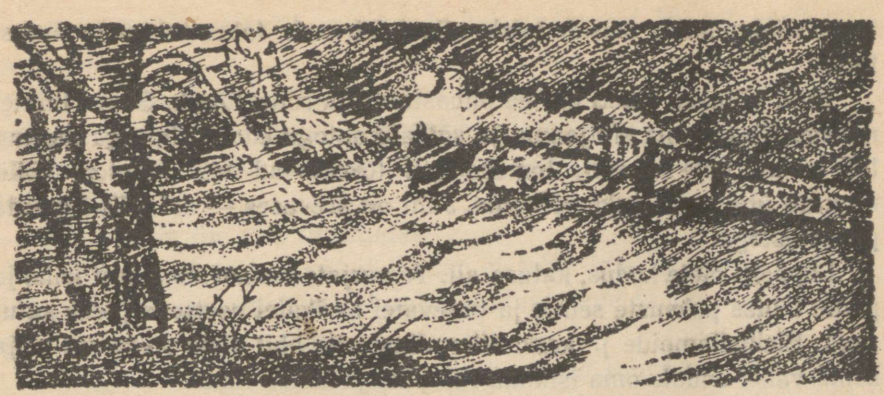
Nende töö ei või toimuda ilma plaanita. Ja see on eriti vajalik seal, kus kogu elu on alistatud plaanile, kus loodust kujundatakse ümber alal, mis on võrdne mandriga.

Seepärast ongi minu jutustuses esikohal ja kõige sagedamini mainitud nõukogude meteorolooge, kes päevast päeva tuisus, äikeses ja tormis, sõja- ja rahupäevil jälgivad ilma, olgu see hea või halb. Nad

töötavad keset Arktise lumelagendikke ja Näljastepis, Tjan-Sani jääliustikel ja Siberi taigas. Neid on palju, kuid nad oskavad vaadata tuhandete silmadega nagu üksainus hiiglainimene.

Kõrvuti meteoroloogidega seisavad nende seltsimehed hüdroloogid, kes jälgivad meie kodumaa saja tuhande jõe, neljateistkümne mere ja arvutu hulga järvede, soode ja allikate elu.

Nad kõik teenivad ustavalt oma teadust ja oma kodumaad — Nõukogude Liitu.



Esimene peatükk.

„Tema kõrgus" Ilm.

Mis juhtub, kui unustatakse ilm?

Igal hommikul te lükkate kõrvale eesriide ja vaatate aknast välja: milline ilm on täna? Kas ta on heas tujus? Või tuli tal mõttesse valmistada mais tuisku ja katta puhkevad puud lumega?

Te kavatsete spordivõistlustest osa võtta. Kuid te ei ole küsinud luba «tema kõrguselt» Ilmalt. Ja te saate oma kurvastuseks teada, et võistlused on halva ilma tõttu edasi lükatud.

Olete kuurordis. Teile on määratud päikesevannid, ilm aga valmistab teile külma duši.

Mida te ka teeksite ja kus te ka iganes oleksite, teil ei ole võimalik end ilma eest kuhugi peita ega põgeneda.

Valmistute pikaks reisuks. Kõige kiiremini saaks seda teostada lennukiga. Kuid pole lennuilm ning te ei soovi lennukiga tegelda. Targu otsustate sõita raudteel.

Te jälgite oma eesmärgile liikumist sõiduplaani järgi. Kuid äkki peatub rong lagedal väljal. Väli ongi tõepoolest lage ja puhas nagu valge paberileht. Kõik on lund täis tuisanud, nii et rööpaid pole näha.

Raudteelastel on oma sõiduplaan, ilmal aga — enda oma. Kui

tema sõiduplaanis seisab tuisk, siis tuleb seda tahes-tahtmata arvestada.

Kuid viimaks ometi on tee puhastatud ja rong liigub. Suure hilinemisega jõuate oma sihtjaama ja sõidate autoga edasi. Ilm aga meenutab ennast teile ka siin: lumehanged tõkestavad tee. Mootori võllil muutub üha raskemaks pöörelda. Juht on ärevuses — asi võib lõppeda purustustega.

Lõppeks olete kodus, katuse all. Te varjate ennast ilma eest kahe ja poole tellise paksuste seinte ja tugevatel sarikatel asetseva plekk-katusega. Elektrilampide ja keskkütteradiaatorite abil olete soetanud nelja seina vahel endale oma isikliku rahuliku ja taltsa ilma.

Tänaval on öö ja talv. Teil aga — päev ja suvi.

Te lülitate sisse raadiovastuvõtja, et kuulata kuulsat lauljannat, kuid mingi kõrvaline kare ja ragisev hääl summutab ta. See on taltsutamatu metsiku ilma hääl, kes programmi arvestamata esineb soologa. Temal on oma raadiosaate programm, pigemini raadiotakistuse programm.

Telefon heliseb. Võtate kuuldetoru — tähtis kõne. Kuid äkki katkeb kõne poole sõna pealt. Te koputate hargiga ja pahandate. Kuid telefon on nagu surnud.

Kes julges katkestada kõne?

Seda ei teinud mitte telefonineiu, vaid ilm. Ta kattis juhtmed paksu jääkoorikuga ja need katkesid jää raskuse all.

Heidate magama. Kuid rahutu naaber — tuul — ei lase teil uinuda. Ta paugutab pööningul aknaraamiga ja undab katuselt alla veeredes.

Aga see on veel tühine asi! Kui tuul täie hooga märatsema hakkab, võib ta majalt katusegi ära rebida — sellesama katuse, mille alla te end olete peitnud.

Kas tahate seda või mitte, aga ilma tuleb teil ühtelugu meeles pidada, sest ta karistab rangelt neid, kes ta unustavad.

Muidugi, see ei ole veel suur häda, kui unustades ilma väljute kodunt kalossideta ja vihmavarjuta ning satute vihmavalingu kätte.

Palju halvem on lugu, kui unustab ilma lennukit juhtiv lendur või viljakoristamisele asuv agronoom või tammi ehitust kalkuleeriv insener.

On esinenud juhtum, kus lendur tahtlikult unustas ilma. Lugu juhtus 31. detsembri õhtul. Lendur kiirustas koju, et perekonna ja sõpradega koos uut aastat vastu võtta. Teda hoiatati, et lennuväli on

kaetud uduga ja et tuleb maanduda teisel, linnast kaugel asetseval lennuväljal.

Lendur aga kaalutles mõttes: kui maanduda linnast väljas, kulub tundi kaks koju jõudmiseks — kindel hilistumine. Ja ta otsustas unustada ilma. Ta maandus udust varjatud lennuväljal ja purustas lennuki täielikult.

Muide, mille üle siin imestuda?

On iseenesest mõistetav, et lendur ei tohi ilma unustada. Tal on kord juba säärane amet, et tal tuleb alatasa tegelda pilvede ja tuultega, äikese ja tsüklonitega.

Oletagem aga, et te ei ole mitte lendur, vaid suurtükiväelane. Teie ees asetseb märk ja te sihite kõige võimaliku täpsusega. Toimub lask.

Aga mis see siis on?

Mürsk lõhkes kolmesaja meetri kaugusel märgist.

Miks te ei tabanud? Jällegi selsamal põhjusel: te unustasite ilma, unustasite tuule.

Võiks nagu arvata, et mis tähendab teie mürsule tuul. Teie mürsk tungib ju läbi seinte. Ta kihutab häälest mööda: enne lõhkeb mürsk ja alles siis kuuldub lasu mürin. Niisugune võim on teie käsutuses. Kuid te lootsite liiga palju oma jõule, te unustasite teha tuule suhtes paranduse. Seepärast jäigi mürsul kolmsada meetrit märgist puudu.

Olete hüdrotehnik. Te ehitate tammi kõige tugevamast materjalist — kividest, mullast ja betoonist.

Näib, et ilm ei või talle midagi teha.

Kujutlege aga minutiks, et te tammi projektimisel unustasite ilma.

Muide, milleks kujutleda?

Kui sorida mälus, siis võib meenutada juhtumit, mis toimus tõepoolest — mitte teiega, vaid teise inseneriga.

Aastat viiskümmend või kuuskümmend tagasi murdis vesi Ameerikas Johnstowne'i linna lähedal läbi muldtammi. Kolmekorruselise maja kõrgune hiiglalaine kihutas mööda orgu kiirrongist kiiremini. Oma teel viis ta ära sillad, purustas majad. Talle sattusid ette ühel raudteeharul seisvad vedurid. Ta viis need kaasa, nagu ei oleks need olnud vedurid, vaid laastud.

Pärast uputust hakati arvutama kahjusid ja selgus, et jõgi oli põhjustanud nelja miljoni dollarini ulatuvaid hävitusi.

Ent dollarid — neid võib jällegi teenida, aga inimesi, keda hävitas jõgi, ei võinud enam ükski vägi tagasi tuua.

Mispärast see kõik siis juhtus?

Seepärast, et tammi ehitav insener oli unustanud ilma ja ilm tasus talle kätte.

Insener ei olnud arvestanud seda, et tugevad ja kestvad vihmavalingud võivad tõsta jõe vee tavalisest tasemest hulga meetreid kõrgemale. Ta tegi tammi ava liiga väikese. Vihmavee tulv ei mahtunud läbi niisuguste väravate ja hüppas üle aia — üle tammi.

Kui Ilm ei ole tujus.

Igal sammul «tema kõrgus» Ilm annab inimesele mõista, et viimane ikka veel sõltub temast.

Ta käsutuses on tuhanded teenijad, kes luusivad mööda maad.

Kui Ilm on heas tujus, siis jagab ta ohtrasti oma ande inimesele: ta joodab õigeaegselt põlde vihmaga, ta ei ole kitsi valguse ja soojusega, ta saadab soodsaid tuuli, et need paisutaksid laevapurjesid, ja hajutab udu lennuväljadel.

Kuid inimestel läheb halvasti, kui «tema kõrgus» Ilm ei ole tujus.

Ta saadab suhhoveid [1] kõrvetama viljapäid põldudel ja käsib öökülmadel hävitada puuviljad aedades.

Ta annab tuisule käsu peatada raudteeliiklemine ja laseb jääl sulgeda laevatee.

Ta muudab reise lennuliinidel ja igal kevadel teeb läbipääsmatuks teed mandritel.

Ta maksustab panistega terveid maid nagu vallutaja.

On välja arvutatud, et meie maal ainult üks kevadine teedelagunemise aeg maksis kaks miljardit rubla!

Ilma tujudel ja isemeelsusel pole piire.

Tal on ükskõik, millega end lõbustada. Täna mängib ta paberitükikestega või linnusulega, homme aga pillutab ja loobib samasuguse innuga lennukit.

Ta võib õunapuult ettevaatlikult maha raputada valminud õuna, aga ka juurtega maast välja rebida saja-aastase tamme.

Ta jõud on päratu suur.

Novorossiiskis on orkaan loopinud laaditud vaguneid sadamakailt merre. Troopilised tormid purustavad linnu kuni alusmüürideni.

Ainult ühel talvel, 1922. aastal, paiskas jäide meie kodumaa lõunarajoonides ümber 9000 telegraafitulpa ja murdis 12 000.

---

[1] Kuiv kõrvetav tuul. (Tõlkija märkus.)

Ühes raamatus leidub ülesvõte: kõrge puu okste vahele on takerdunud suur raudvaat. Millise ime läbi sattus see puu otsa? Kes viskas ta sinna? — Vaadi paiskas sinna jõgi Ilma käsul. Jõgi tulvas pärast tugevaid vihmasadusid ja vallatledes tõstis tühja raudvaadi nagu korgi mitme meetri kõrgusele. See on ainult naljakas vahepala kaugeltki mitte lõbusast juhtumist. Vesi mängis ja lõbustas end siin kõigega, mis talle ette juhtus, — majarusudega ja tema poolt tapetud inimeste laipadega.



Jõgi tõstis tulva ajal tühja raudvaadi üles ja jättis ta puu okste vahele.

Kummaline on Ilma sõge ja mõttetu märatsemine. Kunagi sadas meil Kaug-Idas kaks kuud vahet pidamata vihma. Nende alade elanikud kõnelesid hiljem, et sellal pole olnud näha ei maad ega taevast: niihästi ülal kui ka all oli ainult vesi.

Teravaäärelistel vulkaanide tippudel tunglesid karjadena läbimärjad ja külmast kangestunud suslikud. Raudteetammile neisse kohtadesse, kus vesi ei jõudnud veel ära uhta muldkeha, kogunes nii palju konni, et polnud võimalik kuhugi jalaga astuda. Teadagi, kuidas konnad armastavad vett, aga neilgi hakkas ebamugav.

Vett tuli aga kogu aeg juurde, uputades linnu ja külasid.

Zeja linnas sõideti paatidega telegraafijuhtmetest kõrgemal.

Novogorodka külas päästsid elanikud end ainult sellega, et ronisid kellatorni. Ilm võis triumfeerida.

Kuid juba ruttasid päästepaadid uppujatele appi.

Blagoveštšenskis Amuuri ääres sõitsid aurikud tänavail nagu mööda laiu kanaleid ja korjasid inimesi katustelt ja kellatornidest . . .

Oma poeemis «Vaskratsanik» kujutas Puškin Peterburi 1824. aasta uputust järgmiselt:

Novembrituulte kõle hingus
keskõisel Peetrilinnal vingus.
Vett vahupallidega koos
lõi mühav Neeva üle kalda
kui tõbine, kes haigushoos
maas vaikselt lamada ei malda.
Öö oli pilkane ja õel,
tuul undas vilistades jõel,
vihm vastu aknaruute põrkus...

Nendes poeetilistes reakestes leidub peaaegu kõik see, mida peab sisaldama ilmateade: temperatuur, sademed, tuul.

Õpetlase täpsusega selgitab Puškin, miks tekkis uputus:

Tuul vingus, lainetel tuiskas vaht,
ning jõgi, mida lõõtsuv laht
ei võtnud vastu, kees kui pada.
Siis järsku, muutes oma rada,
läks tagasi, ning vihahoos
noolkärmelt lainte hiiglakaared
vee alla üleni lõid saared ...

Suur poeet oskas vaadelda loodust õpetlase silmadega. Kuid mitte hetkekski ei lakanud ta olemast poeet. Ning ilm ja jõgi on ta poeemi elavad tegelased.

Uputus poeemis ei ole mitte lihtne uputus, vaid see on jõe tüli tuulega, see on loodusjõudude ülestõus inimese vastu.

Läks pöörasemaks tormi lend,
puid, kive Neeva lahti kiskus,
ning äkki, kaldaist heites end,
kui murdja linna peale viskus...

Kui Puškin oleks kirjutanud oma poeemi ühe sajandi võrra hiljem, tal oleks tulnud kõnelda mitte lootsikuist, vaid aurikuist, sest 1924. aasta uputuse ajal paiskas Neeva auriku kaile Talvepalee ees.

Palju oli muutunud saja aasta jooksul, aga Neeva tõusis sellesama kai kiviastmeid mööda ja sööstis linna, paiskudes üle sellesama graniitbarjääri.

Saja aasta pärast algas uuesti jõe tüli tuulega. Uuesti hakkas jõgi mängima peremeest linna tänavail.

Tuhanded käed ladusid hoolega Leningradi tänavail puupakke —



«... ning jõgi, mida lõõtsuv laht ei võtnud vastu, kees kui pada, siis järsku muutes oma rada, läks tagasi, ning vihahoos...»

tänava pakksillutist. Vesi aga rebis mõne tunni jooksul kõik pakud kohalt ja kuhjas nad hunnikusse nagu puuklotsidega mängiv laps.

Nii märatseb Ilm maa peal.

Kuid ka maa all ei ole alati võimalik end tema eest ära peita. Võib näida, nagu ei oleks maa sees mingit ilma. Kuid Ilm on korduvalt tõestanud, et temale allub ka maa-alune riik.

On esinenud juhtumeid, mil pärast vihmavalinguid märatsevad põhjaveed tungisid šahtidesse.

Vesi purskas igalt poolt, täites kaevanduse käigud ja stollid. Vööni vees tungisid inimesed läbi veeseinte tõstukite ja treppide poole. Vesi aga sai nad kätte ja nad hukkusid pimeduses keset varisemiste müri-nat ja arvutute koskede kohinat.

Niisuguseid asju tekitab Ilm maismaal. Merel aga ei pidurda teda miski.

Tarvitseb ainult tuulel lisada sammu, ja mööda merd hakkavad jooksma lained. Tuul kihutab üha kiiremini, lööb laineharjad vahule. Korrapärased laineread muutuvad korratuteks mägedeks.

Läheneb torm.

Lained kerkivad. Nagu vargad kobavad nad laevatekki, tungivad kaptenisillani, leiavad kronomeetri ja sekstandi ning purustavad need täielikult.

Lained nagu teavad, et laeval pole enam tarvis oma meresõidu-instrumente.

Laeva ei olegi enam näha läbi veepritsmete ja vahu. Lainete mõl-lust ulatuvad välja ainult mastid ja allalastud lipp — hädasignaal.

Kui kusagil mujal võiks veel unustada ilma, siis merel juba mitte!

Mitu korda on juhtunud, et mitte ainult admiralide oskus, vaid ka torm on otsustanud merelahingu tulemuse.

Kunagi aitas torm inglastel võita Võitmatut Armaadat — Hispaa-nia võimsat laevastikku. Kuid veidi rohkem kui kaks sajandit tagasi kiskus torm inglaste käest Trafalgari all vangivõetud Prantsuse laevad.

On palju raamatuid, mis käsitlevad lahinguid ja sõdasid ning meie inimkonna ajaloo sündmusi. Ent kui keegi tahaks kirjutada tor-mide ajalugu, peaks ta aukohale asetama kuulsa Balaklava tormi, mis puhkes valla möödunud sajandil Sevastoopoli piiramise ajal. Torm haaras tookord sajakahurilised liinilaevad ja purustas nad vastu kal-jusid, nagu poleks need olnud laevad, vaid pähklid. Ankru terasketid rebenesid nagu ämblikuvõrgud. Ankrust lahtirebitud Inglise ja Prant-

suse laevastiku üksused aga visklesid mööda merd ja andsid üksteisele lööke nagu vihaseimad vaenlased.

Reidi sissekäigu juures Sevastoopolis ulatusid veest välja Vene laevade mastid. Need laevad olid venelased ise uputanud, et tõkestada vaenlasele läbipääsu.

Torm tõstis põhjast ühe laeva üles ja kandis merele. Laeval ei olnud ei kaptenit ega madruseid, kuid ta kihutas edasi, just nagu oleks teda juhtinud nähtamatud. Ta läks otsesihis, teda ei kohutanud ei veealused kivid ega kaljud.

Kuid mis sündis kaldal?

Piirajate laagris rebis torm palateid ja kandis neid nagu kuivanud lehti mööda maad edasi.

Vaibad, mantlid, vaadid, lauad, inimesed ja hobused tormasid ja veeresid mööda maad. Võis arvata, et hiiglaluud pühib nad Balaklavast välja.

Selline on torm! Tema jaoks on kolmemastiline fregatt niisama hea kui paberlaevake. Isegi nüüdisaegne liinilaev ei suuda alati ta survele vastu panna.

1929. aastal murdis torm Biskaia lahes ühel liinilaeval roided, rebis võõri pealisehitise ja painutas pinaare, mis kannavad laevatekki. Liinilaev jõudis koju tagasi nagu pärast kaotatud lahingut.

Silm silma vastu.

Nad seisavad vastamisi — inimene ja loodusjõud. Esimene on väike ja mõistusega. Teine aga võimas, kuid mõistuseta.

Mida peab inimene tegema? Olema lihtsalt Ilma raevukate vempude pealtvaataja? Olema tema käes mängukanniks?

Ei, ta võitleb Ilmaga juba paljusid tuhandeid aastaid — sellest ajast, kui ta sai inimeseks.

Veel ei ole inimese võimuses peatada tormi või käskida vihma: lakka! Kuid tema võimuses on varjata end vihma ja tormi eest. Katus pea kohal — see on kilp halva ilma vastu. Kasukas ja talimüts — need on kiiver ja soomusrõivad, milledega katame endid külmaga sõdima minnes.

Kui inimene õppis ehitama maju ja ahjusid, siis võitis ta pakase ja halva ilma. See oli suur edusamm, kuid inimene ei võinud sellega veel rahulduda. Ta ei jäänud rahulikult istuma katuse alla.

Nagu ütles kreeka laulik Hesiodos, kes elas VIII ja IX sajandi vahetusel e. m. a., «kuri häda ajas inimese mere taha».

Inimene hakkas purjetama lainetel ujuvas majas.

Kuid merel oli loodusjõududega märksa raskem võidelda kui maismaal. Siin tuli lahendada uus ülesanne: kuidas elada majas, kui põrand kiigub jalgade all, kui põranda all ei ole kindel maa, vaid meresügavik.

Muistses Kreekas ei söandanud laevnikud sõita merele sügisel ja talvel.

Hesiodos soovitas meremeestele:

> Ära oota värske viina ja sügissadude saabumist,
> ei talve tulekut ega julma Notose hõngust.
> Ta vihaselt paisutab laineid ja Zeusiga koos neid kastab
> sageda sügisvihmaga ning mere raskelt talutavaks teeb.

Notos — see on lõunatuul, mis toob talvel Kreeka rannikule torme.

Hesiodose päevadest on möödunud palju aastaid. Nüüd on laevad teissugused ja ka meremehed oskavad paremini võidelda tormidega.

Aastatuhandete kestel on inimene õppinud maismaal ja merel kohanema Ilmaga või vähemalt hoiduma tema poolt tekitatud raskustest.

Inimene võiks rõõmustada selle üle, et ta juba vähema hirmuga vaatab taevasse, et teda nii palju ei kohuta pilved ja äike. Ta võiks uhkustada sellega, et tal enam ei tarvitse istuda nädalate kaupa mere ääres ja oodata soodsat ilma. Nüüdisaegsed ookeaniaurikud väljuvad teekonnale mitte siis, kui seda lubab Ilm, vaid siis, kui see inimesele sobib.

Inimene aga on rahutu olevus, ta ei püsi paigal.

Veel mitte jõudnud alistada loodusjõude maal ja merel, ronib inimene juba taevasse, Ilma põlisesse valdusalasse, tuulte ja pilvede riiki.

Tuhandeid aastaid elas ta õhuookeani põhjas. Ta kõndis mööda põhja ja vaatas üles. Ta nägi, kuidas pilved ujuvad taevas nagu laevapurjed, kuidas parvedena sagivad ja kihutavad linnud — need õhuookeani kalad. Ning ta otsustas end oma põhjast lahti rebida ja õhumasside vaba asuka elule üle minna.

Algas uuesti inimese ja Ilma kahevõitlus — mitte enam maal ja merel, vaid õhus.

Seekord osutus võitlus veel raskemaks kui varem. Ilm oli omas

kodus, sest kus on siis tuultel ja pilvedel parem pillerkaaritada kui mitte õhuookeani avaruses!

Inimene aga tundis ennast õhus nagu veest väljatõmmatud kala. Mida kaugemale ta eemaldus maast, seda raskem oli tal hingata, seda halvemini nägid ta silmad. Asudes 5 kilomeetri kõrgusel ta ei võinud enam kindlasti öelda, et koit on punane ning metsad ja nurmed all on rohelised. Iga saja meetriga tugevnes peavalu ja lämbus. Kõik meenutas inimesele, et kangekaelselt ülespoole minnes läheb ta looduse vastu, võitleb temaga.

Siin oli kõik teisiti kui maa peal. Siin oli isegi raske aru saada, kus on ülal, kus all. See, mis oli jalgade all, ei olnud alati allpool. Maa kadus ühtelugu jalgade alt ja muutus püstseinaks, kui lennuk tegi järsu pöörde puhul kallaku.

Sellistes harjumatutes tingimustes tuli inimesel kohata silm silma vastu oma vana vastast — Ilma.

Kujutlege maadlejat, keda oleks sunnitud võitlema kiikuval areenil peaaegu jalad ülespoole!

Kui inimene hulkus veel oma «põhja» mööda — maa peal, ta nägi hästi teel esinevaid auke ja künkaid, hüppas üle augu ja läks ümber künka. Põhjal ei tundnud ta ennast mitte külalisena, vaid peremehena. Ning kui lohud ja künkad teda juba väga segama hakkasid, siis tasandas ta nad ja kattis sileda asfaldiga. Kuid äkki sattus ta õhku. Ja korraga avastas ta oma kurvastuseks, et õhus edasi liikuda ei olnudki nii kerge ja lihtne.

Algul näis inimesele õhutee nii mugav ja kerge: ei kivikest, mille vastu võiks murda ratast, ega puud, millest oleks tarvis kõrvalt mööda minna. Aga siin ta varsti veendus, et kõik maised lohud ei ole midagi taeva omadega võrreldes. Kord kukkus õhusõiduk nähtamatutesse aukudesse, kord lendas üles, nagu oleks teda miski tugeva jõuga alt tõuganud. Maal esines raputus, merel õõtsumine, õhus aga laperdamine, mis oli eelmistest veelgi halvem.

Kõikjal varitsesid lendavat inimest ootamatud ohud. Näiteks seisab ees suur valge pilv, mis on ümmarguse mütsiga kaetud mägise saare taoline. Ta ripub nii rahulikult helesinises taevas!

Kuid parem on mitte läheneda sellele õhusaarele — tema kallastel hakkab lennuk nii tugevasti laperdama, et aina hoia.

Kui aga katsud sellest valgest mäest läbi lennata, siis palju ei puudu, et tuulepuhangud purustavad ja kägardavad lennuki.

Pilves ei puhu tuul mitte nii nagu maa peal — mitte eest ega

tagant või küljelt —, vaid alt ülespoole nagu purskkaev. Soojenenud kuumal maapinnal nagu vesi kastruli põhjal, lendab õhk tohutu suurte soojade mullidena üles. Iga niisugune mull pillub lennukit ülespoole just nagu kruubiterakest keevas supis.

Pealegi tuleb õhus lendaval inimesel tegelda mitte ainult õhuga, vaid ka veega. Näiteks lauspilvedes lendab lennuk läbi määratu hulga veepiiskade. Harilikud veepiisad ei tee lennukile midagi, kuid on selliseid ülejahtunud piisku, mis ainsast puutumisest muutuvad jääks. Põrgates vastu lennukit voolavad nad laiali ta propellerile, tiibadele ja muutuvad jääkoorikuks.

Lennuk hakkab tihedalt võbisema, nagu tunneks ta lähenevat ohtu.

Kuipalju oli tarvis teadmisi ja oskusi, et lennukit ehitada — arvutada tema mootori võimsus, arvutada välja ja joonestada tiibade kuju ning taibata propelleri labade õiget laiust! Ilm aga hakkab omamoodi, täiesti mõttetult lennukit ümber ehitama: muudab tiibade kuju, suurendab lennuki kaalu, raskendab propelleri labasid, nii et mootoril ei jätku enam jõudu neid tiirutada.

Veel pisut ja jää murrab oma raskusega masina katki ja veab ta põhja . . .

Nõnda soetas inimene õhku tõustes endale uued ohud. Kuid inimene ei kartnud ohte, vaid võitles nendega ja ületas nad.

Kui kindlusetud, kohmakad ja haprad olid esimesed lennukid! Ja kui halvasti tundsid esimesed lendurid õhuookeani!

Veerand aastasada tagasi sõandasid ainult kõige julgemad inimesed lennata. Nüüd aga ei pea me endid üldse kangelasteks, kui ostame kassast pileti reisulennukile, mis asub oma järjekordsele reisule.

Võitlusrinne loodusjõududega muutub üha laiemaks ja võitlushoog üha suuremaks.

Inimestel tuleb arvestada mitte ainult oma kohalikku ilma, vaid ka seda, mis toimub looduses kaugetel maadel ja meredel.

Kusagil Atlandi ookeanis muutub vesi Golfi hoovuses soojemaks, see aga mõjustab Arktise jäätumust ja Põhja mereteel liikuvate laevade karavane.

Tuleb arvestada mitte ainult käesoleval hetkel valitsevat ilma, vaid ka seda, mis oli möödunud aastal.

Kunagi oli aeg, mil tasandikuelanikud ei tarvitsenud huvituda sellest, kui palju lund sadas aasta jooksul mägedes. Mis oligi neil asja mulluse lumega!

Nüüd aga teavad tasandikuelanikud, et mullune lumi on tänavune

vesi. Ning tänavune vesi on homne leib, mis kasvab niisutatud põldudel. Vesi — see on energia, on valgus öösel, on tramm, trolleibus, elektrirongid ning elektrimootorid tehastes.

Inimene sõdib juba ammu ja edukalt loodusjõududega. Ikka vähem tunneb ta nende võimu enda üle. Kuid tal tuleb üha rohkem neid arvestada, pidades nendega võitlust maal ja merel, õhus ja vee all.

Kaitse ja pealetung.

Me katame õlgedega kurgipeenrad ja süütame aedades lõkketuled, et suitsuga kaitsta õunapuid öökülmade eest. Me kaitseme põlde suhhoveide eest metsavööndidega. Metsaservadele rajame külgkaitsed tugevatest võimsatest lehtpuudest, et need kaitseksid oma vendi — okaspuid — tuule eest. Me ehitame tamme, et päästa uputustest oma linnu ja külasid.

Me ei suuda keelata tuisku kandmast lund mööda steppe, kuid me võime tarastada raudteetammi lumeväravatega, et kaitsta teed hangede eest.

Seada kilp löögi vastu — see on üks hädaohu vältimise meetod. Kuid leidub ka teine — hoiduda võitlusest kõrvale.

Kui «tema kõrgus» Ilm tühistab lennu, siis järgime alandlikult tema käsku. Me jääme maa peale ja veeretame igaks juhuks ka lennuki angaari, et tuul teda ei purustaks.

Selle asemel, et võidelda tormiga merel, viibime sageli kaitstud sadamas ja ootame paremat ilma.

Aga troopiline tsüklon või vesipüks! Isegi kõige vilunumad meremehed hoiduvad nendega kohtamast.

Kui aurikul on tugevad masinad ja kiire käik, siis võib ta troopilise tsükloni ja vesipüksi eest taanduda. Aga kui palju kohutavam on vesipüks purjelaevale!

Hirmuga vaatavad meremehed, kuidas madalast pilvest sirutub mere poole pikk must käsi. See käsi ei puuduta veel merd, kui talle juba vesi tõuseb sambana vastu: justkui sirutaksid taevas ja meri teineteisele käed, astudes liitu inimese vastu. Juba ongi need käed ühinenud ja hiigla veesammas liigub keerutades mööda merd.

Ta liigub laevale üha lähemale. Tarvis on eemalduda temast, eemalduda võimalikult kiiresti. Sest kui ta jõuab järele, ei ole halastust. Ta imeb ja rebib kõik endasse. Isegi kalu rebib ta merest. Ja hiljem langevad need taevast alla.



Hiigla-veesammas liigub keereldes mööda merd.

Vesipüksist tuleb eemalduda, kuni pole veel hilja. Kuid ümberringi on vaikus. Pole tuulehõngugi. Asjatud on tüürimehe pingutused: laev ei kuula rooli. Kõik purjed on ülal, kuid laev ei nihku paigast.

Kas vesipüks möödub või tabab laeva?

On küllalt olnud juhtumeid, kus vesipüks on laevale hukatust toonud.

Põgeneda, eemalduda, peituda!

Purjelaevnikule ei jäänud midagi muud üle, kui tal oli tegemist niisuguse vastasega.

Aga jääga kattumine! Kuidas võidelda sellega?

Lenduril on kaitse jää vastu.

Lendur avab jäätumisevastase seadeldise kraani ja propelleri labadele hakkab voolama imetletava vedeliku juga, mis vabastab propelleri jääst.

Lendur lülitab käiku pumba ning see hakkab tõukama õhku gummeeritud voolikutesse, mis on paigutatud lennuki tiibadele, sabale ja kiilule. Voolikud pulseerivad ja murravad jääkooriku.

Kuid alati see ei aita, eriti siis, kui lennuk kattub jääga väga kiiresti.

Mis siis teha?

Tuleb ruttu tõusta kõrgemale, väljuda pilvemassist päikesepaistele, et Päike nagu heatahtlik võlur muudaks jää veeks.

Iga minut on kallis. Täis gaas peale!

Ning lõppeks tungivadki päikesekiired läbi jäätunud kabiiniakende.

Pilved jäävad madalamale. Lennuk on ikka veel kaetud valge rüüga, kuid ta on juba päästetud. Päike kisub temalt rüü, jää muutub jälle veeks.

Kui sageli tuleb lenduril hoiduda võitlusest ilmaga!

Äikese ja tormidega kohtudes annab ta neile viisakalt teed ja püüab paljude kilomeetrite kauguselt neist kõrvalt mööduda. Kuid selleks tuleb tal teada tormide vempe ja harjumusi, tuleb teada ka nende liikumisteid.

Missugune on aga tormi tee? Kas tal on mingi reisukava või on mingi seadus, mis teda juhib?

Kunagi kirjutas Puškin, et «tuulel, kotkal ja tütarlapse südamel ei ole seadust».

Me kõneleme: «Vaba nagu tuul.»

Kuid kas on see nii? Kas Ilm on tõepoolest isevalitseja, kes ei allu millelegi?

Ei, looduses on kõik alistatud kõigutamatuile seadustele. Ka niisuguse võimutseja jaoks, nagu on Ilm, peavad kehtima seadused.

Meil tuleb teada neid seadusi, et Ilma korrale kutsuda, et tormid ei uputaks meie laevu, et uputused ei hävitaks meie linnu, et põud ei kõrvetaks meie viljasaaki.

Ja meil on üha tähtsam teada, kas valitseb mingi kord selles, mis mõnikord näib täieliku korratusena.

Kuidas vesi ja õhk käituvad homme, ülehomme, kuu aja pärast, kolme kuu pärast?

Tuleb teada ja ette näha — teisiti ei saa läbi.

Teada on vaja selleks, et ette näha, ette näha on aga vaja selleks, et lööke tagasi tõrjuda.

Langevad ju löögid inimesele üha tihedamini, vastavalt sellele, kuidas ta ikka julgemini rajab endale teed loodusjõudude riiki. Ja on tarvis mitte ainult tagasi tõrjuda, vaid ka anda lööke.

Inimene on väike ja nõrk, kui ta on üksinda. Kui aga miljonid inimesed töötavad ühiselt, siis moodustavad nad koos sellise jõu, mis muudab maailma.

Igal aastal tõstab inimene sahaga 3000 kuupkilomeetrit mulda. See on mägi, mis võrdub Elbrusega. Aga kõik maailma jõed, töötades väsimatult nii päeval kui ka ööl, kannavad merre mitte rohkem kui viisteistkümmend kuupkilomeetrit pinnast. Inimese töö on kakssada korda suurem jõgede tööst.

Kõigi jõumasinate võimsus, mis abistavad inimest, ulatub juba kahe miljardi hobujõuni. Tuule võimsus kogu Maakeral on aga ainult kolm korda suurem.

Igal aastal põletab inimene oma küttekolletes poolteist miljardit tonni sütt, muutes selle süsihappegaasiks.

Kui kogu see süsihappegaas jääks õhku, kahekordistuks tema hulk viiesaja aasta jooksul, võib-olla koguni varemgi. See muudaks aga Maakera õhkkesta soojuskiirtele hoopis raskemini läbitavaks kui praegu. Maakera kiirgaks vähem soojust. Ta kliima muutuks nelja kraadi võrra soojemaks. Lumepiir tõuseks mägedes kõrgele, pooluste valged mütsid hakkaksid äärtelt kiiresti sulama.

Kuid mitte kogu see süsihappegaas ei jää õhku. Taimede lehed püüavad süsihappegaasi — tähendab Maakera roheline kate muutub lopsakamaks, rikkalikumaks. Ka vesi neelab süsihappegaasi. Seetõttu aga toimub lubjakivide lahustumine ja lagunemine kiiremini, merre satub rohkem lupja, veealuse maailma elu muutub rikkamaks, ookeani põhja ladestub rohkem sadestisi.

Selliseid muutusi võib inimese töö looduses esile kutsuda! Inimene on muutunud kosmiliseks jõuks. Ta juhibki juba jõgede elu, ehitades tamme, kanaleid, veepaise. Ta paigutab ümber põllunduse piirid ja nihutab lõuna põhja poole, luues selliseid viljapuid, mis ei karda külma.

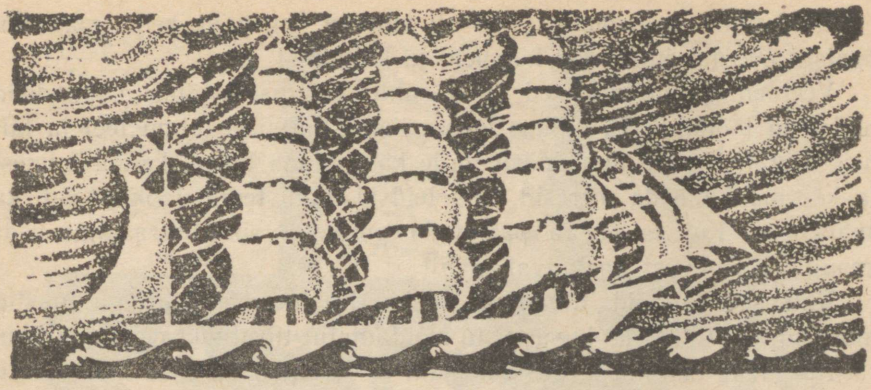
Ta muudab ühtsa teadusliku plaani järgi kuuendikku Maakera maismaast.

Ta on kasvanud selleni, et mitte ainult kaitsta end, vaid ka rünnata, kohates äikest, udusid ja torme. See päev ei ole enam kaugel, kus inimene oma tahtmise järgi hajutab udu ja kutsub põua ajal vihma välja.

Kuid ründamiseks, samuti nagu kaitsmisekski, on tarvis tunda vastast ning tunda seadusi, mis juhivad vee ja õhu elu Maakeral.

Mis on ilm? Mis on raju, torm, äike?

Kes nad on, need selle raamatu metsikud sangarid?



Teine peatükk.

Nähtamatutest.

Nähtamatu.

Maakeral oleleb Nähtamatu. Igaühel on tulnud tegelda temaga.

Teie ei näe teda, kuid te teate, et ta on teie juures, te kuulete teda, tunnete tema puudutust.

Nüüd paugatas ta toa ukse kinni, paiskas akna lahti, riivas käigul põõsa oksi.

Te lähete mööda tänavat ja tunnete, et ta on teie kannul, tõukab teid selja tagant. Ta ei kohtle teid just viisakalt: rebib teil mütsi peast ja sunnib teid seda möödujate üldise naeru saatel taga ajama. Kui ta juhtub teile vastu tulema, siis ei anna ta teile teed, ta loobib teile kamalutäie tolmu silma.

Kui näete, et elutud asjad sööstavad äkki oma kohalt ja hakkavad rändama, siis võite olla täiesti veendunud, et neid kannab Nähtamatu. Te ei näe teda ennast, kuid näete selgesti, kuidas tema teel kummarduvad viljapead põllul ning paindub rohi.

Ei olnud kerge inimestel aru saada, mida ta endast kujutab, see Nähtamatu.

Kuid mida sagedamini neil oli temaga tegemist, seda paremini õppisid nad tundma tema kombeid ja käitumist.

Veel enne, kui inimesed tema suhtes selgusele jõudsid, sundisid nad teda töötama. Ta hulkus huisapäisa, kihutades tolmu teel ja laineid merel. Nemad aga andsid talle käsu ajada laevu, kanda inimesi ja koormaid mööda meresid. Siis leidsid nad tema jaoks tööd ka maismaal. Kui ta oskab paisutada purjesid, siis harrastagu seda kasulikku tegevust ka kuival maal!

Inimesed ehitasid tiibadega veski. Kolmnurkse purjega mastid muutsid nad tiibadeks ja sundisid Nähtamatut tiirutama neid puritiibu.

Purjelaev sai lihase õe maismaal — tiibadega veski. Nähtamatu hakkas alistunult jahvatama jahu.

Inimesed töötasid, ja Nähtamatu töötas koos nendega.

Nad puhusid ääsil tule lõkkele ja Nähtamatu puhus kuulekalt tulele, kui nad vajutasid lõõtsa.

Nähtamatu muutus üha taltsamaks. Teda võis käsutada, ta tegi kõiksuguseid majapidamistöid nagu teener.

On tõsi, et ta oli kahe isanda teener. Täna, olles kuulekas inimesele, kandis ta rasket laeva mööda laineid. Homme aga, alistudes ilmastikule, pööras ta sellesama laeva kummuli.

Meremehed kõnelesid vanasti, et on olemas mitte üks Nähtamatu, vaid neli nähtamatut venda. Nad elavad maailma äärel suures koopas. Koopa sissekäik on suletud raske kiviga. Kui nähtamatute käskija tahab lasta neid vabadusse, siis veeretab ta kivi kõrvale. Nähtamatud tormavad koopast välja ja hakkavad möllama. Pole kerge neid siis kinni püüda ja tagasi ajada koopasse.

Seda muinasjuttu jutustasid meremehed kõigil meredel, sest igal pool tuli neil tegelda tuulte-nähtamatutega.

Polüneeslased nimetasid tuulte käskijat Mauiiks, indiaanlased Geohiks, kreeklased — Aioloseks.

Ammu enne seda, kui tekkis õige ilmateadus, teadsid meremehed juba, et maailmas ei ole mitte üks tuul, vaid et tuuli on palju.

Üks tuul puhub põhjast — kreeklased nimetasid seda Boreaseks. Teine puhub lõunast, seda hüüti Notoseks. Läänetuule nimi oli Zefüros, idatuule nimi — Euros.

Seal aga, kus tekkis nimi, pidi juba olema mingi teadmine.

Pealikute pidustustel laulsid laulikud tormist, mis paiskas laiali Odüsseuse laevad:



B. P. Multanovski koostatud ilmakaardid «Odüsseia» järgi.

Kes väldib möödapääsmatut hukku, kui pilkases pimeduses
Äkki ootamatu tormiga mustale merele kihutab
Hävitavalt kiire Notos või Zefüros? Nende läbi küll enamikus
Ka jumalate kiuste hukkuvad laevad meresügavikus...

Ajaloolastel oleks raske selles laulus eraldada tõde väljamõeldisest. Kuid ootamatult tuli neile appi meteoroloog.

«Odüsseia» uurimisele asus meie päevil meteoroloog B. P. Multanovski. See oli imetletav inimene. Ta oli väsimatu rändur niihästi minevikku kui ka tulevikku. Ta leidis meetodi ilma ennustamiseks mitme järgneva päeva ja nädala jaoks. Teda huvitas ka teada saada, millise ilmaga oli tegemist pärast Trooja langemist koju pöörduvail ahhailastel ja vene kaupmeestel teel «varjaagide maalt kreeklaste maale».

Multanovski kandis noolekestena Vahemere kaardile tuulte suunad, millest kõneldakse «Odüsseias». Ning otsekohe selgus tuulte pöördumine. Kaart näitas, et algul oli puhunud põhjatuul, seejärel ida- ja lõunatuul ning lõpuks läänetuul.

Niisugune kellaosuti liikumise suunas toimuv tuulte pöördumine esineb alati tsükloni lõunaosas, mis liigub läänest itta.

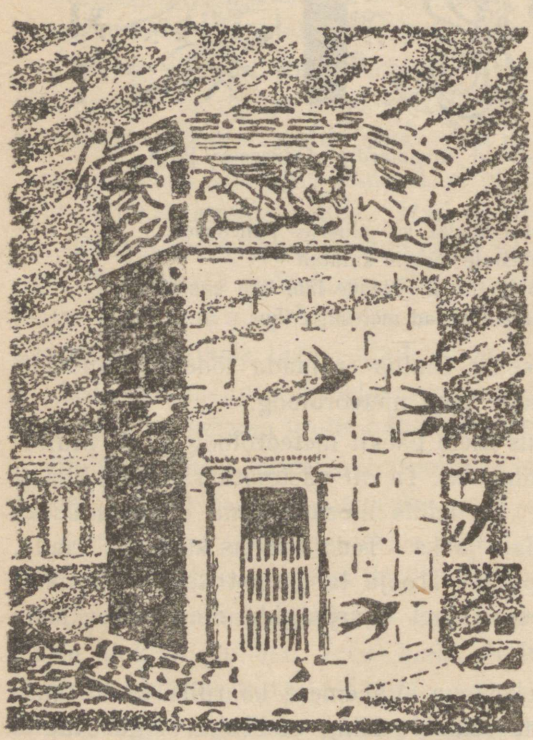
Hiiglakeeris — tsüklon — kihutas kunagi Vahemere kohal, kihutas ja kadus. Otsi siis tuult maalt või merelt! Pealegi ei kihutanud see tuul eile, vaid kolm tuhat aastat tagasi.

Meteoroloog aga leiab selle tuule jäljed vanast laulust. Ning laul osutub täpseks nagu uusim ilmakaart.

Laul säilitas meile nende meremeeste kogemuse, keda pole enam ammugi olemas.

Kõikjal, kõigil aegadel ja kõigis maades on inimesed kuulatanud tuult ning vaadelnud pilvi.

Nende silmade ees seisis taeva raamat, aga nad ei osanud seda veel lugeda... Nad püüdsid mõistatada arusaamatute ja lakkamatult vahelduvate märkide mõtet. Mõnikord õnnestus neil midagi mõista, kuid sagedamini viisid oletused neid tõest kaugemale.



Tuultetorn Ateenas.

Kusagil Kamtšatkas silmitsesid inimesed lumevalle, mida tuisud olid üles kuhjanud. Igaühele oli selge, et jälg ei teki iseenesest. Jälg jääb järele, kui keegi on käinud või sõitnud. Aga milline hiiglane tõmbas need pikad lumevaod?

Kamtšatka elanikud hakkasid mõistatama. Arvatavasti oli see taevane jumal ise, kes sõitis siit läbi hiiglasaaniga. Ei tähenda midagi, et keegi ei näinud teda, sest kus sa selles tuisus midagi näed! Aga järele jäid ju saanijalaste jäljed!

Kõikjal — igas maailma otsas — tekkisid muinasjutud tormidest ja tuultest, sest et kogu maailmas võimutses Ilm. Ning kõikjal tundsid inimesed tema võimu, mis oli neile veel arusaamatu, kuid sageli hävitav.

Sajandite kestel hakkasid inimesed maal ja merel üha paremini taipama, mis on ilm.

Meremeestel ei olnud ilma uurimiseks veel mõõteriistu. Mõõteriistadeta, ainult oma käte lihastega, valides soote, kogesid nad tuule tugevust ning määrasid silma järgi, kas tuul küllalt hästi paisutab purjesid.

Ammu enne esimeste meteoroloogiajaamade tekkimist lehvisid juba laevamastidel vimplid ning mereäärsete linnade tornides pöörlesid tuulelipud. Inimesed vaatasid alt vimplit, tuulelippu või lihtsalt korstnast tõusvat suitsu ja said teada, kas on tuult ja kust ta puhub.

Kuid ilm ei sundinud endast mõtlema mitte üksnes meremehi, vaid ka põlluharijatele valmistas ta palju sekeldusi.

Põlluharijatel oli vaja teada, millal alata heinateoga, millal asuda lõikusele.

Halb on, kui põllul jääb vili külma kätte või kui hein märgub ja muutub paduvihma käes mustaks, selle asemel et kuivada.

Poeet ja põlluharija Hesiodos [1] soovitas oma küla elanikele alustada lõikust, kui Plejaadid vaevalt ilmuvad silmapiirile, ning asuda kündmisele, kui Plejaadid hakkavad loojuma. Kui aga kured tõstavad taeva all kisa, siis tähendab see talve lähenemist. Varsti kihutab ka Boreas pilved Traakiast taevalaotusse. Tööta nõnda, et talv ei taba sind ootamatult!

Need õpetused lõpetas Hesiodos sõnadega: «Selline on seadus põldude jaoks.»

Tähendab, juba siis teadsid inimesed, et on seadus põldude jaoks, seadus talve ja kevade jaoks, sooja ja külma jaoks.

Neil ei olnud ei termomeetrit ega baromeetrit, kuid neil olid head silmad. Nad oskasid vaadata looduslikke mõõteriistu, mis olid loodud looduse enda poolt. Lahkuvad kured kõnelesid neile soojuse lahkumisest. Tigu hoiatas kuumuse saabumise eest. Kui ta oma majakest enesega kandes ronis maast puu otsa, et peituda varju, siis tähendas see: läheb kuumaks. Inimesed oskasid loodust kuulata ja vaadelda. Ka nende lauludesse tungisid väljamõeldiste kõrvale esime-

[1] Hesiodos elas Kreekas umbes 700 a. e. m. a. (Tõlkija märkus.)



Kui tigu peidab end lehtede alla, siis tähendab see — läheb kuumaks.

sed teaduse algmed ilmast, sadudest ja tormidest ning tuulest-nähtamatust.

Nähtamatu on sageli inimesele vastu hakanud, kuid siiski pidas inimene teda oma teenriks.

Vanad legendid kõnelesid, et Nähtamatu asub kusagil kaugel koopas.

Inimesed aga tundsid selgesti, et ta on alati siinsamas, nende kõrval. Nad heitsid pilgu tühja kruusi ja mõtlesid: kas Nähtamatu ei peitu äkki siin sees? Võib-olla see kruus ainult näib tühjana?

Kui kruus kummuli pöörata ja kiiresti vette vajutada, siis ei valgu vesi kohe kruusi. Ta peab sealt enne midagi välja tõrjuma. See «midagi» väljub kruusist mullidena.

Tähendab, kruusis on ikkagi seesama Nähtamatu. Ta poeb igale poole, kus on väikseimgi tühi kohake. Ta on meie ümber, meie sees. Kui hingame, siis tõmbame teda endasse. Temaga võib härjapõie täis puhuda. Ta läheb toru kaudu vedelasse klaasitilka, kui klaasipuhuja puhub kaussi.

Sellised mõtted tekkisid kõige sagedamini seppadel, möldritel, pottseppadel, klaasipuhujatel ja meremeestel.

Kõige targemad ja julgemad neist ei küsinud enam: kes on ilm, kes on ookeanid, vesi, maa ja õhk?

Nad küsisid: mis on vesi, mis on maa, mis on õhk?

Need esimesed füüsikud taipasid, et Nähtamatu ei ole mitte nähtamatu olend, vaid nähtamatu aine.

«Tuuled tekivad, kui tihenenud õhk hakkab tõuke tagajärjel liikuma,» nii õpetas VI sajandil e. m. a. Mileetose filosoof Anaximenes.

Anaximenes jälgis Nähtamatut ja püüdis mõista tema harjumusi ja käitumist. Ta nägi, kuidas selges taevas tekkisid äkki pilved, kuidas pilvedest hakkas sadama vihma.

Ning ta kõneles oma õpilastele:

«Kui aga õhk koguneb veel suuremal hulgal ja tiheneb veel rohkem, siis tekivad pilved ning sel viisil muutubki õhk veeks. Rahe tekib, kui pilvedest allalangev vesi külmub, lumi aga siis, kui veerikkad pilved ise külmuvad.

Välgud esinevad siis, kui tuule jõud pilved laiali lükkab, sest nende laiali nihkudes ilmub tugev tulehelk. Vikerkaar aga tekib siis, kui päikesekiired langevad tihendatud õhule.»

Mitte kõik ei mõelnud nii nagu Anaximenes.

Kolm sajandit pärast teda kirjutas teine kuulus kreeka filosoof Aristoteles (384.—322. a. e. m. a.) esimese raamatu ilma kohta. Selle raamatu nimi oli «Meteoroloogia». Oli sündinud ilmateadus, mida nimetati sama nimega, mida ta kannab praegugi.

Selles raamatus oli pühendatud terve peatükk tuultele, keeristele ja rajudele.

Kuid Aristoteles ei nõustunud Anaximenesega. Talle näis ebaõigena mõte, et tuul tekib siis, kui õhk hakkab tõuke tagajärjel liikuma.

Aristoteles arvas, et õhk on suits, mida maa välja hingab. Põhjapoolsed maad hingavad külma õhku välja; kui see koguneb, siis puhub põhjatuul. Lõunatuul on aga lõunas asetsevate maade kuum hingus.

Nähtamatu üle vaieldi, Nähtamatu kohta kirjutati raamatuid. Ta ise aga jätkas oma tegevust: ajas mööda taevast pilvi, tõi põhjast külma ja lõunast sooja.

Sügisvihmad asendasid põuast suve.

Mäetippudele laskus lumi, orud kattusid uduga . . .

Kuidas tekib udu ja kuhu ta kaob? Kuidas tekivad pilved taevas ja kust tulevad taevast langevad veejoad?

Miks on põhjas külm, kuid lõunas soe? Miks sajab Sküütis lund, Liibüas aga ei ole lund kunagi nähtud?

Ilm andis inimestele mõistatusi.

Ta justkui peitis end nende eest. Asjata ei kõnelnud filosoofid, et «loodus armastab end varjata».

Mitte ainult nähtamatu õhk, vaid ka vesi libises alatasa inimese pilkude eest kõrvale või vahetas oma kuju, muutudes tundmatuseni.

Tuhandeid aastaid kulus inimestel ainult selle lähemaks tundmaõppimiseks, millega neil oli tegemist saju ja tormi ajal, suvises kuumuses ja talvises külmas.

Mõistatused, mida inimesed mõistatasid tuhandeid aastaid.

Mõistatust sellest, miks on põhjas külm, lõunas aga soe, hakkasid inimesed lahendama juba väga ammu.

Reisides mööda maailma märkasid kreeka kaupmehed ja meresõitjad, et põhjas seisab päike madalamal kui lõunas. Liibüas seisab ta ka talvisel keskpäeval peaaegu otse pea kohal, Sküütis aga ei tõuse ta isegi suvel nii kõrgele.

Tähendab, ka loodusjõududele on pandud piir.

Aafrika kuumus valitseb Aafrikas endas, aga põhja, Sküütisse, on temale sissepääs suletud.

Liibüa kõrves kõrvetavad püstloodsed päikesekiired rohu, kuid Sküütis on nad kallakad ega suuda isegi lund sulatada.

Ning kreeklased otsustasid: kogu asi peitub päikesekiirte kallakuses.

Nõnda sündis õpetus kliimast.

Kliima on kreekakeelne sõna ja tähendab «kalle».

Selles sõnas nagu peituski juba mõistatuse võti.

Kuid mõistatus ei olnud mitte ainult ühe luku taga. Kreeklased taipasid õigesti, et päikesekiirte kallakus seab piiri ilmale; ilmal on raske sammuda troopikast polaarjoone taha.

Asi aga ei seisne ainult kiirte kallakuses.

Selleks, et lõpuni lahendada mõistatust, oli vähe ühest võtmest.

Kuid teist võtit ei leitud niipea: see leiti alles kahe tuhande aasta pärast. Nii raske oli ülesanne kliimast.

Veel raskem oli teine ülesanne — vee kohta.

Sõites mööda jõgesid ja merd teadsid inimesed, et jõed voolavad merre, merest aga avanevad väravad ookeani.

Aasta järgneb aastale, sajand sajandile. Tekivad ja varisevad riigid. Vesi aga jookseb väsimatult mööda jõesängi, tõtates ookeani. Miks aga ei tulva ookean? Ning mispärast ei kuiva jõed?

Mõned kõnelesid, et see on seletamatu ime ja rahuldusid sellega.

Teised aga hakkasid arutlema.

Selleks, et ookean ei tulvaks, peab ta kuhugi andma vett. Et aga jõed ei kuivaks, peavad nad vett kusagilt võtma.

Kas polnud siis kõige lihtsam kujutleda, et jõed võtavad ookeanist just niisama palju vett, kuipalju nad ise temale annavad?

Saadi ringkäik:

jõgi — ookean — jõgi

Esimest poolt sellest ringkäigust jälgisid inimesed juba oma meresõitudel.

Kuidas aga satub vesi ookeanist jõkke tagasi, seda ei olnud keegi näinud.

Ka sellest oli vaja aru saada.

Inimestel õnnestus mõnikord jõge mööda ülespoole minnes jõuda tema lätteni.

Nad nägid, kuidas jõgi voolab maa alt välja. Kusagilt nõlva küljelt jookseb välja sulisev läbipaistev allikas. Külm allikavesi voolab algul väikese ojakesena, siis aga kohtab teisi samasuguseid ojakesi. Ning vastsündinud jõgi muutub üha laiemaks, üha veerikkamaks.

Tähendab, vesi satub jõkke maa alt.

Ringkäik nägi nüüd selline välja:

maa — allikas — jõgi — ookean — maa

Jäi üle ainult jälgida, kuidas satub see vesi ookeanist maa alla ja kuidas ta jõuab maa all allikani.

Need olid viimased lülid ahelas. Kuid osutus, et neid on kõige raskem leida.

Neil aegadel arvasid paljud, et Maa kiigub ookeani pinnal nagu hiigla parv või laev. Nõnda mõeldi juba Anaximenese õpetaja filosoof Thalese aegadest alates.

Ning otsustatigi, et vesi imbub ookeani põhjast maasse nagu laeva auklikku põhja.

See näis olevat kõige lihtsam seletus.

Kuid mõnikord osutub kõige lihsam seletus kõige keerulisemaks. Ühe vana mõistatuse asemel ilmus kaks uut.

Esimene mõistatus: ookeanis on vesi soolane, jõgedes aga mage. Kuidas muutub see soolane vesi oma teekonnal ookeanist jõkke magedaks?

Teine mõistatus: vesi voolab alati ülalt alla — mägedelt ja kin kudelt. Aga kuidas ta ronib maa all kinkudele ja mägedele?

Õpetlased murdsid pead, püüdes lahendada neid uusi mõistatusi.

Esimesele vastasid nad nõnda: läbides maa soolane vesi filtreerub. Sool jääb maa alla ning vesi muutub magedaks.

Teise mõistatuse suhtes aga oli neil mitu oletust. Ühed kõnelesid, et tuul imeb vee maa alt mägedesse. Teised tõendasid, et mäed ise oma raskusega suruvad maast vett välja ja see tõuseb mööda pragusid üles.

Leidus aga neidki, kes mõlemale mõistatusele andsid ühe ja sama lahenduse: vesi satub ookeanist suurtesse maa-alustesse koobastesse; seal muutub ta auruks. See aur tõuseb koobaste kõrgete võlvideni, sool aga jääb alla. Jõudes võlvideni muutub aur veeks ning vesi nõrgub väljapoole.

Vaat, kui palju teravmeelseid oletusi tuli inimestel kokku kuhjata, et maksta ülesande liigagi lihtsa lahendamise eest!

Ka Aristoteles mõtles palju selle kõige üle. Tema teadis juba, et pilved, lumi, kaste ja rahe on ikka sellesama vee eri kujud. Vesi vahetab alatasa oma kuju, ning juhtub sedagi, et ta muutub nähtamatuks nagu õhk. Päikesekiired tõstavad ta kõrgele maa kohale, külm aga sunnib teda tihenema ja sademetena maapinnale langema.

Aristoteles nägi, kuidas vihmavesi voolab ojadena jõkke või, nõrgunud maasse, väljub hiljem allikatena vabadusse.

Ning tal tärkas mõttesse vana ülesande uus lahendus: vesi võib omada peale maa-aluse ja maapealse tee veel kolmanda tee — maa kohal.

Aristoteles sattus jälile. Ta läks mööda vee jälgi, otsides selle teed. Ning ta nägi, et see tee ei kulge mitte ainult meie jalgade all, vaid ka pea kohal — seal, kus taevas liuglevad pilved.

Veel pisut, ja ahel olekski sulgunud:

ookean — pilved — vihm — maa — jõgi — ookean

Kogu suur vee ringkäik oli juba Aristotelese silmade ees. Kuid ta ei uskunud oma avastust ja kummutas ise oma õpetuse. Ta otsustas, et vihmaveest ei jätku, selleks et toita kõiki maailma jõgesid.

Selle asemel, et vaadata üles ja otsida sealt vee teed, hakkas ta uuesti mõtisklema ikka nendest maa-alustest koobastest.

Kaotanud jäljed, ei jõudnud Aristoteles lahendusele mitte lähemale, vaid kaugenes temast. Koos vihma ja pilvedega viskas ta ahelast välja ka esimese lüli — ookeani.

Võib-olla, mõtles ta, satub vesi neisse koopaisse mitte ookeanist, vaid tekib kohapeal, sünnib maa-alusest õhust või maast endast...

Möödusid sajandid, vana mõistatus aga püsis endiselt lahendamatuna.

Ja selle lahendamine polnud sugugi kerge.

Kadus ju vesi kogu aeg silmist: kord muundus ta nähtamatuks auruks, siis, jõudes vaevalt muutuda uuesti nähtavaks, peitis ta end maa alla.

Saage siis veel aru sellisest mängust: kui vesi on nähtav, siis me teda ei näe, ning ta muutub nähtamatuks seal, kus teda võiks näha.

Vesi sunnitakse tööle.

Kuid inimesed mitte ainult ei uurinud vee jälgi ega otsinud tema teid, vaid nad püüdsid teda, seadsid tema jaoks püüniseid ja lõkse ning, taltsutanud vee, sundisid teda töötama.

Veest oli lihtsam jagu saada kui tuulest. Tuul oli alati nähtamatu, vesi aga ainult mõnikord. Teda oli võimalik ümber valada, kopaga tõsta. Teda võis peatada tammidega, suunata kanalite kaudu. Tema sügavust oli võimalik mõõta.

Egiptuses sõltusid inimesed täiel määral Niilusest. Kui vett oli vähe, siis valitses maal nälg. Oli aga vett liiga palju, siis hävitas uputus linnad ja asulad.

Selleks, et ohjeldada loodusjõude, ehitasid inimesed paise ja tamme. Igal aastal, kui Niilus tulvus, vangistati ta ega lastud enne merre, kuni ta oli põldudele andnud vett ja kaugelt toodud väärtuslikku muda. Jõesäng suundus kõige otsemat teed merre, kuid vesi pidi enne mereni jõudmist läbima kolmkümmend tuhat kilomeetrit arvutuid kraave ja kanaleid. Kuhu vesi ise ei tahtnud minna, sinna tõsteti ta vägisi vinnade abil. Selliseid vinnaga kaeve võib meie külades veel praegugi näha.

Inimesed võitlesid visalt jõega ning õppisid selles võitluses üha rohkem tundma tema iseloomu ning ette aimama tema käitumist.

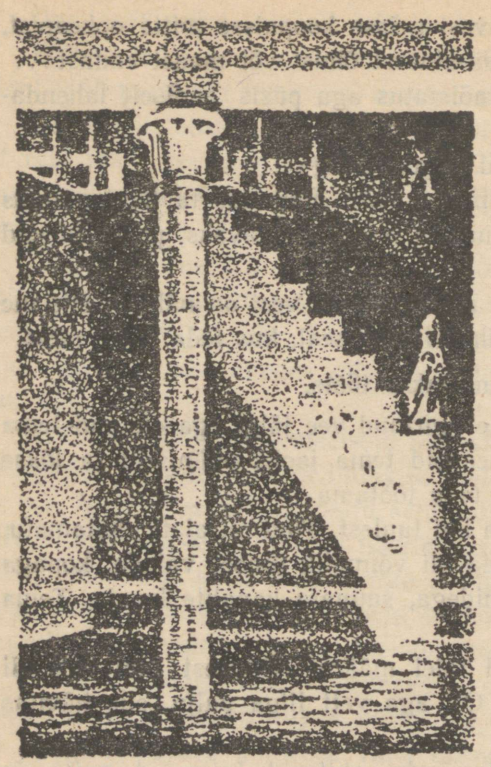
Niilust jälgiti, teda ei lastud silmist.

Lihtsale põlluharijale oli Niiluse tulv seletamatu ime, mida tuli paluda igal aastal. Kuid preestrid juba teadsid, et Niilus tulvub, kui selleks saabub aeg, ning oskasid seda aega ennustada.

Nad mõõtsid veetaset jões.

Egiptuses on seni säilinud muistsed veetasememõõtjad — niilusemõõtjad.

Ühes kohas laskub jõkke kaljusse raiutud trepp. Trepi kõrvale



Niilusemõõtja. Sambal on kriipsukesed, mis näitavad vee taset.

püstitatud sambal on kriipsukesed ja täkked, mis näitavad kõrgusi, milledeni ulatus vesi.

Teisal on kaev, mida ühendab Niilusega maa-alune käik. Vesi voolas jõest kaevu ja veetase märgiti joonega.

Jälgides niilusemõõtjat kuskil väljaspool Egiptuse piire oli võimalik ennustada, kui kõrgele tõuseb vesi Egiptuses, Niiluse alamjooksul.

Preestrid teatasid kõrgvee lähenemisest vesiirile — riigi kõrgemale ametikandjale.

Vesiir teatas sellest vaaraole. Ning vaarao saatis pidulikul jumalateenistusel oma palved Niilusele.

Ühe Egiptuse vaarao hauakambri seinale on kirjutatud: «Ainult minu palveid kuulda võttes ujutas Niilus oma veega üle ümbruskonna põllud ja keegi ei tundnud nälga minu valitsemise ajal.»

Nii tekkis maailmas esimene Vee Teenistus — hüdroloogiline teenistus. Ning esimeseks Vee Teenistuse ülemaks oli Egiptuse vaarao vesiir.

Teistes maades hakkasid inimesed samuti järjest paremini juhtima vee elu.

Nad olid küllalt leidlikud, et asetada vee teele koppadega ratta ning jõgi hakkas oma jooksul pöörama ratast, mille kopad tõstsid temast vett. Kopad tõusid, kallasid vee renni ning vesi voolas mööda renni niisutuskraavidesse.

Sellised altlöövad vesirattad nagisevad ka praegu meil Kesk-Aasias päeval ja ööl.

Vesi niisutas põldu; oma venna, tuule eeskujul jahvatas vesi ka jahu.

Inimene ei mõtisklenud enam ainult vee teedest, vaid rajas ise talle teid. Ning veel tuli teha seda, mida ta kunagi ei oleks teinud

omal tahtel: tal tuli minna Samose saarel läbi mäe ja rännata maast palju kõrgemal asetseva roomlaste veevärgi — akväduktide — kivises sängis.

Ilmus ka esimene hüdroloogia raamat maa-aluste ja pealmaa vete kohta. Selle kirjutas rooma insener Frontinus, kes ehitas Rooma linna vesivarustuse. Frontinus ei ehitanud oma akvädukte mitte enam silma järgi. Tal oli tarvis täpselt arvestada veekulu. Jõi ju linnhiiglane ka vett hiiglaslikult: iga päev terve järvetäie.

Frontinus mäletas hästi oma õpetaja — Aleksandria mehhaaniku Heroni sõnu:

«Pane tähele, et vähe on voolu ristlõike määramisest selleks, et teada saada, kui palju ta kannab vett. Tarvis on teada ka tema kiirust. Sest kiirem vool kannab rohkem vett, aeglane aga vähem.

Seepärast, ehitanud veereservuaari jõest madalamale, mõõda, kui palju vett tuleb tunnis juurde, ning siit arvuta, kui palju voolab teda päevas.»

Inseneridele sai üha selgemaks, mis on jõgi. Ning nad hakkasid ka lahendama vana mõistatust, mida ei õnnestunud lahendada filosoofidel: kuidas satub vesi jõkke? Rooma arhitekt Vitruvius Follion vastas sellele küsimusele nõnda: mägedes sajab lund ja vihma, vesi nõrgub mäejalamile ja seal, maa seest väljudes, annab jõgedele alguse.

See oli juba üsna lähedal tõele.

Inimesed said loodusjõude juhtivatest seadustest üha paremini aru.

Meremehed juba teadsid, et ka tuul ei puhu merel nii, nagu talle mõttesse tuleb. Neil oli teada, et India ookeanis puhuvad tuuled suvel merelt mandrile, talvel aga mandrilt merele.

Ka rooma kaupmehed kasutasid neid Nähtamatu regulaarseid reise, selleks et tema abil purjetada Indiasse.

Ilmast, nõidadest ja tähtedest.

Aeg möödus. Saabus keskaeg.

Alles noor teadus sattus ebasoosingusse. Filosoofide asemele tulid vaimulikud. Astronoome ja insenere asendasid astroloogid ja mustkunstnikud.

Astroloogid ennustasid ilma tähtede järgi.

Vaimulikud seletasid põuda ja uputust jumala vihaga.

Veeotsijad käisid nõiakepikesega mööda külasid ja tõendasid, et kepike näitab neile täpselt, kus peitub vesi, kuhu tuleb kaevata kaev.

Vesi-nähtamatu ja tuul-nähtamatu muutusid jälle saladuslikeks, üleloomulikeks olenditeks.

Kusagil kalurikülakeses küsisid lapsed emalt:

«Kes nutab seal, akna taga?»

Ning ema vastas tasase häälega:

«See on tuule ema, kes nutab. Kes teab, kelle ema nutab pärast seda!»

Inglismaal kuulasid kalurid tormi ulgumist ja kõnelesid Metsikust Kütist.

Need ei ole pilved, mis tiirlevad taevas, vaid sarvede ja sabaga küüstiivalised kohutavad kiskjad. Neid ajab taga ja tabab odaga hobuse seljas kihutav Metsik Kütt.

Lossis lugesid leedid ja džentlmenid raamatut kuningas Arthurist ja ümarlaua rüütlitest.

Selles raamatus oli peatükk, milles jutustati, kuidas üks rüütel oli löönud piigiga kaussi ja kuidas seetõttu oli sadanud nii jämedat rahet, et see tappis ümberringi kõik karjad aasadel. Rüütel oli pääsenud ainult seeläbi, et kattis end kilbiga.

Leedid ja džentlmenid lugesid ega imestunud — jutustati ju noil aegadel ilmast teisigi imesid.

Kord puhkes Inglismaal torm, mis uputas palju laevu. Selle tormi tekitamises süüdistati üht õpetlast, kes oli kuulu järgi mustkunstnik. Ta anti kuningliku kohtu kätte, teda piinati, ning ta tunnistas, et tema käsu peale olid istunud kõik Inglismaa nõiad sõeladesse ja läinud purjetama, et tormi esile kutsuda.

Mustkunstnikult küsiti:

«Miks valisid nõiad endale sellise ebatavalise liikumisvahendi?»

«Seepärast,» vastas mustkunstnik, «et ainult nõid ei upu sõelas.»

Kohtunikud mõistsid süüaluse tulesurma: tunnistas ta ju ise ennast süüdi!

Eelarvamused ja ebausk võitsid uuesti teaduse ja kogemuse.

Vihma hakati seletama sellega, et taevainglid võtavad pikkade torudega merest vett ja pritsivad selle siis maa peale laiali.

Ajaloolased kirjutasid imepärastest ilmutistest, mis ennustasid põuda või uputust. Selliseks ilmutiseks võis olla niihästi komeet kui ka kahe peaga vasikas.

Üksteise järel ilmusid raamatud, mis käsitlesid tähtede ja planeetide mõju ilmale.

Ühe niisuguse raamatu tiitellehel on kujutatud kündja sahaga.

Tagaplaanil variseb loss ja lõheneb pooleks mägi, millel see loss seisab. Taevast sajab kive. Pilvedes sähvatavad siksakkidena välgud. Pilvedel aga istuvad pidulikult jumalad — Saturnus, Marss ja Veenus, kes ühisel jõul kutsusid esile selle enneolematu katastroofi.

Raamatus jutustatakse, kuidas planeetide «ühinemine» või «opositsioon» kutsub esile vihma, rahe, tormi, maavärisemise.

Ebausk on kangekaelne asi. Astronoomial ja meteoroloogial tuli astroloogiaga palju sõdida, enne kui ebausk hakkas taanduma teaduse surve ees. Kalendri iga leheke kujutas positsiooni, mida tuli võtta võitlusega.

Astroloogid vallutasid kalendri juba keskajal. Inimesed ostsid tollal kalendri mitte ainult selleks, et teada saada nädalapäevi, pühi, päikese tõusu ja loojangut. Kalendrist otsis igaüks nii oma saatust kui ka homset ilma.

Sellist kalendrit anti XVIII saj. algul ka meil välja. Teda nimetati krahv Brüssi nime järgi «Brüssi kalendriks». Läinud erru, elas Brüss oma Moskva-lähedases mõisas ja tegeles teadusega. Rahva seas peeti teda mustkunstnikuks. Kalender koostati tema järelevalve all.

Aastal 1725 asutati Peterburis Teaduste Akadeemia. Akadeemikud astusid kohe võitlusse astroloogiaga. Nad lasksid välja oma akadeemia kalendri, milles esimesel leheküljel oli öeldud, et astroloogilised ennustused on kui vähetähtsad ära jäetud.

Kuid astroloogiat ära jätta ei olnud sugugi kerge.

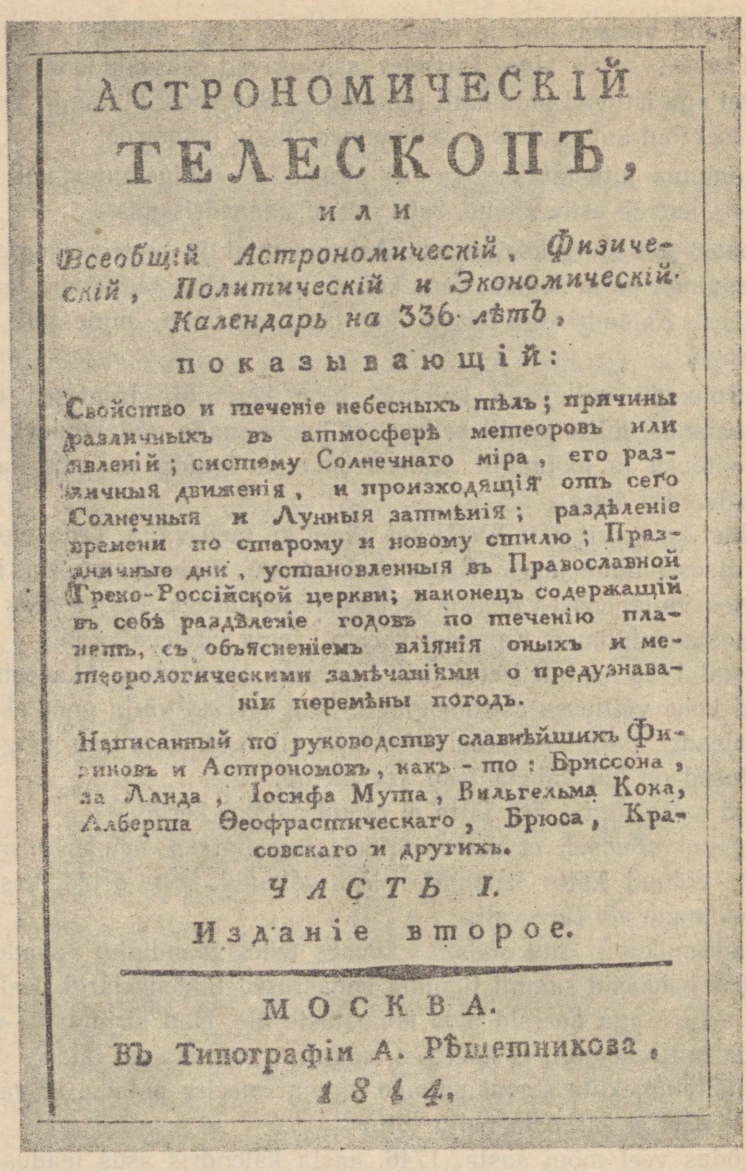
Lugejad nõudsid, et astroloogidele tagastataks nende positsioonid, et, võtnud kätte kalendri, oleks võimalik kohe öelda, kas suvi tuleb vihmane või talv vali.

Akadeemikutel tuli südant kõvaks teha taanduda: akadeemia kalendris hakkasid samuti ilmuma ennustused tähtede järgi. Kalendri koostajad ise aga naersid oma ennustuste üle. Nad kirjutasid: «Meie ei looda mitte sugugi, et kõik see, mida me ennustame, täidub. Sagedaste luhtaminekute korral palume lugejat meeles pidada, et väheste kopikate eest ei saa osta palju tõtt.»

Möödus veel mõni aasta. 1746. aasta kalendris asus teadus taas pealetungile. Kalendri koostajad kirjutasid, et juba muistses Roomas peeti astrolooge ja nõidu ebaväärikateks inimesteks.

Järgmisel aastal aga olid ilmaennustused tähtede järgi akadeemia kalendrist lõplikult kõrvaldatud.

Muide, astroloogia säilitas oma positsiooni veel kaua neis kalendreis, mis anti välja mitte akadeemia, vaid raamatukaupmeeste poolt.



АСТРОНОМИЧЕСКІЙ
ТЕЛЕСКОПЪ,
или
Всеобщій Астрономическій, Физическій, Политическій и Экономическій Календарь на 336 лѣтъ,
показывающій:

Свойство и теченіе небесныхъ тѣлъ; причины различныхъ въ атмосферѣ метеоровъ или явленій; систему Солнечнаго міра, его различныя движенія, и происходящія отъ сего Солнечныя и Лунныя затмѣнія; раздѣленіе времени по старому и новому стилю; Праздничные дни, установленныя въ Православной Грекo-Россійской церкви; наконецъ содержащій въ себѣ раздѣленіе годовъ по теченію планетъ, съ объясненіемъ вліянія оныхъ и метеорологическими замѣчаніями о предузнаваніи перемѣны погодъ.

Написанный по руководству славнѣйшихъ Физиковъ и Астрономовъ, какъ-то: Бриссона, де Ланда, Іосифа Муша, Вильгельма Кока, Альберта Ѳеофрастическаго, Брюса, Красовскаго и другихъ.

ЧАСТЬ I.

Изданіе второе.

МОСКВА.
Въ Типографіи А. Рѣшетникова,
1814.

Kalendri «Astronoomiline teleskoop» tiitelleht.

Mul oli juhus näha üht niisugust 1814. aastal väljaantud kalendrit. Selle pealkiri on «Astronoomiline teleskoop ehk üldine astronoomiline, füüsikaline, poliitiline ja ökonoomiline kalender».

Selles raamatus võib leida kõike: nii kalendrit kui ka teadet selle

kohta, kes hakkas esimesena kandma siidsukki, samuti maailmaajaloo tähtsate sündmuste loetelu, kusjuures tähtsate sündmuste hulka oli arvatud mitte ainult Ameerika avastamine, vaid ka «vormiriietuse kehtimapanek Prantsuse sõjaväes Louis XIV ajal».

Lugedes seda raamatut võib teada saada, millal leiutati raamatutrükkimine ja millal võeti esmakordselt tarvitusele metallnõelad puust juuksenõelte asemel.

Siin esineb ka arutlusi «maa atmosfääri» ja loodusnähtuste kohta. Kuid suur osa raamatust on siiski pühendatud «planetoskoopiale 336 aasta kohta», s. o. jällegi tollele hävimatule astroloogiale. «Planetoskoopias» kõneldakse sellest, millist mõju avaldavad planeedid ilmale, inimesele ja rahvaste saatusele.

Toome näiteks ennustuse 1946. aastaks:

«Kevad on algul külm, lumine, pärastpoole pisut kuivem, soe, tuuline, lõpul meeldiv.»

«Suvi on algul märg, kuid siis ilus ja soe. Vili, juurvili ja hein tuleb koristada varakult.»

«Sügis on kuni poole oktoobrini külm, siis järgneb hea ja soodus ilm päikesepaistega, lõpupoole on ilm pilves ning sügis lõpeb sadudega.»

«Talv ei ole külm, tihti puhuvad tuuled, esinevad tuisud, õhk on külm.»

Kõigist neist ennustustest sai lugeja teada, et kevad tuleb meeldiv ja mittemeeldiv, suvi — märg ja kuiv, sügis — päikesepaisteline ja vihmane, talv — mitte külm, kuid külma õhuga.

Ettevaatlik autor kindlustas ennast võimalikkude etteheidete vastu isegi kaugete järelpõlvede juures.

Näete, missugune raamat oli trükitud möödunud sajandi algul! Ning seda osteti, loeti, usuti. Kuid mida siin imestada: isegi veel meie päevil müüvad astroloogid maakera mõningais paigus horoskoope ja trükivad ajalehtedes kuulutusi, pakkudes oma abi kergeusklikele inimestele.

Ma nägin Inglismaal väljaantud astroloogilist almanahhi 1946. aastaks.

Välimuselt on see väike ajakirjake kirjude kaantega, kuulutustega viimastel lehekülgedel ja piltidega, milledel on kujutatud ookeaniaurikuid, hobuseid derby-võistlustel, rahvahulka laialiajavaid politseinikke Indias, ajalehemüüjaid ajalehtede pakiga kaenla all, meeleavaldajaid parlamendihoone juures.

Mis võiks olla ajakohasem!

Kuid avanud almanahhi, leiate sealt astroloogilised tabelid ja märgid, horoskoobid kõigi 1946. a. sündinud laste jaoks ning saatuse ennustused iga lugeja ja mistahes maa jaoks maailmas.

Heites pilgu kalendrisse võib lugeja teada saada, missugused päevad ennustavad talle kordaminekut toiminguis, tulu äritehinguis, õnne armastuses ning koduseid ebameeldivusi. Enne, kui paigutada raha tehingusse või maha panna kartuleid, soovitatakse tal tähti konsulteerida.

Kalendris leidub ka ilmaennustusi tähtede järgi.

Kalender ennustab, et juuni on kuum kuu, novembris esinevad sajud, jaanuaris aga saab olema külm.

Noh, eks katsuge pärast seda öelda, et kõik kalendrid valetavad!

«Kaubandustuultest» ja «hobulaiustest».

Kuid innustudes jutustama kaasaja astroloogidest ma unustasin keskaja inimesed.

Loodusjõud võisid võidurõõmutseda. Neil õnnestus uuesti saada inimeste silmis salapärasteks ja mittemõistetavateks. Ilm ei olnud enam loodusseadustele alluv. Teda valitsesid üleloomulikud jõud.

Kuid vaatamata sellistele arvamustele inimesed jätkasid siiski võitlust loodusjõududega: pead mõtlesid üht, käed aga tegid teist.

Mõnegi möldri pea oli tulvil ebausumõtteid. Ta uskus, et paisu juures, vee tumedas keerises elab veevaim. See aga ei takistanud teda vett paisu kaudu vabaks laskmast või sulgemast, kui seda oli vaja.

Veskis valitses müra ja kära. Tööline-vesi täitis päevast päeva kuulekalt oma ülesandeid. Lapselapsed, saades täiskasvanuks, ehitasid vanaisade ehitatud veski ümber. Ning iga põlvega muutus veski paremaks.

Altlööva vesiratta asemele tuli pealtlöövesiratas.

Vesiratast ei olnud enam vaja asetada jõkke. Teda võis paigutada sinna, kus oli sobivam, ja juhtida temale vett renni mööda. Vesi voolas rattale ülalt ja sundis teda pöörlema.

Nüüd ei läinud enam veski jõe juurde, vaid jõgi läks veski juurde.

Vesi ei jahvatanud ainult jahu: ta raputas sõelu paberiveskites, ta puhus tuld rauavalamisahjudes. See võimaldas ehitada kõrgemaid ahjusid ja rauda saadi seetõttu rohkem.

Kaks loodusjõudu — vesi ja õhk — töötasid siin ühes rakendis. Vesi tiirutas ratast, ratas tõmbas lõõtsa. Ning lõõtsast paiskunud õhk läbis ahju alt üles.

Ka tuuleveskid muutusid. Nad kaotasid sarnasuse purjelaevadega.

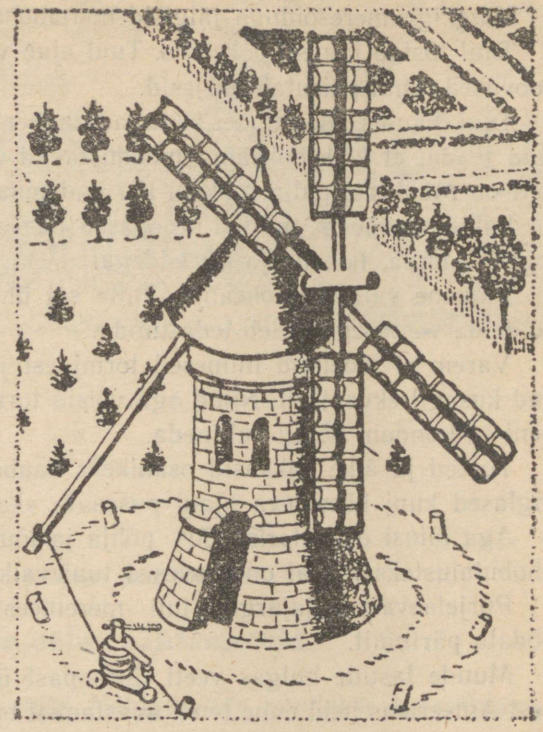
Puritiibade asemele ilmusid neil puittiivad ning veski katus pöördus, seades tiivad tuule järgi.

Inimene õppis üha paremini valitsema nii vett kui ka õhku.

Kunagi käisid rooma kaupmehed purjedega Indias, kasutades tuulte — mussoonide regulaarseid rännakuid.

Nüüd aga leidsid meremehed endale uued reisukaaslased: nad avastasid, et ekvaatori lähedalt kulgeb kirdest edelasse passaatide tee.

Seda teed mööda jõudsid Kolumbuse karavellid Lääne-Indiasse. Karavellide madrused imestasid, et tuul kogu aeg kannab neid lääne poole ja et Lääne-India saartel on isegi puud kallutatud läände — justkui näitaksid nad teed.



Tuuleveski katus pöördus, seades tiivad vastutuult.

Varsti pärast seda õnnestus ühel hispaania meresõitjal teha veel imetletavam avastus.

Ta nägi laia helesinist jõge, mis voolas keset rohekassinist ookeani vett. Seda jõge oli kerge eraldada tema vesikallastest, sest et ta oli teise värvusega ja märgatavalt soojem.

Jõgi voolas sama kiirusega, millega voolavad jõed mandril, kuid ta oli palju laiem ja sügavam.

Ta nimetati Golfi hoovuseks — «Lahe jõeks», sest ta voolab välja Mehhiko lahest Ameerika rannikul. Päevad ja ööd ajavad tuuled — passaadid — vett lahte ning võimsa jõena voolab vesi läbi Florida väina sealt välja, justkui läbi väravate, mis nagu oleksid sinna tema jaoks meelega jäetud.

Tuul ja vesi — õhu- ja vee-ookean — elavad üht elu.

Ning iga meresõiduga jälgisid meremehed üha lähemalt seda elu.

Tuul tõstab laineid ookeanis. Tuul ajab vett, tekitades merejõed — hoovused. Tuul paisutab purjesid.

Tuul kandis Magalhães'i laevad ümber Maakera. Ning inimesed said teada, et kõik ookeanid moodustavad ühe maailmaookeani ja et vett on Maakeral palju rohkem kui maismaad.

Laineid mööda tulid Euroopasse laevad ookeanitaguste rikkustega — kulla, hõbeda ja vürtsidega.

Inimene vallutas ookeanid. Talle sai üha selgemaks: selleks, et võidelda vastasega, tuleb teda tunda.

Varem ei mõelnud inimesed tormidest ja orkaanidest, mis möllavad kusagil ekvaatoril. Nüüd aga võisid tormide tõttu vürtsid Antverpeni ja Londoni börsil kallineda.

Tuuled ja äike hakkasid osanikeks kaubanduses. Asjata ei nimeta inglased kuni käesoleva ajani passaate «kaubandustuulteks».

Aga laiusi ekvaatorist 30° põhja ja lõuna poole nad nimetavad «hobulaiusteks». Seal on igavesed tuulevaikused.

Purjelaevade ajajärgul tuli meremeestel seal nädalate kaupa oodata pärituult.

Muude lastide hulgas veeti Euroopast üle ookeani ka hobuseid, sest Ameerikas neid enne tema avastamist ei olnud.

Kui aga laevad jäid ookeanis vaikuse tõttu toppama, siis tuli hobustel olla kaua ilma haljassöödata. Hobused hukkusid ning nad heideti üle parda. Seetõttu need kohad saidki niisuguse veidra nimetuse — «hobulaiused».

Ikka kära- ja rahvarikkamaks muutusid sadamalinnad. Üha rohkem meretagust kulda ja hõbedat kogunes kaupmeeste laekaisse. Raha odavnes, kaubad kallinesid.

Kiiremini töötasid kudumisteljed ja vokid. Üha rohkem oli tööd laevatehastes ja veskites, kaevandustes ja sepikodades.

Taas ilmusid insenerid ja leiutajad.

Muistne teadus ärkas, elavnes. Ta ju ei olnud surnud. Ta puhkas vanades papüürustes ja pärgamendirullides ning need rullid leidsid hoolsaid lugejaid.

Elavnesid vanad vaidlused õhu-nähtamatu üle, just nagu algaks uuesti kõnelus, mis oli katkenud poole sõna pealt. Võis arvata, et kreeka filosoofide ajast oli möödunud tunde, mitte aga sajandeid.





Kolmas peatükk.

Kuidas nähti nähtamatuid.

Nähtamatu asetatakse kaalule. Nähtamatule pannakse kraadiklaas.

Aristoteles katsus kunagi härjapõit täis puhudes õhku kaaluda. Selle katse, mis oli algatatud Ateenas IV sajandil e. m. a., lõpetas Galilei kaks tuhat aastat hiljem Florentsis (Galilei sündis 1564. a., suri 1642. a.).

Inimestele näis õhk olevat mitte ainult nähtamatu, vaid ka kaalutu.

Kuid Galilei kaalus teda ja leidis, et õhk omab kaalu, ehkki väga väikest: õhk on veest nelisada korda kergem.

Galilei oli vilunud uurija, ta harjus tegelema nähtamatutega. Ta suunas teleskoobi taevasse ja nägi Jupiteri kaaslasi, mida seni ei olnud näinud ühegi inimese silmad. Ta ehitas mikroskoobi ja vaatles küüsi kirbu jalgadel.

Õhuga aga oli asi halvem. Õhku polnud võimalik näha ei teleskoobi ega mikroskoobiga. Teda oli raskem jälgida ja kinni püüda.

Kui meile satub kätte tundmatu ese, siis me silmitseme teda, kombime, kaalume teda peopesal, vaatame, kas ta on soe või külm, kuiv või niiske, kõva või pehme.

Igal esemel on oma «eri tunnused». Mõnda tunnust märkame sil-

maga. Kuid silmaga ei märka kõiki. Paljusid tunnuseid saame teada kompimise ja kuulmisega. Kuid ikkagi kõige enam usaldame oma silmi. Silmad on meil sellises aus, et me ütleme: «Vaata, kas ahi on soe!» «Vaata, kas piim on hapu!»

Me ütleme: «Arst vaatab haigeid üle,» ehkki ta ei vaata neid üle mitte niipalju silmadega kui kõrvade ja sõrmedega. Meie kõnes puudub sõna «kõrvamõõt», esineb aga sõna «silmamõõt», sest oleme harjunud juba ammust ajast silmadega mõõtma. Ning silmad on õigusega niisuguse au ära teeninud. Sest seda, mida võib näha, on kergem uurida ja mõõta.

Aga kuidas toimida, kui on tegemist Nähtamatuga?

Me ei näe õhku ja otsustame tema üle nagu pimedad — kõigi teiste meelte abil. Me kuuleme tuule kohinat, tunneme oma nahaga, kas õhk on soe või külm, niiske või kuiv. Me tunneme, et mägedes me hingame teisiti kui tasandikul.

Kuid üks asi on tunda ja aistida, teine asi aga — teada. Et teada, selleks tuleb mõõta. Kus puudub mõõt, seal puudub ka täpne teadmine, seal tekivad alati vaidlused.

Üks ütleb: «Eile oli külmem kui täna.»

Teine aga vaidleb vastu: «Ei, täna on külmem kui eile.»

Et ei oleks vaidlusi, tuleb mõõta. Mõõta aga on kõige kergem siis, kui näed.

Aga kuidas näha ja mõõta kuumust ja külma?

Kuidas panna meie segased aistingud loetavasse ja selgesse nägemise keelde, mis võimaldaks kõike vaadelda ja mõõta?

Selleks tuleb vaadata temperatuuri.

Meile näib termomeeter lihtsa tavalise esemena. Kuid enam kui kolm sajandit tagasi, kui Galilei ehitas oma esimese termomeetri, paistis see lihtne mõõteriist inimestele samasuguse imena nagu teleskoop või mikroskoop.

Pole naljaasi leiutada joonlaud, millega saab mõõta kuumust ja külma niisama lihtsalt, nagu mõõdetakse kalevikangast! Nüüd juba oli võimalik mitte ainult tunda, vaid ka näha, kas õhk läheb soojemaks või külmemaks.

Galilei termomeeter ei ole säilinud. Kuid meie ajani on säilinud ühe tolleaegse meteoroloogi — paater Gastelli kiri. Selles kirjas jutustab Gastelli imetaolisest mõõteriistast, mida näitas talle Galilei.

Galilei võttis kanamuna-suuruse klaaskerakese. Kerakese külge oli joodetud peenike toru, kitsas nagu õlekõrs. Galilei soojendas



Galileo Galilei.

käega kerakest ja pistis siis toru vette. Kerake jahtus ning vesi tõusis mööda toru ülespoole. Galilei kasutas seda mõõteriista sooja ja külma mõõtmiseks.

Niisugune termomeeter ei reageerinud mitte ainult igale temperatuurimuutusele, vaid ka igale õhurõhumuutusele. See oli niihästi baromeeter kui ka termomeeter. Väline õhk rõhus veele kausis ja ajas vee torusse. Sisemine õhk aga — too, mis oli kerakeses, tõrjus soojenedes vee tagasi kaussi või jahtumise korral laskis veel jällegi tõusta.

Baromeeter ja termomeeter kord tülitsesid omavahel, kord abistasid teineteist.

Kaks uut mõõteriista sündisid kokkukasvanutena nagu siiami kaksikud. Neid tuli lahutada, et kumbki tegeleks oma ülesandega ja ei segaks teist.

Nende lahutamine ei olnud aga määratud Galileile endale, vaid tema õpilastele — Torricellile ja Toskaana hertsog Ferdinandile.

Kauss temasse peidetud toruga muutus baromeetriks, mille leiutas Torricelli. Kerake külgejoodetud toruga aga muutus termomeetriks, mille ehitas Ferdinand.

Selles termomeetris oli õhu asemel piiritus, toru aga oli korgiga õhukindlalt suletud, et õhk ei saaks rõhuda piiritusele. Ka skaala oli sellel termomeetril: toru külge olid joodetud klaashelmed kriipsukeste asemel.

Termomeeter oli konstrueeritud, kuid ta muutus enne veel paljusid kordi, kuni sai seesuguseks, nagu ta on praegu.

Kõige enam tuli õpetlastel vaeva näha tema skaalaga.

Kerge on mõõta mõõdupuuga kalevitükki või teada saada, mitu meetrit on seinast seinani, ahjust aknani. Kuidas aga toimida kuumuse või külmaga? Missuguse mõõduga neid mõõta?

Termomeetri skaalale tuleb kuidagi märkida kriipsukesed. Neid ei ole raske märkida, aga kuidas seda teha? Millest alata lugemist?

Siin läksid arvamused lahku.

Ühed ütlesid, et skaala alguseks ja lõpuks tuleb võtta kõige soojem ja kõige külmem päev aastas. Kuid üks aasta ei sarnane ju teisega. Samuti käitub ilm ka erinevates linnades erinevalt. Nii tulnuks iga maakoha jaoks valmistada oma termomeeter ja igal aastal vahetada ta teisega olenevalt sellest, milline juhtus talv ja milline suvi.

Kujutlege, et teil tuli mõttesse mõõta ahju ja akna vahelist kaugust, kuid äkki liikus ahi oma kohalt ning hakkas jalutama mööda tuba. Selleks, et «alustada tantsu ahju juurest,» nagu räägib vana kõnekäänd, on vajalik, et ahi ise ei tantsiks, vaid seisaks liikumatult, nagu ta seisma peabki.

Nii oli ka sellele, kes mõtiskles termomeetri skaalast, vajalik liikumatu «ahi», mille juurest ta võinuks «tantsida».

Mõned soovitasid võtta niisuguseks «ahjuks» — õigemini punktiks — inimese kehatemperatuuri. See on alati ja kõikjal peaaegu üks ja seesama. Inimene ei muutu jääpurikaks Arktises ega auruks Saharasse sattudes.

Aga vaevalt võiks ka inimese kehatemperatuuri võtta liikumatuks punktiks termomeetri skaalal.

Meteoroloogiainstituudis on hoiul palju normaalmõõte. Seal on mustermeeter, musterkilogramm. Aga kust võtta musterinimest? Ning millise klaaskupli alla tuleb ta paigutada, et tal ei oleks kunagi grippi ega palavikku, et ta temperatuur kunagi ei muutuks?

Läheks pikale jutustada termomeetri kogu ajalugu. Mida kõik temaga ei tehtud, et leida skaalal liikumatut punkti!

Temaga mindi lauta ja mõõdeti lehmade temperatuuri. Temaga laskuti Pariisi observatooriumi sügavatesse keldritesse, lootes, et ehk sinna ei tungi ilmastiku mõju. Ta asetati sulavasse võisse. Teda kasteti jää ja soola segusse — arvati, et sellest segust midagi külmemat maailmas ei ole.

Kraadid muutusid kord väiksemaks, kord suuremaks.

Nullpunkt rändas skaalal paigast paika.

Mõned soovitasid tähistada nullina «mõõdukat» temperatuuri. Sellest tekkiski sõna temperatuur. Ladina keeles «temperatus» tähendab «mõõdukas».

Kuid missugust temperatuuri lugeda mõõdukaks? See, mis Arktise elanikule on mõõdukas kuumus, on Sahara elanikule külm.

Termomeetrid erinesid omavahel ka välimuselt.

Asi aga ei seisne välimuses. Halvem oli see, et termomeetrid, samuti nagu inimesedki, kõnelesid erinevaid keeli ega võinud kuidagi omavahel kokku leppida. Neil olid igas asjas erinevad vaatekohad. Nad «tantsisid» mitmesuguste «ahjude» juurest. Ning seepärast nad vaidlesid niisamasuguse ägedusega kui nende peremehed.

Iga termomeeter pidas ennast õigeks ega suutnud selles veenda teist.

Nõnda nad oleksid tülitsenud käesoleva ajani, kui õpetlastel ei oleks õnnestunud lõppeks leida kaht niisugust punkti, mis enam ei tantsinud, vaid seisid paigal.

Kui termomeeter paigutati sulavasse jäässe, peatus elavhõbe ja seisis senikaua paigal, kuni kogu jää muutus veeks.

Niisama liikumatult seisis elavhõbe paigal siis, kui termomeetri kuulike paigutati keeva vee auru.

Et termomeeter võiks lõppeks saada soovitud rahu, jäi üle ainult märkida numbrid ja jaotada skaala nende kahe punkti vahel võrdseteks osadeks — kraadideks.

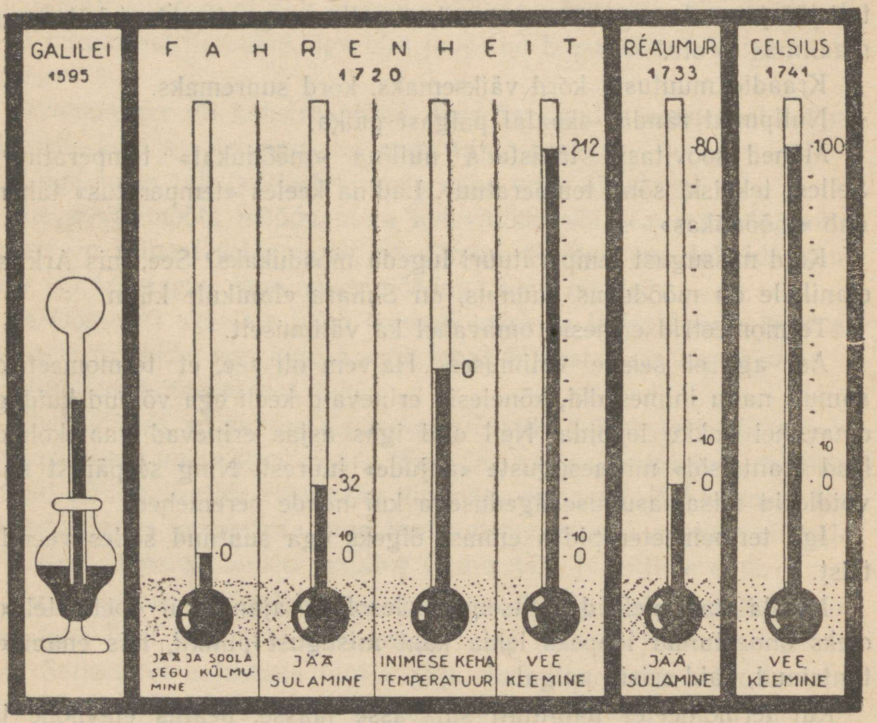
Kuid ka see ei toimunud vahejuhtumiteta.

Vee keemistäpp märgiti nulliga, jää sulamistäpi kohale aga märgiti «sada».

Termomeetri skaalal tuli ennast pea peale pöörata, et omandada praegust kuju ja muutuda kõigile tuntud ja kõigi poolt lugupeetud Celsiuse termomeetriks.

See oli termomeeter-võitja. Ta saavutas võidu kõigi vastaste üle. Ainult kahel neist on õnnestunud praeguseni säilida: Fahrenheit'i ja Réaumur'i termomeetril.

Fahrenheit'i skaalal tähistab 96° tänapäevani inimese kehatemperatuuri, 0° aga — jää ja soola segu temperatuuri. Jää sulamistemperatuuriks on sel juhul 32° ning vee keemistemperatuuriks 212°.



Termomeetrid.

Sellel auväärsel alalhoidlasel — Fahrenheit'i termomeetril — on ajaloolisi teeneid. Kuid oma kangekaelsusega valmistab ta palju muret ja vaeva õpetlastele, kellel tuleb iga tema näitu tõlkida keelde, mis on kogu maailma teaduse poolt vastu võetud...

Termomeeter ilmus ja võeti meteoroloogide poolt rõõmuga vastu. Ainult oli veel tarvis leida tema jaoks sobiv ja mugav elamu.

Meteoroloogidel polnud esialgu selge, kuhu tuleb riputada termomeeter, et ta näitaks õhu temperatuuri.

Otsesel päikesepaistel ta näitas üht, varjus aga teist.

Üks inglise füüsik soovitas riputada termomeeter põhjapoolsesse tuppa ning seejuures niisugusesse, milles ahju ei köeta üldse või kõetakse harva.

Möödus palju aega, enne kui ilmusid praegused meteoroloogilised onnid — mõõteriistade majakesed. Sellesse onni pääseb õhk kergesti läbi žalusii — võrejate seinte, päikesele aga on sissekäik sellesse keelatud.

«Ilmaklaas».

Noil aegadel, kui termomeetril oli alles vähe sõpru ja tuttavaid, kui teda ei nimetatud veel tema oma nimega «termomeeter», vaid üldnimega «ampolla» — «klaas» —, ilmus õpetlastele ka teine abiline. Tema esmakordne «esinemine» väärib, et sellest jutustada.

Kunagi kaevati Florentsis väga sügav kaev. Veepinnani oli üle 10 meetri. Prooviti pumbaga vett pumbata, kuid vesi ei tulnud. Keegi ei taibanud, milles asi seisneb. Tuli kutsuda Florentsi kõige õpetatum inimene — Galilei. Ta uuris pumpa, torusid, kanne ja leidis, et kõik on korras. Kuid miks ei tõusnud vesi?

Galilei seletas seda sellega, et veesammas torus katkeb oma raskuse tõttu.

Galilei õpilane Torricelli aga ei nõustunud oma õpetajaga. Tema seletas seda teisiti. Tema arvates ei seisnenud asi mitte ainult vee raskuses, vaid ka õhu raskuses. Kui inimesed pumpavad vett, siis aitab neid õhk märkamatult. Õhusammas kaevu kohal rõhub kogu oma raskusega vett ja ajab teda mööda toru ülespoole. Kuid õhurõhk ei suuda vett tõsta rohkem kui kümme meetrit. Elavhõbedat ta aga ei suuda tõsta isegi meetri kõrgusele: on ju see veest raskem.

Tähendab, pump ei suutnud vett tõsta seepärast, et kannu ja kaevu veepinna vahe oli suurem kui kümme meetrit.

Et lahendada oma vaidlust Galileiga, korraldas Torricelli katse, sest katse oli ju nende ühine õpetaja.

Torricelli võttis ühest otsast kinnijoodetud klaastoru ja täitis selle elavhõbedaga. Siis sulges ta lahtise otsa sõrmega ning, pööranud toru ümber, pistis lahtise otsa elavhõbedaga täidetud kaussi.

Elavhõbe ei voolanud torust välja, vaid ainult langes pisut.

Kausi kohal olevas torus seisis elavhõbedasammas alla langemata rohkem kui seitsmekümne sentimeetri kõrgusel.

Mis hoidis elavhõbedat? Mis ei lasknud elavhõbedat välja voolata? — Õhurõhk.

Kunagi nimetas suur õpetlane ja kunstnik Leonardo da Vinci katset «õpetajate õpetajaks».

See «õpetajate õpetaja» — katse — lahendas Torricelli ja tema õpetaja Galilei vahelise vaidluse.

Kuid sellega lugu ei lõppenud, vaid alles algas.

Tavaliselt võetakse katseks kokkupandud seadis koost lahti, kui katse on lõpetatud. Kuid Torricelli mõõteriist osutus surematuks — ta jätkas ka pärast katset iseseisvat elu. Silmitsedes teda märkas Torricelli, et elavhõbe torus kord tõuseb, kord jälle langeb, olenedes ilmast.

Uus mõõteriist näitas ilma. Ja mitte ainult ei näidanud, vaid ka ennustas.

Kui elavhõbe langes, muutus ilm tavaliselt sajuseks ja tormiseks. Kui aga elavhõbe tõusis, võis oodata selget ilma.

Mõõteriista hakati nimetama «ilmaklaasiks»: prantsuse keeles — *verre de temps*, inglise keeles — *weather-glass*, saksa keeles — *Wetterglas*.

Meie nimetame teda baromeetriks.

Vastsündinud mõõteriista esimeseks ülesandeks oli selle õpetuse kummutamine, mida oli tunnustatud kõikide poolt tervelt kaks tuhat aastat.

See oli Aristotelese õpetus tühjusest.

Aristoteles kinnitas, et tühjust ei ole kusagil. «Loodus,» kõneles ta, «kardab tühjust.»

Kuid Torricellil oli tema mõõteriistas elavhõbedasamba kohal tühik. Seal õhku ei olnud. Osutus, et Aristotelesel polnud õigus.

Aristotelese pooldajad ei tahtnud seda kuidagi tunnistada. Muidugi, nende silmis oli ju autoriteet katsest kõrgemal!

Mõõteriistaga aga oli raske vaielda. Ta jäi visalt oma näidule püsima.

Ning lõppude lõpuks sai tühjus, mille olemasolu nõnda kaua ei usutud, üldise tunnustuse.

Tühjuse üle võiks kirjutada terve raamatu ja nimetada teda «Milleks on mitte midagi». Tühjus tõi inimestele palju kasu tehnikas ja teaduses. Ta töötab meie tehastes ja kodudes. Ta aitab aparaatides suhkrut välja keeta. Ta teeb meie elektrilambid pikaealisteks. Temata ei oleks lamp-raadiovastuvõtjaid, röntgeniaparaate ja paljusid teisi kasulikke asju.

Vaat, milline tarvilik asi on tühjus, seesama tühjus, mida ristiti tema leiutaja nime järgi «Torricelli tühikuks»!

Nõnda said õpetlased uuest mõõteriistast abilise.

See mõõteriist aga ei näidanud mitte ainult ilma. Läbi tema nõiaklaasi nägid inimesed seda, mida nad varem ei võinud näha: lühike helkjas elavhõbedasammas klaastorus tasakaalustas just nagu vihid kaaludel ülikõrge õhusamba, mis rõhus elavhõbedale kausis.

Kui kõrge on see õhusammas?

Torricelli katsus seda arvutada ning sai viiskümmend miili.

Esmakordselt nägi inimene nähtamatut õhuookeani ja, jäädes põhjale, püüdis mõõta selle ookeani sügavust.

Viiskümmend miili, — aga mis on kaugemal?

«Kaugemal,» kõneles Torricelli, «on tühjus.» Niisiis, hoolimata Aristotelesest, ei karda loodus tühjust. Maakera ei ripu õhus ega lähe läbi õhu. Ta liigub tühjas maailmaruumis, kandes endal kogu oma õhkkatet.

Vana vaidlus tühjuse üle võttis uue pöörde. See oli vaidlus tühjuse üle, kuid ei olnud mitte tühi vaidlus. Juttu oli põhilistest loodusseadustest.

Kunagi pidasid inimesed igat tühja kruusi tühjaks.

Siis nad avastasid, et tühjas kruusis istub õhk-nähtamatu: tühi kruus ainult näib tühjana. See oli õige. Kuid sellest tehti vale järeldus: otsustati, et tühjust ei ole kusagil — «loodus kardab tühjust».

Nõnda mõeldi kaks tuhat aastat, kuni Torricelli korraldas oma katsed. Osutus, et baromeetri torus on tühjus.

Ning inimesed hakkasid taas üldistama. Nad vaatasid ringi ja otsustasid, et tühjus on kõikjal, et tühjust on maailmaruumis palju rohkem kui ainet. Tähed ja planeedid on nagu tolmukübemed laiali paisatud lõpmatus tühjas ruumis.

Kas lõppes aga sellega vaidlus tühjuse üle? Kas on õige, et õhuookeani sügavus on ainult viiskümmend miili ja et tema taga laiub kuni lõpmatuseni tühi ruum?

Sellest tuleb juttu hiljem, seni aga jätkame oma jutustust «ilmaklaasist».

Teade Torricelli avastusest jõudis prantsuse õpetlase Pascalini (sündis 1623. a., suri 1662. a.). Pascal otsustas seda kontrollida. Kui meie kohal laotub tõepoolest õhuookean, siis ta peab mägede kohal olema madalam. Mäed ulatuvad maapinnast kõrgemale just

TRÜ Raamatukogu

nagu veealused kaljud ja karid mere põhjast. Seal, mägede kohal, peab õhuookeani massiiv olema õhem ning tähendab, seal on tema rõhumine nõrgem. Pascal võttis kaasa kaks baromeetrit ja siirdus Clermont'i linnast oma sugulase Périer'ga lähima kõrge mäe juurde.

Selle mäe nimi oli Puy-de-Dôme.

Périer jäi ühe baromeetriga alla. Teisega aga hakkas Pascal tõusma mäkke, kaitstes klaasist reisukaaslast põrutuste ja tõugete eest.

Kui Pascal jõudis mäeharjani, küsis ta oma kaaslaselt, kuidas see end tunneb, kas õhk teda tugevasti rõhub. Mõõteriist vastas oma tavalise täpsusega: rõhk oli peaaegu 27 tolli.

Samal ajal esitas Périer samasuguse küsimuse ka oma baromeetrile mäejalal. Vastus oli — 30 tolli. Ülal oli õhurõhk üle kolme tolli väiksem kui all.

Nõnda osutas baromeeter inimestele teene: ta näitas, et õhuookeanis ei rõhu õhk mitte igalpool ühteviisi — mägedes on rõhk väiksem.

Inimestele sai üha selgemaks, et nad elavad nähtamatu ookeani põhjas. Nad ise ei tundnud õhumassiivi raskust, kuid baromeeter tundis.

Teaduse sõbrad.

Vaevalt olid inimesed teada saanud, et peale veeookeanide on olemas ka õhuookean, kui nad otsustasid otsekohe asuda tema uurimisele.

Kuid õhuookean on suur ja muutlik. Ühel inimesel ei ole võimalik teda uurida.

Torricelli korraldas oma katsed üksinda, ilma abilisteta. Pascalil ja Périer'l tuli asuda asja juurde juba kahekesi, et mõõta õhurõhku üheaegselt kahes erinevas kohas. Varsti selgus, et ka kahest mõõtmisest on vähe.

Pascalil ei oleks jätkunud teadmishimulisi sugulasi õhkkonna jõudude vaatlemiseks paljudes kohtades korraga. Tuli pöörduda sõprade poole.

Périer kirjutas ühele sõbrale Pariisi, teisele Stokholmi. Vaatlused algasid korraga mitmes linnas — Clermont'is, Pariisis, Stokholmis. Stokholmis tegeles sellega kuulus õpetlane Descartes.

Osutus, et baromeetrid käituvad erinevates kohtades erinevalt. Pariisi baromeeter käitus võrdlemisi rahulikult, Stokholmi oma oli aga rahutu — kord lendas üles, kord langes tormates alla.

Elavhõbe kõikus baromeetris nagu vesi tormisel merel. Tundus, et õhuookeanis toimub mingisugune lainetus, mingisugune saladuslik liikumine, mis hõlmab määratu suuri alasid. Sai üha selgemaks, et on tarvis mitte kahte ega kolme silmapaari, vaid kümnete, sadade silmadega jälgida seda nähtamatut, ääretult avarat ookeani. Mitte kellelgi ei oleks leidunud niipalju sõpru, kuipalju selleks tarvis oli. Kuid teadusel on sõpru palju. Neid on sadasid, tuhandeid. Teaduse inimesed moodustavad seltse, liite, akadeemiaid.

Üks selline ühing asus Florentsis, teda nimetati Katse Akadeemiaks.

Katse Akadeemia asutas Toskaana hertsog, kes põlvnes teaduse ja kunsti soosija Lorenzo Medici suguvõsast. Hertsog käskis oma sekretäri paater Luigi Antenorit saata mitmesugustes linnades asuvatele teadusesõpradele ilmastiku vaatlusteks vajalikud tabelid ja juhised. Nende juhiste järgi kohustati üheaegselt ja ühesuguste mõõteriistadega vaatlema õhurõhku, temperatuuri, niiskust, tuule suunda ja taeva ilmet.

Ning teadusesõbrad hakkasidki korraga jälgima ilma Florentsis, Bolognas, Parmas, Milaanos, Innsbruckis, Osnabrückis, Pariisis ja kaugel Varssavis.

Igal vaatlejal oli mitu mõõteriistast abilist: kolm uut — baromeeter, termomeeter ja niiskuse mõõtmiseks äsjaleiutatud hügromeeter, ning veel üks vana, kuigi mitte nii täpne sõber — tuulelipp.

Igal hommikul läks vaatleja oma mõõteriistade juurde, et järele pärida nende enesetunde üle, selgitada, millises meeleolus on baromeeter — tõusvas või langevas, mida teeb termomeeter, millisesse suunda vaatab tuulelipp. Kõik see kanti kohe päevikusse.

Ning aeg-ajalt tõi post Florentsi Luigi Antenori nimele kirju, mida ta luges elavaima huviga.

Kui me kirjutame sõpradele, siis teatame mõnikord neile ka muuseas, milline ilm meil on. Kuid kirjad, mida sai Antenori, erinesid selle poolest, et neis oli juttu ainult ilmast. Mõned neist on säilinud ka meie päevini. Otsustades nende kirjade järgi inimesed mitte ainult ei jälginud ilma, vaid ka mõtisklesid selle üle, miks ta muutub, miks oli eile kuum, täna aga läks külmaks, miks elavhõbe baromeetris kord tõuseb kord langeb.

Küsimus oli esitatud. Selleks aga et vastata sellele, teadsid ja nägid inimesed veel liiga vähe. Ja kui palju võiski korda saata väike salkkond vaatlejaid, kes oli oma vaatluspostid üles seadnud kümme-

konnas Euroopa linnas? Oli vaja vaatlejate armeed — mitte ühel õpetatud seltsil, vaid kogu maailma õpetatud seltsidel tuli asuda vaatluste toimetamisele. On ju kõigil inimestel Maakeral tegemist ilmaga, sest nad elavad õhuookeani põhjas.

Ning 1723. aastal ilmub ühes inglise teaduslikus ajakirjas artikkel. See on kirjutatud ladina keeles, et teda võiksid lugeda kogu maailma õpetlased: ladina keelt peetakse veel teaduse keeleks.

Artikli pealkiri on «Üleskutse». Selle autor on arst, füüsik ja matemaatik James Jurin. Ta kutsub kõiki maailma looduseuurijaid jälgima ilma käitumist: mitu korda päevas märkida baromeetri ja termomeetri kõrgust, tuule suunda ja tugevust, taeva ilmet, niiskust ja sademete hulka.

Meteoroloogidel ei ole enam neli, vaid viis teenrit. Viienda eriala on — mõõta sademeid. Teda nimetataksegi sademetemõõtjaks. See on kõige lihtsam kõigist mõõteriistadest maailmas. Iga pang võib saada sademetemõõtja kõrge nimetuse, kui ta paigutada saju kätte ning siis mõõta, kui palju on temas vett.

Oma «Üleskutses» seletas James Jurin üksikasjaliselt, missuguseid mõõteriistu tuleb kasutada, et nende näitusid oleks võimalik võrrelda.

Jurini üleskutse ei jäänud vastukajata. Ei möödunud aastatki, kui hakkasid saabuma kirjad mitmesugustest Euroopa maadest. Peale kirjade Saksamaalt, Itaaliast, Šveitsist, Soomest saabusid kirjad Indiast ja Põhja-Ameerikast.

Siin oli pakk kirju ka Venemaalt, uuest mereäärsest linnast Sankt Peterburgist. Ka Venemaal jälgiti juba ilma mitte lihtsa, vaid varustatud silmaga. Kus oli laevastik ja kus oli navigatsioon, seal pidi tekkima ka teadus vee ja õhu kohta.

Esimestest vene hüdroloogidest ja meteoroloogidest.

Sankt Peterburgi ja Vene laevastiku ehitaja Peeter Suur oli esimesi vene okeanograafe. Ta tegeles Kaspia mere uurimisega, mõõtis sügavusi, võttis põhjaproove. Tema käsu peale koostati selle mere üksikasjaline «kirjeldus». Peeter tahtis tunda oma maad, oma tohutut majapidamist.

Mõistes, kui tähtis on kompassi kasutamise oskus meresõidus, käskis Peeter toimetada vaatlusi magnetnõelaga ja märkida kaardile, kui palju kaldub nõel meridiaanist lääne või ida poole.

1725. aastal kogunesid Peterburis õpetlased esmakordselt istungile

Teaduste Akadeemias, mis oli asutatud Peetri ukaasi põhjal. Ning juba samal aastal asusid akadeemikud hüdroloogiliste ja meteoroloogiliste vaatluste toimetamisele.

Ilma ja jõgede elu on jälgitud meil varemgi.

Juba 979. aastal märgib kroonik: «Olid suured ja kohutavad äikesed ja tugevad tuuled keeristega.» Selliseid märkmeid tormide, külmade ja uputuste kohta võib vene kroonikates palju leida.

XVII sajandil oli Kremli valvekorra streletsidel kästud jälgida ilma. Enne vahetust kirjutas valvekorras olev strelets: «Päeval oli soe, katustel sulas lumi, keskpäeval aga sadas lobjakat, kuid öösel oli külm.» Või: «Päeval oli selge ja soe ilm, öösel aga oli käre pakane.»

Kuid alles XVIII sajandil hakati vene loodust päevast päeva jälgima mõõteriistadega varustatud silmaga.

Iga päev mõõdeti Neeval vee kõrgust. Märgiti üles jõe lahtimineku ja kinnikülmumise ajad.

Ilma vaadeldi algul kaks, hiljem aga kolm korda ööpäevas. Õhutemperatuuri mõõdeti florentsi piiritustermomeetriga.

Sellel termomeetril oli see puudus, et ta oskas «tantsida» ainult oma florentsi «ahju» ümber. Tema ülemine punkt osutas kõige külmema päeva temperatuuri, alumine aga kõige kuumema päeva oma. Kuid Peterburi ei olnud ju Florents. Siin oli tarvis teissugust skaalat.

Ning Peterburi akadeemik De l'Isle teeb termomeetri skaala ümber: nullina tähistab ta vee keemistäpi, kuna vee külmumistäpi juurde ta märgib arvu 150. Selline skaala erineb ainult veel vähesel määral meie nüüdisaegsest.

Florentsi termomeetril oli ka teine puudus. Tema toru ei olnud kinni joodetud, vaid ainult tihedasti korgiga suletud. Seetõttu aga piiritus haihtus, eriti kuuma ilmaga. Akadeemik De l'Isle taipas toru kinni joota ja asendas piirituse elavhõbedaga.

Peale temperatuuri mõõdeti baromeetriga õhurõhku, jälgiti tuule suunda ja tugevust. Päevikusse märgiti pilvitus ja sademed, äike ja virmalised, esimesed ja viimased külmad. Ka pääsukeste ja teiste lindude ilmumine kanti «sissekandepäevikusse», niipea kui nad ilmusid kevadel Peterburi ümbruskonda.

Varsti algasid vaatlused ka teistes kohtades. Moskvas toimetas vaatlusi sõjaväearst Lerche, hiljem aga postidirektor Pestel.

Itaaliast pärinevad termomeeter ja baromeeter tungisid Siberisse.



Mihhail Vassiljevitš Lomonossov.

Siis ilmusid ka Siberi oma termomeetrid. Esmakordselt katsusid inimesed mõõta Siberi külmade tugevust. Elavhõbe termomeetris külmus enne, kui jõudis langeda. Kuid siis ei teatud veel, et elavhõbe külmub, ning seetõttu saadi ebaõiged mõõtmisandmed.

Üha rohkem vaatlusi, üha rohkem arvusid kogunes teaduslikesse töödesse, reisukirjeldustesse, vaatlejate päevikuisse. Inimesed kogusid agaralt materjali teaduse ehitamiseks. Kuid vähestel oli aimu, missuguseks kujuneb see ehitis.

Akadeemikute hulgas oli ainult üks inimene, kes oskas vaadata kaugele tulevikku. Ta ei tahtnud leppida sellega, et «füüsikud panevad vähem rõhku õhumuutuste selgitamisele kui oma ametikohustuste

täitmisele». Masendunult kõneles ta, et «loodusteaduse parem osa on peaaegu hävitatud».

See akadeemik oli Mihhail Vassiljevitš Lomonossov (1711.—1765. a.).

Mõtiskledes meteoroloogiast ta püüdis mõista, miks peitub «õhuringi tundmine veel suure saladuskatte all», vaatamata lugematutele vaatlustele, mida teostavad looduseuurijad mitte ainult kogu Euroopas, vaid ka teistes maailmajagudes.

Ta seletas seda sellega, et instrumentide ebatäiuslikkus, olukordade erisus ja vaatlejate ebavõrdne hoolsus «toovad segadust arutlemise jõusse ja koormavad seda».

Ent ometi ei saanud ta loobuda usust sellesse «arutlemise jõusse», töö ja teaduse jõusse. Ta kõneles: «Ilmamuutusi ette näha on tõepoolest üliraske ja see näib peaaegu lahendamatuna ... Kuid kõike on võimalik tööga saavutada, mille selget näidet näeme taevakehade liikumise ennustamises, mis nii paljusid aastasadu püsis salapärasena.»

Lomonossov ei hoolinud vaevast, et võtta salapärasuselt tema katte, ning riskis mitmeid kordi oma eluga, et taibata seda, mis näis arusaamatuna.

Isegi välgust püüdis ta jagu saada ja teda taltsaks teha.

Just tol ajal õnnestus ameerika õpetlasel Franklinil piksevarda abil välk kinni püüda.

Kuid juba enne, kui teade sellest ulatus Venemaale, uurisid Lomonossov ja tema sõber Richmann «piksemasina» abil «elektrijõust tekkivaid õhunähtusi».

Katsete ajal sai Richmann välgust tabatuna surma.

Lomonossov kirjutas Richmanni kohta akadeemia presidendile: «Niisiis kinnitas ta kurva katsega, et välgu elektrijõudu võib kõrvale juhtida, kuid ainult vardaga, mis peab seisma tühjas kohas, kuhu välk võib lüüa niipalju kui tahab... Härra Richmann suri ilusat surma, täites oma kutselist kohustust. Mälestus temast ei kustu kunagi...»

Lomonossovit kurvastas sõbra saatus sügavasti, kuid teda häiris ka teaduse saatus. Ta kartis, et see surm kohutab füüsikuid ja peletab neid edasistest uurimistest eemale.

Püüdes mõista, mis on äike, märkis Lomonossov esimesena, et peale tuule on atmosfääris veel tõusvad ja langevad õhuvoolud. Suvine

äike esineb sagedamini siis, kui atmosfäär on ebastabiilne, kui soojenenud maapinnalt tõuseb soe õhk taeva poole.

Ning Lomanossov taipas — võib-olla esimese inimesena Maakeral —, et ilmamuutusi võib seletada, kui teatakse, kuidas liiguvad õhuvoolud määratu suurtel aladel.

Ta taipas, kui suure tähtsusega on ilma ennustamine ja kirjutas, et see on «kullamägesid väärt».

Oma meteoroloogia-innustuses kõneles Lomonossov: «Inimestel ei jääks enam midagi nõuda jumalalt, kui nad õpiksid ilmamuutusi õigesti ette nägema.»

Et oleks võimalik ilma ette näha, soovitas Lomonossov mitmesugustes maailma osades ja mitmesugustes riikides asutada isekirjutavad meteoroloogia-observatooriumid.

Isekirjutavad jaamad laialipaisatult kogu planeedil — seda nägid ette Lomonossovi teravad silmad.

Kuid kui kaugel oldi siis veel sellisest ülemaailmsest automaatjaamade võrgust! Aga jaamade ja vaatlejate arv Maakeral kasvas siiski iga aastaga. Vaatlejate ring muutus üha laiemaks. Kümned silmad jälgisid ilma Euroopas, Indias, Ameerikas. Kümned käed püüdsid üheaegselt joonistada ilma, visandada tema portreed. See aga ei olnud nii lihtne, nagu võis algul mõelda.

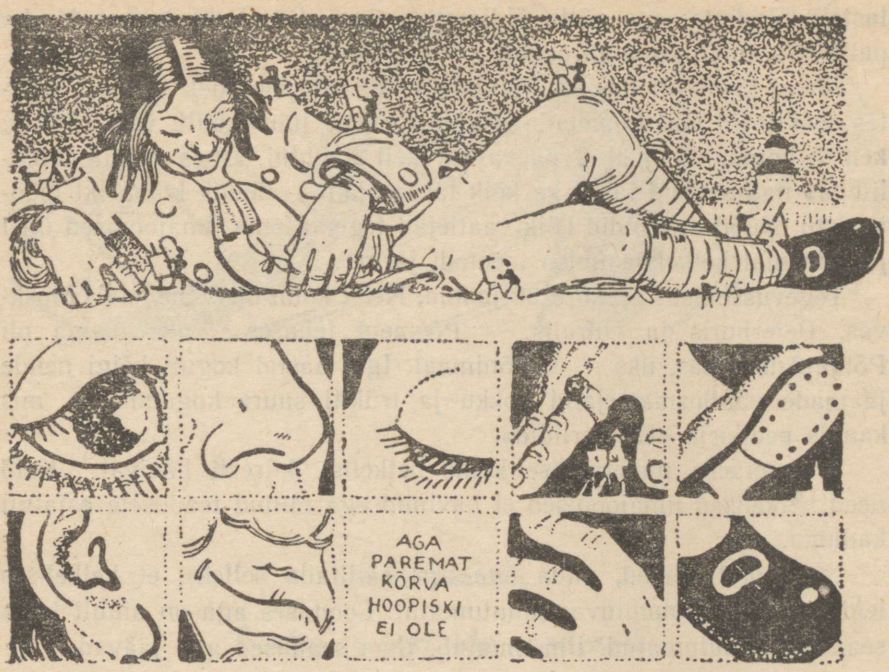
Ilm poseeris halvasti: ta muutis alatasa oma asendit.

Ilma portree.

Kujutlege liliputlastest kunstnikke, kes püüavad joonistada Gulliveri portreed. Üks kunstnik asub Gulliveri nina lähedale, teine hakkab joonistama kõrvu, kolmas — käsi, neljas — jalgu. Kuid Gulliver ei istu rahulikult, vaid liigutab ennast, pöörleb — teeb kõik, et takistada kunstnikke ennast joonistamast.

Ja pealegi ei ole kunstnikud omavahel kokku leppinud. Sellal, kui üks võtab juba paleti, teine alles valmistub algama, kolmas aga pakib juba pintsleid kokku. Seejuures nad joonistavad igaüks omamoodi: üks joonistab pliiatsiga täpselt kõige peenemaid detaile, teine teeb sõega ainult üldisi kontuure, kolmas maalib õlivärvidega, neljas vesivärvidega. Ning kõik need visandid saadetakse Liliputia peakunstnikule, kes peab need koondama hiiglase Gulliveri ühtsaks portreeks.

Vaene peakunstnik! Millise kohkumisega avastab ta, et Gulliveril on portreel üks silm lahti, teine kinni, vasak pool suud naerab, parem



Liliputlased joonistasid Gulliveri portree.

aga nutab. Nina on joonistatud tervenisti, parem kõrv puudub aga hoopis, sest kunstnik, kes pidi joonistama parema kõrva, ei ilmunud kaaluvatel põhjustel sel päeval tööle.

Samasuguses olukorras olevaks osutus ka inglise füüsik James Jurin, kui ta hakkas mitmesugustest maadest saama ilmajooniseid. Vaatlusi ei tehtud üheaegselt. Üks vaatleja tõusis kell 7 hommikul, teine aga nähtavasti magas 10-ni. Üks märkis õhtuse lugemi kell 7, teine alles kell 9 õhtul. Kuid mitme tunni vältel jõudsid temperatuur ja rõhk muutuda. Kui kõik need andmed koguti kokku, siis sai nendest mitte portree, vaid karikatuur.

Sellest kõneles ka Lomonossov: olukordade erisus, instrumentide ebatäiuslikkus ja vaatlejate ebavõrdne hoolsus tõid segaduse kõigesse sellesse, mis neil oli korda läinud koguda.

Ja veel üks õpetatud selts asub sellesama asja juurde: see oli Mannheimi Meteoroloogiaselts. Mannheimi meteoroloogidel on eeliseid James Juriniga võrreldes.

Nende eelis *temaga võrreldes* seisneb selles, et nad *esinevad pärast teda*. Nad läkitavad samuti kogu maailma õpet-

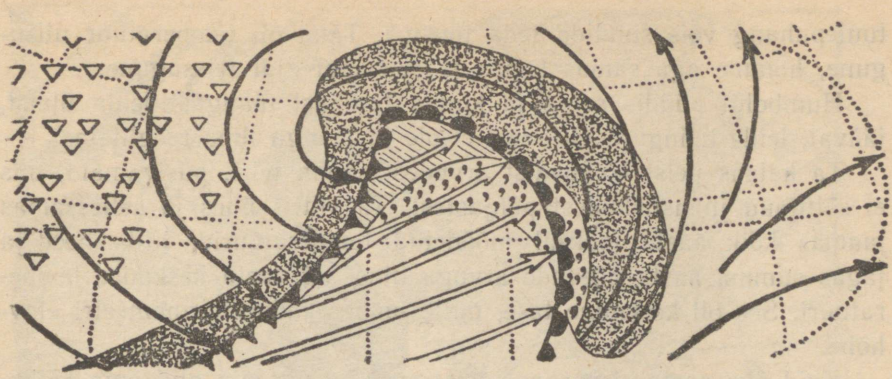
lastele üleskutse osa võtta üldisest «mängust», kuid annavad juba palju täpsemad «mängureeglid».

Jurini katse oli kasuks Mannheimi meteoroloogidele. Oma reeglites soovitasid nad toimetada mõõtmisi mitte juhuslikult, vaid täpselt: kell 7 hommikul, kell 2 päeval ja kell 9 õhtul. Ühes «mängureeglitega» nad saatsid laiali ka kõik tarbeasjad — täielik komplekt mõõteriistu. Nüüd aga pidid kõik vaatlejad tegema oma ilmajoonised ühel ja selsamal hetkel ja ühtsa meetodi järgi.

Tegevusse asus seekord 39 jaama. Neist kolm oli Venemaal: Moskvas, Peterburis ja Uuralis — Põšmeni tehases. Kaks jaama oli Põhja-Ameerikas, üks — Gröönimaal. Igal aastal koguti kõigi nende jaamade vaatlusmaterjalid kokku ja trükiti suure kogumikuna, mis kandis pealkirja «Efemeriidid».

Efemeerseks nimetatakse kõike hetkelist, kiiresti hävivat. Kuid need hetkelised ilmajoonised ei hävinud ega läinud teadusele asjatult kaduma.

Need olid hetked, mida õnnestus säilitada selleks, et hetkelises leida igavest ja muutuvas muutumatut. Looduses aga on ainult tema seadused muutumatud. Ilm muutub, ilma seadused aga jäävad.



Neljas peatükk.

Tuulte ja tormide seadused.

Teine võti vana mõistatuse lahendamiseks.

Kunagi leidsid kreeklased lahenduse mõistatusele, miks on lõunas soe, põhjas aga külm.

Nad taipasid, et looduses on seadus, mis keelab põhja külmadel külastamast Aafrika kõrbi.

Kreeklased otsustasid: põhjus peitub kliimas, päikesekiirte kallakus. Kuid see oli ainult üks lahenduse võti, lahendus aga oli rohkem kui ühe luku taga.

Ning saabus aeg, kus inimestel õnnestus leida teine võti.

Nad leidsid ta seetõttu, et hakkasid paremini nägema. Nad ei vaadelnud maailma mitte ainult oma silmadega, vaid ka mõõteriistade silmadega. Õpetlased uurisid tähelepanelikult esimeste meteoroloogiajaamade arve ja tabeleid ja püüdsid neist leida kliima seadusi ja ilmale määratud piire.

Kuulus rändur ja looduseuurija Alexander Humboldt (1769.—1859. a.) uuris eriti tähelepanelikult neid arve, mis tähistasid temperatuuri Maakera erinevates punktides. Need arvud olid muutlikud, hetkelised. Elavhõbe ei seisnud termomeetris liikumatult. Iga soe

tuulepuhang võis sundida teda tõusma. Täna oli temperatuur niisugune, homme aga samas kohas ja selsamal ajal teissugune.

Humboldt püüdis sooja ja külma tujukast mängust leida üldist, jäävat, leida mängureeglit, sest ei ole ju mängu ilma reegliteta.

Ta katsus neist kõikuvaist arvudest saada teisi, püsivamaid, mis ei sõltunud juhuslikkudest põhjustest. Ta võttis ühes ja sellessamas jaamas kõik aasta jooksul mõõdetud temperatuurid, liitis need ja jagas summa aasta päevade arvuga ning sai aasta keskmise temperatuuri. See oli keskmine tase, mille ümber kõikus termomeetri elavhõbe.

Kuid üks aasta ei sarnane teisega. Ning ka siin olid oma kõikumised. Humboldt aga tahtis leida midagi muutumatut, näha igavesti muutuva ilma näos muutumatuid kliima jooni. Ta võttis paljude aastate aasta keskmised temperatuurid, liitis need uuesti ja jagas aastate arvuga.

Nüüd alles sai ta pikaajalise keskmise aastatemperatuuri. See oli tugipunkt sooja- ja külmalainete muutlikus meres. Humboldt leidis niisugused arvud kõigi viiekümne kaheksa jaama jaoks, kus toimetati vaatlusi.

Siis ta võttis kaardi ja märkis sellel need arvud kohtadele, kus asetsesid jaamad. Selliseid kaarte aga koostas ta eraldi talve ja suve jaoks.

Jälle tekkis kirevus. Kuid selles kirevuses leidis õpetlase terav silm juba mingi korrapärasuse.

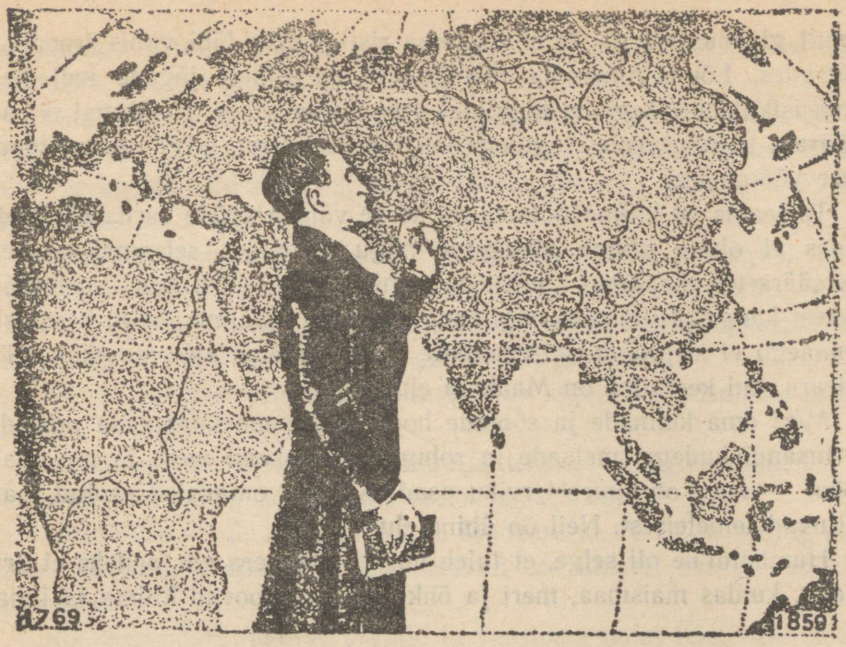
Humboldt oli geograaf, geograafid aga on harjunud ühesugusel kõrgusel asetsevaid punkte ühendama joontega. Need looklevad jooned kaardil kujutavad mägesid ja madalikke niisama selgelt, kui kunstniku sulega tõmmatud jooned kujutavad inimese näojooni.

Humboldt otsustas kasutada oma vanu geograafi kogemusi. Ta ühendas kaardil joontega — isotermidega — kõik punktid, kus oli ühesugune temperatuur.

Ning tema ees tekkis uus, ennenägematu maastik. Samuti nagu tavalisel geograafilisel kaardil, esinesid ka siin mäed ja süvendid, nõlvad ja lohud.

Kunagi mõtlesid kreeklased, et temperatuur laskub ekvaatorilt pooluste poole laugelt. Kui see olnuks nii, siis oleksid isotermid Humboldt'i kaartidel piiranud Maakera paralleelselt ekvaatorile.

Ning äkki selgus, et Maakera temperatuuri maastik ei ole hoopiski ühetaoline. Ühtedes kohtades olid temperatuuri mäed, seal seisis



Alexander Humboldt.

elavhõbe kõrgel, seal oli kuum. Teistes kohtades, selsamal kaugusel ekvaatorist, olid temperatuuri süvendid — seal oli külm.

Kusagil Iirimaal kirendasid aasad veel õitest, kuid Siberis selsamal laiusel kattis tolsamal aastaajal lumi juba maad.

Iirimaal seisis päike niisama kõrgel nagu samal paralleelil Siberis, kiirte kallak oli seesama, aga kliima oli teine. Osutus, et oli vale kliimat nimetada kliimaks. Asi ei seisnenud mitte ainult kiirte kallakus.

Raske on muuta nime palju aastaid pärast sündimist. Sõna «kliima» jäi, kuid inimesed mõistsid teda juba teisiti. Neile sai selgeks, et kliima eest ei vastuta ainult Päike, vaid ka Maa kõigi oma iseärasustega.

Kui Maa ei oleks mitte Maa, vaid sile kera ilma mandriteta ja ookeanideta, mägedeta ja tasandikkudeta, siis oleks tõesti ka Siberis alati niisama soe kui Iirimaal.

Kuid Maa ei ole gloobus, millele vesi ja maismaa on ainult peale joonistatud. Ning sellel, kes tahab aru saada, mis on Maakera kliima, tuleb lähemalt tutvuda sellega, mis on Maakera.

Humboldt oli Maakeraga hästi tuttav. Ta tundis teda rohkem kui

ainult gloobuse järgi. Ta sõitis tema risti ja põiki läbi, viibis troopikametsades, Lõuna-Ameerika mäetippudel ja Siberi jõgede kallastel. Oma isiklikkude kogemuste põhjal veendus ta selles, et kliimat ei saa määrata kujutletavate ringidega — paralleelidega, mis jagavad gloobuse vöötmeteks.

Ta teadis, et kliimavöötmed on kõige vähem vööde sarnased. Metsades ei olnud kliima niisugune nagu steppides selsamal laiusel, mereäärsetes maades — mitte niisugune nagu neis, mis asetsevad merest kaugel. Humboldt nägi enda ees kogu maailma, kogu kosmost. Ilmaaegu ei kirjutanud ta raamatu, mille nimetas «Kosmoseks». Ta sai aru, kui keeruline on Maakera elu.

Meri oma külmade ja soojade hoovustega, maismaa oma mägede ja tasandikkudega, metsade ja rohuga, õhuookean mere ja maismaa kohal — need on suure terviku osad. Nad on omavahel seotud, nad sõltuvad teineteisest. Neil on ühine elu.

Humboldt'ile oli selge, et tuleb uurida Maakera elu, selleks et aru saada, kuidas maismaa, meri ja õhk üheskoos loovad kliima ja ilma.

Maa ja meri mängivad palli.

Palju oli juba teada ka enne Humboldt'it. Inimesed olid taibanud näiteks, miks India ookeanis puhuvad mussoonid. Mussoonid — see on mäng, millest võtab osa kaks mängijat: maa ja meri. Tuul aga — see on pall, millega nad mängivad.

Mäng käib nõnda.

Suvel maa soojeneb rohkem kui meri. Soojenenud õhk tema kohal tõuseb üles, nagu näevad ette ka mängureeglid, ning annab aset külmale mereõhule. Puhub suvine mussoon.

Meri viskab palli maale.

Talvel jahtub maa kiiremini. Seekord asetseb soojem õhk mere kohal. Ta tõuseb üles ja annab aset maaõhule. Puhub talvine mussoon.

Maa viskab palli merele.

Nõnda mängivad maa ja meri palli aastast aastasse, seejuures ruttamata. Mäng ei tüüta neid.

Selle mängu reeglid mõistatas õpetlane Hadley juba XVIII sajandil.

Hadley mõistatas ka teise mängu reeglid, millest tuul samuti võtab osa ja mis samuti kunagi ei lakka.

Meremehed kasutasid juba ammu oma sõitudeks passaate. Passaadid kannavad laeva ainult ühele poole: põhjapoolkeral puhuvad nad

väsimatult kirdest, lõunapoolkeral aga — kagust. Meremehed teadsid seda, kuid ei saanud aru, milles asi seisneb.

Hadley mõistis, et mäng põhineb selsamal reeglil: soojenenud õhk tõuseb üles ja annab aset külmale. Ekvaatoril õhk soojeneb, tõuseb üles ja voolab lähistroopika poole. Teel ta jahtub ... Ja nii kuni lõpmatuseni.

Tuul teeb ringkäigu: ekvaatorilt lähistroopikasse ja tagasi.

Kui ta läheb madalalt, siis nimetatakse teda passaadiks, kui ta läheb kõrgemalt, siis — antipassaadiks. Passaat ja antipassaat koos moodustavad hiiglaratta, mille paneb käima Päike.

Nõnda hakkasid inimeste silmade ees kujunema kosmilise hiiglamasina rattad.

See masin oma väsimatu käiguga tekitas niihästi passaadid kui ka mussoonid ning kõik teised tuuled maailmas.

Inimestele sai üha selgemaks, et Maakera ja Päike, maa ning meri, mäed ja jõed, pilved ja tuuled võtavad osa ühisest suurest maailma mängust.

Rohkearvuliste faktide, arvude ja vaatluste najal tekkis ühtne looduse ilme, tekkis kujutlus sellest, kuidas ta elab, kuidas veedab oma päevad ja aastad.

Ilma maastik.

Kui Humboldt ja tema järelkäijad arvutasid välja keskmised arvud ja koostasid oma kaardid, siis nad ei joonistanud seda ilma, mis on praegu või oli eile, vaid keskmise talve ja suve ilma: jaanuari ja juuli ilma. See oli vajalik selleks, et õppida tundma kliima seadusi.

Nõnda toimib anatoom, kui ta kujutab oma atlases mitte mõnda teatud inimest, vaid inimest üldse.

«Inimesel üldse» on keskmine kasv, keskmine nina suurus, keskmine käte ja jalgade pikkus.

See ideaalne inimene sarnaneb kõigi inimestega, kuid ei sarnane samal ajal ühegi elava inimesega üksikult.

Et kujutada elavat inimest, tuleb teda joonistada nii, nagu ta on, kõigi tema omapäraste joonte ja joonekestega: ninaga, mis mitte alati pole sirge, sünnimärgiga põsel, näoilmega, mis juba hetke pärast võib muutuda teissuguseks.

Ükski kunstnik ei hakka mõõtma tuhandeid ninasid, liitma saadud arvusid ning jagama neid ninade arvuga, et saada ideaalset keskmist nina.

Kliima tundmaõppimiseks kõlbasid keskmised arvud, kuid selleks, et õppida tundma elavat ilma, oli tarvis joonistada tema portree otse loodusest ning rutata, sest et ta halvasti poseerib.

Aga missuguse portree joonistasid kümned kunstnikud — Briti saartel, Uuralis, Põhja-Ameerikas ja Gröönimaal töötavad vaatlejad?

Algul see kujutas endast lihtsalt märke ja arvusid tabelites. Need arvud ja märgid jutustasid lühidalt sellest, mida «nägid» kümned tuulelipud, baromeetrid ja termomeetrid — igaüks oma vaatluspostil.

Kuid märgid ja arvud ei ole jooned ega värvid. Kas me suudaksime kujutleda inimese nägu, kui meile näidatakse tema portree asemel tabelit: nina pikkus niisugune, otsmiku kõrgus naasugune, silmade vahemaa seesugune? Et joonistada ilma portreed, tuleks arvudelt joontele üle minna. Ja meteoroloogid tegidki sellise katse.

Nad kujutasid iga jaama kaardil punktina, tuule suuna — noolena. Aga kuidas kujutada seda, mida näeb «ilmaklaas» — baromeeter?

Ühes jaamas seisab baromeetris elavhõbedasamba ots kõrgel, teises madalamal, kolmandas veel madalamal.

Kuidas seda joonistada näitlikumalt?

Samuti nagu Humboldt, läksid meteoroloogid geograafide juurde õppima. Geograafide eeskujul nad ühendasid joontega need punktid kaardil, kus baromeetri elavhõbe seisis samal kõrgusel.

Ning jälle saadi midagi mägise maastiku sarnast. Siin olid mäed, orud ja madalikud. Ainult nende mägede kõrgused ei olnud kilomeetrites, vaid millimeetrites, sest õhurõhku mõõdetakse elavhõbedasamba millimeetritega. Seal, kus õhurõhk on kõrge, asetses kaardil mägi. Kus aga rõhk oli madal, seal oli lohk.

Ent need baromeetrilised mäed ja lohud, maksimumid ja miinimumid ei seisnud paigal. Nad liikusid. Ning nad liikusid mitte nii nagu juhtub, vaid mingisuguste neile omaste seaduste järgi — kõige sagedamini läänest ida poole.

Lõppeks nägid inimesed elavat ilma — kui mitte just maa enda peal, siis maakaardil. Ning selgus, et ilm ei seisa paigal, vaid liigub. See andis lootust õppida ilma ennustama mitte tähtede ega kohvipaksu järgi, nagu vanasti, vaid teaduse alusel.

Sest kui ilm tuleb meile kusagilt, kandes endaga kaasas pilvede ja udude, tormide ja äikese koormat, kas ei ole siis võimalik ennustada, millal ta meieni jõuab ja mida ta meile toob? Võib-olla kaotab ta teel osa oma pagasist või varustub uuega. Aga ka seda võib õppida ette nägema: merel ta võtab endaga kaasa vett, kõrves — tolmu ...

Niisugused julged mõtted tulid inimestele pähe, kuid nad taipasid, et ilm sooritab maad mööda tuhandete kilomeetrite pikkusi jalutuskäike.

Midagi hakkas selgima, eespool avanes mingi uus avarus mõttele ja tööle.

Kuid täielik selgus oli kaugel. Sest ilma portreed olid veel väga puudulikud. Ilm ei oleks ennast ise ära tundnud neis esimestes joonistes, esimestes sünoptilistes kaartides.

Niisuguseid kaarte nimetatakse sünoptilisteks kreekakeelse sõna «synopsis» — ülevaade — järgi. Vaadeldes kaarti võib saada ülevaate määratu suurel alal valitseva ilma kohta, võib korraga näha kõike seda, mida näevad mõõteriistad paljudes jaamades. Mõõteriistu aga on igas jaamas mitu, mitte ainult üks.

Kuid millegipärast esimestel sünoptilistel kaartidel, mida koostas XIX sajandi algul meteoroloog Brandes, oli kujutatud ainult see, mida «nägid» kaks mõõteriista: tuulelipp ja baromeeter. Termomeetrit näiteks sellise au vääriliseks ei peetud.

Tuli välja nii, nagu oleks kunstnikul olnud kõik värvid, kuid ta kasutas ainult kahte, ütleme, taevasinist ja karmiinpunast. Ta visandas taevasinisega silmad, punasega huuled ja põsed. Kõik muu aga puudus portreelt. Portreel ei olnud mitte nägu, vaid ainult vihje näole.

Kuid siiski oli ka niisuguse puuduliku portree järgi võimalik aimata ilma nägu, näha, kuidas muutuvad tema jooned.

Tuulte ja tormide seadused.

«Vaba nagu tuul», «tuulel ei ole seadust» — nii mõtlesid inimesed.

Brandes aga, uurides oma sünoptilisi kaarte ja võrreldes neid omavahel, avastas, et vabal tuulel ei ole vabadust. Mitte ainult passaatide ja mussoonide, vaid iga tuule jaoks on seadused.

Sünoptilisel kaardil olid noolekesed ja jooned, mäed ja lohud. Noolekesed tähistasid tuult, mäed aga ei olnud tõelised kivimäed — nad kujutasid paiku, kus õhurõhk oli kõrgem, kus madalam. Kui Brandes uuris tähelepanelikult seni mitte kellegi poolt nähtud maastikku, siis ta nägi õhuvoole: õhk voolas baromeetriliselt mäelt baromeetrilisse madalikku. Õhk läks sealt, kus rõhumine oli kõrgem, sinna, kus rõhumine oli madalam.

Kui vesi voolab mägedelt merre, siis kallutab Maakera teda oma pöörlemisega. Seepärast on põhjapoolkeral jõe parem kallas alati vasakust järsem, jõgi uhab kallast, kaldudes paremale.

Kuid õhuvoolul ei ole kaldaid. Miski ei takista teda oma teelt kõrvale kaldumast.

Ning seda nägigi Brandes: õhk voolab sealt, kus rõhk on kõrgem, sinna, kus rõhk on madalam, ning kaldub seejuures paremale.

Niisugune oli tuule seadus.

Et seda mõista, oli inimestel tarvis õppida uudselt nägema ja mõtlema. Tarvis oli näha nähtamatuid ja kujutleda maastikku, mis on ligipääsetav ainult vaimusilmale.

See oli nii raske, et tuulte seadus unustati mitu korda, kuid avastati taas.

Brandes avastas ta möödunud sajandi algul. Sajandi keskel avastasid selle seaduse uuesti algul Ferrel, hiljem aga Bay-Ballot. Brandese seadust hakati nimetama Bay-Ballot' seaduseks.

Muide, mitte kõik õpetlased ei unustanud Brandese töid. Saksamaal oli professor Dove, kes jätkas tähelepanelikult Brandese poolt koostatud sünopotiliste kaartide uurimist. Iga kaart oli nagu peitepilt, kus silm ei leia korraga peidetud joonist.

Vaadeldes kaarte märkas Dove, et mõnikord tuule noolekesed justkui ajasid üksteist mööda ringi taga. Tuul pöörles nagu ratas. See aga ei olnud juhus. Sääraseid noolekestest koosnevaid rattaid oli näha paljudel kaartidel.

Dovele meenusid tahtmatult troopilised keerised — tsüklonid. Ta otsustas, et tsüklonid ei esine mitte ainult troopikas, vaid ka meie mail. Troopikas on keerised märgatavamad, sest nad on väiksemad. Meil aga hõlmavad nad niivõrd tohutut ala, et neid õnnestus avastada alles siis, kui nad sattusid vähendatud kujul kaardile.

Et nähtamatut näha, selleks ei ole tarvis alati suurendada — nagu teleskoobis ja mikroskoobis —, vahel tuleb ka vähendada.

Kuid tsükloni nägemisest oli vähe. Tarvis oli aru saada, kust ta tuleb, ja miks ta tekib. Kaart püstitas küsimuse, aga vastust ei andnud. Vastust tuli otsida loodusest endast.

Kaart oli ju ainult selle peegeldus, mis toimus looduses. Ning pealegi veel puudulik peegeldus. Kaart peegeldas seda, mida «nägid» tuulelipp ja baromeeter. Kuid ilma vaatlejatel oli ju veel teisigi abilisi. Nendest kõige tähtsama, termomeetri, oli Brandes unustanud, kui ta koostas oma kaarte. Ta uskus tõepoolest, et baromeeter on «ilmaklaas», on «ilmapeegel». Ta ei taibanud, et baromeeter ei näe kõike ega peegelda kõike.

Dove aga võtab vaatlemisele asudes endale abiks mitte ainult

baromeetri, vaid ka termomeetri. Ta näeb, kuidas põhja poolt tuleb külm õhuvool mööda maad, sundides elavhõbeda termomeetris langema ja baromeetris tõusma. Külm vool liigub mööda maapinda, täites orud ja mäekurud. Mägedes on veel soe, aga all on juba külm.

Ning Dove märgib oma päevikusse:

«Wünschelburgi elanikud, kasutades ilusat talvehommikut, võtsid ette jalutuskäigu ja siirdusid Grazi, mis asetseb tunduvalt madalamal Wünschelburgist. Kuid nad ei suutnud aru saada, miks all oli hoopis külmem kui ülal.»

Seda oli tõepoolest raske mõista. Toimub ju lugu muidu vastupidiselt: oru elanikud, vaadates mägedele, näevad, kuidas sealt saabub neile talv, kuidas lume piir laskub üha madalamale ja madalamale.

Kuid Dove vaatles loodust teissuguste silmadega. Temale oli nähtav see külm õhujõgi, mis ujutas üle orud, kuid ei suutnud tungida mäetippudeni.

Dove jälgis silmadega nähtamatu voolu edasiliikumist. See vool kandis endaga kaasas ajaloos ennekuulmatut külma. Isegi Vesuuv soojas Itaalias kattus lumega. Kreekas külmusid inimesed linnatänavail. Hävitav külmalaine läks ikka edasi ja edasi, kuni jõudis Aafrikasse. Tripolis sadas lund, mida seal kunagi polnud nähtud. Kõrbedes külmus palju gaselle. Need vaesed soojaga hellitatud gaselid olid kaitsetud «põhja hinguse» vastu.

Kuid äkki hakkas elavhõbe baromeetris langema, termomeetris aga tõusma. Tuul muutus kiiresti: kirdetuul muutus põhjatuuleks, põhjatuul — loodetuuleks. Näis, et on hakanud pöörlema hiigla õhuratas.

Mis sundis tuult pöörduma? Ning miks muutus külm äkki soojaks, pakane — sulaks? Kevad oli ju veel kaugel!

See oli teine võimas vool, mis tuli lõunast, kandes enesega kaasas ekvaatori all asetsevate maade soojust.

Kaks voolu kohtus. Nende kohtumine ei olnud rahulik. Kumbki ei tahtnud teisele teed anda. Kokkupõrge oli möödapääsmatu. Kaks vaenlast hakkasid keerisena võitluses tiirlema. See keeris — tsüklon — liikus põhja poole. Nähtvasti soe vool võitis külma ja sundis teda taanduma. Iga päevaga kandus lahinguväli üha kaugemale põhja poole.

Alles hiljuti oli heitlus toimunud Kesk-Euroopas, ning juba käis ta Skandinaavia rannikul. Võis arvata, et ekvatoriaalne vool püüab oma vastast ajada tagasi polaarjoone taha.

Inimesed ei näinud hiiglaste võitlust. Kuid nad nägid, kuidas muutuvad pilved, kuidas tumedad pilved laskuvad üha madalamale ja madalamale. Need pilved liikusid justkui pika sassis karvaga kasukad, krae eespool. Lumehelbed täitsid kogu pilvede ja maa vahelise ruumi. Maismaal möllas tuisk, ummistades teid ja peatades raudteeronge. Merel aga puhkes torm, kergitas küngastena vett ja uputas laevu.

Dove jälgis erutatult kahevõitlust. Ta nägi, kuidas soe ekvatoriaalne vool võitis oma vaenlase ja kinnitas oma võimu kogu Euroopas.

Ekvatoriaalne vool võidutses. Aga kui kauaks?

Võib-olla möödub nädal või teine ja polaarne vool murrab läbi lõuna poole ning seekord tuleb taanduda ekvatoriaalsel voolul.

See põhja sõda lõuna vastu läks inimestele kalliks maksma. Kui palju meremehi puudus pärast iga tormi laevastikus!

Kuid uurides tormide seadusi, inimesed nägid juba ees aega, millal tormi on võimalik mitte ainult vaadelda, vaid kus temaga võib ka võidelda.

Muide, selliseid ettenägelikke inimesi oli vähe.

Kui ilmus Dove raamat, tekitas see paljude õpetlaste poolt vastuseisu. Raamat ei andnud täit selgust ja see võimaldaski tema halvustamist.

Kuid tal leidus ka pooldajaid. Need ei olnud aga mitte Dove kodumaal, Saksamaal, vaid põhjas — Venemaal.

Vene meteoroloogid sammuvad esireas.

Üsna XIX sajandi algul oli Venemaal ainult 7 meteoroloogiajaama, kuid kahe aastakümne pärast kasvas nende arv juba 27-ni. Vaatlejaiks olid nii tõelised õpetlased kui ka asjaarmastajad. Nende hulgas võis kohata akadeemikut ja gümnaasiumiõpetajat, vaimulikku ja apteekri abilist, professorit ja kuberneri. Pole ime, et vene vaatlejate töös ei olnud tol ajal täpset korda. Kuid juba siis leidus inimesi, kes samuti nagu Lomonossov tegelesid üldise plaani järgi töötava meteoroloogiajaamade võrgu asutamise küsimusega.

Üks selliseid oli näiteks Harkovi ülikooli asutaja V. N. Karazin (1773.—1842. a.). See oli sügava mõistuse ja mitmekülgsete teadmistega inimene. Ta uskus kindlasti, et inimesed saavutavad võimaluse vähemalt mõnesuguses ruumilises ulatuses käsutada atmosfääri olekut: tekitada vihma ja sooja ilma oma tahtmise järgi.

Ta pidas aastal 1810 Moskva Looduseuurijate Seltsi koosolekul kõne, milles tuliselt tõestas, et on tarvis asutada sadasid meteoroloogia-observatooriume, mis oleksid paigutatud üle kogu suure Venemaa — Koola poolsaarest kuni Tbilisini ja Liibavist kuni Nižne-Kolõmskini. Need observatooriumid peavad töötama ühise plaani järgi ja kõik nende vaatlusandmed tuleb koguda ühte õpetatud seltsi.

Karazin kõneles, et kui Venemaa teostab esimesena sellise suure ürituse, siis ühinevad temaga kahtlemata kõigi maade õpetatud seltsid ja meresõitjad, et ühisel jõul uurida Maakera õhkkesta.

Möödus veel veerand sajandit, ja meteoroloogilise ala ülesehitamisele asus visa ja töökas akadeemik Kupfer. Ta sõitis mööda Venemaad ja asutas mäetööstuste juurde observatooriume. Tal õnnestus asutada ka eeskujulik muster-observatoorium Mäeinstituudi juurde Peterburis.

Kuid ta tahtis rohkemat: ta tahtis nimelt asutada pea-füüsika-observatooriumi, mis oleks suunanud kõigi jaamade tööd.

Kümned vaatlejad jälgisid ilma mitmesugustes Venemaa linnades. Tarvis oli ühendada nende jõupingutused, et oleks võimalik saada ülevaadet kogu maa ilma kohta.

Kuid peaobservatooriumi ehitamine nõudis suuri kulusid. Ainuüksi magneti paviljoni vaskkatus oleks maksnud palju raha, raudkatusega teda aga katta ei võinud, sest magneti observatooriumis ei tohi olla rauda.

Riigiametnikud, kelledest see olenes, tegid kõik, mis võisid, et pidurdada ehitamist: nad ei saanud aru selle tähtsusest.

Kupfer kirjutas esitiskirju, kulutas ministeeriumide lävesid.

Üritusele õnneks ilmus Kupferile ootamatu mõjukas liitlane — kuulus õpetlane Humboldt.

Humboldt teostas tol ajal parajasti reisu Siberis ja külastas tagasisõidul Peterburis Teaduste Akadeemiat.

Teda huvitasid ühtviisi nii Amazonas kui ka Irtõšš. Ühed ja needsamad mõõteriistad olid tal kaasas nii Lõuna-Ameerikas kui ka Obi kallastel. Tal ei olnud püsi Euroopas paigal istuda. Ta tahtis oma silmaga võrrelda Mehhiko ja Altai mägesid, Orinoco savanne ja Siberi steppe, Uurali ja Uus-Granada kuldasisaldavat mulda.

Kui Kupfer jutustas talle oma plaanidest, suhtus Humboldt neisse nii suure innuga, nagu oleks see tema kodumaaga seotud üritus.

Ning 1849. aastal, kui Londoni Kuninglik Selts alles arutas

Kesk-füüsikaobservatooriumi ehitamist, hakkas Peterburis selline observatoorium juba töötama.

Üks Pariisi ajalehti kirjutas sellest: «Meie ei märkagi, kuidas välismaalased meid teadustes ennetavad. Venemaal näiteks asutati ilma igasuguse kärata määratu suure tähtsusega Pea-füüsikaobservatoorium. Midagi taolist ei ole senini kusagil mujal Euroopas.»

Observatoorium ehitati Vassili saarele, kõrvuti Mäeinstituudiga. Seal pöörleb ka praegu tuulelipp kõrge punase torni kohal.

Viiskümmend viis vene meteoroloogiajaama hakkasid saatma Pea-füüsikaobservatooriumile oma vaatlusandmeid. See, millest Kupfer nii kaua oli unistanud, teostus lõppeks.

Peale Kupferi oli neil aastail Venemaal ka teine silmapaistev meteoroloog — Moskva professor M. Spasski.

Spasski, samuti nagu Dovegi, jälgis tähelepanelikult buraane[1] ja torme, iga tuisku ja purgat[2]. Oma raamatus «Moskva kliimast» kujutas ta kõiki troopiliste ja polaarsete voolude vahelise võitluse pöördepunkte. Ta jutustas, kui kestev on see võitlus.

Ülekaal püsib pikemat aega vaheldumisi kord ühel, kord teisel poolel. Baromeeter kord tõuseb, kord jälle langeb. Taevas kord selgineb, kord kattub pilvedega. Kevadel ja sügisel vaheldub vihm sageli lumega või lumekruupidega ja vastupidi, olenedes sellest, kumb kohtuvatest õhuvooludest saavutab parajasti ülekaalu.

Spasski kirjeldas õhuvoolude võitlust kui kahe armee vahelist sõda. See sõda lõpeb sellega, et üks armeedest võidab ja seab vallutatud territooriumil sisse oma võimu — oma ilma.

Selsamal 1850. aastal, mil Dove vaatles tuiske ja torme hiiglasuurel rindel Rootsist kuni Tripolitaaniani, jälgis Spasski ka Venemaal õhuvoolude suurt lahingut. Detsembri algul valitses polaarne õhk. 6. detsembril hakkas baromeeter langema — lähenes ekvatoriaalne vool...

Spasski kirjutas:

«Andnud järele ekvatoriaalse voolu esimesele survele, koondas polaarne vool taas oma jõud, et vastase rünnakut tagasi tõrjuda. 9. detsembri hommikul oli vaikne ilm, siis hakkas puhuma põhjatuul...»

Sula asendus lumetormiga. Sajad inimesed jäid lumme ja külmu-

[1] Lumetorm stepialadel. (Tõlkija märkus.)

[2] Lumetorm. (Tõlkija märkus.)

sid. Paljusid ei leitud kohe — nii palju oli sadanud lund. Tuule jõud oli nii suur, et purustas palju maju.

Spasskile oli selle metsiku tormi põhjus selge.

«See atmosfääriline häire,» kirjutas ta, «tekkis kahe õhuvoolu omavahelise võitluse tagajärjel — võitluse, mille abil härra Dove teooria võimaldab meil selgitada suurema osa atmosfäärilistest nähtustest. Ometi jätkavad veel mõned õpetlased selle teooria õigsuse ümberlükkamist, hoolimata kaheldamatuist ja selgeist tõestustest.»

Spasski läks veel kaugemale kui Dove. Ennetades hilisemad uurimised ta kirjutas, et ilmamuutuste selgitamisel «peab arvesse võtma üldist atmosfääri liikumist» ...

Nõnda leidis Dove endale liitlase Moskvas.

Dove raamatu «Tormide seadus» tõlkis vene keelde mitšman Pavel Mordovin.

Keda siis veel, kui mitte meremehi, võivad huvitada tormide seadused?

Meremeeste teadus.

Meie ajal huvituvad ilmast kõige enam lendurid. Kuid möödunud sajandi keskpaiku oli meteoroloogia meremeeste teaduseks. Meremehed siunasid siis niisama sageli «vastutuult», nagu siunavad praegu lendurid «mitte-lennuilma».

Tuule tugevust määrati purjede arvu järgi, mida laev suudab kanda.

Nagu õpilasele koolis, nii pandi ka tuulele hindeid — pallides.

Null palli sai tuul-nähtamatu siis, kui ta ennast ei liigutanud. Merel oli siis tuulevaikus ning laev ei nihkunud paigast.

Üks pandi kõige laisemale tuulele, mis ei ajanud laeva edasi, vaid ainult tõukas kergelt.

Kahe sai tuul siis, kui laeva kiirus ulatus kuni kahe sõlmeni (merel mõõdetakse käigu kiirust sõlmedega). Alates viiest pandi hindeid — palle — mitte enam käigu kiiruse, vaid purjede arvu järgi.

Viie palli puhul kandis laev poom-praamseili, üheksa palli puhul käskis kapten kinnitada alumised ja marsipurjed, üheteistkümne palli puhul oli juba tugev torm ning laeva suutsid kanda ainult tormistaakseilid.

Kaksteistkümmend palli aga pandi kõige tugevamale tuulele — orkaanile, mille puhul laev ei tohi kanda enam mingeid purjesid. Sellele tuulele tuleks käitumise pärast panna üks, kuid talle pandi kõrgeim pall

Kui admiral Beaufort koostas pallide tabeli, mõtles ta tõenäoliselt, et meremehed sõidavad alati purjedega. Kuid juba tollal lasti vette esimene aurik, millele oli määratud olla purjelaeva võistlejaks.

Kui Beaufort oleks võinud heita pilku sada aastat ette, ta poleks meresid ära tundnud. Brikkide, fregattide ja korvettide asemel ta oleks näinud ristlejaid, liinilaevu ja hiiglasuuri diiselmootoritega transookeaniliinide laevu. Valgete purjede asemel oleks ta näinud laevade kohal ainult korstnaist tõusvat halli suitsu.

Ta poleks tundnud ära oma tabelit. Selles on praegugi kaksteistkümmend palli, kuid milliseks maismaalaseks ta on kujunenud!

Tuulele ei panda nüüd palle mitte selle järgi, milliseid purjesid ta paisutab, vaid selle järgi, kuidas ta käitub maismaal: kas painutab puuoksi, kas murrab tulpasid ja puid või rebib majadelt katuseid.

Möödunud sajandi keskpaiku aga püsis Beaufort'i tabel veel oma esialgsel merelisel kujul.

Meteoroloogide seas oli palju meremehi. Ning sageli juhtus, et ühed ja needsamad inimesed tegelesid nii õhu- kui ka veeookeani uurimisega.

See oli ajajärk, kus maailmaookeani vallutamine toimus üha kiiremini ja kiiremini. Rahvad ja riigid võistlesid omavahel mere- ja ümbermaailmaekspeditsioonide hulgaga.

Krusenstern, Lisjanski, Sarõtšev, Kotzebue, Bellingshausen, Golovnin — need vene meresõitjad läbisid XIX sajandi algul ookeane kõigis suundades. Nende nimesid teab iga mereuurija.

Aastatel 1803—1805 sõitsid I. F. Krusenstern ja J. F. Lisjanski laevadel «Nadežda» ja «Neva» ümber Maakera. Nende uurimised moodustasid okeanograafiateaduse ühe esimestest peatükkidest.

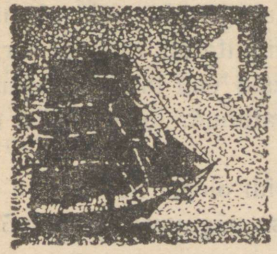
Aastatel 1819—1821 sooritasid kapten Bellingshausen ja leitnant Lazarev ühemastilistel purjekatel «Vostok» ja «Mirnõi» ümbermaailmareisu. Nende reis pani aluse Antarktise uurimisele. Vaadeldes kaarti näeme Antarktise lähedal Peeter I ja Aleksander I saari. Need saared avastati vene meremeeste poolt...

Uurijate laevadele järgnesid varsti kaubalaevad.

Üle ookeani, nagu üle laia leti, käis kauplemine: ühel poolel olid müüjad — teisel ostjad. Ühed kauplesid koloniaal-tooraainetega, teised tööstustoodetega.

Ning laevad liikusid nagu käed edasi-tagasi mööda ookeani, kandes kaupu ühelt leti äärelt teisele. See lett aga ei olnud kuigi kindel









ega püsiv. Mistahes torm võis kauba teel kinni pidada, võis kirjutada ta kahjude arvele.

Et kaubelda, selleks oli tarvis purjetada, oli tarvis vee ja tuule seadusi tunda.

Vett ja tuult ei saadud lahus uurida. Tuuled tõstsid ookeanis vett. Tuuled kihutasid vett, tekitades hoovusi — kallasteta jõgesid. Õhk, vesi ja maa elasid ühtsat maailma elu, mida oli tarvis uurida ja mõista.

Tolleks ajaks inimesed veendusid juba lõplikult selles, et vesi läheb ookeanist maismaale õhu, mitte aga maa-aluseid teid mööda, ning pöördub ookeani tagasi niihästi mööda maad kui ka maa alt ja õhu kaudu.

Prantsuse füüsik Mariotte väitis veel XVIII sajandil, et vihm toidab jõgesid, et vesi tõuseb jõgedes vihmade tagajärjel ja kahaneb põua tõttu.

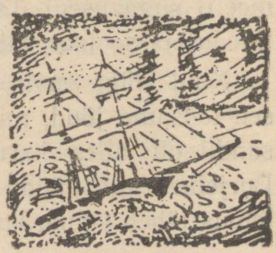
Temale järgnevalt inglane Halley seadis sisse Vahemere jaoks tulude ja kulude raamatu.

Ning selgus, et meri kulutab pilvede peale parajasti niisama palju vett, kui palju kannavad temasse jõed.

Nii joonistus vee tee maismaal. Kuid ka merel muutus vee tee järjest selgemaks. Mõõdeti vee temperatuuri ja tihedust ookeanis, uuriti vett nii maitse kui ka värvuse järgi, määrati tema soolasisaldus.







Inimesed uurisid nende silmade eest varjatud veealust riiki.

Nad olid juba ammu püüdnud tungida võimalikult sügavale, jõuda ookeani põhjani. Seda katsetas juba XVI sajandil Magalhães, kuid ookeani põhjani ta siiski ei jõudnud.

Kolmsada aastat hiljem, XIX sajandi algul, püüdis F. F. Bellingshausen, kes purjetas ühemastilisel purjekal «Vostok», jõuda ookeani põhjani, kuid ka temal ei õnnestunud see. Ookeani põhi oli nii sügaval, et näis, nagu ei olekski teda.

Ookean aga ei võinud olla ilma põhjata. Kusagil pidi põhi olema.

Ent ometi, kui ookeani lasti nööri otsa kinnitatud raskus, keris nöör (meremehed nimetavad seda «põhjaloodiks») end lahti ja laskus meeter meetri järel vette, kuid põhja ta ei ulatunud: loodija käsi ei tundnud loodi lööki vastu põhja.

Mida suurem oli sügavus, seda jämedam pidi olema nöör, et ta ei katkeks oma raskuse tõttu. Mõne-kilomeetrilise sügavuse jaoks võis ka jäme köis osutuda mitte küllalt tugevaks.

Ning mis kasu võiski olla niisugusest köiest: mida jämedam ta on, seda raskem on tunda tõuget — loodi lööki vastu põhja.

Tarvis oli leiutada uus mõõteriist — sügavusmõõtja — niisuguste sügavuste jaoks, mida veel kellelgi polnud õnnestunud mõõta.

Selle leiutas vene õpetlane E. H. Lenz, kes sõitis ühemastilisel purjekal «Predprijatije». Kuid hiljem see unustati ja sügavusmõõtja «leiutas» taas inglane Thomson.

Sügavusmõõtja on keeruline masin. Ta pidurdub ja peatub iseenesest, kui lood jõuab põhjani. Ning osutid numbrilaudadel ise räägivad, millisel sügavusel asetseb põhi. Nööri asemel on selles masinas terastraat.

Nõnda õppisid inimesed mõõtma mere sügavust.

Õpetlasi aga ei huvitanud mitte ainult sügavuste mõõtmine. Juba Lomonossov uuris voolu suunda ja merevee soolsust. Lenz leiutas aparaadi — batomeetri, mille abil ta võttis merevee proove. Temal õnnestus jälgida temperatuurimuutusi ookeanis kuni kahe tuhande meetri sügavuseni. Ta avastas esimesena, et ekvaatori juures on vee tihedus ja soolsus väiksem kui lähistroopilistes alades.

Kuid kõige enam huvitasid meremehi tuuled ja hoovused. Oli ju see toosama jõud, mis kandis neid mööda merd. Auriku suits horisondil oli alles haruldane. Merel valitsesid endiselt purjelaevad. Purjelaev aga püüab alati püsida pärituules ja hoovuses, nagu trolleibus läheb sinna, kuhu kannab teda elektrienergia pärivool.

Kuid trolleibuse katuse kohal on juhe selgesti nähtav, tuule ja vee teed aga on raskem märgata. Peab olema väga vilunud loots, et mäletada, kus kulgevad mingid hoovused ja puhuvad ühed või teised tuuled.

Seepärast koostataksegi meremeeste abistamiseks tuulte ja hoovuste kaardid. Need kaardid on hädavajalikud. Nad lühendavad laevade sõiduteid kolme- kuni neljakordselt.

Merel on iga päev kallis. Rohkem kui kusagil mujal on siin õigustatud kõnekäänd «aeg on raha».

Inglise ärikompaniide arveametnikud arvutasid välja, et kui tuule tõttu suur kauba- ja reisijatelaev viibib ühe ööpäeva võrra, siis kaotab kompanii kakssada naelsterlingit. Kellel aga on tahtmist loopida raha tuulde!

Ühe meteoroloogi saatus.

Inglise Kaubandusnõukogu langetab otsuse: asutada Meteoroloogia Departemang ja määrata peameteoroloogiks kogenud meremees, kontradmiral Robert Fitzroy (1805.—1865. a.).

Fitzroy'd mäletavad kõik, kes on lugenud Charles Darwini kütkestavat raamatut «Loodusuurija reis ümber maailma purjekal «Beagle»». Neile pidi meelde jäämą see suuremeelne ja äkiline inimene oma paljude veidruste ja kummaliste tujudega. Vaatamata sagedastele tülidele ja vaidlustele said Fitzroy ja Darwin sõpradeks, sest neil olid ühised kiindumused. Nad mõlemad armastasid loodust ja loodusteadust.

Robert Fitzroy veidrustest ja kalduvustest võib-olla ei maksaks kõnelda selles raamatus, mis on pühendatud ilma, mitte aga inimhinge tujutsemisele. Kuid Fitzroy eluloos on inimese ja teaduse saatus nii tihedasti kokku põimunud, et neid pole võimalik üksteisest lahutada.

Niisiis, Fitzroy sattus kuivale maale ja «ankurdus» Parlamendi tänaval Meteoroloogia Departemangu ruumides.

Ametlikult kandis ta nüüd «meteoroloog-statistiku» tiitlit. Vaevalt küll võis see nimetus meeldida «Beagle'i» kaptenile. Ametialaselt tuli temal ja ta abilistel koguda kogu Maakera ilma puutuvaid arve ja fakte. Ta pidi iga päev hommikust õhtuni sorteerima ja kõrvutama numbreid ja tabeleid.

Istuda kõrgel toolil puldi taga ja klõbistada arvelaual, näha akna taga majade halle seinu, mitte aga merd — see ei olnud sobiv tegevus meremehele, tundmatute maade uurijale.

Muide, Fitzroy ei unustanud ka siin merd ja oma sõpru — kapteneid. Ta algas sellega, et hoolitses sadade kauba- ja sõjalaevade varustamise eest baromeetritega. Baromeetrid saadeti laiali ka rannikulinnadesse ja küladesse.

Meremehed hakkasid tähelepanelikult jälgima ilma. Laevanduse ajakirjades ilmusid kirjutised temperatuuri, õhurõhu, hoovuste ja tuulte ning merevee koostise kohta.

Kõik need kirjutised voolasid igalt poolt kokku Meteoroloogia Departemangu. Fitzroy'd aga rõõmustas hoopis midagi muud. Ta nägi, et tema lemmik — baromeeter muutub iga meremehe ja kaluri sõbraks. Kalurid lükkasid meresõidu edasi, kui baromeeter teatas: «Hoiatan!»

Kuid Fitzroy ei rahuldunud sellega. Ta tahtis rohkem. Ta uskus meteoroloogiasse, uskus, et inimene on juba küps loodusega võitlusse astuma.

Ta kõneles, et «ehkki meie teadmised ja mõõteriistad ei vaigista tormi, annavad nad meile siiski vahendid temast jagusaamiseks ja võitjana võitlusest väljatulemiseks».

Millega tegelesid meteoroloogid enne Fitzroy'd? Nad uurisid vanade sünoptiliste kaartide järgi kunagi olnud ilma. Tema aga tahtis tänast ilma teades ennustada homset.

Ta arvas, et vanu vaatlusandmeid on juba küllaldaselt kogutud selleks, et otsustada ilma seaduste üle. On saabunud aeg nende seaduste kasutamiseks. Küllalt on ilm juba inimese üle valitsenud, küllalt juba on tormid laevu uputanud.

Tema ees ei avanenud mitte tükike merd ja tükike taevast, vaid avanes kogu Atlandi ookean, kogu Euroopa manner. Tema ees puldil lebas sünoptiline kaart ja talle näis, et ta vaatab ülalt alla ääretuisse avarustesse. Ta nägi palju rohkem kui linnulennu kõrguselt. Missugune lind võikski tõusta nii kõrgele, et näha tervet mandrit?

Fitzroy võttis pliiatsi kätte ja märkis punaste joontega sooja troopilise õhu voolud.

Ta võttis teise pliiatsi ja joonistas kaardile põhjast tuleva külma õhu sinised keeled.

Sinised ja punased keeled sirutusid ja kõikusid kaartidel nagu tulekeeled. Kord siin, kord seal tungis soe õhk kiiluna külma, külm aga haaras tema ja läks talle selja taha, moodustades keerise.

Keerised liikusid mööda maad niisamuti, nagu veekeerised vees kistakse kaasa hoovustega.

Kogu õhuookean oli liikvel. Õhk läks läänest itta ning temaga koos liikusid reas keerised — tsüklonid.

Nende kiirus ei olnud väga suur: 5—6 miili tunnis.

Kui see on nii, — mõtles Fitzroy — kui torm liigub mööda maad ja me teame ta kiirust, miks siis mitte hoiatada merele väljuvaid laevu tema eest! Miks mitte püüda ilma ennustada päev, kaks või nii palju kui võimalik varem! Kuid selleks ei kõlvanud vanad sünoptilised kaardid. Et ennustada homset ilma, oli tarvis teada tänast, ja mitte ühel maal, vaid paljudes maades, tuhandetesse kilomeetritesse ulatuval alal.

Tarvis oli virgatsit, kes oleks kihutanud tuulest kiiremini — mitte muinasjutulises, vaid sõna otseses mõttes —, kes võiks tuulest ette kihutada, ilmast ette jõuda. Selline virgats oli juba olemas. See oli telegraaf, mille oli leiutanud vene õpetlane P. L. Šilling.

Ajalehtedes ilmusid mõnikord juba esimesed telegraafilised ilmateated. Õpetlased katsusid telegraafi abil koostada sünoptilisi kaarte.

Prantsusmaal kasutas telegraafi Ilmateenistus, mis asutati pärast kuulsat Balaklava tormi, mis uputas palju prantsuse laevu. Iga päev saabusid Pariisi telegrammid kolmeteistkümnest jaamast. Ning astronoom Leverrier koostas iga päev telegrammide järgi sünoptilise kaardi.

Fitzroy ruttas samuti endale uut kärmet teenrit — telegraafi — teenistusse kutsuma.

Igal hommikul tõi käskjalg Parlamendi tänava kontorisse kakskümmend kaks telegrammi ilma kohta Suurbritannia mitmest paigast.

Igal õhtul saabus veel kümme inglise ja viis välismaist telegrammi: Prantsusmaalt, Hispaaniast ja Helgolandi saarelt.

Pühapäeviti telegramme ei olnud: mitte seepärast, et ilm sel päeval puhkas, vaid seepärast, et telegrafistid puhkasid.

Isegi kõige kirjaoskajam inimene ei suutnud lugeda telegrammi, mida lugesid kergesti Fitzroy ja tema abiline Babington.

Selleks oli vähe inglise keele ja inglise tähestiku tundmisest. Ilmal oli oma keel ja oma kiri. Täht B tähistas baromeetrit, T — termomeetrit, W — tuule suunda, F — tuule tugevust. Kogu telegramm koosnes reast numbritest ja tähtedest.

Niipea kui saabusid telegrammid, asus Fitzroy sünoptilise kaardi koostamisele. Kui kaart ennustas tormi, saatis ta riigi kõikidesse sadamatesse tormihoiatused. Telegraafivõtmed kopsisid taas ilmateateid, kuid mitte enam sellest, mis on, vaid sellest, mis tuleb.

Ning kohe ilmusid sadamates mastidele, lipuvarrastele ja lattidele ruudud ja kolmnurgad. Siin oli samuti oma tähestik — tormide tähestik.

Meremehed teadsid hästi, et kolmnurk tipuga ülespoole tähendab, et tormi võib oodata põhja poolt. Kolmnurk tipuga allapoole tähendab lõunatormi. Ruut hoiatab üksteisele järgnevate tormide eest.

Kuid kõige ähvardavamaks signaaliks oli kolmnurga ja ruudu kombinatsioon, mis ei ennustanud mitte tavalist, vaid eriti ohtlikku tormi.

Kui telegramm saabus öösel, siis ei oodatud sadamates ja jaamades hommikuni. Raapuudele ilmusid punased tuled, mis koos moodustasid ikka neidsamu kujutisi: kolmnurki ja ruute.

Niisiis, istudes oma kontoris Londonis, hoiatas endine «Beagle'i» kapten tormide suhtes oma vanu seltsimehi laevastikus.

Varsti kuulsid Fitzroy'st mitte ainult meremehed. Ühel ilusal hommikul ilmus Londoni kaheksas ajalehes ilma ülevaade, millele järgnes ennustus kaheks järgnevaks päevaks. See ennustus kandis ettevaatlikku nimetust «Tõenäolisus».

Fitzroy andis tõenäolise ilma kogu kuningriigi ning eraldi lääne-, lõuna- ja idaranniku jaoks.

Sellised ennustused — prognoosid — ilmusid ajalehtedes iga päev. Ajalehelugejad jälgisid huviga, et kolmapäeval on oodata tugevat tuult loodest kuni kirdeni ühes tormi-iilide ja sadudega, neljapäeval aga puhub tuul kirdest kuni idani samasuguse tugevusega.

Ühed lugejaist muigasid Fitzroy — selle vastilmunud ilmaprohveti — üle. Teised asusid tema poolele ja meenutasid seda, et oma tormihoiatustega päästis Fitzroy rohkem kui ühe laeva.

Kihlveoharrastajad vedasid kihla selle peale, kas järjekordne ennustus täidub või mitte. Inimesed, kes varem kunagi ei huvitunud meteoroloogiast, vaidlesid keeriste ja tormide üle ning jälgisid tuulelippe katustel.

Ilm oli alati olnud kõneluste teemaks. Nüüd ta muutus põletavaks päevaküsimuseks.

Kui Fitzroy prognoosid täidusid, oli vähe neid, kes seda märkasid. Kuid tarvitses ainult sadada ilma ette teatamata kerget vihma, kui kohe tekkis pahameeletorm.

Kuidas küll solvati siis Fitzroy'd! Auväärset admirali nimetati šarlataniks ja petiseks. Meelepaha oli eriti suur neil juhtudel, kui see õnnetu ettenägematu vihm ajas nurja pühapäevased jalutuskäigud ja

lõbustused. Asjata meenutasid Fitzroy kaitsjad laevu, mis ta oli päästnud oma ennustustega. Mis aga läksid korda need laevad noortele leedidele ja dšentlmenidele, kes pöördusid tagasi nurjunud piknikilt!

Varem sõimati sellistel juhtudel ilma. Nüüd sõimati Fitzroy'd.

Leidus inimesi, kes pidasid oma kohuseks kõik need jutud temale teatavaks teha. Tuline ja äge Fitzroy ei suutnud rahulikult suhtuda laimujuttudesse ja tagarääkimistesse.

Kuid kõige rohkem ärritasid teda mitte tavalise elanikkonna, vaid õpetlaste arvamused. Teaduse inimesed, kelledelt oleks võinud oodata toetust, suhtusid Fitzroy prognoosidesse ilmse vaenulikkusega. Nad kehitasid õlgu ja väitsid, et teadus ei ole veel küps selleks, et ette näha homset päeva. Teadus ei näe sageli isegi seda, mis toimub täna. Kuidas ta saaks mõelda ennustustele.

Kuid lõppude lõpuks ei otsustanud kõike mitte õpetlased, vaid need ärimehed ja poliitikud, kes istusid parlamendis ja Kaubandusnõukogus. Neist olenes, kas anda raha teaduslikkudeks uurimisteks või mitte. Ning ärimehed avaldasid samuti oma kahtlusi. Nad kõnelesid: «Kas tõesti peavad kaptenid istuma sadamas ja ootama tormi, mis võib hoopis tulemata jääda? Kas tõesti peavad kalurid ja rannalaevad kaotama aega asjatu ootamisega?»

Laevaomanike seas, kes juba praktikas olid veendunud tormihoiatuste kasulikkuses, leidus ka selliseid, kes pooldasid tormisignaale, kuid olid ilmaennustuste vastu ajalehtedes.

Fitzroy pea kohale kogunesid pilved. Kõik ennustas tormi — seekord mitte sõna otseses, vaid kaudses mõttes. Arvestades rohkearvulisi vaenlasi ja Fitzroy hingelaadi, võis prognoos temale kujuneda ebasoodsaks.

Ning juba kostsidki esimesed äikeseraksatused. Kaubandusnõukogu lordid pöördusid kirjaga Kuningliku Seltsi sekretäri poole, milles nad palusid vastata kahele küsimusele.

Esimene küsimus: kas on meteoroloogiateadus käesoleval ajal sellises seisukorras, et võiks pidada kasulikuks tormisignaalide süsteemi ja igapäevaseid ilmaennustusi?

Teine küsimus: kas ei oleks parem endiselt tarvitada parlamendi poolt assigneeritud rahasid vaatlusandmete kogumiseks?

Samaaegselt päris Kaubandusnõukogu kõigilt kuningriigi sadamatelt järele, kuivõrd kasulikud on tormisignaalid.

Nüüd olenes Fitzroy ja kogu tema tegevuse saatus sellest, missugune vastus saabub.

Algul kujunes kõik hästi. Kõigist kuningriigi sadamaist saabusid Kaubandusnõukogule kirjad, kokku nelikümmend üheksa kirja. Fitzroy võis võidutseda: neljakümne üheksast hinnangust olid nelikümmend kuus positiivsed.

Kaubandusnõukogusse saabus lõppeks kiri ka Kuningliku Seltsi sekretärilt. Kirjas öeldi järgmist:

«Kuninglik Selts sai rahuldusega Fitzroy'lt teada, et vaatamata uutele kohustustele jätkatakse intensiivselt endiste ülesannetega tegelemist. Ilmateenistus on rajatud juba niivõrd kindlale alusele, et Fitzroy võib uuesti pöörata kogu oma tähelepanu juba kogutud materjalide töötlemisele, mis puudutavad Maakera meteoroloogiat üldse.»

Tormihoiatuste kohta andis Kuninglik Selts soodsa, kuigi kaunis ettevaatliku hinnangu. Mis puutub aga igapäevastesse ilmaennustustesse, siis nende suhtes otsustas Kuninglik Selts üldse mitte võtta endale mingit vastutust ning keeldus andmast hinnangut «andmete puudumisel».

Ent millise järelduse võis teha sellest põiklevast ja diplomaatilisest vastusest? Ainult sellise, et Fitzroy'l tuleb uuesti kogu usinusega asuda tööle, mis talle oli ülesandeks tehtud ja milleks anti rahasid.

«Meteoroloog-statistikule» tuletati viisakalt meelde, et ta on statistik, aga mitte ilmaennustaja.

Fitzroy püüdis vastu vaielda ja tõestada, et ainuüksi faktide kogumine ei too kasu, aga teaduse ülesandeks on ju inimestele kasu tuua.

«Võib ju koguda kive hunnikusse ja põletada telliseid, aga kui raskena peab tunduma see töö, kui ei saa kujutleda hoonet, mida tuleb ehitada.»

Ning Fitzroy saadeti taas «kive kandma», ehkki tema silmade ees tõusis juba uue teaduse hoone.

Fitzroy'l jäi ainult üks tee üle — pöörduda otsuse saamiseks nende poole, kelle jaoks oli määratud uus teadus, näidata seda meremeestele, kaluritele, jaamavaatlejaile ja tuletornide ülevaatajaile. Neil inimestel ei ole teaduslikku tiitlit, kuid nad ei istu kabineti nelja seina vahel, vaid nad kohtuvad ilmaga igapäev, nad kõnelevad tormidega lihtsat keelt. Las nemad otsustavad, kas nad vajavad ilmateenistust, kas on signaalid ja ennustused tarvilikud. Neile on kõige selgem, mis on parem: kas päästa laevad hävimisest või, lastes laevad hävida, tegelda ainult laevahukkude statistikaga.

Fitzroy kirjutab raamatu ilma kohta.

Ta asub selle töö juurde temale omase tulisusega. Ta tahab jutustada inimestele sellest, mida näevad tema silmad.

Kõik peavad teadma, kui suuri võite on teadus juba saavutanud võitluses loodusjõududega. Õhuookeani võib juba tunda või mõttes näha tohutul ruumalal. Juba võib jälgida õhuvoolude heitlust, mis muutub mõnikord nii tugevaks, et tekitab torme ja keeriseid.

Meteoroloog näeb neid tuleleegina võnkuvaid õhuvoolude keeli. Ta võib nende eest hoiatada laevu, nagu tuletõrjuja hoiatab vaatetornist linna ähvardava tulekahju eest.

Fitzroy avaldab raamatus kõik oma ennustamise võtted ja meetodid. Ta ei ole prohvet, tema ennustused põhinevad teaduslikkudel järeldustel, looduse enda seadustel. Ning kui need ennustused on vahel veel ebaõiged, siis ei ole selles süüdi mitte loodusseadused, vaid inimesed, kes ei oska neist alati aru saada.

Fitzroy teab, et tema teadusharu on alles puudulik. Kuid ta usub, et see on õigel teel. Ta on veendunud, et ilmamuutusi võib mitte ainult ennustada, vaid ka ette arvutada. Ning ta loodab, et kui mitte tema, siis teised saavutavad selle.

See teostub ükskord. Aga ka praegu juba teeb ilmateenistus ausalt oma tööd ja kulutab õigustatult neid rahasummasid, mis temale eraldab parlament. Et selles veenduda, on küllalt, kui heita pilk dokkide- ja laevaomanike arveraamatuisse. Laevaomanike kasumid suurenevad. Plymouthi dokkide omanikud aga kannatavad kahjumeid ning kurdavad, et sellest ajast, kui tekkis tormihoiatuste teenistus, esineb harvemini laevaavariisid ja dokkidel on vähem tööd.

Raamatu lõppu paigutas Fitzroy dokumendid: kogu Kaubandusnõukogu kirjavahetuse Kuningliku Seltsiga: las lugejad ise otsustavad.

Fitzroy raamat ilmus. Temast räägiti, teda lugesid paljud. Kuid keegi ei teadnud tollal, et see raamat ei ole mitte ainult kaitsekõne, vaid ka viimane sõna.

Millega siis lõppes Fitzroy lugu?

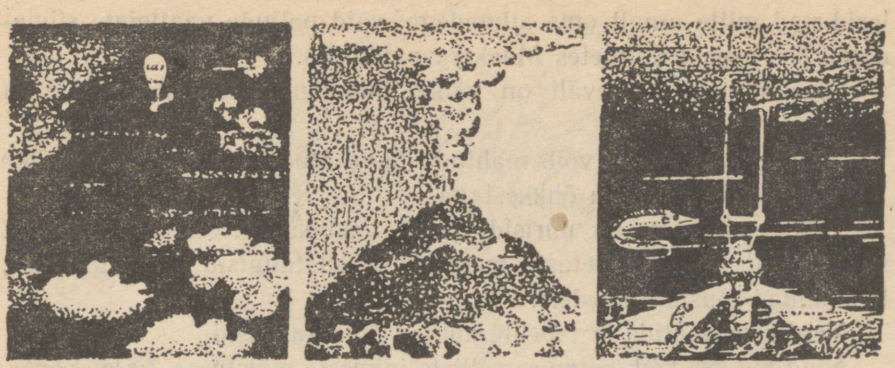
Et seda teada saada, tuleb lahti lüüa «Briti Entsüklopeedia» sõna «Fitzroy» kohalt.

Seal on öeldud järgmist:

«Sellele tööle (juttu on tema teenistusest meteoroloogilises büroos) asus ta oma kergestisüttiva temperamendi energiaga, mis oli juba rikutud pikast ja ohtlikust teenistusest Magalhãesi väinas. Viimastel aastatel ta oli tööga üle koormatud ning tema füüsilist ja ka hingelist

tervist ähvardas kokkuvarisemine. Kuid ta keeldus võtmast temale ettekirjutatud puhkust. Meeltesegaduse hoos tegi ta 30. aprillil 1865. aastal endale otsa ...»

Fitzroy lõikas endal habemenoaga kõri läbi. Nähtavasti osutus tema kontor Parlamendi tänaval talle uuesti puuriks. Inimene, kes juba nägi enda ees tuleviku avarust, ei võinud elada ainult mineviku faktide kogumisega.



Viies peatükk.

Kolm maailma.

Vaateväli.

Fitzroy hukkus. Tema vaenlased võisid olla rahuldatud: Londoni ajalehtede veergudelt kadusid ilmaennustused. Kuid see suur võitlus, millest võttis osa Fitzroy, ei võinud lakata.

See võitlus loodusjõududega ei olnud ju ühe inimese ega ühe maa huvi. See oli inimkonna huvi.

Inimkond ja loodusjõud, inimkond ja planeet — need on võrreldavad suurused. Üksikinimene aga on kaduvväike, võrreldes hiiglaareeniga, millel käib võitlus. Inimene ei ole suuteline oma pilguga seda areeni haarama. Ning kui ta siiski haarab Maad mõistuse pilguga, siis ainult seetõttu, et kogu inimkond on uurinud Maad tuhandete aastate kestel.

Mispärast oskasid Lomonossov ja Humboldt näha mitte ainult väikest tükikest Maad, vaid kogu Maad tervikuna?

Miks Dove, Spasski ja Fitzroy said aru hiiglaste mängust, õhuvoolude mängust?

Seepärast, et nad ei rahuldunud oma isikliku kogemusega, vaid oskasid omaks võtta kogu inimkonna kogemuse. Ning maailma vaat-

lesid nad mitte ainult oma silmadega, vaid paljude vaatlejate silmadega, kes asusid mitmetes Maakera punktides.

Üksikinimese vaateväli on väike, inimkonna oma aga määratu suur.

Sellesse vaatevälja võib mahtuda terve Maakera kõigi oma kolme kestaga: tahke, vesi- ja õhkkestaga.

Tuhanded inimesed uurisid Maad aastakümnete kestel mitmelt vaatekohalt. Ühed purjetasid meredel, teised tungisid maasügavusse, kolmandad tõusid mägedele.

Vaatluste, faktide ja tabelite kuhjad aina kasvasid.

Ning kui see kõik kogunes selliste inimeste mõistusse, nagu Lomonossov, Humboldt või Vojeikov, siis võrsus üksikutest detailidest suur tervik.

Aleksandr Ivanovitš Vojeikov (1842.—1916. a.) töötas neil aegadel, mil meteoroloogias olid ülekaalus arvude ja faktide kogujad.

Arve ja fakte oli kogutud juba nii palju, et oli aeg sellest materjalist hakata ehitama teaduse hoonet. Faktid ise otsekui nõudsid, et nendest siirdutaks järeldusteni.

Ent seda mõistsid vähesed.

Isegi kõige kuulsamad meteoroloogid rääkisid: «Rohkem fakte, vähem targutusi!»

Lukustanud end kabinetti, kirjutasid meteoroloogid hommikust ööni arvude veerge, tuletasid neist arvudest teisi arve — keskmisi, kandsid sissetuleku ja väljamineku žurnaali iga tsükloni, iga tormi. Kuid sellest ei saanud kellelegi selgemaks, mis asi see ilm on.

Ilma ja kliima asemel nägid inimesed enda ees sageli ainult — statistilisi tabeleid.

Statistikat kasutas ka Humboldt. Ta tuletas pikaajalistest vaatlustest suve, talve ja aasta keskmised temperatuurid. Kuid arvud olid tema teenrid.

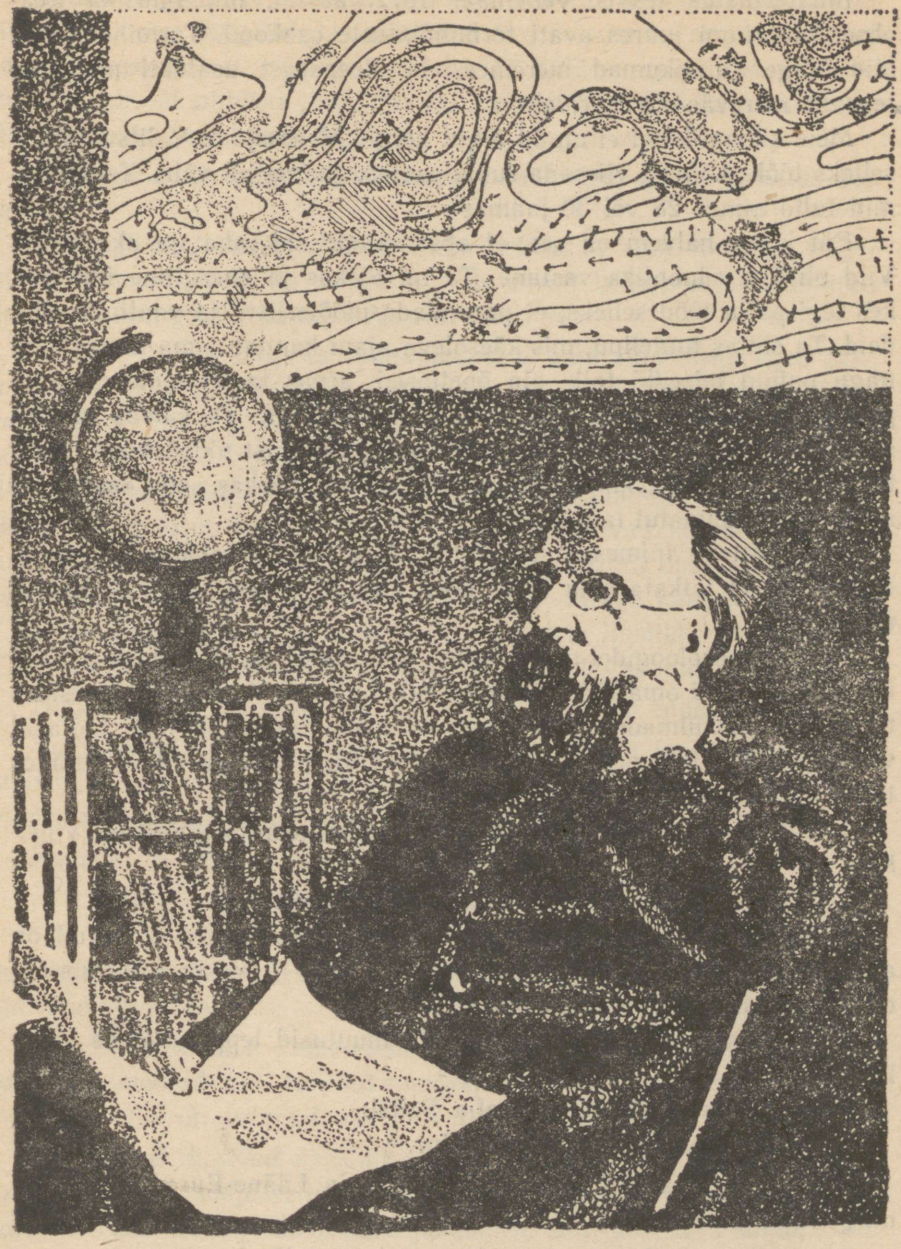
Siin aga muutusid inimesed teenriteks, arvud — isandateks. Õpetlased kartsid arutleda ja üldistada.

Elav ilm, elav Maakera kliima muutusid neile numbrite jõuguks, arvude kollektsiooniks.

Ent mitte kõik õpetlased ei muutunud arvude orjadeks.

Leidus ka sellised, kes rajasid julgelt teed arvudest järeldusteni.

See võitlus uute teede eest, mille algatasid Dove ja Fitzroy, käis Venemaal meie eesrindlikkude meteoroloogide ja nende vastaste, meteoroloogilise statistika harrastajate vahel.



Aleksandr Ivanovitš Vojeikov.

Ilmateenistus tekkis Venemaal 1872. aastal, mil Füüsika Peaobservatooriumi juures avati tormihoiatuste osakond. Tormihoiatused olid kõige vajalikumad meremeestele. Seepärast usaldati meil see tegevus mereväe-ohvitseridele.

Meie sünoptikutel ei olnud algul kerge. Mereasjade Valitsus andis selleks tööks kõigest viissada rubla aastas. Jaamu oli vähe. Telegrammid tulid ainult 28 või 30 jaamast.

Ent kõige halvem oli see, et observatooriumi juhataja akadeemik Vild oli äge sünoptika vastane. Ta oli töökas ja energiline inimene, kes tegi palju tööd selleks, et parandada mõõteriistu ja vaatlusmeetodeid. Ta ehitas tuulelipu, mis käesoleva ajani kannab tema nime. Kuid nagu paljud teisedki tolle aja õpetlased, arvas ta, et meteoroloogid peavad tegelema statistikaga, arvude kogumisega. Ta valvas rangelt selle järele, et tema kaastöölised peaksid igapäevast tööpäevikut. Ning ta oli väga pahane, kui päevikut kontrollides märkas selle «enneaegset ja põhjendamatut fantaasiat».

Julge mõttega inimesed sattusid Vildiga tülli ja lahkusid observatooriumist, et jätkata oma tööd teises kohas — Geograafia Seltsis ja ülikoolides.

Neil meteoroloogidel-novaatoritel tuli võita palju raskusi. Kuid ikkagi tegid nad oma tööd. Uurides tsüklonite elu ja liikumist, otsides tormide ja öökülmade, tuiskude ja vihmavalingute põhjusi, töötasid vene õpetlased Brounov, Köppen, Sresnevski, Rõkatšev visalt, rajades teed vaatlustelt loodusseaduste juurde.

Ent kõige silmapaistvam tolle aja vene meteoroloogidest oli Vojeikov.

Teda juba ei saanud nimetada arvude orjaks!

Ta armastas loodust ja oskas seda näha. Ta teadis, et arvud on ainult vahendiks, iga uurimise eesmärk on aga — avastada loodusseadused, et valitseda loodusjõudude üle.

Pole imestada, et Vojeikov ja Vild muutusid leppimatuteks vaenlasteks.

Vojeikov asus tööle Geograafia Seltsi.

Ta oli sündinud geograaf ja rändur.

Juba noores eas oli ta käinud Siberis ja Lääne-Euroopa maades ning Lähis-Idas.

Ta vaatles maailma nagu maja — tuba toa järel.

Euroopale ja Ameerikale järgnes Aasia vaatlemine kuni Jaapanini, mis parajasti avas oma uksed eurooplastele.

Rännates Mehhiko rohtlates ja Amazonase kallastel, läbides madalikke ja tõustes mägedele, ei mõtelnud Vojeikov mitte ainult jaanuari ja juuli keskmistele temperatuuridele. Ta mõtles asjade suurele seosele, sellele, et niihästi jõed, järved, metsad, meri kui ka inimene on ühe suure draama kaastegelased.

Vojeikov heitis pilgu hiiglasuurele näitelavale, millel lavastus see draama.

Ta nägi mussoonide mängu India ookeanis. Talle sai üha selgemaks, et mussoonide ala ei hõlma mitte ainult Indiat, vaid ka Hiinat, Jaapanit, Mongooliat ja meie Amuuri piirkonda.

Kaugel lõunas nägi ta lõunapoolusele vajutatud Antarktise jäämütsi. Hiiglaslikud liustikud roomavad seal mandrilt ookeani. Nagu raske parv vajub jää veele. Temast kisuvad end lahti kümnete ja sadade meetrite kõrgused pangad, ja need pangad ujuvad jäämägedena, kandes endaga kaasa Antarktise külma. Jäämäed sulavad, mistõttu vesi muutub külmemaks. Hoovused kannavad külma vett poolusest ikka kaugemale ja kaugemale. Vesi jahutab õhku. Õhuvoolud rändavad mandrite ja saarte kohal, kandes endaga kaasas lumepilvi. Lumi langeb mägedele ja annab alguse uutele liustikkudele. Nendest liustikkudest aga eralduvad jääpangad, jahutades soojade merede vett.

Nõnda on looduses kõik seotud: üks lüli tõmbab enda järel teist.

Vojeikov vaatas põhjapoolkera. Siin — mõtles ta — on rohkem maismaad: see ulatub paljude tuhandete kilomeetriteni, piirates vööna Maakera. Igal talvel kattuvad põhjas laialdased mandrid lumega.

Kevadel ja suvel see lumikate kaob.

Mis sunnib teda kaduma? Päikesekiired?

Ent iseenesest nad vaevalt suudaksid sulatada lund. Sest lumi ju peegeldab kiiri, pareerib nende otsese rünnaku. Seetõttu lumi paistabki pimestavalt valgena.

Esimese otsustava ataki annavad lumele mitte päikesekiired, vaid soojad õhuvoolud, mis tulevad nendest lõunapoolsetest piirkondadest, kus lumi juba on sulanud, või jäävabadelt meredelt.

Õhuvoolud liiguvad ääretult avarate tasandikkude kohal ja annavad lumele ära soojuse, mille nad enesega kaasa tõid. Lumi hakkab sulama. Tema pinnale tekib kõva jääkoorik, sest lumi kord sulab, kord külmub. Jää aga on läbipaistev, ta laseb päikesekiiri läbi. Kiired hakkavad abistama sooja tuult jää sulatamisel.

Õhk muutub maast tulevast aurust niiskeks. Ning aur, nagu tai-

melava klaas, püüab ja hoiab kinni kiired, mida lumel õnnestus tagasi tõrjuda.

Kui soojad tuuled toovad ka vihma, siis sulab lumi veel kiiremini.

Siin aga ilmub päikese, vihma ja tuule kõrvale veel uus liitlane — tolm. Teda kannab tuul soojadest maadest. Tolm laskub lumele. Lumi muutub poriseks, valgedus ei kaitse teda enam päikese eest.

Üha rohkem lompe on maapinnal. Nad soojenevad päikesepaistest ja hakkavad ise soojendama õhku.

Vaat, millist võitlust peab lumi oma olemasolu pärast sooja tuule, tolmu, vihma ja päikesekiirtega.

Vojeikov nägi, kuidas toimub see kevadine loodusjõudude võitlus hiigla-areenil — meie maa tasandikel. Ning ta taipas, kui tähtis on meile loodusjõudude lahingu jälgimine.

Selle lõpptulemusest sõltub ju sageli ka inimese saatus.

Kui lund talve kestel sajab palju, võib oodata jõgedes suurt veetõusu, kõrget suurvett. Kõrge suurvesi aga tähendab üleujutust, uputatud linnu ja äraviidud sildu.

Lume sügavuse ja tiheduse järgi võib otsustada ka selle üle, milline tuleb kevad. Kevadel toob tuul lõunast või merelt sooja. Kuid see soojus ei soojenda õhku, vaid kulub selleks, et lund sulatada. Põhjas ongi suvi seepärast külm, et seal kulub palju soojust lume muutmisele veeks.

Tähendab, ammu enne kevadise lahingu lõppu võib ennustada selle lahingu lõpptulemust. Selleks aga on tarvis veel enne sulamise algust mõõta lume hulka maapinnal.

Vojeikov kõneles ja kirjutas korduvalt sellest. Ta väitis, et on vajalik lund mõõta kogu maa ulatuses. See nõuab küll suuri kulusid, kuid ainuüksi uputuste hoiatused tasuvad kõik kulud kasudega.

Vojeikovi hääl ei leidnud vastukaja. See, millest ta unistas, teostus alles meie päevil: alles nüüd on hakanud hüdroloogid arvestuste põhjal andma suurvee-ennustusi.

Vojeikov kirjutas nukralt oma raamatus «Maakera kliima»:

«1870. aastal ma juhtisin Geograafia Seltsis tähelepanu lumikatte ulatuse ja lume sügavuse vaatluste toimetamise vajadusele. Kahjuks on meil rutiin veel nii tugev, et need osutamised kadusid jäljetult ning nii tähtsaid ja võrdlemisi kergeid vaatlusi ei toimetata peaaegu kusagil.»

Vojeikov ennetas oma aega mitte üksnes selles asjas. Esimesena seadis ta sisse tulude-kulude raamatu Kaspia mere jaoks.

Ta arvutas välja, kui palju Kaspia meri saab vett jõgedest ja vihmast ning kui palju ta kulutab auramisele.

Tollal oli veel vähe vaatlusi ja andmeid niisuguse arvutuse jaoks. Kuid siiski need arvud, mida sai Vojeikov, peaaegu ei erine nüüdisaegsetest, mis on saadud täpsete mõõtmistega.

Vojeikov taipas, kui palju tähendavad meie maa majanduses selle mered, jõed ja järved. Ta just nagu aimas ette maa tulevast suurt ümberehitust. Ning ta proovis näiteks arvutada, kuidas muutub kliima, kui Kaspiast eraldada tammiga Kara-Bugazi laht.

Vojeikov ei näinud loodust kangestununa, muutumatuna. Ta teadis, et ka kliima muutub. Seda võib märgata, kui jälgida järvede elu.

Kui läbivoolavad järved kahanevad ja muutuvad mitteläbivoolavaiks, hiljem aga viimased rebenevad nõgudeks, mis kuivavad suveti või kuivavad hoopis ära, siis see on kindel tunnus, et maakoha kliima muutub kuivemaks. Ning vastupidi, mitteläbivoolavad järved võivad muutuda läbivoolavaiks, kui kliima muutub niiskemaks.

Väsimatu tähelepanuga jälgis Vojeikov loodusjõudude elu, et mõista, millistele seadustele nad alluvad.

Sadu tuhandeid jõgesid voolab mööda maad ookeani. Nende seas on suuri ja väikesi, rahulikke ja ohjeldamatuid, kiireid ja aeglasi.

Kuidas leida seadust, korda selles lõpmatus mitmekesisuses?

Seadus aga tuleb leida selleks, et osata ette aimata jõgede käitumist, et osata neid ohjeldada.

Muiste kõneldi, et jõed on ookeani tütred. Selles oli tõtt — annab ju ookean jõgedele vett.

Kuid ühtedele jõgedele jätkub rohkem vett, teistele vähem.

On maid, mis asetsevad ookeanist kaugel. Nendeni jõuab vähe vett. Seal kuivavad jõed kuival ajal ära või muutuvad lompide ahelaks.

Teistes niiske merekliimaga maades aga sajab sageli vihma ja jõed saavad vett külluses.

Tähendab, võiks öelda ka nii, et jõed on kliima tütred.

«Jõgesid võib vaadelda kui kliima produkti,» kirjutab Vojeikov.

Vojeikov vaatleb jõgesid. Ning need ei rühmitu mitte välise kuju ega suuruse, vaid sisemise sarnasuse järgi.

Jõed on kliima produkt. Tähendab, neid tuleb jaotada mitmesugustesse rühmadesse ka kliima järgi.

Esimesse rühma kuuluvad jõed, mis saavad vee tasandikel sulavast lumest. Need on põhjamaa jõed, nende karmide alade jõed, kus lumi püsib maas kaheksa või isegi kümme kuud.

Teise rühma kuuluvad need jõed, mis saavad vee mägedes sulavast lumest. Need on meie Amu-Darja ja Sõr-Darja. Kliima järgi on nende vennaks Ülem-Indus.

Edasi tulevad troopilised jõed. Neile annavad vett troopilised vihmavalingud ja mussoonide vihmad. Nendes ei esine suurvesi mitte kevadel nagu meie jõgedes, vaid suvel, sest siis toovad mussoonid vett ookeanist maismaale.

Meie Vene jõed aga tulvavad kevadel, kui lumi sulab. Kuid ka vihmad annavad neile palju vett. Nad on nagu sõbralikud vasikad, kes imevad kahte ema.

Nõnda rivistuvad jõed ritta — alates kõige veerikkamatest troopilistest jõgedest kuni nendeni, mis vaevu hingitsevad kõrbedes. Aga on ka maid, kus jõgesid üldse ei ole, sest et seal vihma peaaegu ei sajagi.

Piisab ühe maa jõgede vaatlemisest, et nende järgi eksimatult öelda, milline on selle maa kliima, kas kuiv või niiske.

Kuid vaadelda tuleb oskusega. Tuleb meeles pidada, et jõed saavad vett ka maa seest. Mida rohkem vihmavett läheb maasse, seda aeglasemalt jõuab vesi jõesängini. Kusagil Indias või Hiinas ei jõua esimesed vihmad pärast kuivaperioodi mitte kohe jõgedesse. Palju vett imbub maasse. Alles vihmaaja lõpul hakkab vesi jõgedes kiiresti tõusma.

On ka neid jõgesid, millede elu ei sõltu ühest, vaid mitmest kliimast.

Suur jõgi võtab vett kõikjalt: temale toovad oma anni harujõed kõige kaugematest kohtadest — metsadest põhjas ja steppidest lõunas. Niisugused jõed peegeldavad suurte alade keskmist koondkliimat. Väike stepijõgi aga peegeldab ainult oma stepi kliimat.

Nõnda rivistusid Vojeikovi silmade ees jõed, mered ja järved nagu sõdurid lahingu korras.

Siin ei olnud midagi juhuslikku. Kõik oli allutatud seadustele. Kõik oli üksteisega seotud: kliima ja jõed, vihm ja maa-alused veed, maa ja õhk, mäestikulumi ja taeval liuglevad pilved, kevadised jõgede suurveed ja talvised lumesajud.

See oli ülev pilt ja sellele ei saanud vaadata ükskõikselt.

Vilksatas ju selle areenil liikuva hiiglastejõugu keskel alatasa inimkuju.

Inimene ehitas jõgedele sillad ja tõkestas jõed tammidega. Ta laskis vette aurikud ja sukeldus esimestel allveelaevadel vee alla. Ta tõusis üles õhku õhupallide korvides või esimeste lennukite varvakestel istudes.

Läbides ookeane ja mandreid inimene segas taimi nagu mängukaartide pakki.

Uus-Meremaa aasadelt tõrjus Euroopa tulnuk — ristik — pärismaised sõnajalad kõrvale. Puuvill läks Ameerikast ja Egiptusest Turkestani. Gruusias asusid Mustamere soojadele kallastele esimesed teepõõsad ja sidrunipuud.

Inimene töötas ja muutis loodust. Kuid loodusjõud segasid sageli tema tööd.

Torm purustas lennukeid ja uputas laevu. Öökülm hävitas lõunast põhja toodud viljapuid. Suurvesi viis minema sildu ja purustas tamme.

Ning inimesel tuli üha sagedamini mõelda sellest, kuidas hoiduda sattumast hiiglaste jalgade alla. Selleks aga oli tarvis paremini tunda hiiglaste tujusid ja harjumusi.

Meremehel ja tuukril oli tarvis teada, mis on meri.

Tammide, kanalite ja veereservuaaride ehitajail oli tarvis näha kogu vee teed nii maa peal kui ka maa all, tuli selgemini kujutleda, kuidas mõjub jõe ümberehitus kogu looduse elule.

Õhulaeva kaptenil oli tarvis teada, millises seisukorras on tema nähtamatud teed.

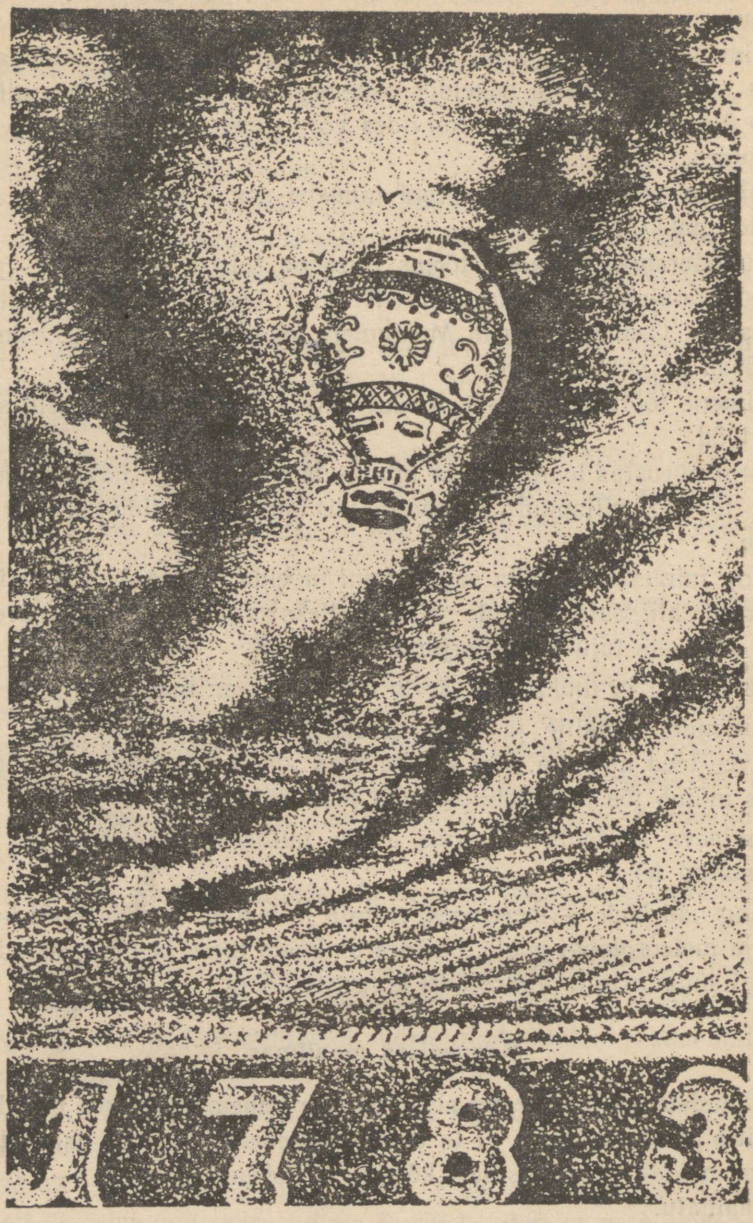
Ning nad kõik — meremees, ehitaja ja lendur — pöördusid hüdroloogi ja meteoroloogi poole, küsides andmeid mere ja taeva saladuste, ookeani sügavuste ja atmosfääri kõrguste kohta.

Maapealses maailmas.

Tuhandete aastate kestel elas inimene kahemõõtmelises maailmas, kui mitte arvestada seda, et ta tõusis mägedele ja laskus kaevustesse. Kolmas mõõde — atmosfääri kõrgus ja ookeani sügavus — oli talle kättesaamatu.

Vallutades maid nihutas inimene oma maailma üha laiemale. Lagi aga rippus ta pea kohal hoopis madalal.

Kuid inimene ei võinud sellega leppida.



1783. aasta — õhusõidu ajastu esimene aasta.

Ta püüdis kõigi jõududega kergitada nähtamatut lage, mis tõkestas talle teed üles kõrgele.

Ja on võimalik jälgida, kuidas ta tõstis seda lage ikka kõrgemale ja kõrgemale.

1783. aasta on õhusõidu-ajastu esimene aasta.

Maast eraldub vesinikuga täidetud õhupall. Korvis on õhusõitja Charles. Ta võttis endaga lennule kaasa kaks abilist: baromeetri ja termomeetri.

Baromeetril ja termomeetril oli juba mitu korda tulnud tõusta mägedele. Kuid sõidule mööda õhuookeani asusid nad esmakordselt.

Inimene tungib ilma valdusalasse, tuulte ja pilvede riiki. Ta ei mõistata enam seda, mis on õhuookean, vaid sõidab ise tema avarustes. Baromeeter ja termomeeter kõnelevad talle, et mida kõrgemal, seda külmem ja hõredam on õhk.

On 1802. aasta. Lennule asub kuulus reisija Humboldt. Ta tõuseb peaaegu kuue kilomeetri kõrgusele ja veendub selles, et ülal on alati talv — ka siis, kui all valitseb suvi. Valmistudes õhureisule on juunis tarvis riietuda karusnahkadesse, just nagu sõidaks Arktisesse. Kuid Arktiseni jõuavad inimesed kuudega, siin aga kestab kogu reis mõned tunnid.

Humboldt ei pöördu tagasi maa peale tühjade kätega. Tema märkmikus on rida arve. Need näitavad, kuidas kõrgusega langeb temperatuur.

Humboldt'i järel tõusevad ilma valdusalasse ka teised õpetlased: akadeemik Zahharov, prantsuse akadeemik Gay-Lussac.

Õpetlased võtavad õhuproove keemilise analüüsi tegemiseks, mõõdavad temperatuuri ja niiskust, uurivad õhuelektrit, määravad tuule suunda. Õhu koostis ülal osutus samasuguseks nagu all. Tuul aga pani uurijad imestama: selgus, et mõne kilomeetri kõrgusel ei ole tuule suund see, mis maapinnal.

Mida kõrgem on tõus, seda hõredamaks muutub õhk. Baromeeter näitab, kuidas rõhk langeb üha madalamale. Inimesed aga tunnevad rõhu langemist baromeetrit vaatamata. Iga liiges teatab sellest nagu tundlik mõõteriist. Kopsudel pole midagi hingata, ei jätku hapnikku.

7000 meetrit! Kõrgemale on tee suletud.

Inimesed püüavad seda piiri ületada, arvestamata keeldu.

1863. aasta. Meteoroloog Glaisher ja õhusõitja Coxwell harjutavad end hõrendatud õhu hingamisega. Iga uue lennuga tõusevad nad ikka kõrgemale ja kõrgemale, just nagu tõustes hiiglatrepi astmeid mööda.

Nad on jõudnud juba laeni — 7000 meetrini — kuid jätkavad koorma kergendamiseks ikka veel pallasti väljaloopimist.

Nad lähevad hulljulgelt ikka ülespoole.

Glaisher kaotab teadvuse. Coxwell ei ole enam suuteline oma õhulaeva juhtima. Mitte enam kätega, vaid hammastega õnnestub tal suure vaevaga ventiili nööri haarata ja seda tõmmata.

Aerostaat maandub. Mõõteriistad osutavad, et oli jõutud 8840 meetri kõrguseni.

Rünnak on tagasi lõõdud, kuid inimesed lähevad uuesti rünnakule — kõrguste vallutamisele.

Mis takistab 7—8 tuhandest meetrist kõrgemale tõusmist? Kas hapnikupuudus? Kuid hapnikku võib endaga kaasa võtta.

1874. aasta. Uurijad Sivel ja Grocé-Spinelli siirduvad lennule, võttes kottidega hapnikutagavara kaasa.

7300 meetri kõrgusel neil ei ole halvem hingata kui maa peal.

Nad sooritavad ühe lennu teise järel ja hukkuvad, võideldes loodusjõududega: midagi juhtus hapnikuaparaatidega ning uurijad lämbusid kõrguses.

Kuid nende hukkumine ei saa peatada teaduse poolt teostatavat pealetungi.

Õhuookeani julgete uurijate ridadesse ilmub suur vene õpetlane D. I. Mendelejev. Ta mõistab teistest paremini, kui tähtis on atmosfääri ülemiste kihtide tundmaõppimine. «Seal on ilma laboratoorium,» ütleb ta.

Ta ei olnud kunagi varem lennanud. Kuid tema aerostaat ei suuda kahte inimest tõsta ning Mendelejev asub lennule üksinda, ilma piloodita.

Lennu ajal selgub, et aerostaat pole korras: ventiili avamise nöör oli sassi läinud.

Siiski viib Mendelejev vaatlused lõpule ja tuleb maandumisega õnnelikult toime. Ta ennustab: «Saabub aeg ja aerostaat muutub niisamasuguseks alatiseks meteoroloogi tööriistaks, nagu seda praegu on baromeeter.» See ennustus täidub.

Iga aastakümnega tõusevad aerostaadid üha kõrgemale. Nendega liituvad dirižaablid ja lennukid.

Õhulaevad lõikavad õhuookeani laineid. Inimene uurib ilma selle valdusalades.

Iga uus meeter saavutatakse vaevaga. Mida madalam on õhurõhk, seda raskem on teda taluda.

Meelekohtades, keskkõrvas, inimkeha siseosades jääb rõhumine sellekssamaks, mis ta oli all maa peal. Väline rõhk aga langeb üha madalamale. Inimene tunneb end ülal nagu suurest sügavusest väljatõmmatud kala. Ta tunneb väljakannatamatut valu.

Just nagu meelega ilm ei lase inimest oma riiki.

Kuid teaduse uurijat ei tohi tõkked ega ohud araks teha. Kuhu ta pole suuteline tungima ise, sinna saadab ta enda asemel oma mõõteriistad.

Las siis mõõteriistad näevad uut maailma ja jutustavad temast inimesele. Mõõteriistad ei vaja korve ega kabiine, nad rahulduvad ka väikese karbikesega. Neil pole vaja hapnikku hingamiseks ega karusnahkseid kuubesid, neil pole teel vaja süüa ega juua.

Isegi väikesed õhupallid või laste paberist tuulemaod on küllalt tugevad, et tõsta õhku karbikest isekirjutavate mõõteriistadega.



Stratostaadi «SSSR» kest enne lendu.

Järjest kõrgemale taevasse tõusevad aerostaadid, lennukid, sondpallid ja tuulemaod.

Selle taevasse tõusmisega inimene avastab uue ala, mille piiril lõpevad meie maise ilma valdused.

Seal, 10—15 kilomeetri kõrgusel, on kõik teisiti kui all. Seal muudab termomeeter oma käitumist: selle asemel, et jätkata langemist, peatub termomeetri elavhõbedasambake või koguni tõuseb.

Kuid mõõteriistad ei näe kõike, ei suuda jutustada kõike. Inimene

tahab ise siirduda sellesse saladuslikku piirkonda — stratosfääri, et teda uurida.

Ent kuidas olla? Kuidas suudaks inimene tungida sinna, kus ta ei saa elada?

On vähe hapniku kaasavõtmisest. Tuleb taevasse kaasa võtta osa maisest atmosfäärist hariliku rõhumisega. Ning inimene köidab õhupalli külge korvi asemel õhukindlalt suletava gondli.

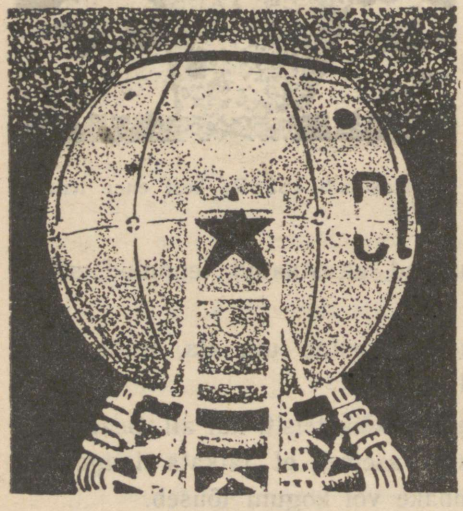
Stratostaadid tõusevad üksteise järel taevasse. 1931. aastal tõuseb Picard'i stratostaat peaaegu 16 kilomeetri kõrgusele. Kaks aastat hiljem jõuavad nõukogude õhusõitjad Prokofjev, Birnbaum ja Godunov stratostaadil «SSSR» 19 kilomeetri kõrgusele.

Need on juba meie kaasaeglased. Paljud meist on näinud stratostaati «SSSR».

Kujult stratostaat ei sarnane hariliku õhupalliga. Tema hiiglakest meenutab rohkem vormitut kotti. Selle eest on palli kindel osa muudetud gondliks inimeste ja mõõteriistade jaoks.

Tundub, nagu oleks see imeelukas loodud elamiseks mingisuguses teises, meile harjumatus maailmas.

Stratostaat tõuseb taevasse. Teel imeelukas muutub: paisuv gaas ajab kesta voldid ja kortsud sirgu, muudab ta vähehaaval ilusaks helkivaks palliks. Inetu pardipoeg osutub luigeks. Nüüd on isegi maa pealt näha, et ülal suurel kõrgusel on hoopis teine õhurõhk: kest ei oleks ju sirgu läinud, kui välisrõhk ei oleks langenud.



Stratostaadi «SSSR» gondel.

30. jaanuaril 1934. aastal siirdub stratosfääri uus salk uurijaid-kangelasi: Vassenko, Fedossejenko, Ussõskin.

Kui uurijad jõudsid tagasi maa peale, ei saanud nad enam jutustada sellest, mida olid näinud ja kus viibinud. Nad leiti allalangenud stratostaadi gondlist surnutena.

Seda, mida ei saanud ütelda inimesed, ütlesid nende mõõteriistad: kell 12.35 oli stratostaat jõudnud 22 kilomeetri kõrgusele.

Nii kõrgele üle maapinna polnud varem mitte keegi tõusnud. . .

Inimene tungis stratosfääri, ja tema ees avanes uus, fantastiline maailm.

Selles maailmas on nii vähe niiskust, et seal ei saja vihma ega lund.

Seal on suvel ekvaatori kohal külmem kui pooluste kohal.

Seal kihutavad tuuled sellise kiirusega, mis ületab meie orkaanide kiiruse mitmekordselt. Ent siiski see tuul ei painutaks puudki, kui stratosfääris mingi ime läbi oleks puid: niivõrd hõre õhk on seal!

Ka pilved ei ole seal niisugused kui all troposfääris, maise ilma valdusaladel. Kui inimene läks troposfääri kaudu üles, siis kohtas ta ühtelugu mitmesuguseid pilvejärkusid, nagu oleks ta tõusnud korruselt korrusele.

All, esimesel korrusel, laiusid uduse loorina kihtpilved, nende kohal paimendusid taevas valgete tallekestena kõrg-rünkpilved, veel kõrgemal valendasid taevasinas kiudpilved, just nagu linnusuled või vallandunud hallid juuksed. Alt üles, läbi kõigi korruste kerkisid rünkpilvede mäed ja kuplid. Kui palju on selliseid pilveliike ja -vorme! Meteoroloogid koguvad pilved kollektsiooni: koostavad atlasi sadade suurepäraste taevamaastikkudega.

Kui aga inimene jõudis stratosfäärini, siis olid kõik need pilvede korrused, kõik need omased, ehkki seejuures nii kummalised pilvevormid tema jalgade all. Isegi kümne kilomeetri kõrgusel elunevail kiudpilvedel ei ole pääsu stratosfääri.

Stratosfääris on oma pilved kummaliste nimedega — «pärlmutter» — ja «hõbepilved». Kui maa peal on juba öö, siis jätkab Päike kõrgel stratosfääris asetsevate pilvede valgustamist. Need helenduvad öisel taeval hõbedases valguses.

Seda saladuslikku maad on tarvis uurida, sest seal asetsevad ju tulevased stratosfäärilaevade teed.

Kuid mida kõrgemale, seda vaevalisemalt saavutatakse iga meeter, seda keerulisem on stratostaadi konstruktsioon, seda rohkem on gondli tõstmiseks tarvis gaasi.

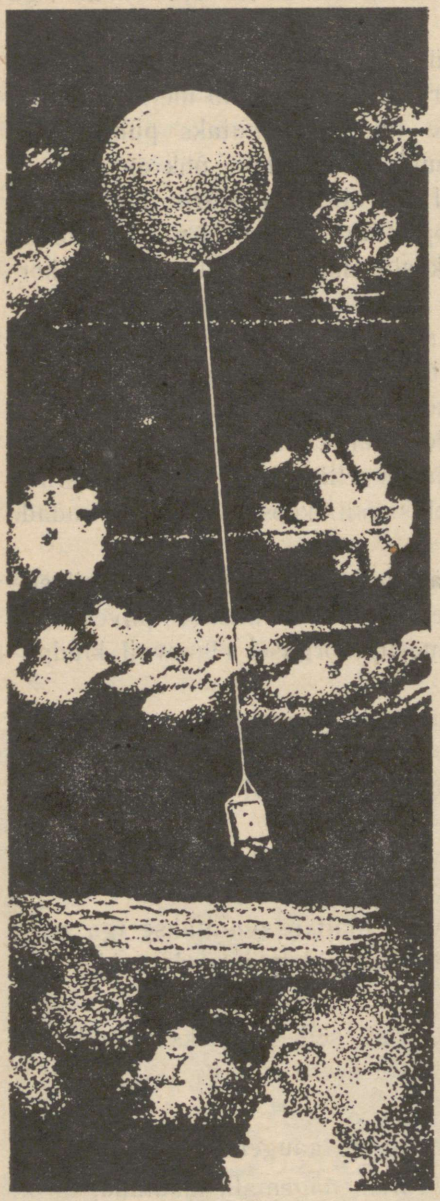
Et lennata kõrgemale 30 kilomeetrist, selleks tuleks ehitada nii suur pall, et gaas enam ei suudaks tõsta kesta.

Tähendab, jälle on lagi!

Kas tõesti tuleb taanduda, pääsenud nii kaugele?

Inimene on juba tunginud uude, varem nägemata maailma, ta on juba astunud üle lävegi. Ning nüüd ta saab teada, et edasi minna ei saa.

Mis teha? Vähendada gondli raskust? Selles niikuinii ei ole midagi liigset — ainult inimesed ja mõõteriistad. Või tuleb mõõteriistad välja visata? Aga milleks siis lennata? Sest küsimus ei seisne ju rekordite saavutamises.



Raadiosond läheb ikka kõrgemale ja kõrgemale.

Siin võib toimida ainult nõnda: jääda ise maa peale, mõõteriistad aga saata kõrgusse; taas loobuda lennust, et lend jätkuks.

Ning sellest lähtudes valmistab nõukogude meteoroloog P. I. Moltšanov 1930. aastal esimese raadiosondi. Väikese õhupalli külge riputab ta karbikese meteoroloogiliste mõõteriistadega ja raadiosaatjaga. Ja mõõteriistad — termomeeter, baromeeter, hüdromeeter — jutustavad talle raadio kaudu ülalt kõrgustest, milline ilm seal valitseb.

Kuid ka raadiosondi jaoks on lagi.

7. novembril 1941. a. saavutas Moskva aeroloogilise observatooriumi raadiosond rekordi, tõustes 36 kilomeetri kõrgusele: Kõrgemale on raske tõusta.

Mis teha? Mida veel üle parda visata?

Jätta mõõteriistad maa peale? Siis aga ei ole ka lend vajalik

Mida saata üles, kui mitte ainult inimene ise, vaid ka tema mõõteriistad osutusid liiga rasketeks?

Tuleb saata see, millel pole kaalu.

Siin tulid inimesele appi vulkaanide pursked ja suurtükilaengute plahvatused. Mõnikord on ka hädadest kasu.

Täheldati, et kõige tugevamgi plahvatus pole igalpool ühteviisi kuuldav.

Ta on kuuldav lähedal: 20—30 kilomeetri kaugusel. Siis tuleb «vaikimisvööde» — inimesed ei kuule plahvatust. Ning kaugemal — peaaegu 200 kilomeetri kaugusel — on plahvatus äkki jälle kuuldav.

See oli mõistatus, mida oli raske seletada.

Inimestel tekkis tahtmine sellelt taevarändurilt vähemalt midagi teada saada, mõista seda häält, mis jõudis nendeni kõrgusest.

«Pöördusin tagasi,» — see oli kõik, mida kõneles heli. Ülejäänut oli tarvis mõistatada.

Kui heli pöördus tagasi, siis tähendab, ta ei liikunud otse üles, vaid muutis oma suunda. Tema tee kaardus, kuni see tõi ta tagasi maa peale.

Valguskiir murdub, sattudes õhust klaasi või külmast õhust sooja. Ning helikiir nähtavasti samuti murdus korduvalt, läbides erineva temperatuuriga õhukihte.

Seni kui õhk maa kohal muutus üha külmemaks, läks heli maast ikka kaugemale. Kuid stratosfääris temperatuur enam ei langenud, vaid hakkas tõusma.

Sattudes külmast õhust sooja, helikiir murdus. Edasi aga tuli veel soojem kiht, mis kallutas veel tugevamini kiire teed. Kiire tee hakkas järjest rohkem kaarduma, kuni käändus maa poole.

Õpetlased asusid arvutama. Ning selgus, et heli jõuab 50—60 kilomeetri kõrgusele, temperatuur aga on seal kõrgem kui Saharas — ta ulatub 75°-ni.

Maa kohal näis olevat Arktis, Arktise kohal — Sahara! Seda ütles selgesti helikiir, mis oli muutunud termomeetriks.

Nõnda püstitati uus rekord — 60 kilomeetrit.

Selleks, et lennata veel kõrgemale, oli tarvis leida teisi teekaaslasi. Heli enam kaugemale ei läinud, vaid pöördus koju tagasi.

Inimene püüab kinni haarata vulkaani kraatrist tõusvaist aurupilvedest, meteoori tulejäljest, raadiosaatja elektrikiirest, virmaliste helkivast kangast.

Hõõguvast maapõuest lendavad välja aurupilved. Ning korraga see suurimatest sügavustest väljuv aur satub hiiglakõrgusse — stratosfääri.

See vesi ei ole kunagi voolanud mööda maad koos teiste vetega,

ei ole tõtanud merre, ei ole sadanud maa peale vihmana. Tal oli oma eriline tee: sügavustest kõrgusse.

Kaheksakümne kilomeetri kõrgusel langeb temperatuur alla nulli. Sattunud õhuvooludega siia, tiheneb aur pilvedeks, nendekssamadeks hõbepilvedeks, mis helgivad öisel taeval. Hõbepilved liiguvad maa kohal ja näitavad õhuvoolude teed ja kiirust.

Nõnda õnnestub vähemalt midagi teada saada sealt, kust ei saa kõike teada.

Astronoomid jälgivad meteooride — «lendtähtede» — langemist. Meteoor süttis, ta muutub üha heledamaks ja lõpuks kustub. Fotografeerides kahest erinevast punktist võib jälgida meteoori kogu teed, määrata ta kõrgus, heledus ja kiirus. Tuginedes aga sellele võib arvutada õhu tihedust kuni saja kahekümne kilomeetri kõrguseni.

Meteoor jätab enda järele helkiva jälje. Tuul kannab seda jälge kõrvale just nagu suitsu auriku korstnast. Jälgides seda kõrvalekandumist võib teada saada, milline tuul puhub stratosfääris.

Sada kakskümmend kilomeetrit!

Aga kuidas tungida veel kõrgemale?

Siin püüavad inimesed haarata millestki hoopis tabamatust ja ebaselgest: öise taeva helendumisest, hämariku valgusest.

Selgel kuuvalguseta ööl helendub taevas, nagu on selgunud, heledamalt kui see oleks võimalik: tähtede valgusele lisandub õhu helendumine saja kolmekümne kuni saja kaheksakümne kilomeetri kõrgusel. Uurides selle öise valguse spektrit võib määrata õhu koostist kõrguses.

Aga hämariku valgus? Kuidas tema aitab õpetlasi nende «taevasse tõusmisel»?

Veel nendel aegadel, kui ükski lendur ega ükski õhusõitja polnud tõusnud kõrgemale kümnest kilomeetrist, oli meie maal leiutatud hämariku meetod atmosfääri uurimisel.

Selle meetodi leiutas akadeemik V. G. Fessenkov.

Kui hämariku ajal päike laskub üha sügavamale horisondi alla, läbivad ta kiired mitmesuguse tihedusega õhukihte. Mõõtes hämarikutaeva heledust, võib arvutada õhu tihedust kuni kahesaja viiekümne kilomeetri kõrguseni. Tiheduse järgi aga võib otsustada õhu temperatuuri ja rõhu üle.

Selliseid uurimisi toimetatakse meil Teaduste Akadeemia Geofüüsika Instituudis ja Abastumani Astrofüüsika Observatooriumis.

Veel üks aste — kakssada viiskümmend kilomeetrit!

Aga kõrgemal?

Veel kõrgemal — kuni kolmesaja kilomeetrini — uuritakse atmosfääri raadiolainete abil.

Õhu sondeerimiseks ei saadeta üles mitte raadiosonde, vaid raadiolaineid endid!

Varsti pärast seda, kui A. S. Popov leiutas raadio, ilmnes, et raadiolaineid võib saata väga suurtesse kaugustesse — Euroopast ookeanide taha.

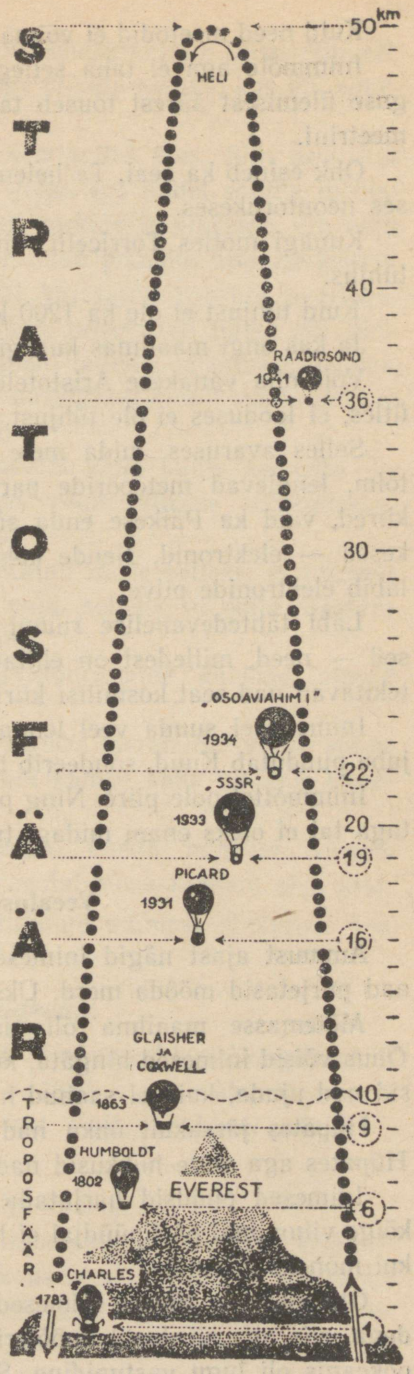
Seda seletati sellega, et maa pealt lähtuvat raadiosignaali peegeldab kusagil kõrgel kiht, mis juhib hästi elektrit. Pöördunud tagasi maa peale, signaal peegeldub uuesti — seekord peegeldab teda maismaa või ookean — ja teeb sel viisil ringi ümber Maakera.

Prooviti saata otse üles lühike raadiosignaal ja see hiljem, pärast tema tagasipöördumist, kinni püüda. Kuid kogu teekonnaks vajas signaal sekundi tühiselt väikese murdosa. Mõõtnud selle aja, mida raadiolained vajasid teekonnal sinna ja tagasi, võisid õpetlased teada saada, millisel kõrgusel signaal peegeldus.

Nõnda avastati 100 kilomeetri ja 250—300 kilomeetri kõrgusel elektrit juhtivad kihid.

Seda elektrit juhtivat Maakera kesta nimetati ionosfääriks, sest et seal on õhus võrdlemisi palju ioone — laetud osakesi.

Ionosfääri hakati uurima raadiolainetega ja hämariku uurimismeetodi järgi.



Inimene tungis stratosfääri.

Kuid need meetodid ei võimalda 300 kilomeetrist kõrgemale minna.

Inimmõte aga ei taha sellega piirduda. Haarates kinni põhjavalguse ülemisest äärest tõuseb ta veelgi kõrgemale — tuhande kilomeetrini.

Õhk esineb ka seal. Ta helendub põhjavalgusena nagu gaas punases neontorukeses.

Kunagi mõtles Torricelli: viiskümmend miili, aga kaugemal on tühjus.

Kuid tühjust ei ole ka 1200 kilomeetri kõrgusel.

Ja kas ongi maailmas kusagil täielikku, absoluutset tühjust?

Võib-olla vanakese Aristotelese sõnad ei olnud just valed, kui ta ütles, et looduses ei ole tühjust.

Selles avaruses, mida meie nimetame tühjaks, tormab kosmiline tolm, lendlevad meteooride parved, kihutavad mitte ainult päikesekiired, vaid ka Päikese enda sügavikest väljalendavad pisimad osakesed — elektronid. Nende kohal süttib virmaliste valgus, kui Maa läbib elektronide pilve.

Läbi tähtedevahelise ruumi kihutavad ka teised pisimad osakesed — need, milledest on ehitatud aatomituum. Sattudes atmosfääri tekitavad nad seal kosmilisi kiiri.

Inimene ei suuda veel lennata planeetideni, tähtedeni. Kuid ta juba puudutab Kuud, sondeerib ta kivist pinda raadiolokaatori kiirega.

Inimmõttel pole piire. Ning pole maailmas ka niisugust lage, mille taga tal ei oleks enam midagi tunnetada.

Veealuses maailmas.

Ammust ajast nägid inimesed kahte ligipääsmatut maailma, kui nad purjetasid mööda merd. Üks oli nende kohal, teine nende all.

Mõlemasse maailma oli sissekäik keelatud surma ähvardusel. Õhus võisid inimesed hingata, kuid ei osanud lennata. Vees aga oskasid nad ujuda, kuid ei saanud hingata.

Hüpates järsakult õhku nad purunesid vastu õhuookeani põhja. Hüpates aga vette hukkusid nad isegi enne põhja jõudmist.

Inimesed püüdsid harjutada end eluga veesügavuses, kuid isegi kõige vilunumal pärlipüüdjal ei läinud korda jääda vee alla kauemaks kui mõneks minutiks.

Õhuookeanis tõusid inimesed algul ülespoole ühes mõõteriistadega, siis aga siirdusid mõõteriistad juba üksinda rändama. Veeookeanis oli lugu vastupidine. Siin oli inimesel kergem lasta mõõte-

riist sügavusse, kui laskuda ise. Õhus oli selleks vajalik kerge õhupall. Siin aga oli küllalt, kui mõõteriista külge siduda raskus, kas või suurtükikuul.

Et uurida õhku, saatsid inimesed sondpallid üles. Siin aga, kui oli tarvis uurida voolu, võis halvemal juhul iga pudel sobida mõõteriistaks. Selleks tuli ta ainult hästi kinni korkida ja pigitada. On vaja ainult lehitseda okeanograafia õpikut, et leida pudelite ujumise kaarti. Nende teed mööda ookeani on kaardil kujutatud rohkete joontega.

Jäämäed ja hukkunud laevade riismed, pitseeritud pudel või lihtsalt mingi jõest merre kantud palk heljusid lainetel ja jutustasid oma teedest. Kui aga okeanograafid oleksid kasutanud ainult neid «mõõteriistu», siis nad teaksid ookeanist vähe.

Voolude ja sügavuste uurimiseks mõeldi välja palju keerulisi ja taibukalt leiutatud mõõteriistu: tiivikud voolu kiiruse mõõtmiseks, batomeetrid sügavusproovide võtmiseks.

Ilmusid ka laevad, mis ei olnud ehitatud mitte selleks, et inimesi ja koormaid vedada kaldast kaldasse, vaid selleks, et sõita aastate kaupa mööda ookeani ja uurida selle elu.

Paljudele on tuntud ujuvate observatooriumide kuulsad nimed «Challenger», «Tauscarora», «Vitjaz».

«Challenger» läbis kolme aastaga 68 900 meremiili. Tema sõidu ja uurimiste aruanne koosnes viiekümnest kõitest kahe tuhande kaardiga.

Korvetti «Vitjaz» juhtis kuulus merede uurija admiral Stepan Ossipovitš Makarov, kes hukkus 1904. aastal Vene-Jaapani sõja ajal.

Ma nägin suurt teost, mille on kirjutanud admiral Makarov. See töö kannab pealkirja:

„Vitjaz" ja Vaikne ookean.

Korvett «Vitjaz'i» ohvitseride poolt toimetatud hüdroloogilised vaatlused ümbermaailmasõidul 1886.—1889. a. ja kokkuvõte vee temperatuuri ning erikaalu vaatlustest Vaikse ookeani põhjaosas.

Raamatus on sadasid tabeleid ja palju kaarte.

Vaadates lõpmatuid arvude ridu, hämmastud meremeeste visadusest, kes mitme aasta jooksul mõõtsid kuus korda ööpäevas vee temperatuuri ja erikaalu, mõnikord aga toimetasid vaatlusi iga viie või kümne minuti tagant.

Kui mõõdeti sügavust ja võeti sealt veeproovi, tuli masin seisma

jätta ja purjed koristada. Siin oli niihästi madrustel kui ka ohvitseridel väga palju tööd.

«Kogu korveti meeskond,» kirjutab Makarov, «võttis tööst osa, kui tuli asuda triivi, ja ei olnud sellist meest, kellel poleks tulnud kolmeaastase sõidu kestel mitukümmend korda joosta liinil batomeetri või põhjaproovi pihtidega väljatõmbamisel.»

Armastusega kõneles admiral oma noortest abilistest — mitšmanitest, kes toimetasid vaatlusi ja kandsid arvud päevikusse, arvestamata ilma ja mere tuju.

Selle päeviku paljud leheküljed kandsid mitšmani mütsilt langenud vihmapiiskade jälgi. See oli ainult lisatõend sellest, et mitšman tormi ajal ei istunud mitte kajutis, vaid tegi ausalt oma tööd.

Kõik korvetil olijad mõistsid, kui tähtis ülesanne on usaldatud neile täita.

Sellest ülesandest kirjutab Makarov:

«Ookeanide sügavused, eriti aga merede omad, püsivad just nagu katte all. Ning iga kord, kui vaatleja laseb oma batomeetri meresügavusse veevõtmiseks, teeb ta augu sellesse kattesse. Sääraseid auke on veel väga vähe tehtud. See, mis paistab läbi nende aukude, annab ainult kerget aimu sügavustes toimuvatest nähtustest. Tuleb veel tohutult palju tööd teha, puurides mitmesugustes punktides saladuslikku katet, et õigesti määrata temperatuuri ja vee soolsuse üldpilti sügavustes ning et teha õigeid järeldusi vee ringkäigu kohta meredes ja ookeanides . . . »

Vana meremees muutus luuletajaks, kui ta kirjutas merest, saladuslikust kattest, mis varjab meie eest veealuse maailma elu. Ta taipas, et möödub palju aega, enne kui inimesed kõrvaldavad selle katte.

Ning aastad möödusid.

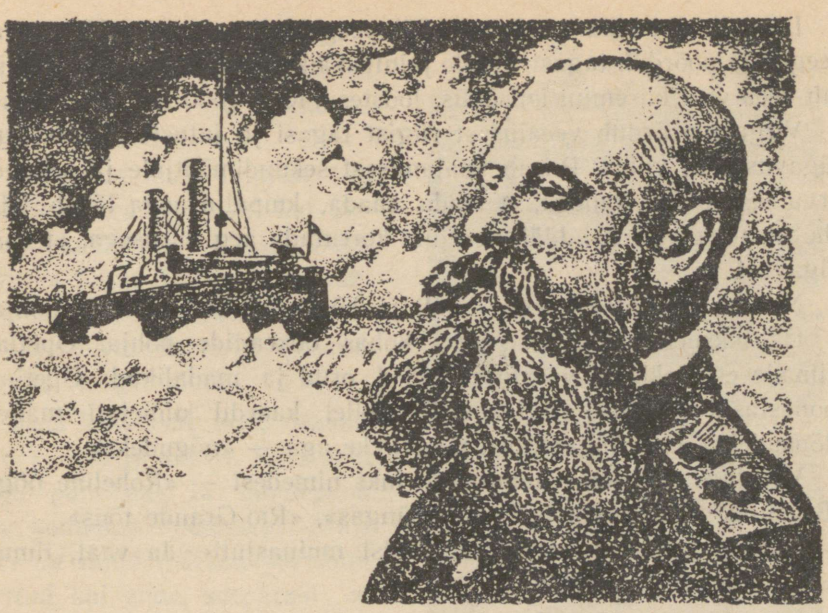
Ujuvad observatooriumid «Meteor», «Discovery», «Knipovitš» reisisid mööda ookeane, uurisid mõõteriistadega lainete sügavusi, mõõtsid soolsust, tihedust, temperatuuri, uurisid vete tsirkulatsiooni.

Oli ka ujuv mereinstituut, mille organiseeris käesoleva sajandi 20-ndatel aastatel I. I. Mesjatsev.

Kunagi näis inimestele, et lained ja voolud esinevad ainult ookeani pinnal, pimedas sügavuses aga on rahu ja liikumatus.

Ning nad läkitasid sinna luurajad. Luurajad — mõõteriistad — pöördusid tagasi ja jutustasid sellest, mida nad olid näinud.

Nad kõnelesid, et ookeanis pole kusagil rahu. Seal kerkivad aeglaselt hiiglasuured veealused lained, seal jooksevad veealused jõed.



Admiral S. O. Makarov.

Juba admiral Makarov avastas mõõteriistade abil Bosporuses sügavvoolu, mis oli vastupidine pinnavoolule.

Ülal voolab vesi Mustast merest Marmara merre. All voolab soolasem ja tihedam vesi vastassuunas — Marmara merest Musta merre.

Inimese silm eraldab kergesti lainet mere pinnal, sest seal joonistub ta selgesti õhu tagapõhjal. Aga missugune silm võiks näha lainet, mis kerkib tihedama ja vähem tiheda veekihi vahelisel piiril? Ja missugune silm võiks avastada selle piiri kahe kihi vahel, selle «vedela põhja», millel allveelaev võib lamada nagu kõval põhjal?

Ilma mõõteriistadeta ei oleks inimesed saanud veealuseid voole ja veealuseid laineid avastada.

Ilma mõõteriistadeta — loodita ja sügavusmõõtjata — ei oleks inimesed jõudnud mere põhjani.

Kuid ka sügavusmõõtjaga ei ole nii lihtne ja kerge mõõta ookeanide sügavusi.

Siin meenus inimestele hääl. Hääl võib palju kiiremini joosta põhjani kui nöör või loodi juhe. Hääl aitab inimesel pääseda kättesaadamatutesse kõrgustesse. Ning veel paremini tuleb ta toime sügavuste mõõtmisega.

Laevalt otse alla saadetud hääl peegeldub ookeani põhjas nagu peeglis ja pöördub tagasi. Hääle jalutuskäik kestab sekundeid: ta kihutab vees veel kiiremini kui õhus, joostes 1400—1500 meetrit sekundis.

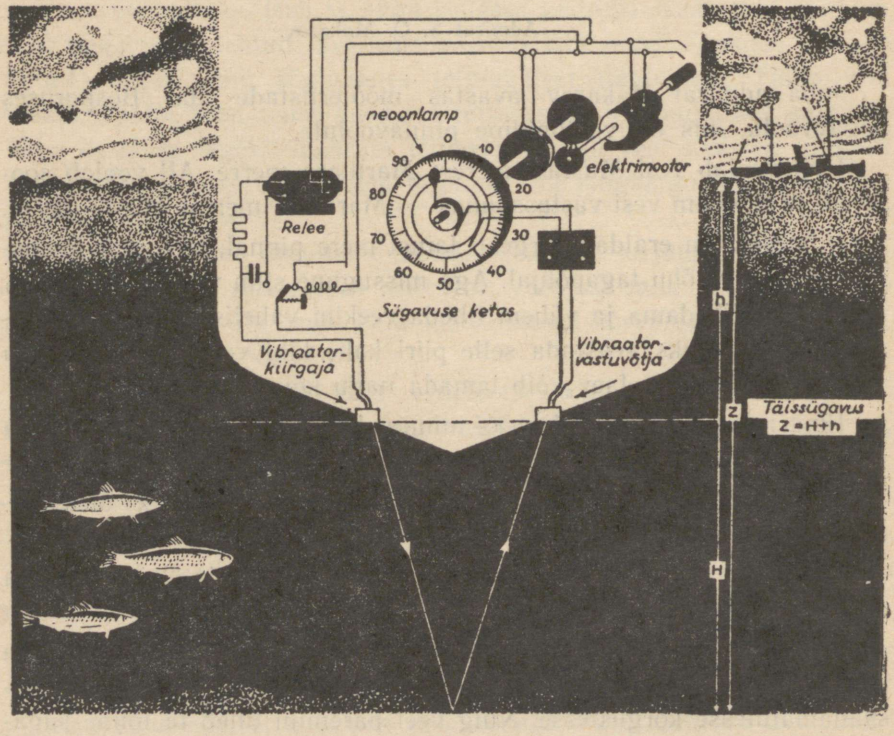
Virgats pöördub veealusest riigist tagasi ja jutustab, missuguses sügavuses ta viibis. Piisab vaatamisest sekundimõõtjale ja sekundite arvu jagamisest kahega, et teada saada, kuipalju aega läheb häälel ühe otsa tegemiseks. Jääb veel üle korrutada aeg kiirusega, et saada sügavust.

Nõnda jõudsid inimesed loodi ja kõlaloodi abil ookeani põhjani.

Üks ekspeditsioon teise järel kobas ookeanide põhja. Õpetlaste silmade ees tekkisid veealused mäed, orud ja madalikud. Õpetlased joonestasid veealuse riigi kaardi. Sellel kaardil nimetati mägesid «tõusudeks» ja «rüngasteks», madalikke aga — «nõgudeks».

Veealuse riigi kaart muutus kirjuks nimedest — «Roheline nõgu», «Brasiilia nõgu», «Davise väina rüngas», «Rio-Grande tõus».

Kunagi jutustati veealusest riigist muinasjutte. Ja vaat, ilmusid selle muinasriigi kaardid.



Kõlalood.

Esimese suure raamatu okeanograafia kohta kirjutas meie maal J. M. Šokalski (1857.—1930. a.).

Raske on leida inimest, kes tunneks merd paremini kui teenekas akadeemik Šokalski. Ilmaaegu ei olnud ta navigatsiooni alal meie maa alatiseks esindajaks rahvusvahelistel okeanograafia kongressidel.

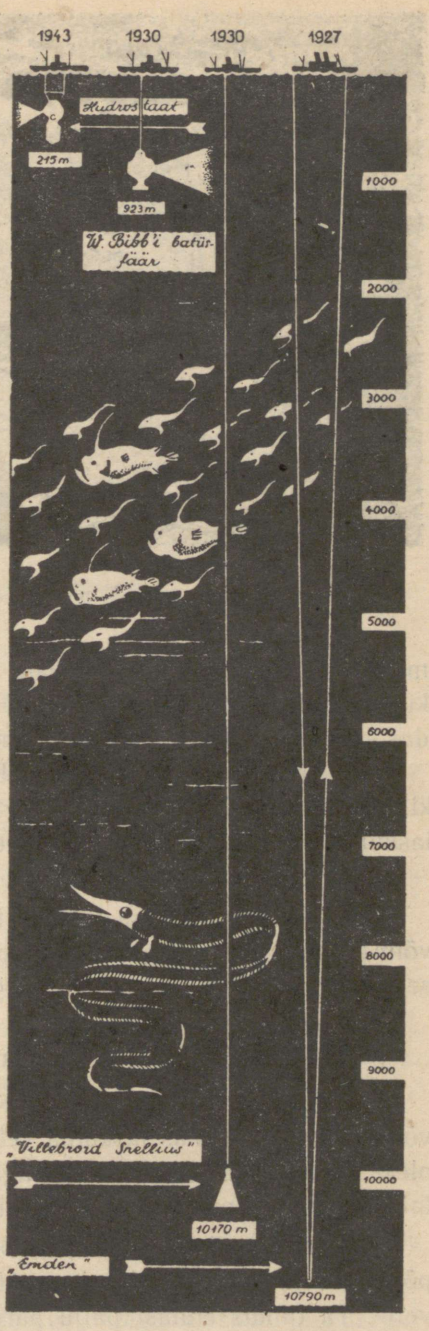
Teda huvitasid kõik Maakera ookeanid ja mered. Kuid eriti palju pühendas ta tähelepanu oma kodumaa meredele. Must meri on nüüd märksa paremini uuritud kui enne, seepärast et Šokalski uuris teda mitu aastat laeval «Pervoje Maja».

Lugedes Šokalski «Füüsikalist okeanograafiat» ja vaadates kaarte ning skeeme näed, et saladuslik kate on veealuselt riigilt juba paljudes kohtades rebitud.

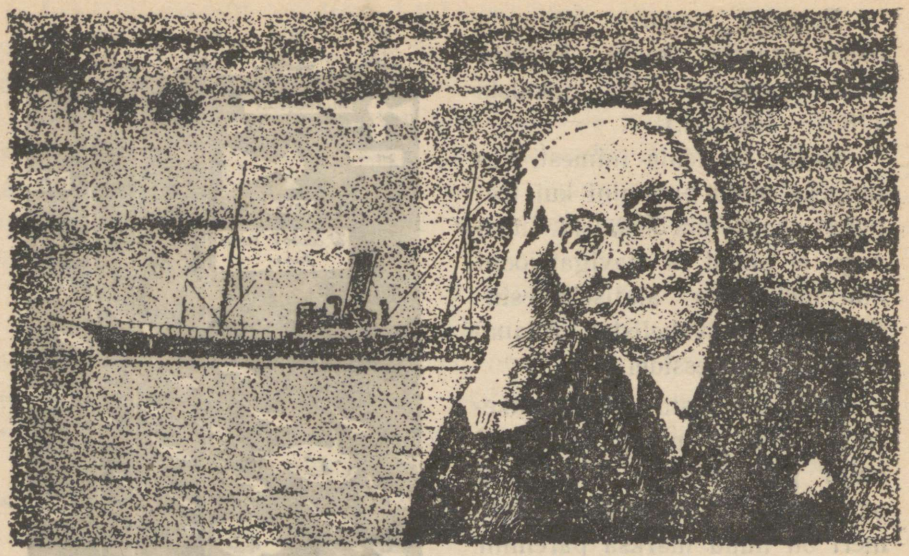
Vähe aega hiljem kirjutas akadeemik V. V. Šuleikin raamatu «Mere füüsika».

Kui me koolis füüsikat õpime, tutvume me mehhaanikaga, õpetusega valgusest, häälest, soojusest ja elektrist... Nüüd aga tekkis uus füüsika jagu. Siin kujustuvad võrrandite täpsesse vormi veealuse maailma ja ookeani ning atmosfääri suure seose seadused.

Iga aastakümnega jääb valgeid laike kaartidel üha vähe-



Inimene mõõtis ookeani sügavust.



Akadeemik J. M. Sokalski.

maks. Ikka sügavamale ookeani tungib inimese pilk, jälgides seda, kuidas mandrid jätkuvad vee all mandriliste madalikkudena ja kuidas siis lauge kallak läheb suurimate sügavusteni.

Kõrgeim mägi Maakeral — Everest — tõuseb peaaegu üheksa kilomeetrini, aga kõige sügavam nõgu ookeanis — Filipiini nõgu — laskub rohkem kui kümne kilomeetrini.

Seda kõike jutustasid inimestele mõõteriistad.

Kuid ka inimesed ise tahtsid tungida sügavusse. Tuukriülikonnas võib laskuda mere põhja, kui see põhi on lähedal. Aga kuidas pääseda sadade meetriteni ulatuvaisse sügavustesse?

Inimestel õnnestus ka see.

1943. aasta novembris väljus Bakuust Kaspia merele aurik «Zjuid».

Aurik peatus kaugel kaldast. Kõlas kapteni käsklus. Pöörles vintsi võll ja laevalt hakkas laskuma vette mingi kummaline mõõteriist, mis oleks sarnanenud suurtükimürsuga, kui tal ei oleks olnud keskkohal laia väljaulatuvat vööd viie ümmarguse aknakesega.

Mõõteriista nimetati «hüdrostaadiks». Selle sees istus vaatleja pöörleval jalgrattasadulal ja vaatas kord ühest, kord teisest aknast vette. Ta tundis ennast palju paremini kui tuuker. Tema liigutusi ei takistanud raske tuukririietus. Tal oli kerge hingata. Väikestes bal-

loonides oli tal kaasa võetud hapnikutagavara. Väljahingatava süsihappegaasi aga neelasid kohe erilised aparaadid.

Vaatlejal oli ka telefon käepärast, et ta võiks kõnelda ülesjäänud seltsimeestega.

Hüdrostaat laskus algul kakskümmend viis meetrit, siis viiskümmend ja siis veel viiskümmend meetrit. Nõnda laskus hüdrostaat ettevaatlikult, just nagu aste-astmelt kahesaja viieteistkümne meetri sügavusse. Tema paksud terasseinad, mis olid valatud Kroonlinna laevatehastes, pidasid hästi vastu hiigla veemassiivi survele.

Sügavuses oli pime ja vaatleja süütas heledad elektrilambid, mis valgustasid tema ees asetsevat süvamerd...

Sukeldudes üha sügavamale märkas vaatleja ähmast loori, mis hõljus hüdrostaadi ümmarguste akende taga. See oli vedel põhi — kahe veemassi vaheline piir —, mida veel keegi polnud näinud. Vedelal põhjal ujusid pisimad taimed ja loomad. Nemad tegidki selle nähtamatu vedela põhja nähtavaks.

Teisel vaatlejal — õpetlasel William Bibb'il — õnnestus laskuda 923-meetrilisse ookeanisügavusse.

Tema kerakujulist veealust laeva nimetati batüsfääriks.

See oli otsekui stratostaadi gondli peegeldus vees.

William Bibb kirjutas raamatu sellest, mida ta nägi ookeanis.

Ta jutustab, kuidas tema batüsfäär laskus üha sügavamale. Tema ümmargustest akendest oli näha, kuidas muutub vee värvus: algul oli vesi roheline, siis ilmus talle sinine varjund. Sinine värvus muutus üha tihedamaks ja tumedamaks. Juba oli raske vahet teha, kas veel on sinine või must varjund.

Ikka vähem tungis läbi veemassiivi päevavalgust. Ning lõppeks, kuuesaja meetri sügavuses kustus valgus: batüsfääri ümbritses öö.

Ent see öö ei olnud pilkane pime: ümberringi hõõgusid tähtkujud. Need tähtkujud ujusid akendest mööda, kord lähenedes, kord kaugenedes. Ja kui nad lähenesid, oli näha, kuidas nende kollaste, helesiniste ja roheliste tähtede valgus valgustab kala tumedat keha.

Taevas on Kalade tähtkuju. Kuid teda nimetatakse ainult nii. Ookeanis aga olid kalad tõepoolest tähtkujud.

Siin oli kolmetäheline kala-õngitseja kolme kollase tulukesega, mis kiikusid ta selja kohal.

Siin jälle viiejooneline kala — tähtkuju viie kollastest ja purpursetest tuledest reaga kummalgi küljel.

Põrgates vastu illuminaatori klaasi paiskasid mere asukad enda ümber sädemete vihke või kadusid helendavasse pilvekesse...

Üha selgemini kujutlesid inimesed, mis on ookean.

Kuid ookean on ainult üks lüli suures vee ringkäigus. Et teada saada ka teisi lülisid, oli tarvis jälgida iga veepiisa teed maa peal, maa all ja maa kohal. Pole võimalik aru saada, kuidas elab ookean, kui ei tea, kuidas elab veepiisk.

Aga veepiisa teed on veel raskem mõista kui planeedi teed.

Sest ilmaaegu ei õelnud Galilei:

«Taevakehadele ma võin ette ära näidata nende teed, kuid ma ei suuda midagi õelda väikese veepiisakese liikumise kohta.»

Maa all ja maa peal.

Kaks veepiiska on sarnased nagu kaks veepiiska. Ent kui erinevad on nende teed, nende saatused!

Need igavesed kuivamaa, ookeani ja õhu rändurid — piisad — muutsid loendamatu arv kordi oma ilmet, enne kui nad koputasid meie aknale sügisööl.

Nad viibisid lumehelvetena taevas ja jääkristallidena merel ujuvas jäämäes. Nad laskusid pimedatesse meresügavustesse ja imbusid aeglaselt mööda kitsaid pragusid maapõue.

Just nüüdsama nad saabusid meile läänest, ookeanilt. Päikesekiired tungisid ookeani massiivi ja aurustasid vett. Selle auruks muutunud vee haaras tuul. Õhuvool kandis ta üle ookeani. Osa temast ei jõudnud maismaani ja pöördus tagasi ookeani, teine osa aga jõudis mandrile.

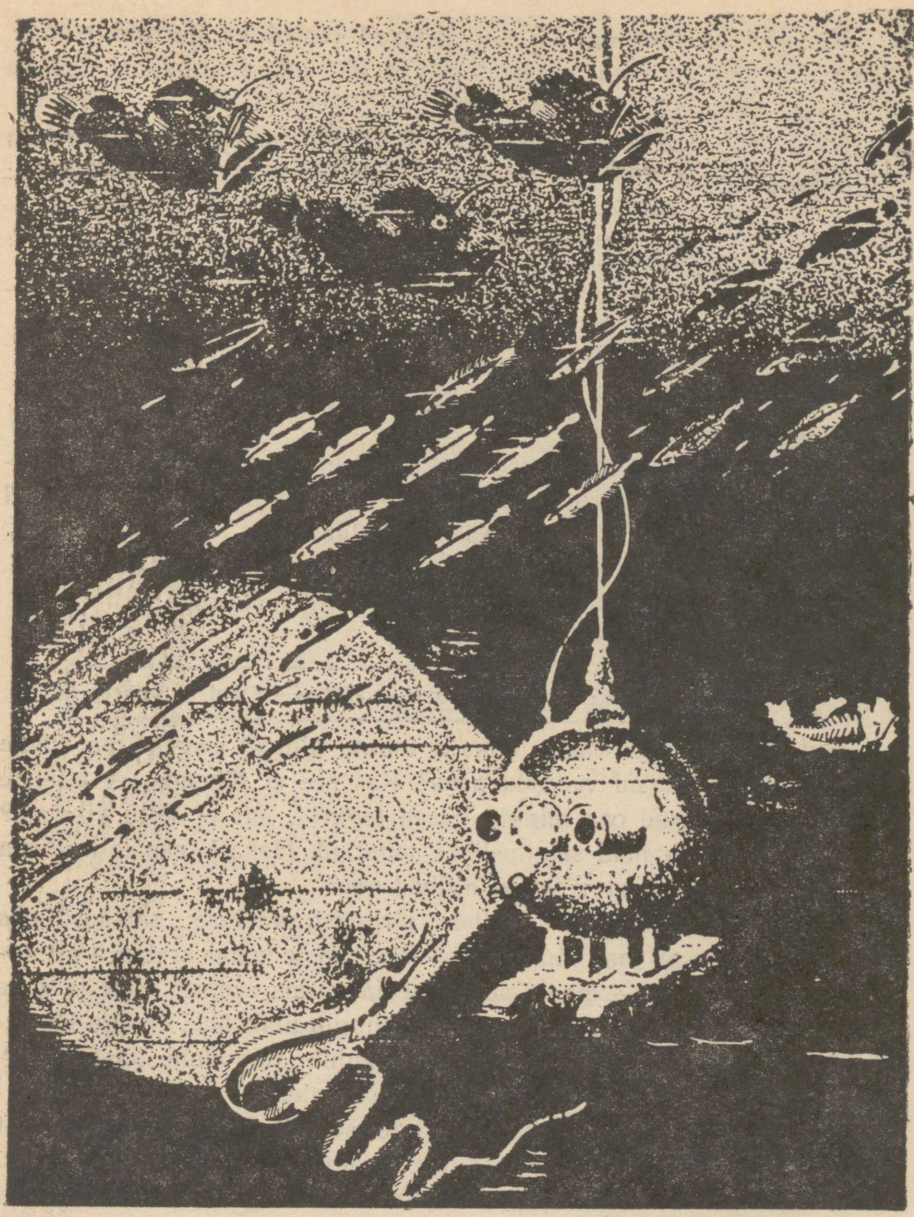
Ning rasked vihmapiisad laskuvad meie katusele, aia teekesele, puude lehestikule, kus iga leheke on nagu vihmavari.

Mis saab neist edaspidi?

Ühed tõusevad taas lendu, kui lakkab vihm ja hakkab soojendama päike.

Teised jooksevad ojadesse, ojadest aga jõkke.

Neil kulub aega, et jõuda jõesängini. Esimesed salgad — lähematest paikadest — jõuavad kiiresti kohale, need aga, mis langesid maha jõest kaugel, jõuavad temani võib-olla alles teisel päeval. Teie olete vihma juba unustanud, ka lehestik ja katused on juba kuivanud, vihmapiisad aga tungivad ikka veel alla jõe poole. Ning igakord, kui möödub vihmasadu, avaldab see mõju jõele: vesi algul tõuseb, siis aga langeb. Mööda jõge kulgeb vihmavee tulvalaine.



Batüsfäär.

Kui jõel on harujõgesid, siis lähevad lained ka harusid mööda. Juhtub, et nad liituvad ja moodustavad jõel ühe suure laine. Mööda jõge aga kandub laine edasi merre.

Ning mõne päeva või nädala pärast vihmapiisad, mis praegu langevad taevast, jõuavad ookeani, lõpetades oma rännaku ringteel:

ookean — õhk — maapind — ookean

Aga on ka selliseid piisku, mis lähevad teist teed mööda — tungivad pinnasesse.

Nende saatust on raskem jälgida.

Mis juhtub vihmapiisaga, kui ta satub pinnasesse?

Selle üle vaidlesid õpetlased palju.

Mõned toetusid prantsuse füüsiku Mariotte'i vaatlustele, kes jälgis Pariisi observatooriumi keldrites vihmavee piisku, mis imbusid läbi võlvistiku. Näis, et siin oli kõik selge.

Vihmapiisk muutus põhjaveeks. Põhjavesi aga toidab allikaid. Allikad jooksevad jõkke. Jõed aga voolavad ookeani.

Nõnda sulgus ringkäik:

ookean — õhk — vihm — pinnas — allikas — jõgi — ookean

Ent teised väitsid vastu: miks ei muutu allikad isegi pärast kõige tugevamaid vihmasid veerikkamaks? Kas see ei tähenda, et allikate toitmisel etendavad osa mingid teised tegurid, mis ei sõltu vihmast?

Hakati otsima neid saladuslikke tegureid. Hakati taas lahendama vana mõistatust: kust võtavad allikad vee?

Õpetlane Folger andis sellele järgmise vastuse: saladuslikuks allikate toitjaks on maa-alune kaste. Peale meie kohal asetseva atmosfääri on veel teine — maa-alune atmosfäär, mis asetseb meie jalgade all maa poorides. Nendesse pooridesse tungib ülalt õhk. Õhuga kaasatoodud niiskus sadestub kastepiiskade kujul. Maa-alune kaste koguneb niiredeks ja voolab allikatena maapinnale.

Nõnda pöördus see õpetlane Aristotelese mõtete juurde tagasi, sest ka Aristoteles kõneles, et vesi ei tule maa-alustesse koobastesse ülalt, vaid sünnib seal õhust. Ainult Aristotelese hiiglakoopad vähenesid Folgeri teoorias tillukesteks poorideks.

Aristotelese ajal kontrolliti teooriat harva. Meie päevil aga allub kõik arvudega kontrollimisele.

Prooviti kalkuleerida, kui palju õhku tuleks iga ööpäeva jooksul ajada pinnasesse, et see suudaks oma niiskusega toita allikaid.

Selgus, et selleks oleks vaja tervelt kilomeetripaksust õhukihti. Seejuures oleks veel nõutav hiiglarõhk, et sellist õhumassi ajada läbi tillukeste pooride... Ning kui selline ülepumpamine toimukski, kuumeneks pinnas sellest toimingust nii tugevasti, et kõrvetaks meil jalad ära.

Kalkulatsioon viis selleni, mida nimetatakse matemaatikas «absurdistamiseks».

Vana mõistatus jäi lahendamatuks seni, kuni selle võttis XX sajandi algul käsile vene õpetlane A. F. Lebedev. Tema lepitas Marioette'i pooldajad Folgeri pooldajatega.



A. F. Lebedev.

Õigus oli nii ühtedel kui ka teistel. Allikatel on kaks toitjat: üks on kõigile nähtav vihmavesi, teist aga igaüks ei näe — see on nähtamatu maa-alune kaste. Allikate tulude ja kulude raamatus näitab vihmavesi suuremat tulu kui maa-alune kaste.

Ent kui see on nii, miks siis veehulk allikates ikkagi kohe ei suurene pärast kõige tugevamaid vihmasadusid? Miks jõgi reageerib vihmale, allikas aga mitte?

Seepärast, et maa all liigub vesi hoopis teisiti kui mööda maad.

Mööda maad ta jookseb, maa all aga vaevalt roomab.

Need on ju vihmapiisad, mis jooksevad ojadena jõe poole ja jõuavad temani võib-olla veel täna. Nende kaaslased aga, mis on valinud endale maa-aluse tee, vajavad roomamiseks palju nädalaid, kuid ja võib-olla isegi aastaid.

Kui vihma sajab kusagil Tuula lähedal, siis roomab vesi viis või kuus aastat mööda kõige peenemaid käike ja pragusid Moskvani, arteesiakaevude urveteni ja meie veevärgi kraanideni.

Opetlaste silmade ees avanes uus maailm: põhjavete maailm. Opetlased nägid, et vesi rajab maa all endale mitmesugusel viisil teed. Seal, kus maa pankade vahed on avarad, jookseb ta kiiresti ühelt pangalt teisele. Kui tal muutub kitsaks, imbub ta aeglaselt, täites kõik poorid lausvooluga.

Kui tal aga ei lähe korda poore täita, mähib ta pinnase terad kõige õhema kilega, ning veevool kandub kilest kilesse, teralt terale. Maa näib kuivana. Tõepoolest aga toimub temas vee nähtamatu liikumine.

Sellel aeglasel liikumisel on oma seadused ning erinevus ei seisne mitte ainult kiiruses. Maapinnal jookseb vesi alati ülalt alla, sinna, kuhu teda viib raskustung. Maa all aga võib vesi tõusta ülespoole, hoolimata oma kaalust. Siin panevad vee liikuma teised jõud: soojus ja molekulide vastastikune külgetõmbumine.

Muide, ka maa all jookseb vesi mõnikord niisama kiiresti kui mööda maad. See esineb seal, kus lubjakivi massiive läbivad avarad käigud. Vesi voolab neid käänakulisi käike mööda maa-aluste jõgedena ja valgub koobastesse maa-aluste järvedena.

Kuid ka see vesi ei lahku suurest ringkäigust. Mõnikord paiskub mäelõhangus asetsevast koopast äkki jõgi välja. Maa-alune jõgi muutub nähtavaks ja kannab oma veed teistesse jõgedesse või merre.

Niisuguse jõe kaldal Vaucluse'i külas elas kord suur itaalia luuletaja Petrarca. Seal ta sepitses sonette, milledes leinas Laura surma.

Mõnikord jõuab maa-alune jõgi mereni, ilma et näitaks end päevavalgel. Tema maa-alune säng läheb otse mere põhja. Sogase sambana tõuseb jõevesi keset läbipaistvat merevett.

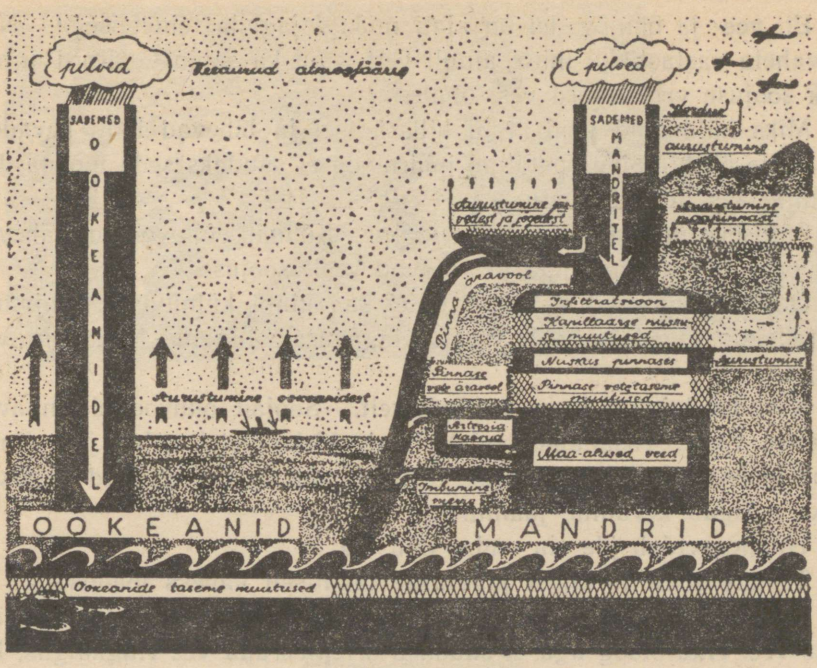
Laevakaptenid muudavad kurssi, pidades seda maa-aluse suudme soga madalikuks.

Nii sulgub taas ring:

ookean — õhk — maismaa — maa-alune jõgi — ookean

Tuhandeid teid mööda liiguvad veepiisad maa peal ja maa all, õhus ja ookeanis. Teel nad jooksevad puujuurtesse, tõstavad üles soolade koorma ja, jõudnud lehtedeni, tõusevad taas lendu.

Nad niisutavad kõrbedes oaase või jälle, takerdudes sohu, leiavad vaevaga teed kuivenduskraavi juurde. Nad pulbitsevad aurukatlas, jooksevad torude kaudu majja, võtavad osa kõige uskumatumatest muundustest keemiatehases. Kohates veskiratast või hüdro-



Vesi käib ringteed mööda — merelt maismaale ja maismaalt tagasi merele.

jõujaama turbiini, jahvatavad nad jahu, süütavad majades tulesid ja käivitavad masinaid.

Tuhandeid toiminguid sooritavad nad oma teel, kõites ühtsaks Maa kolm suurt sfääri, kolm maailma — atmosfääri, hüdrosfääri ja litosfääri.

Ilma nende piisk-rändurite ta ei oleks elu Maakeral. Tähendab, ei oleks ka meid. Nendeta ei oleks vihma ega lund, ei ojakesi ega jõgesid, ei pilvi ega äikest. Piisaks vee ringkäigu peatamisest, et sureks meie planeet.

Ent looduses on ka teine suur ringkäik, milleta ei oleks esimest. See on õhu ringkäik.

Sest kogu veepiiskade elukäik, millest siin on jutustatud, algas sellega, et õhuvool haaras vee ja kandis ta endaga kaasa.

Veel ja õhul on ühine tee, kui pilved liiguvad maa kohal. Kuid siis vesi lahkub õhust, jookseb oma eri teed — jõesängi — mööda. Kas võib öelda, et nüüd ei ole tal enam tegemist õhuvooludega, mis liiguvad maa kohal?

Ei, vee- ja õhujõgedel on alati midagi jagada teineteisega. Nad ei vaheta vastastikku mitte ainult vett, vaid ka soojust. Kord annab õhk soojuse veele, kord vesi õhule.

Miks külmuvad jõed kinni hilissügisel ja lähevad lahti kevadel? Mitte ükski kõige õpetatum hüdroloog ei suudaks seda mõista, kui ta unustaks ilma, õhu elu.

Sügisel muutub ilm külmemaks. Külmad õhuvoolud lähevad üle ookeani, üle maismaa ja võtavad veelt soojuse.

Ookeanil on soojust palju, ta ei saa kinni külmuda. Põhjamaa meredel ja jõgedel aga on soojusetagavara väiksem. Nad kattuvad jääga.

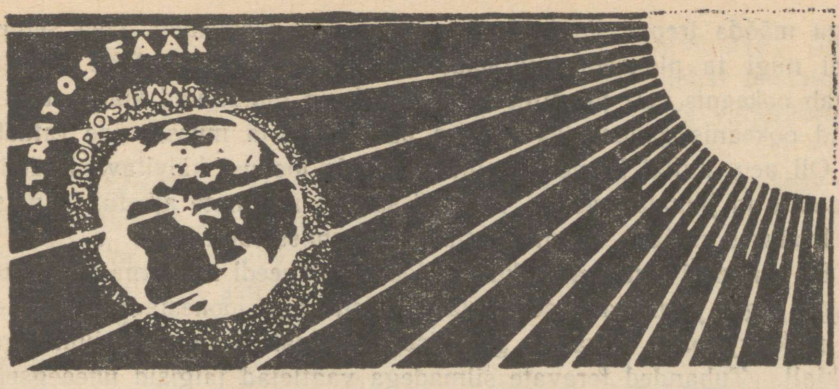
Kevadel toimub lugu vastupidiselt. Soojad õhuvoolud annavad soojuse veele. Tasandikel sulab lumi. Jõekallastel sulab jää. Sulaveed jooksevad alla jõe juurde, tõstavad jää üles, murravad ta tükkideks. Algab kevadine jääminek.

Nii peegeldab jõe elu endas õhu elu.

Teadus veest ja õhust jagatakse tavaliselt kaheks teaduseks.

Ent meteoroloog ei suudaks mõista õhu ringkäiku, kui ta unustaks vee. Hüdroloog aga ei suudaks orienteeruda vee ringkäigus, kui ta unustaks õhu.

Vee ja õhu ringkäik — need on ühe ja sellesama masina rattad, mille paneb käima võimas jõumasin — Päike.



Kuues peatükk.

Planeedi masin.

Masina joonis.

Inimesed on juba korduvalt püüdnud pilku heita oma planeedi masina-osakonda.

Võrratult rohkem kui teised planeedi reisijad — tiivulised ja tiivutud, ujujad ja jooksjad — vahib inimene kõikjale ja tahab kõike teada. Ta ei rahuldu sellega, et teda tasuta sõidutatakse ümber Päikese mööda planeetidevahelist ruumi. Teda huvitab, kuidas on laev ehitatud ja missuguse sõiduplaani järgi toimuvad reisud.

Inimene unistab isegi sellest, et reisijast muutuda kui mitte kapteniks, siis masinistiks. Ta tahaks teha oma reisimist kõige mugavamaks. Selleks aga hakkas ta juba ammu otsima igasuguseid küttekoldeid, katlaid, pumpi, ventilaatoreid, mis panevad käima planeetidevahelise hiiglalaeva kütmise, ventilatsiooni ja veevarustuse.

Kunagi rahuldus inimene oma kohaga laevatekil ega taibanudki, et tema jalgade all on laeva siseruumid, pea kohal aga — korstnad. Kuid sellest ajast alates on ta palju õppinud. Ta laskus kaevuste sõekeldritesse ja tõusis vulkaanidele, et vaadata planeedi suitsevasse sisemusse. Ta jõudis ookeani põhjani ja läbis korruse korruse järel,

nagu mööda treppi, kuni jõudis stratosfääri kõrgusteni. Üha selgemini nägi ta planeedi hiiglamasinat. Ta selgitas, milline segaja segab ookeanis vett ja millised ventilaatorid tuulutavad kõige suuremaid ookeanisügavusi. Ta vaatles passaatide ja mussoonide ratast.

Oli aeg, millal inimene kujutles endale loodust käivitavaid jõude jumalate ja jumalannadena. Ent kui saabus masinate ajastu, ta nägi ka looduses rattaid, hammasrattaid, transmissioonirihmu.

Et paremini aru saada, kuidas töötab planeedi hiiglamasin, proovis ta algul joonestada seda plaanile, siis aga joonestada läbilõike. Ta oli kõikjalolev, ta vaatas gigantsele masinale tuhandete silmadega kõikjalt. Tuhanded teravate silmadega vaatlejad jälgisid üheaegselt masina käiku ja keskustlesid teineteisega üle mandrite ja ookeanide telegraafi ja raadio kaudu. Õpetlased koostasid ühe joonise ja skeemi teise järel. Ning nende ees hakkas üksikutest osadest, ratastest, transmissioonirihmadest moodustuma kogu gigantne mehhanism, mis paneb käima jõed maismaal, hoovused ookeanis ja tuuled atmosfääris.

Ekvaator on otsekui tuline aurukatel. Kus on valged pooluste mütsid, seal on külmutushoone. Küttekolle — Päike — on aga kaugel. Päike soojendab kiirgava soojusega katelt — ekvatoriaalset õhku. Soojendatud õhk tõuseb üles ja läheb külmutajate juurde. Seal ta jahtub, laskub alla ja voolab madalalt tagasi ekvaatorile.

Maa kohal pöörleb hiigla õhuratas. Teda paneb käima Päike.

Sellise ratta kujutasid õpetlased skeemil, kui nad proovisid joonestada planeedi masinat.

See oli selge ja lihtne. Ent õpetlastele ei meeldinud niisugune selgus. Hea on leida keerulisele ülesandele lihtne lahendus. Kuid halb on, kui lihtsa lahenduse jaoks tuleb üleliia lihtsustada ülesannet ennast. Ülesanne on küll lahendatud, aga mitte see, vaid teine.

Lihtsus läks liiga kalliks maksma.

Nõnda oli lugu ka ülesandega planeedi masinast. Lahendus tuli lihtne, sest et kogu keerulisus ülesandest välja heideti. Kriipsutati maha tingimus, mida ei oleks tohtinud kuidagi maha kriipsutada.

Meelega — lihtsuse pärast — eeldati, et masin seisab paigal, et Maa ei pöörle. Ent kui Maa ei pöörleks, poleks masina käik hoopiski niisugune nagu praegu. Õhuratas keerleks märksa kiiremini. Meteoroloog V. Bjerknes arvestas, et juba kahekümne nelja tunni pärast ulatuks tuule kiirus kuni viiekümne nelja meetrini sekundis.

Meie aga nimetame tuult orkaaniks juba siis, kui ta kiirus ületab kakskümmend üheksa meetrit sekundis.

Kõik elav oleks pühitud Maakeralt just nagu hiiglaluuaga. Surnud maismaal ja keeva, tormiseks pekstud ookeani kohal lendaksid üksteisega kokku põrgates meie majade rusud, juurtega väljarebitud metsad.

Kuid õnneks on see kõik võimalik ainult kujutluses. Maakera ei seisa liikumatult. Maakera pöörleb. See on tingimus, mida ei saa ülesandest maha kriipsutada.

Ja XX sajandil asuvad õpetlased taas ülesande kallale.

Nad näevad, kuidas õhk tõuseb ekvaatori kohal üles ja voolab pooluste poole. Ent Maakera pöörleb! Ning Maakera pöörlemine kallutab tuule põhjapoolkeral paremale ja lõunapoolkeral vasakule. Selline on tuule seadus.

Põhjapoolkeral pöördub tuul üha rohkem paremale, just nagu sunniks mingi rool teda teelt kõrvale käänama.

Õhk ei tungi enam põhja, vaid kirdesse. Kusagil troopika-alade taga, kolmekümne kraadi kaugusel ekvaatorist, ei lähe õhk mitte enam mööda meridiaani, vaid mööda laiusjoont.

Ekvaatorilt aga saabuvad ikka uued ja uued õhumassid. Kuhu jääda õhul, kuidas pääseda välja kitsikusest? Ühed õhumassid pöörduvad tagasi ekvaatorile ja lähenevad passaatidena madalalt, sulgedes passaatide ratta. Teised aga lähevad edasi põhja poole, kuid Maakera pöörlemine kallutab nad paremale. Kusagil parasvöötme laiustel ei liigu ka need õhumassid enam mööda meridiaani, vaid mööda laiust — läänest itta.

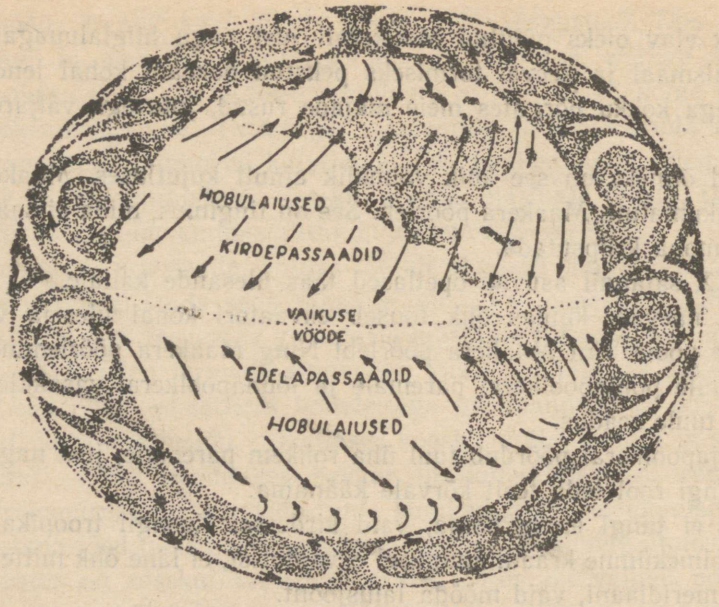
See on üks põhjustest, miks ilm saabub meile kõige sagedamini läänest!

Parasvöötmeis tõuseb soe troopiline õhk üles ja läheb ülalt tagasi troopikasse, sulgedes teise õhuratta. Teised õhumassid liiguvad aga pooluse juurde. Seal jahtuvad nad, langevad alla ja lähevad lõuna poole, sulgedes kolmanda ratta.

Näete, milline keeruline skeem tekib!

Kuid ka see skeem on lihtsam sellest, mis ei toimu mitte paberil, vaid maa peal. Sest tegelikult läheb troopiline õhk sageli kaugele põhja. Polaarne õhk aga laskub mõnikord lõunas peaaegu troopikani, soojenedes teekonnal.

Skeemil on eraldi kolm suletud ratast. Kuid looduses on need rattad seotud ühtsaks mehhanismiks. Kas tõesti liigub tuul alati sama marsruuti mööda? Isegi ekvatoriaalne õhk võib end lahti rebida passaatide rattast ja jõuda pooluseni.



Sellise skeemi joonistasid õpetlased, uurides õhu ringkäiku.

Õpetlased parandasid oma skeemi. Nad joonistasid teid, mida mööda liiguvad õhumassid maal ja maa all. Üks tee viib ekvaatorilt otse poolusele. Soe õhk jahtub pooluse kohal, laskub alla ja voolab mööda maad lõuna poole. Aga külmale polaarsele õhumassile tuleb vastu soe õhk troopikast.

Miilitsaid siin ei ole, valgussignaale ka mitte. Voolud kohtuvad teineteisega, liiguvad külg külje kõrval. Kahe hiiglasliku õhumassi vahelisel piiril tekivad lained. Lained taas silenevad või muutuvad keeristeks-tsükloniteks. Tsükloni sooja keelena tungib troopiline õhk kaugele põhja. Polaarne õhk aga, haarates ümber tsükloni, vajub lõuna poole. Tsüklonid liiguvad ahelikuna üksteise järel piki kahe õhumassi vahelist fronti, segades neid õhumasse teineteisega.

Skeem kujunes väliselt üha keerulisemaks, kuid vaatamata sellele näilisele keerukusele muutus pilt selgemaks. Hiiglarataste vahele ilmusid juba hammaste äärjooned, hammasrattakesed, mis ühendavad rattaid üheks hiiglaslikuks masinaks.

Ning ometi ei olnud kõik selge. Ülesandes puudus veelgi tingimusi. Maa on kera, Maakera pöörleb — see oli arvestatud, kuid lihtsustamiseks unustati «tühine asi»: unustati, et Maakeral on mandrid ja

ookeanid. Iga manner suvel soojeneb, talvel aga jahtub rohkem kui ookean.

Tähendab planeedi masinas on peale ekvaatori ja pooluste veel teisi katlaid ja külmutushooneid. Talvel on iga manner külmutushoone, ookean aga — katel. Suvel on vastupidi.

Seetõttu segavad end õhu keerulisse ringkäiku veel mussoonide rattad, mis suvel pöörlevad ühele, talvel aga teisele poole.

Mandri keskküte.

Kunagi arvati, et mussoonid puhuvad ainult India ookeanis. Kuid juba Vojeikov teadis, et mussoonidest sõltub terve hulga maade ja piirkondade kliima.

Murmanskile tähendab talvine mussoon niisama palju kui Indiale suvine. Külm õhk voolab mööda maad. Aga tema asemele tulevad ülalt ookeani soojad voolud ja pehmendavad Murmanskis külmasid: seal on jaanuaris temperatuur umbes nelikümmend kraadi kõrgem kui näiteks Verhojanskis, kusjuures Verhojansk ei asu sugugi kaugemal põhjas kui Murmansk.

Põhjus on siin lihtne: Murmansk seisab otse ookeani — «ahju» — juures, Verhojansk aga — tuhandeid kilomeetreid «ahjust» eemal; soojus temani ei ulatu. Pole imestada, et seal maa külmub täielikult.

Kui võrrelda ookeani ahjuga, siis on see suur ahi, mis aeglaselt soojeneb, kuid see-eest ka aeglaselt jahtub.

Manner aga on midagi ajutise ahju taolist; teda on kerge tuliseks ajada, kuid ta hoiab halvasti soojust.

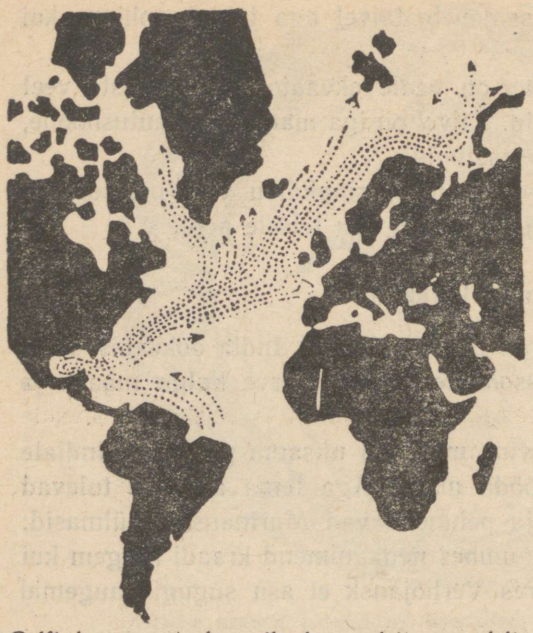
Ning talvisel ajal, kui see ajutine ahi jäätub, peame rõõmustama, et saame täiendavat soojendust ookeani soojast ahjust.

Siin avaldub taas igavene kolme maailma, Maa kolme kesta — vee, maismaa ja õhu — vastastikune tegevus.

Kusagil lõunas tuul, minnes üle ookeani, kisub enesega kaasa vee ja tekitab hoovuse. Vesi liigub põhja poole, kandes enesega kaasa lõunalaiuste soojust. Põhja poolt aga voolab vastu külm õhk. See võtab veelt soojuse ja viib selle mandrile mõne lahe või ääremere väravate kaudu.

On püütud arvutada, kui palju soojust toob õhk merelt meie maale. Selgus, et üle rannajoone iga sentimeetri saabub meile umbes neli miljardit kilokalorit soojust aastas. See on selline hulk soojust, mida sisaldab endas kuussada tonni kivisütt.

Ent rannajoone pikkus ulatub meil paljudesse tuhandetesse kilo-



Golfi hoovus toob meile kuumadelt maadelt sooja.

meetritesse. Tähendab läheks vaja miljardeid tonne sütt, et asendada ookeaniahju, kui see lakkaks meile soojust andmast. Kui täpsustada võrdlust, siis võib öelda, et see on rohkem kui ahi, see on terve küttesüsteem, vesikeskküte, mis ei soojenda mitte maja, vaid mandrit.

Ruum on nii suur, et ühest küttesüsteemist ei jätkuks. Kuid meie õnneks peale Golfi küttesüsteemi läänes soojendab meid idas teine süsteem — Kuro-Sivo soe hoovus.

Golfi hoovus soojendab paremini kui Kuro-Sivo, sest et ta tuleb mandrile lähemale. Siin avaldub Maakera pöörlemine, mis põhjapoolkeral kallutab nii jõed kui ka merehoovused paremale.

Igal talvel, kui ookeanid muutuvad soojutajateks, mandrid aga külmutajateks, tungib kaks sooja õhuvoolu meie maale. Esimene, võimas vool toob meile läänest Golfi soojuse, teine, nõrgem tuleb idast ja toob Kuro-Sivo soojuse.

Voolud lähevad teineteisele vastu, andes teel soojuse mandrile, soojendades meie majades külmunud aknaklaase ja sundides kentsakalt kõverduma isoterme kaartidel.

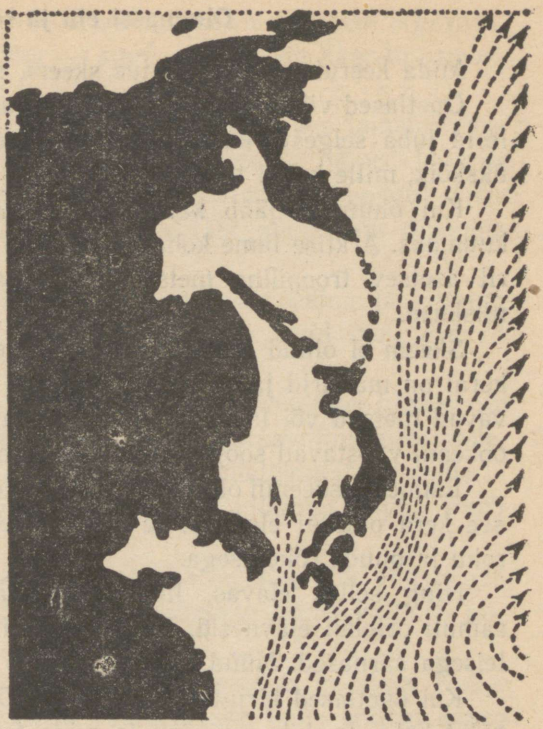
Ning kui mõlemad voolud kohtuvad kusagil Verhojanski meridiaanil või Leena ja Jenissei vahel, selgub, et nad mõlemad on juba täiesti ära kulutanud ookeanidelt kaasavõetud soojuse. Seepärast ongi Ida-Siber meie maja kõige halvemini köetav osa. Siit on palju maad nii Golfi «ahjuni» kui ka kõigi teiste ookeanide ja merede «ahjudeni». Pole imestada, et «külmanaba» asus Ida-Siberisse, mitte aga geograafilisele poolusele, nagu võinuks arvata.

Võib-olla aja jooksul, kui hakkame vabalt käsutama aatomi siseenergia hiiglatagavarasid, me õgvendame isoterme, mis roomavad jonnakalt loodest kagusse, selle asemel et kulgeda mööda paralleele.

Siis ei oleks Verhojanskis külmem kui Murmanskis. Kuid selleks on tarvis täielikult tunda mitte ainult aatomi masinat, vaid ka planeedi masinat.

Uurides selle masina joonist võtsid õpetlased arvesse, et Maakera pöörleb ja et Maakeral on mandrid ning ookeanid.

Kuid lihtsustamiseks nad samal ajal jätsid tähele panemata selle, et Maa ei ole sile kera, et tal on mägesid. Mäed aga ei ole mingi väike asi. Neid ei tohi unustada. Võtame näiteks Uurali mäeahelik u. Ta pole väga kõrge. Kuid siiski hoiab ta nagu vahesein soojad voolud kinni, mis liiguvad üle meie maa läänest itta.



Kuro-Sivo soe hoovus.

Tähendab, ka Uurali mäeahelik on süüdi selles, et Siberis on talvel külm.

Teises kohas meie maal, ja nimelt Novorossiiski juures, tõkestavad mäed just nagu tamm külma õhu tee, mis liigub maismaalt merele.

Nõos, mägede kaitsevalli ees, on kõrge õhurõhk, merel aga madal. Soe õhk tõuseb mere kohal üles ning tekib tugev tõmbus, mis kisub õhu maismaalt enda juurde.

Ning lõppeks tungib külm õhk nõost välja ja ületab mäed. Võimas õhujuga — boraa (orkaan) — paiskub linna peale, merele.

Terved rongide koosseisud paisatakse ümber ja veeretatakse raudteetammilt nõlva alla. Jäise tuule puhangud rebivad ankrukettidest lahti ja uhavad randa mitte ainult kaluri[illegible], vaid ka suured aurikud. Sadamas on laevu võimatu tunda: jääkoorik katab neid kuni mastitippudeni.

Mida keerulisemaks muutus skeem, seda selgemaks ta läks.

Õpetlased viisid ülesandesse tingimuse tingimuse järel. Nad kujutlesid juba selgesti, kuidas liigub õhk mööda maad. Kuid pole ometi ükskõik, mille kohal ta liigub.

Kui õhumass jääb kauaks kõrve kohale, muutub ta kuivaks ja kuumaks. Arktise lume kohal ta muutub kuivaks ja külmaks. Ekvaatoril asetsev troopiline mets aga jahutab õhku ja annab talle oma niiskuse.

Skeem ei olnud enam skeem. Ta peegeldas juba selgesti, et Maakeral on mandrid ja ookeanid, mäed ja tasandikud, et mandritel kasvavad metsad või laiuvad kõrved, et talvel katab põhjamaid lumi, et ookeani vaostavad soojad ja külmad hoovused.

Esimesel skeemil oli Maa surnud, sile ja liikumatu kera. Kuid nüüd see kera otsekui elavnes: ta hakkas keerlema ümber telje, ta kattus rohu ja puude rohelusega.

Ning selles elavas, liikumisega täidetud maailmas õhumassid samuti otsekui elavnesid. Varem neil ei olnud nimesid, nad olid üksteisega sarnased. Nüüd aga sai igaüks endale nime.

Kui õpetlased kirjutavad EÕ, siis kõnelevad need õhumassi initsiaalid kohe, kust ta on pärit ja mida temalt võib oodata.

EÕ on ekvatoriaalne õhk. Ta tekib ekvaatoril niiskete troopikametsade kohal, ookeanide soojade vete kohal.

TmÕ on troopiline mereõhk. Tema kodumaaks on troopikamered.

kTÕ on eelmise lihane vend, kontinentaal-troopiline õhk. Ta tekib samuti troopikas, kuid mitte ookeani kohal, vaid rohtlate ja kõrbede kohal.

kPÕ on kontinentaal-polaarne õhk, pärit metsadest ja rohtlatest, mis talvel kattuvad lumega; tähendab see on ka meie kaasmaalane.

AÕ on arktiline õhk. Ta tekib Arktise lume ja jää kohal, pika polaaröö pimeduses.

Igal õhumassil on oma iseloom ja oma elulugu. Võiks kirjutada jutustuse õhumassi elust ja seiklustest.

Proovime visandada kas või niisuguse jutustuse kavandi.

Kusagil Atlandi ookeani soojade vete kohal sündis udustel päevadel õhumass. Tema initsiaalid on PmÕ, nimi — polaarne mereõhk

Ta tekkis arktilisest õhust, mis tuli põhjast, jää maalt, pika arktilise öö pimedusest.

Ookeani kohal ta soojenes, võttis endaga kaasa niiskuse tagavara. Ning ta asub teele — läänest itta — sinna, kuhu teda kannab atmosfääri ringlemine.

Niiske soolane tuul liigub ookeani kohal, kergitades laineid, sundides õõtsuma laevu. Paisates mööda minnes ümber mõned kalurite paadid, läheneb ta Briti saartele ja katab tiheda uduga Londoni tänavad. Elektrilaternate valgus tungib vaevu läbi peenikeste piiskade tihedusest.

Värske mereõhk liigub aga edasi, suundub üle väina ja kihutab Euroopa mandri kohal. Teda ennast ei ole näha, kuid kõik näevad ta koormat — raskeid äikesepilvi.

Talupojad, töötades põldudel, kuulatavad ärevusega nähtamatu ränduri müristavat bassi. Ning äkki langeb vihmavaling põldudele, majakatustele, kellatornidele, vihmavarju pinguletõmmatud siidile.

Lääne-Euroopasse osa oma koormast maha pillanud, liigub PmÕ edasi — meile.

Temal on naaber — kTÕ — kontinentaal-troopiline õhk. Piir nende valdusalade vahel laiub tuhandetele kilomeetritele. PmÕ valitseb piirist põhja pool, kTÕ — lõuna pool.

Kuid nende suhted ei jää rahulikeks. Piir muutub frondiks. Kuum ja kuiv troopiline õhk tungib vastase valdusalasse, tuues endaga kaasa tolmupilvi. Front kõverdub lainetena, piki fronti liiguvad tsüklonid.

Ning iga tsüklon on lahing.

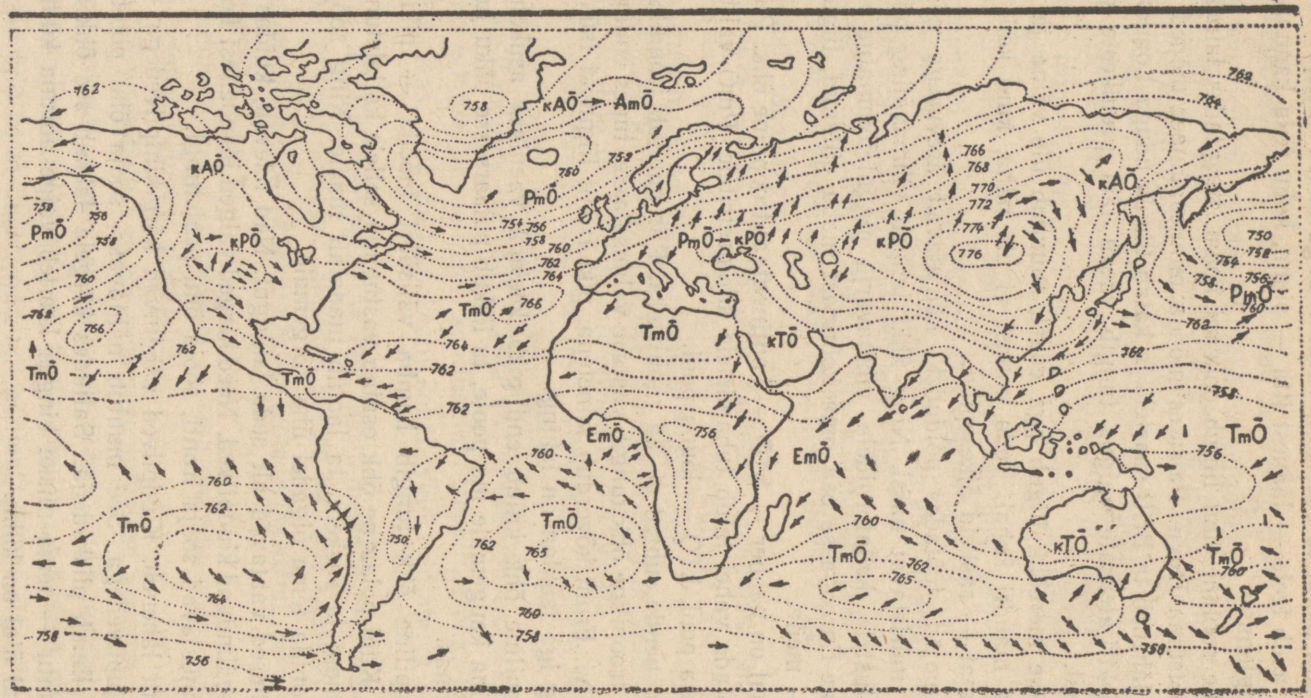
Troopiline õhk kiilub end pika keelena vaenlase asukohta. Kiil liigub üha kaugemale ida poole, ta lõikub polaarsesse õhku just nagu saehammas.

Troopiline õhk tungib hamba välisäärt mööda — piki «sooja fronti». Kuid polaarne õhk osutab vastupanu sellele kallaletungile. Ta on külmem ja raskem, ta laotub madalalt maale. Ning soojal õhul tuleb ronida tema õlgadel üha kõrgemale.

Inimesed vaatavad alt seda lahingut. Nad näevad, kuidas kõrgele taevasse ilmuvad kiudpilved. Need kerged valged jäänõeltest koosnevad kiud ennustavad sooja fronti, sooja õhu pealetungi.

Front läheneb. Kiudpilved vahetuvad kõrg-kihtpilvedega, siis aga kiht-sajupilvedega. See muutub nähtavaks, sooja õhu poolt toodud niiskus ilmub piiskadena. Sattudes kõrgele lakkab see õhk olemast nähtamatu — tema niiske hingus keerleb valge auruna külma käes, sest seal ülal on külm.

Front jõuab üha lähemale. Inimesed näevad, kuidas liigub nende



Ohumasside liikumine Maakeral.

poole vihmasein. Ta varjab halli eesriidena kauged metsad. Ning juba sajab vihma põldudel, ta on juba hoopis lähedal, ta koputab tuhandete piiskadena teie maja aknale.

Nüüd seab vihm pikemale sajule, kuni ei kaugene frondijoon.

Möödub päev, teine. Ning lõppeks asendub jäme vihm peene vihmaga, peen vihm uduvihmaga. Läbi pilvede ilmub helesinine taevas. Troopiline õhk on vallutanud lõppeks need kohad, kus teie elate.

Ent kas ilm seadis kauaks ilusale? Te olete ju ainult ajutiselt sooja kiilu keskpaigas, troopilise õhu võimuses. Kas ta võitis kauaks? Selja tagant tungib talle peale polaarne õhk. Läheneb külm front.

Raske külmalainena kihutab polaarne õhk mööda maad. Parem on temale mitte vastu sattuda! Järsult, ühe ainsa puhanguga viskab ta oma vaenlase üles, ning kohe kasvavad taevas hiiglaslikud pilvemäed.

Mööda maad kihutab maruhoog, murdes ja viies minema pajuoksi, kergitades tolmupilvi, keerutades langevaid lehti. Kuid see on alles algus. Keeris satub üha rohkem hoogu, kõigutades puutüvesid, püüdes neid juurtega maast välja rebida. Ning maruhoo kannul tormab maapinnale vihmavaling.

Nii käib lahing kahe hiiglase-nähtamatu vahel.

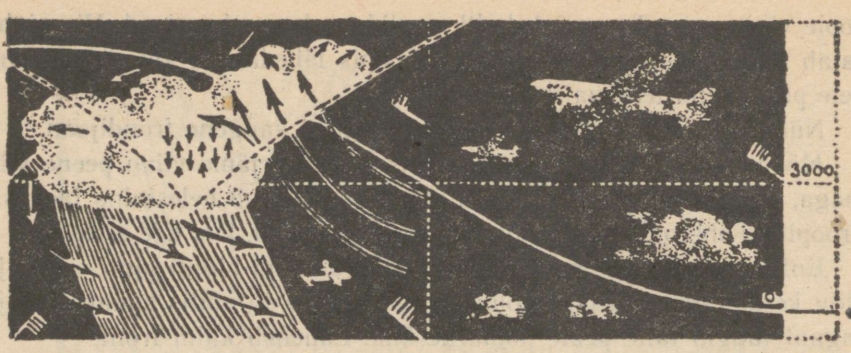
Pärast esimest lahingut algab teine. Tsüklon kihutab tsükloni järel üle Maakera. Ning igakord teostab troopiline õhk läbimurde põhja poole, polaarne aga läheb ümbert ringi ja tungib tsükloni selja taga sügavale vaenlase asupaika. Üha kaugemale kagusse liiguvad polaarse õhu voolud. See õhumass sündis Atlandi ookeani avaruste kohal, jõudis aga Kesk-Aasia kõrbedeni, Kasahstani rohtlateni.

Ent kuidas ta on muutunud! Teda on raske ära tunda. Ta oli läbipaistev, karge ja niiske mereõhk. Muutus aga kuivaks, kuumaks, tolmust häguseks. Ta ei ole enam toosama. Ning nimetadagi tuleb teda nüüd teisiti. Ta on reetnud oma endise kodumaa. Tema nimi on nüüd — kTÕ — kontinentaal-troopiline õhk; nõnda nimetati ka tema äsjast vastast.

Mis temast nüüd saab, sellest rändurist, kes vahetas teel oma nime ja kogu oma ilmet? Kas ta lakkab reisimast mööda maailma? Kas ta tõesti asub jäädavalt rohtlatesse ja kõrbedesse?

Ei, õhul ei tule kaua puhata. Mingisugune planeedi masina ratas haarab ta ja viib endaga kaasa.

Võib-olla satub ta passaatide rattaga ekvaatorile ja jõuab niiskete troopikametsadeni, kus miljardid lehed annavad talle oma niiskuse. Võib-olla osutub, et ta on lõunalaiustes ookeani kohal, neis



Kõrgel taevas kasvavad pilvemäed. Ning äkki laskub põldudele ja majakatustele vihmavaling.

paigus, kus iga troopiline vihmavaling võiks mitme meetri võrra tõsta ookeani taset, kui vesi ei eemalduks hoovustega ega auraks uuesti õhku. Aga võib-olla meie rändur, puhanud kõrves, satub endisesse rattasse, endisesse rööpasse ja läheb uuele Atlandi ookeanilt tulnukale vastu.

Nõnda elab ja reisib õhk, läbides tuhandeid kilomeetreid Maakera kohal — Arktise jääväljadest kuni ekvaatori troopikametsadeni, astudes teel lahingutesse, saavutades võite ja kandes kaotusi.

Mõnikord meenutab õhu-nähtamatu reis ratsasõitu takistustega.

Vaikselt ookeanilt liigub Ameerikasse külm niiske õhk. Ta võttis ookeani kohal koorma niiskust ja viib selle Kalifornia aednikele, Dakota ja Montana farmeritele.

Ent teel Seattle'ist Ameerika Ühendriikidesse kasvab tema ette sein — Kaskaadi mäed.

Õhk ronib mägedele. Tema poolt kaasatoodud niiskus koondub jahtudes pilvedeks ja keerleb ümber mäetippude. Pilvedest sajab lumehelbeid. Mägedes möllavad tuisud, kattes kiviseid nõlvu lumipatjadega.

Ületanud mäed, laskub õhk alla. Ta on muutunud kuivemaks, sest et ta pillas mägedele osa oma niiskest koormast. On ju soojus talletunud vees samuti nagu küttematerjaliski. Kui vesi taevas külmub, annab ta õhule niisama palju soojust ära, kuipalju ta võtab lume sulamise ajal päikesekiirtelt ja kevadiselt soojalt tuulelt.

Ülal mitte päriselt jahtunud tuul laskub alla. Ning mida madalamale ta langeb, seda rohkem surub teda koomale üha suurenev atmosfääriline rõhumine.

See soojendab teda samuti. Igaüks, kes on pumbanud õhku rattakummi, teab, et kokkusurumisest õhk soojeneb.

Ületanud mäed, õhk muutus tundmatuseni. Ta oli niiske ja külm, kuid muutus kuivaks ja soojaks. Ta maksis mandrile sissepääsu eest suure osa sellest, mida võttis ookeanilt.

Muutudes kuivaks ja soojaks imeb õhk endasse pilved. Pilved sulavad temas nagu suhkur vees.

Kõrbede kohal puhub kuiv ja kuum tuul. Seepärast seal esinevadki kõrved, et see on suur tee, mida mööda liiguvad kõik Kaskaadi mägedelt puhuvad kuivatavad tuuled.

Kuid õhu teekonnal seisab ees uus sein — Kaljumäed.

Õhul tuleb jälle ronida üles mööda mäenõlva. Ning uuesti jahtudes annab ta mägedele ära oma niiskuse — Vaikselt ookeanilt toodud rikkuse jäänused.

Mäed rõõmustavad kingituse üle. Nende nõlvad kattuvad veel tihedamini okaspuumetsade rohelise kattega.

Õhk aga, ületanud mäed, muutub veel kuumemaks ja kuivemaks. Ta oli armuline mägedele, kuid ta on halastamatu tasandikule.

Farmerid Dakotas vaatavad pilvitusse taevasse ja kõnelevad: «Vihma pole lootagi, Kaljumägedelt puhub tšinuk.»

Tšinuk (chinook) on ühe indiaanlaste suguharu nimetus. Tšinuki indiaanlaste nime järgi ristiti nende kodumaa tuul.

Nõnda muutub õhk teekonnal Alaskast Dakotani. Ta oli niiske ja külm, muutus aga kuivaks ja kuumaks. Ta tõi merelt rikkaliku koorma niiskust mäemetsadele.

Vaikse ookeani vesi jootis iga männi, iga punase puu juuri mäenõlvadel ja sööstis niisutuskanaleid mööda Kalifornia viljarikkaile maile — apelsini- ja virsikupuude juurde.

Dakotasse aga tuli õhk tühjade kätega.

See on jutustus seiklustest, millest võtavad osa järgmised tegelased: õhk, mäed, ookean, manner, pilved, tuisud, männid, apelsinipuud ja inimesed.

Nad kõik on seotud ühise süžeega, mida teaduse keeles nimetatakse õhumassi transformatsiooniks. Kuid see süžee on ainult väike episood looduse suurest epopöast.

Kujutletavatest ja tõelistest hädadest.

Läheks vaja sadasid lehekülgi, et jutustada üksikasjaliselt kõigi õhu- ja veemasside elust ja saatusest hüdrosfääris ja atmosfääris.

Need kaks Maakera sfääri just nagu peegelduvad teineteises.

Igale tuule liikumisele vastab ookean lainetega, igale keerisele — veekeerisega. Tarvitseb ainult õhurõhul atmosfääris tõusta millimeetri võrra, ja vesi ookeanis langeb ka juba natuke.

Ookean reageerib nagu hiiglabaromeeter vähimalegi õhurõhu muutusele. Ning seal, kus vee tase langes, tekib nõgu, kuhu püüab vesi kõrgema tasemega kohtadest kokku voolata.

Mõlemad ookeanid — õhu- ja vee-ookean — võtavad osa ühisest tööst, elavad ühist elu.

Kummaski on oma troposfäär, kus piki rinnet liiguvad ja segunevad õhu- või veemassid. Kummaski on stratosfäär, kus on külmem ja vaiksem kui troposfääris ega ole selliseid järske muutusi.

Õhuookeanis asetseb stratosfäär troposfääri peal.

Vee-ookeanis on vastupidi: ülal on troposfäär ja selle all stratosfäär.

Õhuvoolud ja veevoolud vahetavad lakkamatult ainet ja energiat. Meie õhu ilm ja see vee ilm, millega on tegemist kaladel, sõltuvad teineteisest ja mõjustavad teineteist.

Maailmas on kõik omavahelises seoses. See saab eriti selgeks, kui tead, kuidas on seotud Maa vesi- ja õhkkest.

Uuemate määramiste järgi on maakoore vanus kolm või kolm ja pool miljardit aastat. Tähendab, miljardeid aastaid oli tarvis, et tekiks planeedi hiiglamasin, et tema sfäärid ja kõik osad kohaneksid üksteisega.

Piisaks ühe detaili muutmisest, et muuta kogu masina käik. Mis oleks näiteks, kui me ookeanis peataksime hoovused niihästi pinnal kui ka sügavuses?

Ookeanis hukkuksid kõik elusolendid: maailmaookean muutuks surnud ookeaniks. Süvavee kalad lämbuksid hapnikupuudusel: teda ei jätkuks, sest et ookeanis lakkaks õhustamine.

Me kõik teame, et isegi väga suurtes sügavustes on kalu ja et nad hingavad hapnikku. Ning me ei küsigi: kuidas siis hapnik satub nõnda sügavale? Kuidas toimub ookeani õhustamine?

Kaevustesse, maasügavustesse, seavad inimesed õhustamiseks üles ventilaatorid. Missugused ventilaatorid aga on veealuses maailmas üles seatud?

Lugu toimub siin nõnda. Talvel jahtub vesi meie piirkondades ja muutub raskemaks. Ta langeb allapoole, tema asemele aga tuleb kohe teine, kergem vesi soojematest piirkondadest.

Tekib ratas: vesi meie piirkonnas langeb allapoole ja liigub veealuste hoovustena ekvaatorile, sealt aga tuleb soe ja kerge hoovus mööda ookeani pinda meile.

See ratas õhustabki nagu ventilaator ookeanisügavusi. Külmadest piirkondadest võtab vesi endaga kaasa hapnikku, ja mida külmem vesi on, seda rohkem ta suudab seda haarata. Veealune hoovus viib selle hapniku ekvaatorile. Seetõttu ongi ekvaatori ookeanisügavustes nii rikkalik elu. Ekvaatorilt aga tuleb vesi pealtpoolt meie piirkonda tagasi uute hapnikutagavarade järele.

Kui peatada see ratas, see hiiglaventilaator, siis peatub ka kogu elu veealuses maailmas.

Näiteks Mustas meres ei leidu kahesaja meetri sügavuses ühtki kala. Seal on kogu vesi küllastatud väävelvesinikuga. Kõigist elusolendeist võivad seal elada üksnes väävlibakterid, kes ei vaja hapnikku.

Ning kõik see on tingitud sellest, et Must meri asetseb ventilaatorist kaugel, õhustamine toimub halvasti ja tal jätkub vähe hapnikku.

Kuid peatades ventilaatori me ei kahjustaks mitte ainult süvavee asukaid. Halvas olukorras oleksid ka need ookeani asukad, kes elavad ülal, pinna lähedal: neil ei oleks küll puudus õhust, kuid neil oleks toidu- ja toitesoolade puudus.

Veealuste hoovuste hiiglaratas toob ookeani põhjast üles lämmastiku, fosfori, siliitsiumi ja paljude teiste ainete tagavarasid ülemise korruse pisimate vetikate jaoks. All põhjas mädanevad nende olendite jäänused, kes elasid kunagi ookeanimassiivis. Kui me peataksime hoovuste ratta, lakkaks väetise andmine ookeani rohelistele väljadele.

Ookeani sügavused oleksid üle kuhjatud jäänuste ja toiduga, kuna ülal valitseks nälg.

Raske on isegi kujutleda kõike, mis juhtuks, kui me peataksime ringkäigu ookeanis.

Mandrile siirduv õhk võtab soojuse ookeani soojadelt hoovustelt.

Kui hoovused katkestavad soojuse toomise lõunast põhja poole, siis muutub ka mandri kliima. Talved muutuvad karmimaks, jõed lähevad hiljemini lahti, hiljemini sulab ka lumi ning samuti hiljemini kattuvad puud lehtedega ja aasad rohuga.

Ei saa puudutada väiksematki üksikasja, ilma et see ei kajastuks kliimas ja elusolendite saatuses.

Stratosfääris on osoonirikas kiht. See osooniline ekraan kaitseb nagu vaip elu hävimise eest Maakeral — ta peab kinni selle nähtamatu päikesekiirguse, mis hävitaks kõik elava, kui see ekraan kaoks.

Kuid milleks kõnelda kujutletavatest katastroofidest! On olnud ka reaalseid juhtumeid, kus planeedi hiiglamasin ei jäänud küll täiesti seisma, kuid muutis lühikeseks ajaks veidi oma käiku.

Vaikses ookeanis ekvaatori lähedal läheneb Lõuna-Ameerika rannikule El-Nino soe hoovus. 1925. aasta jaanuaris siirdus ta äkki kaugele lõuna poole. Ning sellega kaasus kohe hulk hädasid. Esmalt hakkasid hävima pisitaimed ja -loomad, kes heljuvad mere ülemises kihis. Neile oli 26-kraadine vesi niisama kuum nagu meile keev vesi. Nende järel hakkasid hävima nälja tõttu need olendid, kes toitusid eelmistest. Kalad hakkasid lahkuma nendest surnud vetest. Kui aga lahkuvad kalad, ei jää toitu ka merelindudele.

Ookeanis alanud häda haaras ka õhku ja maismaad. Kalurid pöördusid koju tagasi ilma saagita. Sooja ookeani kohal rippusid pilved ühtlaselt tiheda kattena.

Tuul kihutas pilvi maismaa kohal — ja maismaa lakkas olemast maismaa. Enneolematud vihmavalingud söövstsid temale, andmata aega hinge tõmbamiseks. Üleujutused uputasid linnu, purustasid maju. Inimesed hukkusid vees.

Ning kõik see juhtus seetõttu, et üks ookeani hoovustest kaldus kõrvale oma tavaliselt teelt.

Võib meenutada ka teisi juhtumeid, kus planeedi masinas toimusid häired.

1912. aastal toimus Alaskas vulkaani Katmai purse. Ümberringi kattus kogu meri pimsiga, just nagu oleks ta üleni kividega sillutatud.

Õhku paisatud tolm kandus kõrgema õhkkonna vooludega ida poole. Ta läks üle Põhja-Ameerika, üle Atlandi ookeani ja jõudis viieteistkümne päeva pärast Euroopasse. Ta läks ikka kaugemale ja kaugemale ning laotus varsti üle kogu põhjapoolkera. See oli vaip, mis ei soojendanud Maad, vaid jahendas teda, pidades kinni peaaegu neli viiendikku päikesekiirtest. Kusagil Alaskas toimus vulakaani purse, kuid Euroopa põllud ja metsad said vähem valgust ning plaažidel ei päevitunud inimesed mitte nii tugevasti kui alati.

Kaks aastat püsis see tolm õhus. Ta hajus alles 1914. aastal ja Maa õhkkest muutus taas läbipaistvaks.

Planeedi mehhanismi oli sattunud tolmu. Kui tolm aeglustab meie väikeste käekellade käiku, siis samuti ei armasta ka planeedi hiiglamehhanism tolmu. Tsirkulatsiooni rattad ei tööta nii energiliselt, kui õhk muutub häguseks ja peab kinni päikesekiiri.

Näete, kui tundlik mehhanism on meie planeet! Ta reageerib igale tõukele, mis paiskab tolmu vulkaani kraatrist.

Kuid see oli võrdlemisi väike häire ning vulkaanide purskeid ei esine ka nii väga sagedasti.

Aga häired planeedi masina käigus annavad ju ühtelugu ennast tunda igaühele meist. Ning iga häire masinas kajastub ka inimeste töös.

Kui jõed lähevad vara lahti, siis tuleb tavalisest varemini sillad lahti võtta mineva jää läbilaskmiseks.

Varajane lahtiminek — see tähendab varajast navigatsiooni algust. Jõetranspordi-töölistel tuleb kiiremini aurikud korda seada, parvetajatel — valmistuda parvetamiseks.

Kas jõuakski loetleda kõiki varajase kevade tagajärgi?

Samasuguses põhjuste ja tagajärgede ahelas on põlluharija ja aedniku tööd.

Varajane kevad — see tähendab varajast kündi.

Kui aga kevad viibis arktilise õhu läbimurde tõttu, võib see õhk hävitada aedades viljapuud.

1924. aastal murdis arktiline õhk läbi kaugele lõunasse — Musta mere rannikuni. Seda külma õhku oli nii palju, et ta ei suutnud teel soojeneda. Arktise hingus kandus Gruusiani ja hävitas seal palju apelsini- ja mandariinipuid, mis üldse ei olnud harjunud säärase külmaga.

Planeedi masinas on mussoonide ratas. Nende tööst sõltub miljonite inimeste heaolu. Piisab mussoonide ratta käigu aeglustamisest, et Indias algaks põud.

Ning jälle pöördume ikka sellesama küsimuse juurde: kas selleks uuris inimene tuhandeid aastaid loodust ja jälgis teda, et jätkata temale alistumist?

Ei, ta teab juba, et ka loodusel on päitsed, on seadused, mis teda juhivad.

Loodusjõud ei ole inimesele enam omavoliliselt võimutsev jumalus, muinasjutuline käskijanna.

Vaadates oma planeedile ta näeb hiiglamehhanismi rattaid ja hammasrattaid. Ta sirutab juba käe hoobade järgi, et õppida valitsema masinat. Ning ta ei lase masinat silmist, et ükski ootamatus ei tabaks teda äkki.



Seitsmes peatükk.

Tuhandete silmadega.

Kuidas inimene õppis jälgima loodusjõude.

Tuhandete silmadega on tarvis jälgida loodusjõude, et osata ennustada nende käitumist.

Meie maal on kolm tuhat hüdrometeoroloogiajaama ja neli tuhat vaatlusposti.

See pole hoopiski nii palju, nagu võiks näida. Sest meie maa on ju suur. Kui heita pilk kaardile, kus jaamad on märgitud ringikestena, siis võib kohe märgata, et ringikesi on läänes ja lõunas rohkem. Idas ja põhjas aga, s. t. Arktises, Siberi taigas ja Kesk-Aasia kõrbedes, on jaamadest puudus. Hüdrometeoroloogid on arvestanud, et meil on tarvis veel asutada seitse tuhat jaama ja kakskümmend kolm tuhat vaatlusposti, selleks et ei jääks ühtki nurgakest, kus ilm võiks end peita inimsilmade eest.

Ent peale meie jaamade on kogu maailmas veel tuhandeid teisi. Nad kõik võtavad osa üldisest ülemaailmsest tööst.

Teisiti ei saakski, sest ilm ei arvesta piire.

Ilma tuleb jälgida kogu Maakeral — maismaal ja merel, mäetippudel ja maa kohal õhus.

Kahe silmaga oskab igaüks vaadata.

Ent kuidas vaadata Maakera korraga tuhandete silmadega?

Kui orkestrandid istuvad reas ja vaatavad dirigendi poole, siis ei valmista neile mingit raskust pasuna asetamine huultele ühel ja selsamal hetkel — taktikepi järgi.

Aga kust leida dirigenti paljude tuhandete vaatlejate jaoks, kes jälgivad ilma viiel mandril?

Siin meenub kohe sõna «kell».

Kellaosuti võib muuta taktikepiks, kui leppida kokku, et kõik vaatlejad vaataksid mõõteriistu üheaegselt — kella järgi.

Halb on aga see, et aeg on mitmesugustes paikades erinev. Ühes kohas see juhtub keskpäeval, teises — päikeseloojakul, kolmandas — öösel. Ning kui kõik vaatlused on kokku kogutud, muutub võimatuks neist koostada ilma üldpilti ja aru saada, kus on soojem, kus külmem.

Moskvas, ütleme, on täna soojem kui Vladivostokis. Kuid Moskvas päike alles kõrvetab kõigest jõust, Vladivostokis aga on ta juba loojunud. Kuidas siis otsustada, miks on Moskvas soojem: kas seepärast, et seal on soojem ilm, või tingitult ilma ööpäevasest ringkäigust — Moskvas on alles päev, kui Vladivostokis on juba öö?

Erinev aeg erinevates kohtades — see on esimene raskus, mida kohtavad vaatlejad, kui nad püüavad vaadata planeedi masinat nagu üks tuhandesilmaline inimene.

Raskusi aga ei ole mitte üks, vaid palju.

Maakera on tarvis vaadata mitte ainult üheaegselt, vaid ka ühtviisi.

Tuleb ühtviisi vaadata ja ühtviisi näha.

Inimesed aga vaatavad ja näevad erinevalt.

Võtame kasvõi niisuguse asja, nagu nähtavus.

Kui vaatleja teatab, et aerodroomil A on halb nähtavus, lennuk peab maanduma aerodroomil B, kus nähtavus on hea.

Ent kuidas toimida, kui vaatlejad vaatavad asju erinevalt? Mida üks peab heaks nähtavuseks, seda teine peab halvaks.

Võib näida nagu tuleks see sellest, et nähtavust määratakse silma järgi ilma mõõteriistadeta.

Kuid ka mõõteriistad, isegi kõige täpsemad, näevad samuti erinevalt.

Ei ole kaht ühesugust inimest ning pole samuti kerge leida kaht täiesti ühesugust mõõteriista.

Meil on aga tarvis tuhandeid silmi ja tuhandeid mõõteriistu.

Erinev aeg, erinevad silmad, erinevad mõõteriistad...

Kuidas seda kõike sobitada, viia ühele nimetajale?

See ei olegi nii lihtne.

Ent kui vaatlejatel oleksidki ühesugused silmad, ühesugused mõõteriistad ja ka samane aeg, segaks neid ikkagi ühtlaselt vaatlemast juba ainult see, et nad asetsevad erinevates kohtades.

Võtame kaks vaatlejat: üks mäel, teine tasandikul. Nad jälgivad üheaegselt baromeetrit. Ning selgub, et õhurõhk on mäel madalam kui tasandikul. Baromeetrid ei näidanud erinevat rõhku mitte sellepärast, et nendes kahes jaamas olnuks erinev ilm, vaid seetõttu, et jaamad asetsevad erineval kõrgusel.

Võtame kaks teist, paljudest tuhandetest juhuslikult väljavalitud vaatlejat: üks neist asetseb põhjas, teine lõunas. Nii seal kui ka siin on täiesti ühesugune õhurõhk, kuid baromeetrite näidud olid erinevad seetõttu, et põhjas oli külm, lõunas aga soe. Põhjas tõmbus elavhõbe külma tõttu kokku, mistõttu baromeeter näitas vähem kui tarvis. Lõunas aga elavhõbe paisus soojusest: baromeeter nagu unustas, et ta on baromeeter, mitte aga termomeeter ning reageeris temperatuuri tõusule.

Ent kui ka põhjas ja lõunas valitseks täiesti ühesugune ilm, kui seal oleks ühepalju sooja või külma, siis ikkagi ei ühtiks baromeetrite näidud omavahel. Põhjas ei ole raskustung seesama, mis lõunas: seal on elavhõbe raskem ning järelikult on baromeetris tarvis väiksemat elavhõbedasammast, et tasakaalustada täpselt niisamasugust õhurõhku.

Kuidas siis olla?

Kuidas toimida, et tuhanded vaatlejad näeksid ühtviisi, hoolimata sellest, et nad elavad erinevates kohtades, et neil ei ole silmad, mõõteriistad, ööpäeva aeg, aastaaeg ja samuti raskustung ühesugused?

Kuidas toimida, et tuhanded oleksid nagu üks?

Võib-olla see on võimatu?

Ei, inimesed võivad alati leida ühise seisukoha ja kokku leppida kui tarvis. Selleks nad ongi inimesed.

Ülesanne on nii suur, et teda tuleb lahendada osade kaupa.

Algame ajaga.

Kuidas peavad toimima vaatlejad, et üheaegselt vaadelda mõõteriistu?

Vaatlejatele võiks soovitada, et nad algaksid tööd oma kohaliku aja järgi.

Klimatoloogid on sellega rahul. Uurides vaatluste tabeleid võivad

nad selgesti kujutleda, milline ilm oli selles või teises kohas hommikul, päeval, õhtul või öösel.

Kuid säärane küsimuse lahendamine ei meeldi sünoptikutele. Sest vaadelda kohaliku aja järgi — see ei tähenda hoopiski mitte üheaegset vaatlemist.

Moskvas väljub vaatleja hommikul vaatlusväljakule mõni tund hiljem kui Tšeljabinski vaatleja, sest et Tšeljabinskis saabub hommik varem kui Moskvas. Selle mõne tunni jooksul muutub tsüklonite, frontide, antitsüklonite asend.

Võib juhtuda, et mingi antitsüklon jõuab Tšeljabinskist Moskvasse. Sel juhul ilmub üks ja seesama antitsüklon sünoptilisel kaardil kahes erinevas kohas.

Kuidas siis toimida? Võtta kuulda klimatoloõge ja toimetada vaatlusi kohaliku aja järgi? Või kuulda sünoptikuid ja vaadelda ilma üheaegselt kogu Maakeral?

Rahvusvahelisel meteoroloogia konverentsil, mis oli 1946. a. Pariisi kokku kutsutud, otsustati sünoptiliseks otstarbeks ilma vaadelda üheaegselt Greenwichi aja järgi. Sünoptikutel tuleb nüüd ilma ööpäevasele käigule teha parandused. Klimatoloogiliseks otstarbeks aga vaadeldakse ilma kohaliku aja järgi.

Ühe raskusega saime hakkama.

Võtame käsile teised.

Vaatlejad peavad vaatlema ühesuguste silmadega, neil peab olema kõige jaoks üks ja seesama mõõt.

Kui üks kõneleb, et nähtavus on halb, siis peab ka teine samasuguste tingimuste puhul ütlema sedasama.

Ent kuidas saavutada, et tuhanded inimesed näeksid ühtviisi?

Tarvis on valida nähtavuse jaoks mingi ühesugune mõõt ja kokku leppida, et kõik kasutaksid seda.

Millise arssinaga aga mõõta nähtavust?

Selline arssin on praegu igal meteoroloogiajaamal. Ta on nii suur, et ei mahu taskusse. Kriipsude asemel on ta skaalal telegraafitulbad, kuused, majad, kirikud, veetornid, metsad ja mäed.

Esimese kriipsuni — ütleme, telegraafitulbani — on viiskümmend meetrit. Üksiku kuuseni väljal on kakssada meetrit, pumbamajani — neli kilomeetrit, kauge metsani — kümme kilomeetrit, mäeni viiskümmend.

Kui näete mäge selgesti, on nähtavus üheksa palli; kui somba või udu tõttu mägi pole nähtav, kuid mets on, siis on nähtavus kaheksa

palli. Pumbamaja nähtavust tähistatakse kuue palliga, telegraafitulba oma — ühe palliga.

Võib aga kasutada ka teisi orienteerumispunkte: kui pole pumbamaja, siis valitakse selleks kõrge maja; kui puudub mets, siis vaadeldakse järsku merekallast. Tähtis on ainult see, et kaugused orienteerumisobjektideni oleksid just niisugused, nagu kokku lepiti.

Ka teine raskus on selja taga.

Püüame võita ka kolmandat.

Vaatlejatel on mitmesugused mõõteriistad. Võimatu on saavutada, et kõik mõõteriistad oleksid ühesugused.

Siin on samuti tarvis kõiges kuidagi kokku leppida. Tuleb valida üks hea ja täpne mõõteriist ning kokku leppida, et seda peetakse eeskujuks, normaalmõõduks. Teisi kõiki tuleb sellega võrrelda.

Nõnda inimesed ka toimisid.

Meil hoitakse muster-mõõteriistad Geofüüsika Peaobservatooriumis. Nende järgi kontrollitakse kõik teised.

Neljas raskus on see, et jaamad asetsevad mitmesugustes kohtades. Ühed on mäel, teised tasandikul, ühed jaamad põhjas, teised aga lõunas.

Kuidas toimida, et vaatlejad vaatleksid nii, nagu ei asuks nad eri kohtades, vaid ühes kohas?

Jällegi on tarvis kokku leppida: tuleb võtta mingi üks jaam eeskujuks ja võrrelda sellega teisi.

Kuid kas on maailmas musterjaama?

Võtame niisuguse asja, nagu õhurõhu mõõtmine. Kus jaam ka iganes asuks, baromeeter ei reageeri mitte ainult rõhule, vaid ka temperatuurile: külma ilmaga ta näitab pisut vähem kui tarvis, soojaga aga rohkem.

Kui jaamas valitseks alati üks ja seesama temperatuur, siis ei saaks tema baromeetrit kahtlustada selles, et ta unustab oma otsese ülesande. Ent kas leidub Maakeral niisugust kohta, kus kunagi ei esine üleminekuid soojalt külmale ja külmalt soojale?

Säärast jaama võib ainult kujutleda. Tähendab, siin võib olla üks väljapääs — kutsuda appi kujutlus. Kujutlus on korduvalt aidanud õpetlasi, nagu ta aitab luuletajaidki.

Kas Maakera telg, ekvaator, meridiaanid, paralleelid pole mitte kujutletavad jooned?

Nõnda siis kujutleme niisugust jaama, kus ei ole kuumust ega külma, kus alati on sula — täpselt null kraadi. Asugu see jaam, et

mitte kedagi riivata, just pooluse ja ekvaatori vahelise vahemaa keskkohal — 45-kraadisel laiusel. Ärgu olgu ta mäel, sest mäed on mitmesuguse kõrgusega, vaid merepinnal. Merepind on kas täiesti või peaaegu ühesugune. Ning olgu lõppeks selles kujutletavas jaamas täpselt niisamasugused eeskujulikud mõõteriistad, nagu neid säilitatakse Geofüüsika Peaobservatooriumis.

Nüüd jääb kõigil vaatlejatel üle sõlmida kokkulepe: kus vaatleja ka iganes asuks, ta peab baromeetrit lugedes kohe asuma arvutamisele. Ta peab tabelite või valemite järgi välja arvutama, milline oleks õhurõhk, kui tema jaamas termomeetri elavhõbe püsiks null kraadil, kui tema baromeeter oleks eeskujulik ning jaam asetseks 45-kraadise geograafilise laiusega merepinnal.

Siis alles, pärast kõiki parandusi, on võimalik tuhandeis erinevates kohtades toimetatud vaatlusi võrrelda.

Tuhanded silmad vaatavad ühtviisi ja üheaegselt...

Minu raamat ei ole mitte meteoroloogia õpperaamat. Ning ta ei ole ka kirjutatud meteoroloogide jaoks, vaid nendele, kes ei tea, mis on meteoroloogia. Kes soovib hakata meteoroloogiks, see õppigu geofüüsikat prof. Tverskoi raamatust ja meteoroloogiat prof. Obolenski käsiraamatust ning sünoptilist meteoroloogiat prof. Hromovi käsiraamatust jne.

Ma tahaksin ainult, et minu lugejad samuti nagu ma ise imetleksid seda, kui huvitav ja keerukas on vaadelda tuhandete silmadega ning kui palju vajavad inimesed mõistust ja kujutlusvõimet, et õppida vastama näiliselt lihtsale küsimusele: «Milline ilm on praegu Maakeral?»

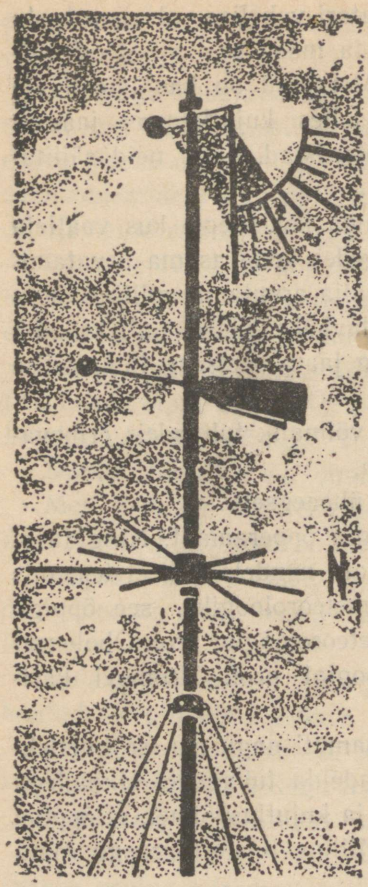
Samuti tahaksin, et lugejad kujutaksid endale ette seda planetaarset tuhandesilmalist kõikjalolevat inimest, kes oskab vaadelda oma planeeti nii, nagu seda kunagi ei suudaks vaadelda üksik väike kahesilmaline inimene.

Ning võib-olla siis see lihtne jutustus näitab veel kord lugejatele, kui palju suudavad teha inimesed, kui nad leiavad ühise nimetaja — ühise seisukoha — ning liidavad just nagu tuhandeid murdusid oma tuhanded pingutused.

Vaatleja läheb vaatlusväljakule.

Varajane hommik. Kell näitab 6. 30.

Vaatleja läheb vaatlusväljakule. Käes on tal pliiats ja vihik vaatluste sissekandmiseks.



Tuulelipp.

Väljas on kas selge ilm või kallab vihma, kas pole tuulehõngugi või murrab maru puudelt oksi.

Vaatleja ei oota, kuni tuul vaikib või lakkab sadu. Mingisugune torm ei tule arvesse.

Täpselt kell 6.30 läheb vaatleja vaatlusväljakule.

Juhtub ka nii, et mitte tuul, vaid plahvatuslaine paiskab vaatleja jalust maha. Vastu katuseid ja seinu ei löö mitte vee-, vaid terasevaling.

Kuid ikkagi täpselt kell 6.30 läheb vaatleja vaatlusväljakule.

Nii juhtus ümberpiiratud Leningradis.

Sadama meteoroloogiajaamas läbistasid mürsukillud tuulelipu raudplaadi. Hoonel lendasid uksed välja, varisesid seinad ja purunesid laed.

Töötamine näis olevat kujutletamatu, kuid vaatlejad jätkasid tööd.

Hüdrometeoroloogiajaama töö käib niihästi rahu- kui ka sõjapäevil täpselt ja häireteta.

Vaat, kellelt tuleb õppida täpsust!

Kella 6.30 kuni 6.38 teeb vaatleja väljakul ringkäigu ja kontrollib, kas mõõteriistad on korras, kas pole nendega juhtunud midagi ebameeldivat.

Enne kui tegelda maapealse ilmaga, tutvub vaatleja maa-aluse ilmaga pikkade maast väljaulatuvate pinnase-termomeetrite abil. On ka niisuguseid termomeetreid, mis lamavad maa peal; nende ülesandeks on temperatuuri mõõtmine maapinnal.

Sest meie jalgade juures ja meie nina kõrgusel ei ole ilm hoopiski üks ja seesama. Madalal võib olla tunduvalt soojem või külmem kui meetri võrra kõrgemal.

Igaüks on kuulnud väljendust «töötav hobune». Aga kas te olete kuulnud «töötavast pinnasest»?

See on pinnas, kus toimub meile nähtamatu seemnete idanemise töö, kus taime juured hargnedes hangivad endale toitu ja niiskust.

Kas teral on pinnases soe või külm? Seda on tarvis teada põldude inseneridel — agronoomidel. Agronoomide pärast vaatleja vestlebki igal hommikul pinnase-termomeetriga.

Ent see jutuajamine on tunduvalt lühem kui minu vestlus temast. Minuti pärast ei vaata vaatleja enam oma jalgade ette, vaid otse kaugusse. Tal on tarvis hoolitseda ka lendurite eest. Milline on täna nähtavus? Nähtavus on halb — kaks palli.

Aga tuul? Mida teeb Nähtamatu? Nähtamatu meeleolust on huvitatud nii lendurid, meremehed kui ka kahurväelased polügoonil.

Vaatleja astub tuulelipu kõrge posti juurde ja kallutab pea tahapoole. Seal ülal, posti tipus on horisontaalasendis kaheksasse ilmakaarde suunatud kaheksa varba. Ühele neist on kinnitatud raudne täht N, mis tähendab põhjakaart. Varbade kohal asetseb suunanäitaja.

Tuul-nähtamatu mängib suunanäitajaga, tiirutab seda, pöörates kord itta, kord kagusse. Vaatleja aga märgib: lääne- kuni loodetuul.

Kuid Nähtamatul on siin ka teine mängukann — kõikuv raudplaat. Nähtamatu tõstab plaadi üles ja laseb alla. Mida suurem on tema jõud, seda kõrgemale tõuseb plaat, libisedes piki raudskaalat. Nähtamatu kõneleb vaatlejaga liigutuste varal. Vaatlejale on see liigutuste keel arusaadavam kui sõnade keel. Plaat tõusis kolmanda pulgani, tähendab tuule kiirus on 6 meetrit sekundis.

Pärast vestlust tuulega algab vestlus pilvedega.

Vaatleja vaatab küsivalt taevast. Kuipalju on pilvi? Millised nad on? Missugusel kõrgusel?

Kelle eest hoolitseb ta seekord? Loomulikult jällegi lendurite eest. Kui pilvine lagi asetseb kolmesaja meetri kõrgusel, siis võib veel lennata. Kui aga lagi on laskunud saja meetrini või madalamale, tuleb istuda õhumere ääres ja oodata ilma.

Ent vaadeldes pilvi ei mõtle vaatleja mitte ainult lenduritest. Ta mõtleb oma lähematest seltsimeestest — sünoptikutest, kes ennustavad ilma.

Sest prognoosiks, ilma ennustamiseks, ei ole hoopiski mitte ükskõik, kuidas taevas välja näeb.

Vilunud sünoptik loeb taevast nagu raamatut. Kui hommikul hakkavad valgetelt pilvepeenardelt ülespoole kasvama hambad ja tornikesed ning kui see õhulinn muudab kiiresti oma kontuure, siis mõtleb sünoptik: «Aga kas ei tule täna äikest?»

Kui aga pilved on mööda taevast laiali paisatud nagu suured rannakivid vee ääres ja nende kivide keskel paistab — nagu vesi — helesinine taevas, ütleb sünoptik: «Niisugused pilved vihma ei anna.»

Meile ja teile on pilved niisama head nagu kirjatähed kirjaoskamatule. Vaevaga eraldame üht taeva kirjatähte teisest.

Ent inimene, kes tunneb taeva kirja, ütleb teile kohe, et need niidikujulised pilved on kiud-kihtpilved, aga nood tornikesekujulised on kõrg-rünkpilved.

Kui meilt küsitakse ühe või teise pilve kõrgust, siis arvatavasti vastame: «Aga kes seda teab! Taevast ei jõua mõõta.»

Kuid esitage see küsimus kirjaoskajale inimesele — meteoroloogile — ning ta vastab teile täpselt: need kiud-kihtpilved ujuvad rohkem kui kuue kilomeetri kõrgusel, need kiht-sajupilved aga on palju madalamal, nendeni ei ole kahtegi kilomeetrit.

Me oleme korduvalt näinud, kuidas horisondil kasvavad rünkpilved ülespoole. Ometi ei ole tulnud meil pähe küsida: mispärast on rünkpilved altpoolt tasased ja algavad kõik ühelt kõrguselt, nende tipud aga kerkivad sammastena, kuplitena? Kes ehitab neid taevas? Missugune jõud sunnib neid kasvama ikka kõrgemale ja kõrgemale?

Ent taeva kirja tundjale — meteoroloogile — on see kõik arusaadav. Tema teab, et soe õhk tõuseb kuuma suvise päikese poolt soojendatud maapinnalt hiiglamullidena ülespoole.

Ülal on aga külm. Jõudes selle kõrguseni hakkab sooja õhu poolt kantud nähtamatu aur tihenema piiskadeks: seepärast ongi rünkpilvedel tasased alused. Nagu aur ümber hobuse, nõnda keerleb niiskus taevas, tähistades Nähtamatu teed.

Üha kõrgemale tõusevad valged keerised — üha kõrgemale ronib Nähtamatu. Valged kuplid ja tornid aina kasvavad. Ning kõige kõrgema torni tipust sirutub välja läänest itta pikk valge riba. See tähendab, et Nähtamatu, jõudes selle kõrguseni, lakkas liikumast ülespoole ning pöördus itta.

Nõnda näeb meteoroloogi arusaav silm taevast hoopis teisiti kui selle silm, kes taevast ei tunne.

Üksnes luuletajat võib õpetlasega võrrelda vaatlemisoskuses ja silma teravuses.

Baratõnski kirjutas:

Kaunis rahe vahel alla voolab
Lendvailt pilvedelt,
Teda tuul kui ainult riivab,
Kaob ta jäljetult..

Teaduse keeles sellised hammastega ja tornikestega linnakujulised pilved kannavad nimetust *Altocumulus castellatus*, mis tähendab tornikujulised kõrg-rünkpilved.

Luuletajale, samuti nagu õpetlaselegi, ei ole kõik tähed ega kõik pilved ühte nägu.

Kuid luuletaja võib alles siis õppida lugema taeva raamatut, kui ta valdab teadust. Ainult teadus võib õelda inimesele: just need hambakesed ja tornikesed pilvedel ennustavad vihmavalingut.

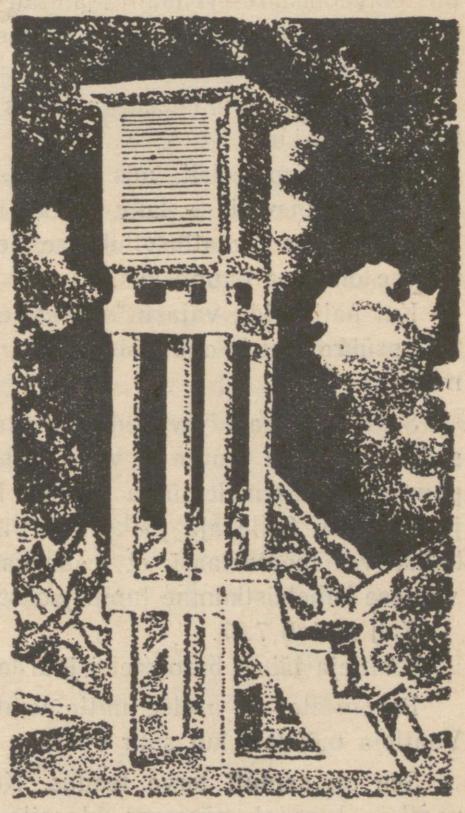
Niisiis vaatleja vaatab pilvi. Neid on palju: ühed on läänes, teised idas, ühed kõrgemal, teised madalamal. Kuid vaatleja haarab nad kõik just nagu hiiglane kaenlasse — muidugi mõttes — ja kogub kokku, et otsustada, missugust osa taevast nad katavad.

Vahepeal läheneb aga kellaosuti seitsmendale tunnile.

Täpselt kell 7.00 astub vaatleja «jalakestel seisva onnikese» — neljal jalal seisva valge puuonni juurde.

See on temperatuuri ja niiskust jälgivate mõõteriistade majake. Väliselt vaadates ei ole temas midagi eriti keerulist. Kuid teda välja mõelda ei olnud lihtne. Ta tuli valmistada kinnisena, nii et ta kaitseks mõõteriistu vihma ja lume, tuulepuhangute ja otseste päikesekiirte eest. Samal ajal aga tuli ta valmistada lahtisena, et õhk temasse vabalt sisse pääseks. Mõõteriistad tuli ju selleks paigutada majakesse, et nad mõõdaksid välisõhu temperatuuri ja niiskust. Ent kuidas valmistada majake, mis on samal ajal lahtine ja kinnine?

Siin saab olla ainult üks lahendus: ehitada seinad sõelakujulised — kaldliistudest ža-



Majake mõõteriistade jaoks — psühromeetri onn.

lusiiga raamidest. Õhk läbib sõela, päikesekiired aga mitte, sest vastu liiste põrgates nad peegelduvad tagasi.

Selles onnis ei ole midagi juhuslikku. Kõik on läbi mõeldud ja kõigel on oma mõte.

Milleks on tal jalad?

Selleks, et altpoolt ei valguks sisse vesi ega mataks teda lumi.

Miks on ta valge?

Kaitseks päikesekiirte eest.

Trepike ta ees on aga selleks, et vaatleja saaks kõrgemale tõusta ja vaadata ta sisemusse.

Onni nimetatakse psühromeetri onniks temas eluneva psühromeetri järgi. Psühromeeter aga ise kujutab endast mõõteriista, mis koosneb kahest ühisele statiivile kinnitatud termomeetrist.

Vasak termomeeter on kuiv, paremal asetseval termomeetril aga on elavhõbedareservuaar mähitud batistribasse, mille ots ulatub veeklaasi ja hoiab reservuaari ümber oleva batisti märjana.

Milleks on see vajalik?

Selleks, et termomeetriga oleks võimalik mõõta peale temperatuuri ka niiskust.

Kaks termomeetrit, mis sarnanevad teineteisega nagu kaksikud, näitavad erinevalt — kuiv näitab rohkem, märg vähem. Kandnud lugemite vahed vaatlusvihikusse, leiab vaatleja hiljem tabeli järgi, milline on täna õhuniiskus.

Kui palju ridu vajasin selleks, et jutustada, kuidas vaatleja vaatas psühromeetri onni sisemusse, milleks tal kulus ainult kaks minutit!

Seni, kui ma kõike seda jutustasin, jõudis vaatleja juba minna sademetemõõtja juurde ja võtta tulba otsast anuma sademetega ning panna selle asemele tühja anuma. Ning see pole veel kõik, mida ta jõudis teha. Selle aja jooksul ta viis anuma vaatlusjaama ruumi ja kallas vee mõõteklaasi, et teada saada, kuipalju vihma on sadanud viimase kaheteistkümne tunni jooksul.

Kell näitab 7.07.

Vaatleja läheb baromeetri juurde.

Baromeeter ei asetse mitte vaatlusväljakul, vaid jaama ruumis. Vaatleja mõõdab, kui suur on täna õhurõhk.

See on samuti terve teadus. Kui aga jutustada täpselt, kuidas vaatleja koputab sõrmega klaasile, kuidas ta seab nooniuse (abimõõteriist kümnendikkude millimeetrite lugemiseks) skaalat, kuidas

ta lõppeks asub õhurõhu lugemisele, siis seda üksikasjaliselt edasi andes ma ei jõuaks kunagi oma jutustuse lõpuni.

Sest ilma selletagi veereb mu jutt aeglaselt ja venivalt, kuna tegelikult kõik see toimub kiiresti, minutite jooksul.

Aga kuidas olekski teisiti võimalik? Sest iga minut on siin kallis.

Meenutagem kas või torme. Kui «tema kõrgus» Ilm pole tujus, kui väljas on äike või tuisk, tugev tuul või udu, siis vaatleja ei arvesta mingisuguseid vaatlustähtaegu, vaid saadab mistahes ajal, päeval või öösel, viivitamatult telefoni või telegraafi kaudu tormihoiatuse kõigile, kellele vaja:

«Storm Leningrad Pogoda Koopia Moskva Pogoda Koopia Petrozavodsk Pogoda rahe algas 9.45 tuul NE 20 meetrit sekundis, nähtavus 10 meetrit...»

Niisugune telegramm jõuab juba mõne minuti pärast Ilmabüroo lauale.

Seal aga on seinal telefonide nimestik. Selles nimestikus on näidatud, keda ja mille eest on tarvis hoiatada.

Laevastikku tuleb hoiatada tormi, kolhoose — öökülmade, telegraafi ja trammi — jäite, raudteed — lumesaju ja tuisu eest.

Mõnikord ei olegi tormi ette näha. Telegrammis aga seisab sõna «Storm». Nõnda on viisiks tollest ajast alates, kui meteoroloogia oli veel meremeeste teadus ja kui tormihoiatusi anti ainult laevastikule.

Endine sõna jäi, kuid tema mõiste on nüüd laiem. Põlluharijaile ei ole ju öökülm vähem ohtlik kui torm meremehele.

Telegramm on saabunud. Valvekorra-ametnik haarab telefonitoru. Mööda telefonijuhtmeid jooksevad kõikjale ärevad teated.

Ning kohe kaetakse sovhoosis peenrad õlgedega kinni. Raudteel korrastatakse lumepuhastajaid. Kalurite asulas lükatakse kalapargaste mereleminek edasi.

Mõne hetkega läbib maad otsekui närvivool: vaatlejailt Ilmabüroosse, Ilmabüroost aga inimestele, kes töötavad sovhoosides ja kolhoosides, raudteel ja aerodroomidel, sadamas ja telegraafis, trammiliinil ja automagistraalis.

Hüdrometeoroloogiateenistus on nagu hiiglavalvur, kellel on tuhanded silmad. Valvur märkab ohtu ja hoiatab selle eest maad.

Teated jooksevad.

Torme ja tuiske ei esine iga päev ega iga tund.

Kõige sagedamini on vaatlejal jaamas tegemist tavalise, mitte just

väga määratseva ilmaga. Sellest hoolimata, pöördudes tagasi vaatlusjaama pärast ringkäiku vaatlusväljakul, püüab ta mitte ühtki sekundit asjata kaotada. Tal on ju veel palju tööd ees.

Esimeseks kohustuseks on paranduste tegemine kõigile vaatlustele, millede tulemused ta märkis oma vihikusse. Parandusi aga on palju. Üksnes baromeetri jaoks on neid peaaegu neli kuni viis. Baromeeter näitas 740 millimeetrit. Kuid ta valetas neli korda. Ta näitas 0,2 millimeetri võrra vähem kui tema tähtis sugulane — normaalbaromeeter Geofüüsika Peaobservatooriumis. Teist korda ta valetas 2 millimeetri võrra seetõttu, et jaamas ei olnud mitte null kraadi, vaid 16,5 kraadi sooja. Kolmandat korda tegi ta seda raskustungi tõttu 0,7 millimeetri ulatuses. Ning lõppeks näitas ta koha kõrguse tõttu tervelt 14,7 millimeetri võrra vähem, sest jaam ei asetse mitte merepinnal, vaid saja viiekümne meetri kõrguse mäe otsas.

Selle asemel, et vastata ainult sellele küsimusele, mis baromeetrile oli esitatud, kõneles ta palju liigset. Ta ütles, kus ta asetseb, millisel kõrgusel ja laiusel, ning kas seal on soe või külm.

Kuid kokkuvõttes näitas see lobisev baromeeter 740 millimeetrit, kuna õhurõhk pärast kõiki neid parandusi osutus tegelikult võrdseks 753,6 millimeetriga.

Jällegi jään ma vaatlejast maha. Ta on teinud juba ammu kõik parandused ja koostab praegu telegrammi Ilmabüroole üleandmiseks. Mina aga jutustan ikka veel baromeetrist.

Kuidas koostab vaatleja telegrammi?

Võib-olla kirjutab ta sõnadega? Näiteks:

«Meteoroloogiline punkt Vaatluse aeg kell 14 punkt Madalal rebitud sajupilved koma keskmisel kõrgusel kiht-sajupilved koma nõrk vihm nähtavus 4—10 palli pilvede kõrgus 300 meetrit kagutuul tuule tugevus 1 pall...»

Ei, kui vaatleja oleks kirjutanud telegrammi sõnadega, tal läinuks tarvis sadasid sõnu.

Kui palju kalleid minuteid kuluks tal kirjutamiseks ja üleandmiseks! Aga ta ei ole ju ainuke. Kogu maal on mitu tuhat jaama. Ning kui igaüks neist annaks neli korda ööpäevas mitusada sõna üle, siis oleksid kõik maa telefoni- ja telegraafiliinid peaaegu tervenisti kinni ilmaga ja millestki muust ei saakski kõnelda. Isegi šifreeritud kujul moodustavad ilmatelegrammid päevas seitsmesaja-leheküljelise köite! Ent kui neid kirjutataks sõnadega, saaks sadasid köiteid.

Oleks siis sellest veel mingit kasu! Kuid selles asi seisnebki, et

sellel sõnade uputusel pole mingit mõtet. Miljonite sõnade kirjutamiseks, üleandmiseks ja vastuvõtmiseks kuluks nii palju tunde, et sünoptikutel ei jääks enam aega prognooside jaoks. Sest vaatlused ei ole mitte eesmärk, vaid abinõu.

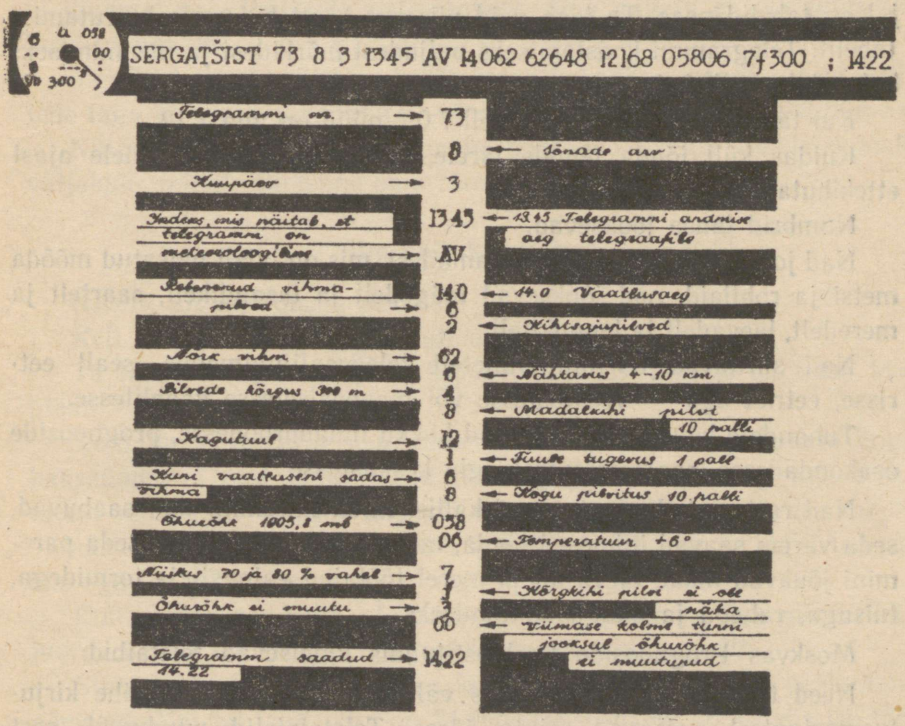
Tuhandete jaamade vaatlused on vajalikud selleks, et Ilmabüroo sünoptikud võiksid näha, missugune ilm on täna Maakeral ja milline ta tuleb homme.

Kui vaatlused anda edasi sõnadega, siis kuluks selleks terve tänane päev. Saabub homme. Aga homme pole enam mõtet tegelda selle ennustamisega, mis juba on toimunud.

Sünoptik-ennustaja elab tulevikus. Ta käib aja ees, ta ennetab selle. Ta jõuab ilmast ette, mis liigub mõnikord mööda maad kiirrongist kiiremini.

Ning siin selgub, et meie vana harjunud kõnelemisviis ei kõlba, kui on tarvis ajast ette jõuda.

Kuid sõnadel on ka veel teine puudus. Kogu maailmas jälgivad



Meteoroloogiline telegramm.

vaatlejad ilma. Nad kõnelevad sadasid erinevaid keeli, ometi on neil tarvis üksteisest aru saada.

Tähendab, on vajalik mingi uus, väga kokkusurutud, lühike ja kõigile arusaadav keel.

Niisuguses keeles koostabki vaatleja telegrammi.

Tähtede asemel on siin numbrid. Numbrid on kõigis keeltes ühesugused. Ning iga number ei ole mitte ainult täht ega sõna, vaid terve keeruline mõiste. Numbri mõte muutub selle järgi, millisel kohal ta asetseb.

Näiteks tähendab pärast tähti AV neljandal kohal asetsev 6 madalpilvi, ja nimelt madalaid rebitud halva ilma pilvi.

Kohe 6 järel seisab 2. Ta seisab keskmise kõrgusega pilvede kohal ja kõneleb, et täna on keskmise kõrgusega pilvede tasemel taevas kaetud tihedate kiht-sajupilvedega.

Vaatleja kannab kiiresti numbri numbri järel telegrammi. Et tõlkida sõnade keelt märkide keelde — ilma keelde —, tuleks meil teiega iga minut vaadata tabelitesse, mida selleks tarvitatakse. Kuid vaatlejal on tabelid peas. Ta teab neid niisama hästi kui meie korrutamistabelit. Telegrammi koostamiseks paljudest märkidest ja üleandmiseks kulub tal ainult kolm minutit.

Kui ta algas seda tööd, oli kell 7.09, nüüd on aga 7.12.

Kuidas küll jõuda temale järele, sellele kiirkäijale, sellele ajast ettekihutajale!

Numbrid lausa jooksevad.

Nad jooksevad tuhandetest jaamadest, mis on laiali paisatud mööda metsi ja rohtlaid, nad jooksevad mägedelt ja tasandikelt, saartelt ja meredelt, laevadelt ja lennukitelt.

Nad siirduvad telefonijuhtmetelt telegraafijuhtmetele, sealt eetrisse, eetrist aga — veealustesse või maapealsetesse kaablitesse.

Tuhandete kaupa voolavad nad kokku ilmabüroodesse, prognooside osakondadesse, raadiometeoroloogia keskustesse...

Nad ruttavad. Iga minut on kallis. Mida kiiremini nad saabuvad, seda varem saavad inimesed teada, mis neid homme ootab, seda paremini jõuavad maal, taeva all ja merel töötajad valmistuda tormidega, tuisuga, rahega ja uduga kohtumiseks.

Moskvas Prognooside Keskinstituudis klõbisevad teletaibid.

Need telegraafiaparaadid, mis väliselt erinevad väga vähe kirjutusmasinatest, seisavad seinte ääres. Teletaipistid puuduvad, sest masinad töötavad inimabita. Nad ise tipivad kiiresti numbreid paberi-

lintidele. Võiks arvata, et nähtamatud sõrmed jooksevad mööda klahve...

Kogu ööpäeva, hommikust hommikuni, klõbisevad masinad. Toas on ka inimesi. Need on dispetšerid, kelle ülesandeks on töö vastuvõtmine masinatelt. Rebinud lindi küljest tüki, millel on jaama teade, teeb dispetšer märkme oma päevikusse ja viskab lindi konveierile. Hetke pärast on lint juba alumisel korrusel.

Naabertoas aga istuvad radistid kuuldeklappidega ja võtavad kaugelt teateid vastu: Alma-Atast ja Habarovskist, Dicksoni saarelt, Londonist, Pariisist, Kairost...

Kuid pidage! Oma kiirkäijatest kangelasi rutuga taga ajades unustasin rääkida väga tähtsatest ja vajalikkudest asjadest. Ma ei öelnud seda, kuidas vaatlejad jälgivad ilma tema enda «valdusaladel» — kõrgel maa kohal asetsevas õhus. Ma ei kõnelnud ka sellest, kuidas vaadeldakse jõgede ja järvede, merehoovuste, tõusude ja mõõnade elu, jää käitumist ookeanis ja lumikatet mandril.

Isegi selles jaamas, kus me nii kaua kõndisime mööda väljakut, ei jõudnud me silmitseda palju sellest, ilma milleta ei saa jutustust kuidagi jätkata.

Me oleme jõudnud kõige huvitavama kohani — nende usteni, millede taga töötavad sünoptikud — inimesed, kes elavad homses päevas.

Ning meil tuleb tahes-tahtmata pöörduda tagasi tollele samale väljakule, millelt algasime oma rännakut.

Ilm õpib kirjutama.

Niisiis, algame otsast peale.

Kell 6.30 läheb vaatleja vaatlusväljakule.

Ta läheb sinna neli korda ööpäeva jooksul. Selline on tema tööplaan.

Kuid ilm ei arvesta seda plaani, ta töötab vahet pidamata kogu kakskümmend neli tundi. Teda tuleks jälgida kogu aeg, aga mitte ainult mõnikord. Võtame kas või rõhumise. Tarvis on teada, kas ta viimaste tundide jooksul langes või tõusis. Võib-olla ta algul langes, siis aga püsis või vastupidi.

Ent kuidas vaadelda pidevalt? Ei saa ju ometi iga mõõteriista juurde panna valvurit ja neid vahetada nagu valvepostil.

Siin on ainult üks väljapääs: korraldada nii, et ilm ise peaks oma päevikut. Kui tal kord juba on 24-tunnine tööpäev, las ta siis ise töötab jaamas alalise vaatlejana. Las toimetab ja kannab sisse vaatlusi!

Kui me kirjutame, siis võtame sule kätte.

Ent kuidas anda sulg õhu-nähtamatu kätte? Sest käsi tal ju ei ole.

Talle võib aga valmistada kunstliku käe.

Las ta rõhub elastset terasvedruga karpi nagu lihast. Liigutagu see lihas hoobasid nagu sõrmi. Sõrmed aga hoidku sulge.

Küllalt sellest, kui õhk tugevamini rõhub — sulg läheb kohe ülespoole. Vähendab aga õhk rõhumist, siis veab ka sulg joone allapoole.

Kuid rõhu käiku ei tule registreerida mitte juhuslikult, vaid täpselt kella järgi.

Kuidas aga saab ilma sundida kella vaatama?

Kell võib ise abiks olla. Võib korraldada nii, et ta õigeaegselt seab paberit sule alla.

Selleks on tarvis aegsasti märkida paberilindile tunnid ja päevad ning mähkida see lint trumli ümber. Kellamehhanism pöörab trumlit ning sulg registreerib rõhumist pidevalt minutist minutisse ja tunnist tundi. Kui meie kirjutame, siis liigub sulg mööda paberit piki joont, siin aga liigub paber sule all.

Nõnda võib ilma õpetada kirjutama. Kirjaoskaja ilm aga võib registreerida peale õhurõhu ka niiskust, temperatuuri ja sademeid.

Niiskuse registreerimiseks tuleb elastse karbi asemel võtta juuksekimp, mis muutub kord pikemaks, kord jälle lühemaks, olenedes sellest, kas ilm on niiske või kuiv. Lühenedes tõmbab juuksekimp hoovakest, pikenedes aga lõdvendab. Hoovake paneb liikuma sule.

Selgub, et ilma on võib-olla isegi kergem kirjutama õpetada kui laiska kooliõpilast.

Lumi võib kirjutada, surudes oma raskusega kaalu, vihm aga — tõstes või alla lastes ujukit. Kuumus ja külm võivad kokku suruda ja välja venitada kahest eri metallist koosnevat plaati — üks neist paisub soojuse käes rohkem, teine vähem. See asjaolu aga sunnib plaati kõverduma ja pöörama tema otsa kinnitatud hoovakest.

Päikest võib samuti käskida oma tööleilmumist üles märkida. Selleks on tarvis ainult seada päikesekiirte teele süüteklaas. Hele täpike põletab lindile musta suitseva viiru. Lint tuleb aga jagada tundideks, et teada saada, millal päike paistis ja millal ta kattus pilvedega.

Tähendab, jaamas võivad loodusjõud ise abistada vaatlejat. Ning loodusjõud teevad oma tööd hoolsasti. Taevas ise registreerib, kui palju ta annab Maale valgust. Maa aga samuti peab arvet oma nähtamatu tumeda kiirguse üle, mida ta öösiti saadab tagasi maailmaruumi.

Mõõteriistad mõõdavad seda, mida ei võiks kinni püüda ka kõige teravam silm ja kõige terasem kõrv.

On koguni nii tundlikke mõõteriistu, milledele vaatleja kardab läheneda ja peidab end nende eest, eriti kui ta on valges riietuses. Valgeilt rõivailt langeb peegelduv valgus mõõteriistale ja sunnib tema tundliku väriseva osuti kõrvale kalduma.

Kolmas mõõde.

Tuhandete silmadega ja tuhandete mõõteriistadega, mis on teravamad kui silm, jälgivad inimesed ilma iga sammu.

Kuid see, mida nad näevad, on ainult tema jalajäljed.

Vaatleja oma vaatlusväljakul sarnaneb keldrielanikuga, kes ei näe keldri aknast midagi peale jalgade ja peab möödujate üle otsustama nende jalanõude järgi.

Meteoroloogiline onn ulatub maapinnast vaevalt kahe meetri kõrgusele, tuulelipp — mõned meetrid kõrgemale.

Aga kuidas näeb ilm välja kolme või viie kilomeetri kõrgusel?

Milliseid teid mööda liigub õhk seal? Missugused pilved on nende pilvede kohal, mida näeme maapinnalt?

Seal ülal kulgevad õhulaevade teed.

Kui lendur valmistub teeleminekuks, on tarvis anda talle läbilõige õhuookeanist, näidata, milliseid pilvi ta kohtab ja missugusel kõrgusel, kus teda ähvardab jäästumine ja kus teda ootavad vihm, äikeseudud.

Lendurile tuleb jutustada, kus ja millised tuuled puhuvad. Maa lähedal võib-olla on üks tuul, kõrgemal aga teine. Kui lendur seda kõike teab, siis oskab ta paremini valida kõrgust, et mitte raisata asjata kütust, vaid lennata pärituulega.

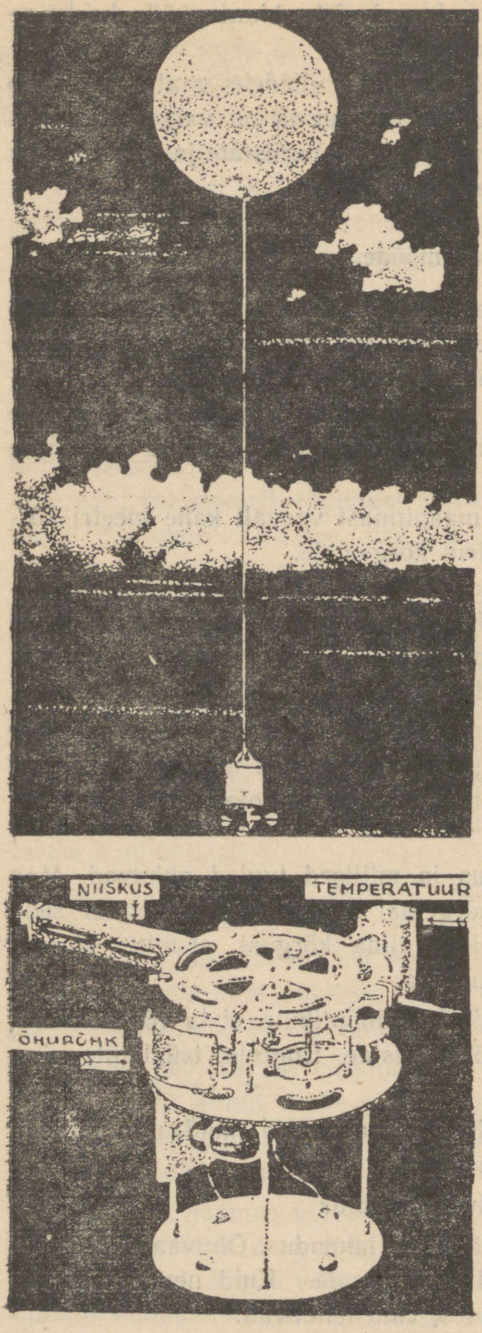
Atmosfääri läbilõige on vajalik ka sünoptikule, et ta võiks kindlamini otsustada homse ilma ja õhumasside, frontide, tsüklonite ning antitsüklonite liikumise üle.

Aga kuidas lõigata atmosfääri ülalt alla läbi, kuidas ja millega kompida päevast päeva tema massiivi?

Kas mitte asutada selleks pilvede jaamu?

Sellele leiti siiski vähem fantastiline lahendus. Õhuvaatluste jaoks ehitatakse aeroloogilised jaamad maa peale. Kuid nende jaamade mõõteriistad ei asetse mitte onnides, vaid lendavad.

Mõõteriistad tungivad taevasse kõigil võimalikel viisidel — lennu-



Raadiosond.

kitel, aerostaatidel ja substratostaatidel. Nad ei põlga ka laste õhupalle ega isegi lohesid.

Kui meteoroloogid saaksid, kinnitaksid nad oma mõõteriistad linnulegi sappa!

Kuidas siis mõõteriistad teatavad vaatlejatele sellest, mida nad näevad ülal?

Ma juba jutustasin sellest, kuidas kõneleb vaatlejatega raadiosond.

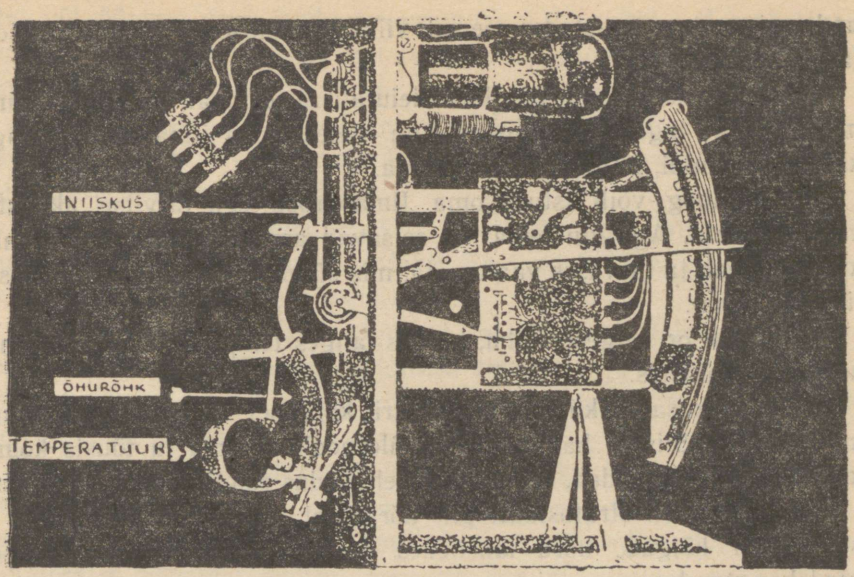
Vaatleja istub jaamas, tema ees laual matsatab heledalt ja krooksub kõvasti valjuhääldaja. Kogenematu inimene ei saaks aru sellest kummalisest saatest. Kas mitte konn ei esine soologa mikrofoni ees?

Kuid vaatleja kõrv püüab ilma vaevata kinni sellest konnalaulust pikad ja lühikesed helid — Morse'i tähestiku punktid ja kriipsud.

Raadiosond eemaldub üha kaugemale ja kaugemale. Ta on juba stratosfääris, kuid ta hääl on maa peal selgesti kuuldav.

Kui hoida käes raadiosondi, siis on raske uskuda, et see on omaette meteoroloogiajaam.

Kui palju oli tarvis leidlikkust, et teda ehitada! Kõik mõõteriistad on siin tehtud väga lihtsatena ja kergetena.



Raadiosondi karbis asetsevad meteoroloogilised mõõteriistad ja raadiosaatja.

Baromeetriks on väike metallkarbike, mida surub õhk. Termomeeter kujutab endast kahest metallist koosnevat painutatud plaadikest. Hüdromeetriks on juus, mis kord pikeneb, kord jälle lüheneb, olenedes sellest, kas õhk on niiske või kuiv. Mõõteriistad panevad suled liikuma. Kuid need suled ei kirjuta, vaid libisevad mööda kammi piisid, mis lülitab saatjat sisse ja välja.

Väike lendav jaam läheb ikka kõrgemale ja kõrgemale, sondeerides ja uurides atmosfääri. Seepärast teda nimetataksegi raadiosondiks. Ent temagi ei või minna lõpmatult kaugele ülespoole.

Ülal on rõhk väiksem kui all. Gaas pallis paisub ja venitab kesta pingule. Kest lõhkeb.

Kuid meteoroloog ei kurda — avarii oli tal varem ette nähtud. Siin on õigustatud kõnekäänd: «Teadnuks, kus kukkuda, oleks põhud alla laotanud.» Ainult käesoleval juhul ei kasutata piloodi päästmiseks mitte vanaaegset põhku, vaid moodsat langevarju.

Karbike mõõteriistadega laskub langevarjuga alla ja langeb rohule või takerdub kusagil metsas oksale. Sealt leiab ta mõni karjane või metsas seeni korjav lastejõuk.

Lapsed silmitsevad huviga oma leidu. Nad avastavad teate jaama

aadressiga ning, unustades seened, viivad raadiosondi lähemasse sidejaoskonda...

Esimene raadiosond maailmas leiutati meie maal üheksateistkümmend aastat tagasi. Praegu aga on meteoroloog ilma temata nagu käteta, pigemini, nagu ilma silmadeta.

Meteoroloog võib istuda oma Ilmabüroos ega tarvitse aknastki välja vaadata. Aga kui tema ees seisavad aeroloogiajaamade graafikud, siis teab ta taevasse vaatamata, mis sünnib õhus Moskva ja teiste linnade kohal.

Graafikul on selgesti näha, kuidas langes temperatuur raadiosondi kõrgemale tõustes.

Näiteks kusagil kümne kilomeetri kõrgusel langes temperatuur kuni — 54°. Siis ta hakkas uuesti ülespoole ronima ja tõusis kolme kraadi võrra. Tähendab, sellel kõrgusel siirdus raadiosond stratosfääri.

Enne seda oli stratosfääri piir kõrgemal. Graafikud kõnelevad, et stratosfäär kõigub, kord lähenedes maale külmemaks muutumisel, kord kaugenedes.

Kuid raadiosond ei näe kõike. Ta ei suuda kindlaks teha, millised on kõrgel asetsevad pilved ja kui palju neid on, kas nad on ohtlikud või ohutud, kas nad ähvardavad lennukit jäästumisega.

Raadiosond ei suuda mõõta tuule kiirust ja suunda.

Et teada saada, milline on kõrgel valitsev tuul, saadetakse õhureisule pilootpallid.

Pall kihutab otsekui ujuk mööda õhuvoolu. All aga jälgivad teda kaks vaatlejat läbi nurgamõõtmise riista — teodoliidi — pikksilmade.

Pall kadus silmist. Vaatlejad asuvad arvutamisele. Teades mõlema teodoliidi vahelist kaugust ja nurki, millede all oli palli näha, pole raske kindlaks määrata, kus asetseb pall, ja kanda planšetile tema tee.

Juhtub, et pilootpall kaob udusse või läheb pilve taha.

Kuidas siis toimida?

Siin aitab raadiolokaator.

Raadiolokaatorist jutustatakse imesid. Sõja ajal aitas ta meid vaenlastega sõdida. Raadiolokaatori abil oli võimalik ülalt läbi paksu pilvekihi näha maad.

Ekraanile tekkis maastiku helendav kujutis, kus linnad paistsid eredate täppidena ja kingud ning järved tumedate kontuuridena. Merel olid saared ja laevade karavanid heledate täppidena nähtavad.

Lendurid kasutasid raadiolokaatorit lendudeks pilvedes ja sihitavaks pommiheitmiseks. Seniitsuurtükiväelased avastasid pealpool

pilvi või ööpimeduses lendavad vaenulikud lennukid. Mereväelased suunasid relvad udusse peidetud laevadele. Suurtükiväelased otsisid mürskude trajektooride järgi üles vaenlaste suurtükid.

Kuid juba aasta enne seda, kui raadiolokaator hakkas sõdima võitlusväljadel, kasutati teda meil Aeroloogia Keskobservatooriumis pilvedetaguse tuule määramiseks.

Ma nägin, kuidas seda tehakse. Palli alla riputatakse nööri abil traatristmik. Pall lastakse käest lahti. Ta lendab öötsudes põldude ja metsade kohal ning kaob pilvede taha.

Alt aga saadetakse talle võimsast saatejaamast järele ultralühikesed raadiolained. Need peegelduvad ristmikus ja jooksevad tagasi just nagu kaja. Teades nende kiirust ja liikumise aega, on võimalik määrata palli kaugust.

Saatja asetseb pöörlevas kabiinis, mille katusele on paigutatud võrejale mastile antennid. Sees, juhipuldi juures, seisab masinist mõõtmisaparaatide ja aknakeste ees, millede taga põlevad raadiolambid.

Pöörates käepidet pöörab masinist kabiini, sihtides seda nähtamatule märklauale — pallile, mis lendab kusagil pilvede taga.

Vaadates aknasse te näete, kuidas ujuvad teie ümber metsad ja põllud, sest see kabiin pöörleb telje ümber.

Et raadiolained tabaksid palli ja peegelduksid tema ristmikult, on tarvis, et lainete kimp oleks väga võimas. Raadiolokaatori jaoks tuleks ehitada peaaegu Dneproges [1], kui saatja töötaks pidevalt.

Kuid tegelikult kestab iga tema impulss, iga «raadiolask» ainult mikrosekundi — miljondiku osa sekundist. Ning seepärast piisab isegi tuhande niisuguse «lasu» jaoks sekundis sellest väikesest välielektrijaamast, mis töötab lagendikul kõrvuti saatjaga.

Raadiolained tabavad palli, peegelduvad ristmikult ja tulevad tagasi vastuvõtjasse. Tavalises vastuvõtjas panevad raadiolained valjuhääldaja membraani helisema. Siin aga sunnivad nad ekraanil paremale ja vasakule jooksvat valguslaiku ülespoole hüplema.

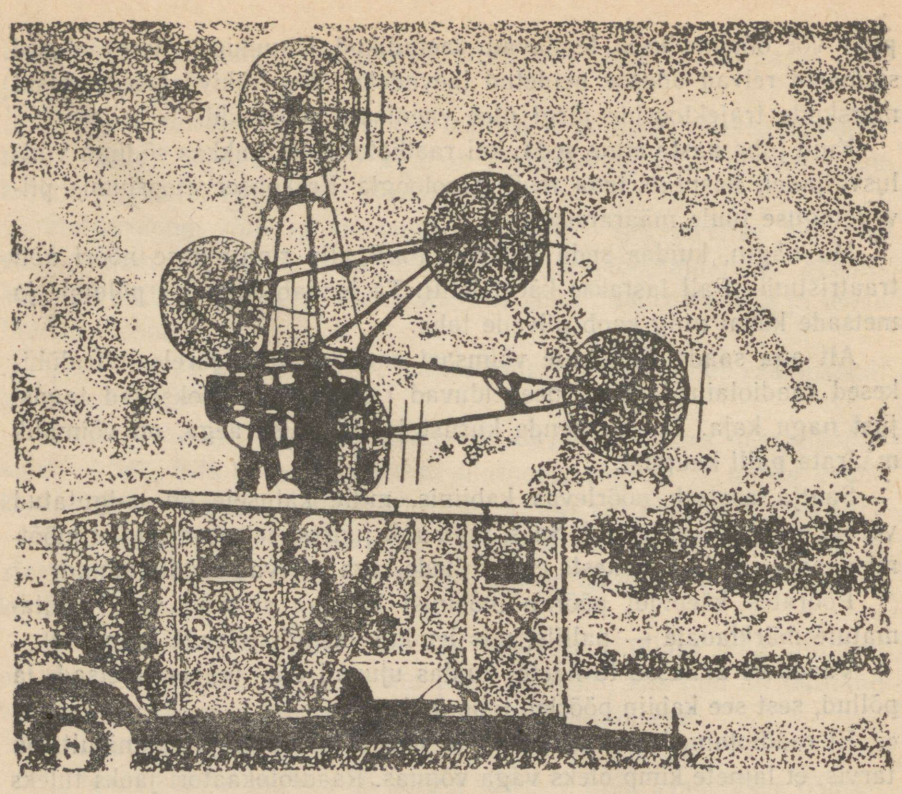
Väliselt on vastuvõtjat raske eraldada saatjast. See on samuti pöörlev kabiin antennidega katusel.

Mind paluti vaadata sisse. Poolpimeduses ma nägin kolme tütarlast, kes istusid kõrvuti kolme ümmarguse ekraani ees.

Väljuvad ja tagasipöörduvad raadiosignaalid teatasid endast, murdes helendava joone ekraanil hambuliseks.

---

[1] Dnepri hüdroelektrijaam, mis on suurimaid maailmas. (Tõlkija märkus.)



Raadiolokaator.

Üks tütarlastest, pöörates hoorattakest, püüdis kinni helendava hambakese ja sundis teda püsima põiki ekraani tõmmatud niidi juures. Ning see hoorattakese liikumine pööraski kabiini nii, et tema antennid olid sihitud kusagil kauguses lendavale pallile.

Piisas vaatamisest ekraaniga kõrvuti asetseva mõõteriista osutile, et teada, millises suunas asetseb pall.

Teine tütarlaps määras kaugust pallini, kolmas — tema tõusunurka horisondi suhtes.

Kõik need näidud anti juhtmete kaudu edasi observatooriumi hoonesse. Seal aga, jälgides kaugteateaparaati, märkis vaatleja «raadiopiloodi» — ristmikuga palli — teed ja kiirust.

Pall võib lennata kümneid kilomeetreid eemale, võib kaduda pilvede taha, kuid inimsilma eest ta siiski ei pääse. Näitleja ei saa end uudishimulikkude vaatlejate eest peita isegi kulisside taha.

Raadiolokaator on uus teener. Meie teame veel vähe, mida ta oskab ja mida ta ei oska. Kuid tuleb arvata, et ta ennast veel näitab.

Alles hiljuti selgus näiteks, et ta suudab jälgida mitte ainult tuult, vaid ka pilvi. Selleks on vajalikud niisugused lühikesed raadiolained, mis pikkuselt pole palju suuremad kui veepiisad. Lained peegelduvad pilvemassidelt ja tulevad tagasi raadiolokaatori juurde.

On öö, udu. Pilkane pimedus. Aga ekraani tumedal ringil sütib helkiv täpp. See on vaatlejani jõudnud raadiokaja, mis peegeldus veepiiskade või jääkristallikeste kuhjumilt samuti nagu peegeldub meie hääl mäenõlvalt.

Üksteise järel süttivad heledad täpid, liikudes ekraani äärelt selle keskpaika. Vaatleja ees seisab ekraani kõrval tselluloidringiga kaetud geograafiline kaart. Vaadates ekraanile vaatleja silmitseb saja kilomeetri ja suurema ulatusega piirkonda enda ümber ning joonistab plaanšetile kõik, mida ta näeb. Kui täpp on pidev, siis värvib või viirutab ta selle üleni. Kui täpp on katkenud, siis näitab ta viirutamisega ka seda. Täppide kuju järgi võib otsustada selle üle, missugused need pilved on — äikese-, kiht-sajupilved või mõned teised.

Läänes, viiekümne kilomeetri kaugusel, ilmusid äikesepilvede täpid. Nad liiguvad kiiresti ning tunni aja pärast jõuavad naabruses asetseva aerodroomi kohale. Vaatleja teatab sellest aerodroomile, et lendurid teaksid, kas lennata välja ja kuidas äikesest mööda minna.

Aja jooksul paigutatakse iga mõnesaja kilomeetri tagant kõikidele õhusõiduliinidele võimsad raadiolokaatorijaamad.

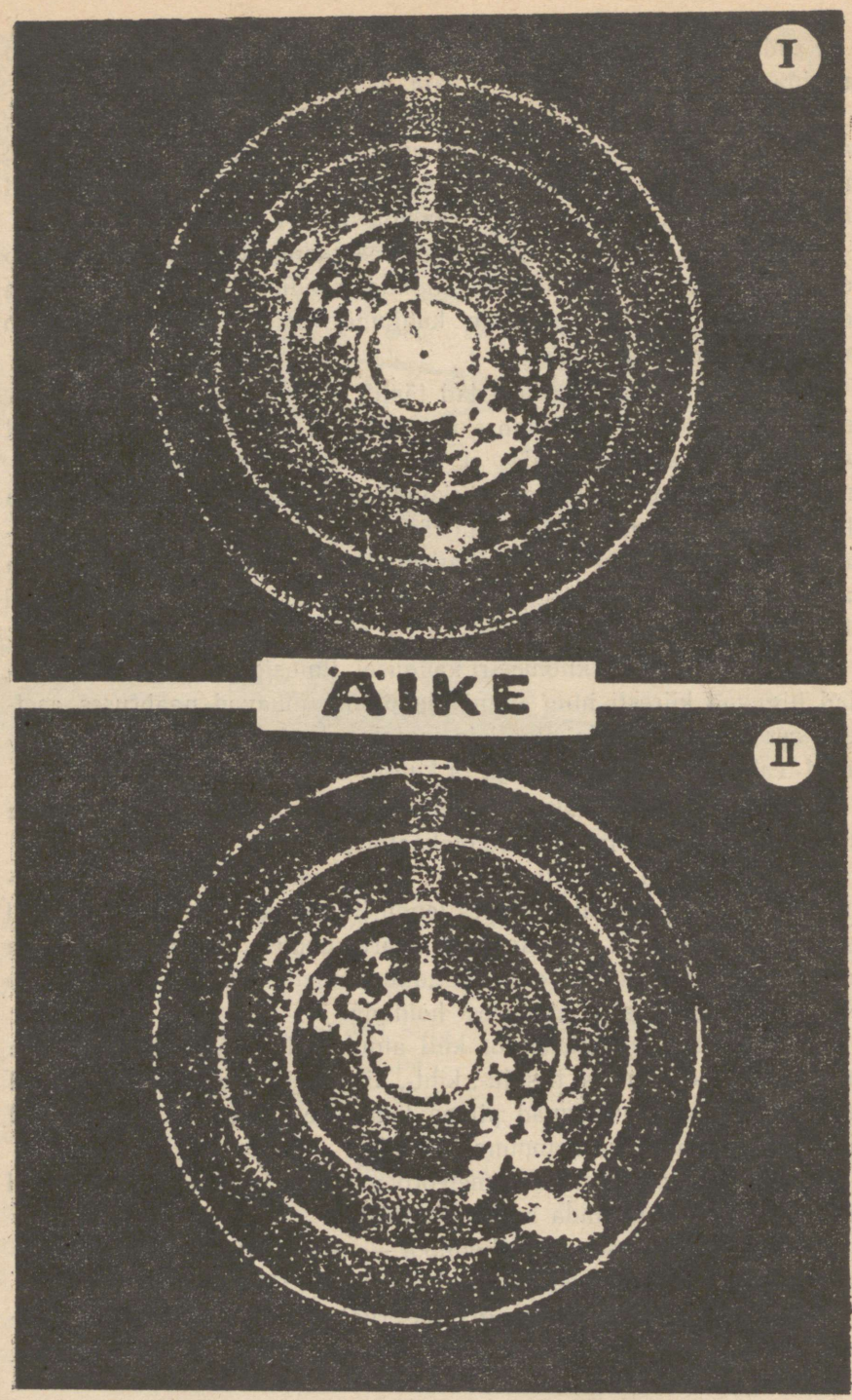
Ning päeval ja ööl jälgivad siis vaatlejad pilvi ja saadavad lennukeid jaamast jaamani, teatades lendurile raadio teel, millised pilved asetsevad eespool ja missugusest kaardiruudust on parem eemale hoida. Saanud teate: «Teile suundub tuuleiil kursiga 270», püüab lendur ebameeldivast kohtamisest hoiduda.

Esialgu näeb raadiolokaator küll ainult neid pilvi, milledest juba sajab vihma või lund, s. t. saju-, kiht-, äikese- ja hoogsajupilvi. Kuid need ongi kõige ohtlikumad pilved lennukile. Tulevikus aga õpivad inimesed raadiokiirega kompima iga pilve.

Raadiolokaator teenib siis meteoroloogi veel paremini, aidates tal jälgida ilma ja ennustada selle käitumist.

Pilootpall, raadiosond, raadiopiloot — need ei moodusta veel lendavate mööteriistade — meteoroloogi abiliste — täielikku loetelu.

Aeg-ajalt tõusevad aeroloogia observatooriumi väljakult taevasse lennukid ja aerostaadid isekirjutavate aparaatidega.



Raadiolokaatori ekraan: I — äike 45 km kaugusel; II — äike 55 km kaugusel.

Mille poolest on hea lendav observatoorium?

Selle poolest, et ta lendab.

Ent see pole mitte ainult voorus. See on ka puudus.

Mõnikord on tarvis peatuda ja viibida õhus paigal päev, teine või koguni palju päevi järgemööda. Lennuk aga seisma jääda ei saa. Ning ka vaba aerostaat ei sõltu iseendast, ehkki teda nimetatakse vabaks: ta lendab sinna, kuhu teda kannab tuul.

Meteoroloogidel tuleb siduda aerostaat keti otsa, et tuul ei saaks teda käsutada.

Aeroloogiajaamade väljakute kohal taevas ripuvad seotud aerostaadid ja vaatlevad, kuidas muutub ilm kõrguses ja millised õhumassid mööduvad.

Isekirjutav aparaat — meteorograaf — registreerib niiskust, temperatuuri ja rõhku.

Pilvemõõtja annab raadio teel alla teate, kui paksud on pilved, kus on nende ülemine ning alumine piir.

Inimestest ja jõgedest.

Kuid jätkub meile pilvedes hõljumisest!

Aeg on pöörduda maa peale tagasi. Oleme vestelnud juba küllalt lenduritest. Tarvis on meenutada ka teisi inimesi, kelledel tuleb samuti tegelda loodusjõudude märatsemise ja omavoliga.

Meenutagem jõetranspordi- ja veevärgitöölisi, sillavahte, energeetikuid, irrigaatoreid, hüdrotehnikuid — kõiki neid, kes peavad võitlust veega. Pealegi nad ise ei lase end unustada.

Jõetransporditööline nõuab, et temale öeldaks, kas ei jää suvel aurikud kinni madalikule ja kui kiiresti tuleb alustada navigatsiooni.

Irrigaator küsib, kui palju ta saab vett põldude niisutamiseks.

Energeetikul ja veevärgitöölisel on tarvis teada, kuipalju vett jookseb mööda jõesängi ja millist koormat kannab jõgi endaga kaasas. Kas ei ummistu veevärgi pumbad? Ning kuidas käitub jää?

Ehitaja muretseb selle üle, et jõgi ei uputaks tema ladu ega viiks silda minema.

Maailmas pole sellist inimest, kes võiks öelda, et vesi ei puutu temasse.

Mõnikord inimene ei ela jõe ääres ega käi tema juures, kuid jõgi ise tuleb üleujutuse ajal inimese juurde ja isegi murrab tema majja sisse.

Kui palju õnnetusi võib tekitada üleujutus või jõuline vool [1]!

Mis on jõuline või käre vool, seda ei tea iga moskvalane ega leningradlane. Kuid kahjuks teavad seda hästi niisuguse linna, nagu Alma-Ata elanikud. See linn asetseb kõrgete lumiste mägede jalamil. Kui lähed mööda Alma-Atinka kallast ülespoole ja näed hiiglasuuri halle kive, mis on kuhjunud piki mäekuru, siis vaevalt usud, et need mitmetonnised kamakad tõi siia jõgi.

Kust ta võttis säärase jõu?

Jõu andsid talle kiirus ja raskus.

Kui mägedes esinevad eriti tugevad vihmavalingud, sööstab vesi mööda mäekurusid sellise kiirusega alla, et temast ei jõuaks mööda isegi ratsanik. Teel uhab ta kallastelt pinnast ja viib kaasa kive. Kui selge oli ta mäestikuojas! Siin aga muutub ta sogaseks ja poriseks. Ning mida tihedamaks, seda raskemaks muutub see kivide ja pori vool, seda suurema energiaga atakeerib ta kõike, mida ta teel kohtab. Iga kamakas muutub relvaks, müüre läbistavaks taraaniks.

Mingi juhuslik takistus pöörab voolu kõrvale... ning endaga mitte enam sarnanev hullunud jõgi rebib ennast ahelaist valla — jätab maha harjunud sängi. Häda sellele, kes talle teele ette jääb!

1921. aastal sööstis kivide ja pori vool mürinaga mööda tänavaid linna keskusse, pommitades ja ära viies maju... Inimesed kiirustasid põgenemisega ja laste äraviimisega kuhugi kõrgemale, hädaohust kaugemale. Ning ometi hukkusid mõned inimesed.

Vaat, mida tähendab jõuline vool!

Ent see on haruldane nähtus. Aga kui palju õnnetusi võib tuua mitte ainult kivide ja pori, vaid ka kõige tavalisem jää vool — jääminek, mida meil kõigil on olnud juhust näha!

Jõel ei ole veel jääkatet. Ainult mõnes kohas on tasased jõekäärud kattunud jääga ja kallaste juurde on ilmunud jääribad — kaldajää.

Ning äkki on hüdrojõujaamas avarii. Turbiinid on jäänud seisma. Vool ei kulge enam mööda juhtmeid. Linn jääb valguseta ja energiata.

Mis on juhtunud?

On juhtunud see, et turbiinidesse on lakanud voolamast vesi. Vesi aga on lakanud voolamast seepärast, et jää on ummistanud vastuvõtuvõrestiku, mida vesi läbib.

Kust tuli see jää?

Ta tekkis võrestikus nii, et teda ei märgatudki. Hüdrotehnikutele

[1] Vene keeles силевой поток ehk силь. (Tõlkija märkus.)

tähendab see vee sees olev jää sedasama, mis jäästumine lenduritele. Ta võib ummistada survetorud ja murda turbiinid. Ta võib jäästada veevärgi imemistorud ja jätta linna ilma veeta.

Eraldudes põhjast ummistab ta juba jääga kattunud jõesängi jääpudruga — lobjakuga. Ülemjooksult aga jätkub vee juurdevool. Leidmata väljapääsu vesi tuleb ja uputab jõe juurde ulatuvad tänavad.

Inimesed, kes ei tunne jõe elu, küsivad imestunult: mis juhtus jõega, miks ta äkki hakkas tõusma ja läks üle kallaste?

Aga jõeasjanduse eriteadlased teavad: tekkis põhjajää ummistus — põhjajää tõkestas vee tee.

Palju õnnetusi võib valmistada see reetlik põhjajää, mis kasvab vee all inimsilmadele märkamatult.

Kuid samuti ka pinnal tekkiv jää ei ole alati süütu.

Näiteks ujuvad mööda jõge õhukesed, hangunud rasva laikude taolised jäätükid. Väliselt ei ole neis midagi kohutavat. Ent on juhtunud, et need «rasvalaigud» lõikasid nagu habemenoaga pooleks hiiglasuuri, tuhandeid puudasid lasti kandvaid puitpargaseid.

Aga jääsulg! See pole vähem kohutav kui tema lähedane sugulane põhjajää-ummistus.

Mööda jõge liigub jää. Ning äkki muutub kusagil järsul käänul või silla tugede juures või lihtsalt kitsas kohas läbikäik nii tihedaks, et liikumine peatub. Tagant aga tulevad üha uued ja uued jäätükid.

Jäätükid põrkavad kokku, kuhjuvad üksteise peale või püüavad mööduda üksteise alt. Jõel on ragin ja kohin: tekib iseendast, ilma inimabita, kaldast kaldani ulatuv jäätamm.

Ikka kõrgemaks kasvab tamm ning ikka kõrgemale tõuseb tema ees vesi, uputades ümbruskonna.

Tuhandetonnise raskusega surub vesi tema teele ettekasvanud tõkkele. Ning tuleb see, mida oli ette näha: sulu läbimurre. Vesi sööstab mürinaga läbimurdesse, purustades kõik teel ees leiduva, viies ära sillad, purustades sadamad ja muutes omamoodi ümber jõesängi.

Vee surve on nii tugev, et jõgi tõmbab endasse nagu imev jugapump veesõidukid, mis on läbivoolukohal kai külge kinnitatud, ning kõige tugevamadki köied ei suuda vastu panna vee ohjeldamatule jõule.

Vaat, mida võib teha jõgi, kui teda ei jälgita ja hoolega silmas ei peeta!

Et vältida jääsulu läbimurret, saadetakse mõnikord lennukid pommitama jäätammi. Kuid alati ei ole sellest kasu. Jääsulgu tuleb pom-

mitada «pähe», et lasta algul läbi eesmised jäätükid. Pomm aga ei ole täpsuskuul; ta ei satu alati otse märki. Ning kui pommid ei satu sulu pähe, vaid pärasse, siis see ei paranda, vaid koguni halvendab olukorda.

Jääsulgu tuleb purustada, kuid mitte lennukipommidega, vaid miinidega.

Aga kas on olemas meetodeid põhjajääga võitlemiseks?

Põhjajääd võib tammi võrestikkudes sulatada kuuma auruga, elektrilise soojendamisega, termiitpommiga.

Kuid selleks, et võidelda veega, on tarvis väsimatult jälgida tema elu arusaavate silmadega.

Kogu maailmas ja kogu meie maal on laialipaisatult tuhandeid jaamu ja vaatlusposte, kes jälgivad vee elu.

Väga sageli vaatleb üks ja seesama jaam ning isegi üks ja seesama vaatleja korraga nii ilma kui ka vett. Ilmaaegu ei nimetata niisuguseid jaamu hüdrometeoroloogiajaamadeks.

See on ka arusaadav: oleneb ju vee elu ilmast ja ilm oleneb sellest, mis toimub veega.

Neidsamu juhtmeid mööda, mis kannavad ilmatelegramme, liiguvad ka teised, milledel ei ole aadressis sõna «Pogoda», vaid sõna «Voda»:

«Moskva — Voda», «Leningrad — Voda», «Taškent — Voda»...

Needki telegrammid ei koosne sõnadest, vaid numbritest. Kuid siin tähendavad numbrid midagi muud — vee taset ja läbivoolu hulka jões, vee temperatuuri, jää liike, tema paksust jne.

Mõnikord ilmuvad numbrite sekka kohutavad sõnad — «Štorm», «Silj»...

«Štorm Taškent Voda 09 2 09 silj 20 973...»

See on teade jõulisest voolust, arvud aga näitavad jaama numbrit, kuupäeva, kellaaega, veetaset.

Ning kuigi telegrammid on lähetatud erinevatel aadressidel, lähevad nad siiski ühte ja sellessesamasse kohta. «Leningrad — Voda» — see on Leningradi Hüdrometeoroloogiateenistuse Valitsuse hüdroprognooside ja hüdroinformatsiooni osakond. Aga «Leningrad — Pogoda» — see on sellesama valitsuse Ilmabüroo. Need asetsevad kõrvuti ühes ja sellessamas majas Vassili saarel.

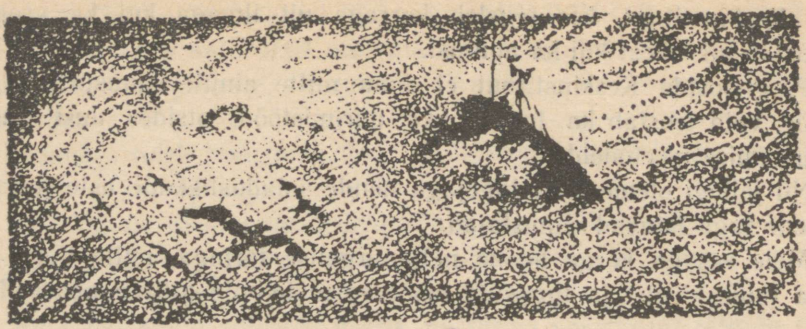
Meie maal on kümneid ennustusbüroosid ja sadasid ilma ennustavaid jaamu aerodroomidel. Kogu seda tööd juhib Moskva Prognoo-

side Keskinstituut, kes tegeleb korraga nii ilmaga kui ka veega, ennustab nii äikest kui ka uputusi.

Prognooside Keskinstituut ei anna mitte ainult ennustusi kogu maale, vaid teostab ka teaduslikku uurimistööd, otsides uusi ilma-ennustamise meetodeid.

Nii jällegi oleme koos lugejaga nende saladuslikkude uste juures, millede taga istuvad ennustajad.

Meie ees on kõrge hoone neljanurgelise torniga, mille tipus on näha tuule kiirust ja tugevust mõõtvad meteoroloogilised aparaadid.



Kaheksas peatükk.

Jõgedest, meredest, lumistest tippudest.

Kurbmäng jõel.

Kuid ka seekord tuleb meil olla kannatlikud.

Prognooside Keskinstituut — see on viimane lüli, meie aga ei tunne veel esimesi. Me ei tea, kuidas jälgitakse vett. Ning kas me olemegi suutelised vestlema ennustajaga, hüdroloogilise ennustajaga, kui läheme tema juurde kirjaoskamatutena, võhikutena?

Niisiis, suundume hüdroloogiajaama.

Igal hommikul kell 8 ja igal õhtul kell 20 läheb vaatleja jõe äärde.

Tema esimene töö on mõõta vee seisu.

Jõe põhja on löödud vai. Vaiale aga on kinnitatud jaotistega mõõtelatt. Juhtub ka nii, et mõõtelatt ei ole kinnitatud vaia, vaid kalju või sillatala külge.

Näib, et mis võib olla lihtsam: vaatad mõõtelatile ja kirjutad vaatlusvihikusse, millise jaotuseni ulatub vesi.

Ent kui süveneda asjasse, ei osutu see sageli hoopiski nii lihtsaks, nagu võis mõelda esimesel pilgul.

Kui mõõdad, on tarvis teada, millest alata loendamist.

Kas mõõtelati nullist?

Kuid vesi võib langeda mõõtelati nullist madalamale. Ka mõõtelatt ise võib kohalt nihkuda.

Loendamise alguseks tuleb valida püsiv punkt ja seejuures niisugune, mis alati oleks vee all. Võiks ju näiteks lüüa vai põhja, nii et tema ülaots oleks veega kaetud isegi madalvee puhul, ja pidada seda otsa «vaatlusposti nulliks».

Ent ka «vaatlusposti null» võib muuta oma kohta. Sest jõesäng ei jää alati üheks ja sellekssamaks. Jõgi ei ole surnud, ta elab ja töötab, süvendades oma sängi või ummistades teda liivaga. Vai võib viltu vajuda, tõusta kõrgemale või langeda sügavamale.

Kontrollimiseks tuleb otsida liikumatu ja muutumatu punkt kaldal.

Kus siis teda leida?

Isegi kivi praguneb ja porsub.

Kuid on ka kaljusid, mis on teistest tugevamad. On suuri hooneid, mis pole ehitatud mitte üheks aastaks, vaid paljudeks aastakümneteks ning isegi sajanditeks.

Võib toimida nii: võtta malmist ketas või toru ja müürida ta tugevasse kaljusse või suure hoone soklisse.

Ketta hõlmake või toru ümardatud ots ongi see liikumatu punkt, millega võib võrrelda kõiki teisi.

Aga kuidas võrrelda?

Et teada saada, kui palju üks punkt Maakeral on kõrgem teisest, selleks on olemas terve teadus, keerulised nivelleerimise reeglid ja instrumendid — nivelliirid. Seades mõõtelati malmketta hõlmakesega ühele kõrgusele võib nivelliiri toruga kontrollida selle mõõtelati kõrgust, mis on püstitatud jõele.

Kuid see on alles poolik töö. Sest võib juhtuda, et ühes jaamas on püsiv loenduspunkt kõrgem, teises madalam. Üks jaam asetseb mägedes, teine tasandikul.

Meil on aga tarvis võrrelda vaatlusandmeid.

Ning jälle peame uuesti lahendama kogu selle ülesande: kuidas leida ühist vaatepunkti, ühist nimetajat? Kuidas otsida niisugust taset, millele võiks taandada teised?

Siinjuures tuleb igaühele meelde meretase.

Geograafid arvestavad ammust ajast mägede kõrgust ja iga maapealse punkti kõrgust merepinna tasemest. Merepinnale «taandatakse» kõik kõrgused Maakeral.

Kuid ka meredel ei ole kõikjal ega alati tase ühesugune. Üks meri võib olla kõrgemal või madalamal teisest.

Vahemere tase on viiskümmend sentimeetrit madalam Musta mere tasemest ja kolmkümmend sentimeetrit madalam Atlandi ookeani omast.

Me oleme harjunud arvama, et merepind on horisontaalne. Kuid meri võib olla ka kallak. Tuul võib ajada vee kaldale ja siis tekib kallak: vesi kallastel on kõrgem kui avamerel.

Vaevalt jõudnud leida tugipunkti, kaotame selle jällegi.

Kuidas siis toimida?

Tuleb leppida sellega, et mingi tase loetakse normaalseks, õigeks, kuna kõik teised taandatakse sellele.

Meie maa läänepoolses osas loetakse niisuguseks tasemeks Soome lahe keskmist veetaset Kroonlinna juures. Kroonlinna peegli — veemõõtelati — nullpunkt ongi see kuulus peapunkt, millest loetakse kõik kõrgused ja sügavused Leningradis, Arhangelskis ja Moskvas. Meie maa idaosas arvestatakse Vaikse ookeani, lõunas aga Musta mere taset.

Niisiis, veeseis jões on mõõdetud. Mõõdetud on ka veetemperatuur. Vaatleja kirjutab numbrid vihikusse ja mõtleb: «Aga vesi tõuseb, ja kui kiiresti veel!»

Vesi tõuseb! Jõge mööda kulgeb paduvihma tulv. Tarvis on jälgida jõge mitte enam kaks korda ööpäevas, vaid iga tund või isegi veel sagedamini, et õigeaegselt hoiatada kõiki uputuse eest.

Puškin kirjutas kunagi:

> ...lõi mühav Neeva üle kalda
> kui tõbine, kes haigushoos ...

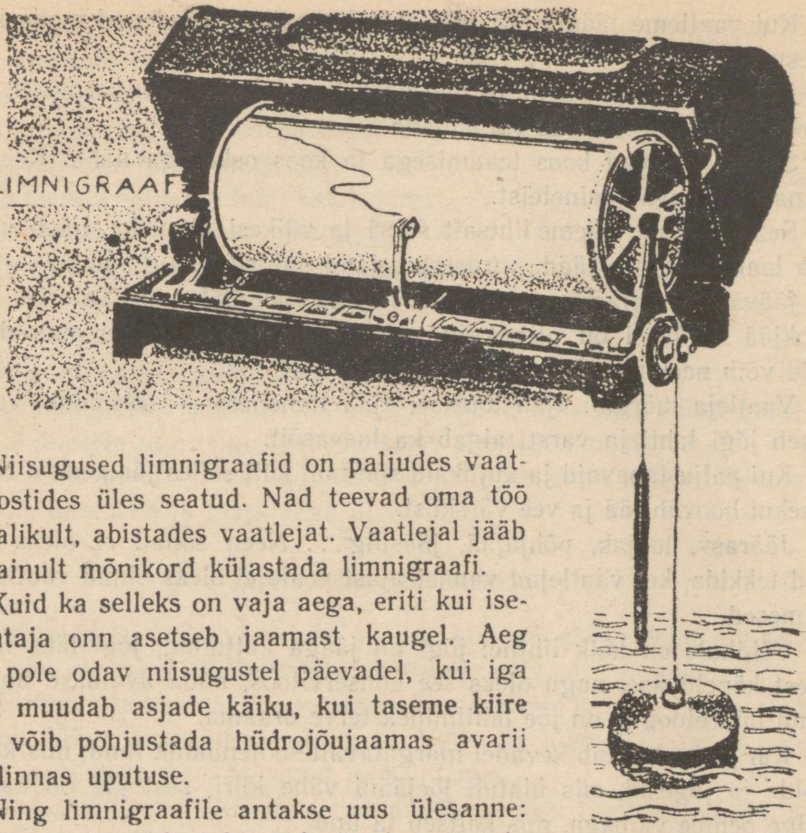
Tõbist, kes viskleb palavikus, ei saa jätta valveta.

Kuid kas ei või siis vaatleja eemalduda veemõõtelatist?

Siin tulevad jällegi appi isekirjutavad mõõteriistad. Jõgi võib ise jälgida oma taset ja teda registreerida. Selleks on tarvis ainult püstitada jõele onn — kuhugi saarele, jääpukile, sillasambale või erilisse kanalisse, onni aga paigutada isekirjutaja.

Taseme isekirjutajad on limnigraafid, milledel ujuk paneb käima hambulised rattad, viimased aga annavad liikumise edasi sulele või pliiatsile. Limnigraafi võib ehitada ka ilma ujukita: kui lasta vette kuppel, rõhub vesi kupli all olevat õhku, õhk annab painduva toru kaudu rõhumise edasi kolvikesele, viimane aga paneb käima sulega varustatud hoovakese.

Võib aga toimida ka nii, et isekirjutaja ei kirjuta, vaid trükib. Kirjutusmasinate ajastul on ka isekirjutajatel aeg muutuda «isetrükkijateks».



Veetaseme iseregistreerija.

Niisugused limnigraafid on paljudes vaatluspostides üles seatud. Nad teevad oma töö korralikult, abistades vaatlejat. Vaatlejal jääb üle ainult mõnikord külastada limnigraafi.

Kuid ka selleks on vaja aega, eriti kui isekirjutaja onn asetseb jaamast kaugel. Aeg aga pole odav niisugustel päevadel, kui iga tund muudab asjade käiku, kui taseme kiire tõus võib põhjustada hüdrojõujaamas avarii või linnas uputuse.

Ning limnigraafile antakse uus ülesanne: anda teated mööda juhtmeid otse jaama, mis asetseb isekirjutaja onnist mõnikord sadasid või isegi tuhandeid meetreid eemal. Isekirjutaja juurest lähevad juhtmed jaama tasemenäitajani või trükkiva aparaadini. Iga tunni või kahe tagant lööb aparaat kas ise või nõude peale lindile aja ja veetaseme.

On ka niisuguseid taseme kaugteatajaid, mis annavad teateid raadio teel.

Kuid jaamas ei jälgita mitte ainult veeseisu.

Kogu jõe elu kulgeb kõigil aastaaegadel vaatlejate teravate ja tähelepanelikkude pilkude all.

Vaatlejad valvavad selle järele, kuidas tekivad jõel uued läbivoolud, kuidas vesi kevadel läheb luhale, kuidas hilissügisel ilmuvad ühe ööga jääribad kallaste juures.

Kui külm kõveneb, siis jääribad ühinevad; talv ise ehitab jääsilla üle jõe, ning sild seisab senikaua, kui kestab talve võim.

Kui vaatleme jäämineku ajal jäätükke, siis näivad nad meile kõik ühesugustena.

Ning kui me näemegi, et nad pole üksteisega täiesti sarnased, siis ei ole meil sõnu, et seda väljendada.

Sõnad ilmuvad koos teadmisega ja koos oskusega näha. Keel ja silmad abistavad teineteist.

Seal, kus me näeme lihtsalt suuri ja väikesi jäätükke, näeb vaatleja laamjääd, noorjääd, purustatud jääd, taldrikjääd. Laamjää — see on jääväli, noorjää — väikesed noored jäätükikesed. Taldrik- ehk kookjää — need on pliinikujulised jäätükid, mis on nii suured, et neid võib neelata ainult jõe kurk.

Vaatleja märgib: «jää tõusis», «jää tumenes» — tähendab, varsti läheb jõgi lahti ja varsti algab ka laevasõit.

Kui palju tabavaid ja kujukaid sõnu on küll selles jõe keeles! Neist otsekui hoovab jää ja vee värskust.

Jäärasv, lobjak, põhjajää, jääsulg... Need sõnad ei oleks võinud tekkida, kui vaatlejad vanast ajast peale ei oleks olnud vaatlevad inimesed.

Võhikule on kõik lihtne: jõgi on jääga kattunud, jõgi läks lahti. Jõest kõneldakse, nagu oleks see konservitoos, mida avatakse noaga. Kuid hüdroloogile on jõe lahtiminek terve draama.

Kui päike hakkab kevadel märgatavalt soojendama lund, mis katab põlde ja jõgesid, siis ulatub jõejääni vähe kiiri, sest jää on kaetud valge pehme vaibaga, mis kaitseb ta und.

Kuid neistki kiirtest, milledel õnnestub jõuda jääni, on küllalt, et hakata äratama ja raputama magajat. Päikese soojuse mõjul sulavad jääkristallid ja paisuvad ning muutuvad märgatavaiks õhumullid.

Vahepeal aga muutub ümberringi üha soojemaks. Talvine lumine vaip osutub väga hapraks, kui tuleb kevad. Lumi sulab, muutub veeks. Ning päikesekiired asuvad kõigest jõust tööle — nad hakkavad veel tugevamini sulatama jääd. Kiiri abistab sulavesi: ta poeb kõige väiksematesse praokestesse, ta purustab teele ettesattuvad kristallid, ta sööb jää läbi, nii et ühtlane jää muutub lõppeks kärgi meenutavaks.

Altpoolt sulab jää samuti. Seal sügavas tagalas töötavad soojad põhjaveed, mis imbuvad läbi jõe põhja.

Kevad aga saavutab samal ajal üha uusi võite. Mööda lohke ja orge kihutavad sulaveed metsikult jõe poole. Jõgi paisub nagu pung kevadiste mahlade juurdevoolust. Jää hakkab kerkima, ennast liigutama. Laisklejat õnnestus viimaks äratada! Sulanud kohad ja praod

jagavad jää laamadeks. Ning need jääväljad hakkavad liikuma mööda jõge allapoole, murdudes teel tükkideks.

Siis me märkamegi, et jõgi on läinud lahti, et on alanud jääminek.

Kuid see on ainult kurbmängu lõpp. Sõlmpunkti ja kõik viis vaatust oleme aga maha maganud.

Esimene vaatus — lumi sulab jääl.

Teine vaatus — jää sulab jõel.

Kolmas vaatus — sulaveed kergitavad jääd.

Neljas vaatus — jää liikumine.

Viies vaatus — lahtiminek.

Ning epiloog — jääminek.

Meie ilmume viiendale vaatusele, veidi enne lõppu. Hüdroloogia-jaama vaatleja aga nägi kogu draamat algusest lõpuni.

Ja mitte ainult ei näinud, vaid kirjutas selle ka kõige täpsemate sõnade, numbrite ja märkidega üles.

Jõgi vastab küsimustele.

Ent muidugi oleks vähe kasu sellest, kui vee, jää ja lume elu jälgitaks ainult seal, kus on vaatluspostid ja jaamad.

Mõnikord tuleb enne jõe lahtiminekut jõgi läbi käia ja vaadata, mis toimub jääga kogu tema ulatuses. Võib-olla jaama juures jää veel püsib, kuid allpool on hakanud juba liikuma.

Jõe kohal lendavad luurelennukid. Mööda jõge liiguvad salgad, kes mõõdavad mõõtelattidega jää ja lume paksust ning kannavad kaardile lahvandite ja rüsijää asukohad.

Peale sõnade keele on hüdroloogidel ka märkide keel.

Lahvand joonistatakse kaardile kinnise lainelise äärega ja viirutatud kujundina. Rüsijääd kujutatakse nurgelisena. Jäärasv joonistatakse samuti ebaühtlaste kinniste kujunditena, mis jäävad aga viirutamata.

Need on kaardimärgid.

Tabelite jaoks on teised märgid: jäärasv märgitakse kriipsukesega, lobjak — tähekesega, jääsulg — viirutatud kolmnurgaga, esimesed ja viimased aurikud — püstkülikutega, jääminek — viirutatud ringiga.

Teated veeseisu ja jää seisukorra üle on jõetransporditöölistele, parvetajatele ja jääülepääsude ning sildade ehitajatele kõige vajalikumad.

Energeetikutele ja veevärgitöölistele on aga tähtis läbivoolu hulk.

Jõele tuleb esitada küsimusi.

Kuipalju vett toob jõgi? Kuipalju ta võib anda seda inimestele?

Kui meil on tegemist kingustiku küljel pulbitseva allikaga, siis pole raske seda vastama panna. Piisab pange asetamisest joa alla ja kella vaatamisest, sest allikas ise ütleb meile, millise ajaga ta täidab pange.

Kuidas aga eksamineerida oja või jõekest?

Siin ei saa pange alla asetada, vaid tuleb leidlik olla. Võib toimida nii: tõkestada oja seinakesega, milles on auk vee väljavoolamiseks. Siis võib augu laiuse ja väljavoolanud veekihi kõrguse järgi arvutada, kuipalju toob oja vett sekundis.

Ent kuidas toimida siis, kui meil ei ole oja, vaid jõgi, ning veel niisugune, nagu Volga või Dnepr? On hea, kui risti jõge asetseb tamm. Siis pole nii raske teada saada, kuipalju vett voolab läbi tammi ava. Kuid kui tammi ei ole? Ei ehitata ju teda sihilikult ainult selleks, et mõõta läbivoolu hulka!

Siin tuleb leida mingi uus meetod jõe saladuse väljauurimiseks.

Vesi on jões nagu mööda tänavat liikuv inimeste salk. Laiemast tänavast mahub läbi rohkem rahvast kui kitsamast. Kuid seejuures ei tohi unustada ka kiirust. Iseasi on, kui inimesed lähevad aeglaste sammudega ja hoopis iseasi kui nad jooksevad.

Niisama on jõega. Laia ja sügavat sängi mööda voolab rohkem vett kui kitsast ja madalat mööda. Ent kui kitsas jõgi voolab kiiresti, lai aga aeglaselt, siis võib kitsas jõgi võistluses laia ületada ja sama ajaga rohkem vett tuua.

Tähendab, jõe läbivoolu hulga mõõtmiseks peab teadma tema kiirust ja tema lõikepinna profiili.

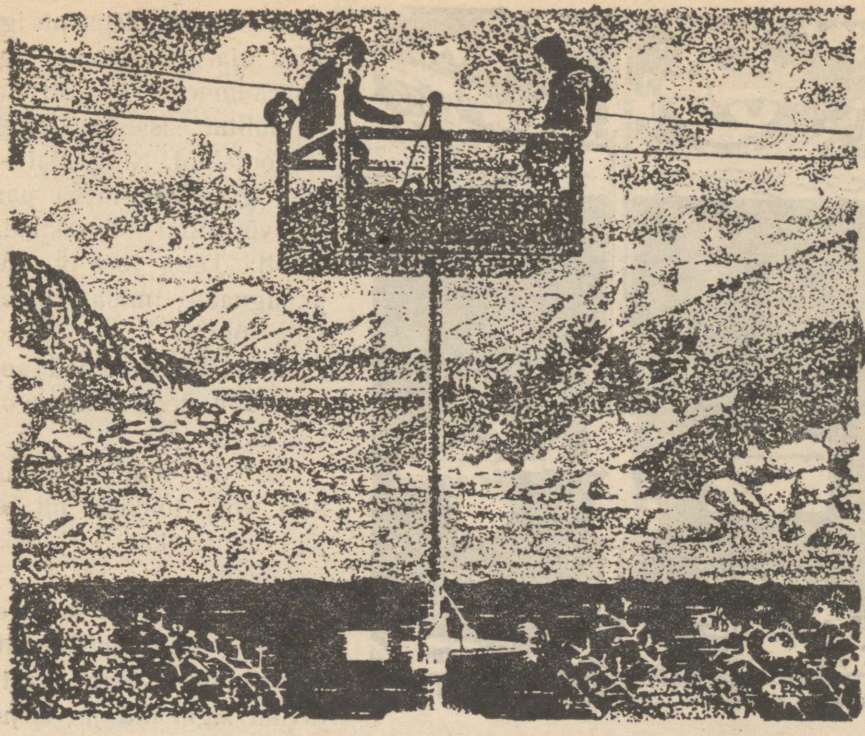
Profiili ei ole raske mõõta mõõtelati, ridva või loega.

Aga kiirus? Kuidas seda teada saada? Esimene, mis pähe tuleb, on visata vette laast või lipukesega puitketas, et ta oleks kaugelt nähtav, ning vaadata, kuipalju aega kulub sellel laevakesel kümne- või sajameetrise reisu sooritamiseks.

Kuid jõe kiirus ei ole ju igalpool ühesugune — kallaste ääres ja põhjas voolab ta aeglasemalt kui pinnal ja keskkohas.

Seda teab hästi igaüks, kes lapsena on lasknud purjetama omatehtud paber- või puitlaevakesi. Millist tormi tuli teha kivide või keppide abil, et sundida laevakest väljuma lahest, kaldaäärsest «surnud» ribast «avamerele»!

Selgub, et kiirust on tarvis mõõta mitte ühes, vaid mitmes kohas — kaldast lähemal ja kaugemal, pinnal ja sügavuses.



Varda otsa kinnitatud tiivik lastakse vette.

Aga kuidas saada sügavuses kiirust teada? Tuleb siduda ujuki külge teine ujuk — kinnikorgitud pudel, õõnes metallkera või tühi vaadike.

Alumine ujuk liigub sügaval, vedades enda järel ülemist. Ülemine lipukesega ujuk aga näitab alumise asukohta.

Kuid siin segab ennast vahele tuul, keda keegi ei ole kutsunud osa võtma eksamist ja kes ainult segab jõge vastamisel.

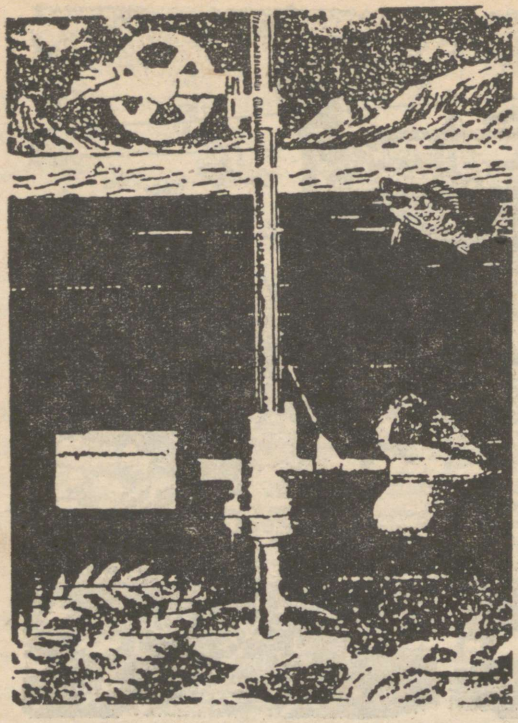
Jätkub tuule tugevamast puhumisest, et ujuk ületaks jõe kiiruse või, vastupidi, liiguks viimasest aeglasemalt.

Palju täpsem on teine mõõteriist, mis kannab nimetust «tiivik».

Kui lipukesega ujuk on laevakese sarnane, millega mängivad lapsed, siis meenutab tiivik rohkem allveelaeva. Ta voolujoonelisel kerel on päras saba ja ees on tiirlevad labad.

Ujuk ujub mööda vett, tiivik aga lastakse trossi või varda otsas vette nii, et ta seisab paigal.

Veevool pöörab tema labasid, nagu tuul pöörab veskitiibu. Keres



Vool tiirutab tiiviku labasid.

asetseb mehhanism, mis iga tiiru ajal või ütleme, iga kahekümne viie tiiru järel lülitab sisse elektrikella kontaktid. Ning ülal — hüdrograafilise laeva pardal või sillal —, sekundimõõtja käes, loeb vaatleja signaale, mida annab talle jõgi.

Mida sagedamad on signaalid, seda suurem on vee kiirus.

See on suuline eksam. Aga võib toimida nii, et jõgi annab ka kirjalikke eksameid.

Milleks lugeda kellahelinaid? Las mõõteriistisekirjutaja võtab vastu tiiviku signaalid ja kirjutab nad lindile. On mõõteriistu, mis registreerivad mitme sulega korraga paljude mitmesugustesse kohtadesse paigutatud tiivikute tööd.

Vaatlejal jääb üle ainult määrata signaalide arvu järgi jõe kiirus.

Kõik mõõtmised ongi toimetatud, ja jõevoolu lõikepinna profiil kujutatud millimeetripaberil. Siin on profiili kohale joonestatud ka kiiruste kõver.

Hüdroloog asub tööle, et profiili ja kiiruste kõvera järgi konstrueerida läbivoolu hulkade kõverat, viimase järgi aga teada saada, kuipalju vett kannab jõgi.

Siingi tulevad hüdroloogile appi mõõteriistad — planimeetrid, mehhaanilised arvutajad, mis kiirendavad mitmekordselt arvutustöid.

Nõnda varustatult mõõteriistadega, sunnib hüdroloog jõge vastama nii suuliselt kui ka kirjalikult kõigile tema poolt esitatud küsimustele...

Kui me siirduksime mööda jõge tema suudmeni, merekallasteni, siis leiaksime ka sealt inimesi, kes jälgivad vee elu.

Sinine meri.

Mitte kusagil mujal ei tunne inimene nii tugevasti loodusjõudude omavoli kui aurikul.

Siin meenutavad nad ennast iga minut.

Kajutis hakkavad asjad elama ja lakkavad sõna kuulmast. Te lamate kois, aga teie saapapaar tantsib iseseisvalt mingit metsikut tantsu. Kajutis tantsib kõik, mis pole kõvasti kinnitatud põranda, laua või seina külge.

Kohver annab teile lõõgi kõhtu, taldrik pritsib teile suppi põlvedele. Esemed otsekui maksavad kätte oma kauase liikumatuse eest.

Te ületasite õnnelikult ookeani, kuid ei tunne ennast mere võitjana. Uhke võitja, kellel parda või kiilu õõtsumine sisikonna peaaegu välja pööras! Sel ajal kui teie asjad kihutasid otsekui elavad, püüdsite te ise lamada liikumatult nagu ese, kartes teha liigset liigutust.

Ent harilik õõtsumine on tühine, võrreldes tormiga. Merehaigus ei surma, kuid torm võib ka terve inimese hauda viia — põhja saata.

Meie randlased laulsid kunagi laulu sinisest merest.

Riietad, kängitsed, meri sinine!
Pesed, matad, meri sinine!...

Purjelaevade ajastul surid meremehed harva maismaal. Kuid ka praegu tuleb meremehel arvestada tormi.

Meri kollitab inimesi õnnetustega isegi siis, kui ta on vaikne.

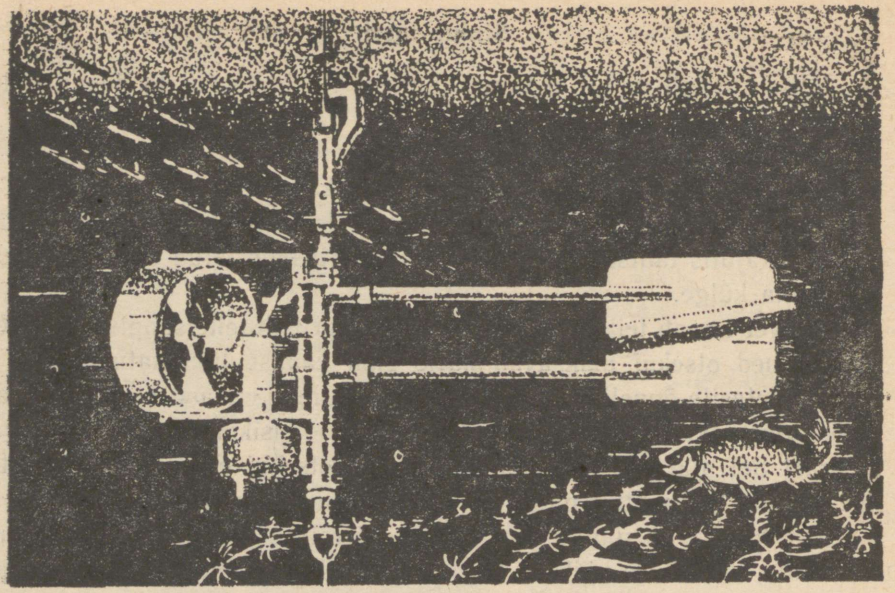
1912. aastal hukkus hiiglaaurik «Titanic» keset täielikku vaikust, kui merel ei olnud tuulehõngugi.

Olgu esitatud mõned katkendid reisija jutustusest, kellel õnnestus pääseda:

«Aurikul oli vaikne. Tekid olid tühjad. Kell oli juba 11.30 õhtul. Peaaegu kõik reisijad olid läinud magama. Korraga tõuge. Kogu laeva kere värises ja ragises. Sillalt kostis mingi ebatavaline läbitungiv vile. Siis saabus jälle vaikus.

Salongis tardus neli resijat, kaardid käes. Lõppeks tõuseb üks neist üles, astub illuminaatori juurde ja kiljatab hirmunult: «Jäämägi!... Meie põrkasime kokku... Hukkume...» Ta pigem tajub, kui näeb läbi paksu klaasi jäämäge.

Siis tormavad kõik tekile. Pimeduses on kuulda jalgade müdinat. Inimesed jooksevad, teadmata kuhu, jooksevad surma eest. Aurik kaldub viltu. All vaikivad järsku ta masinad. Karjed tugevnevad. Ohvitserid vaigistavad rahvast. Ning korraga kostavad muusikahelid.



Tiivik mõõdab vee kiirust sügavuses.

Orkester mängib valsse, polkasid, marsse. Muusika süvendab veelgi õudsustunnet.

Kuuldub kapteni hääl: «Päästepaadid vette lasta.» Kõigil on nüüd selge, et hädaoht on suur. Raske oie läbib tekki. Uuesti algab paanika. Ning juba kannabki esimene paat naisi ja lapsi merele . . .»

«Vaiksel veepinnal paistis nagu peo puhuks üleni valgustatud aurik veelgi suuremana läbipaistvate jääpankade keskel. Ta kaldus sujuvalt ettepoole, vajudes ikka sügavamale vette. Terve tunni kestel tõusis taeva poole abipaluvate häälte koor.»

«Radistid saatsid hädasignaale isegi siis, kui aurik vajus juba vette. Orkestrandid aga jätkasid mängu kuni viimse minutini . . .» «2200 reisijast päästeti ainult 675 . . .»

Ent isegi siis, kui inimene on kaldal oma kodus, ei või ta alati olla kindel selles, et meri ei too talle õnnetusi.

1931. aasta talvel uhtis torm Krimmi rannikul minema kaks kahekorruselist kivimaja, purustas Alupka sadama ja Tuapses lainete-murdja.

Tuhandeid aastaid seisis Simeizi lähedal Munga kuju. Teda nimetati seepärast nii, et ta meenutas inimese kuju mantlis ja kapuutsiga peas.

Igal suvel sõitsid Krimmi turistid ja leidsid Munga endisel kohal. Kuid 1931. aastal nad nägid oma vana tuttava asemel kolme vormitut kaljupanka.

Selgus, et tormi ajal olid lained lõhkunud Munga kolmeks tükiks.

Näete, milline võim on «vabal loodusjõul», millega nendel Krimmi kallastel kunagi jättis hüvasti Puškin!

Loodusjõud ei ole mitte ainult vaba, vaid ka tõrges.

Aga kuidas taltsutada tõrksat?

Inimesed mõtlevad selle üle juba ammust ajast.

Tuld kustutatakse veega, aga millega «kustutada» vett? Kuidas vaigistada mitte tulekahju, vaid tormi?

Taibati, et laineid võib kustutada õliga. Tulle ei saa õli valada. Veele aga mõjub õli rahustavalt. Ilmaaegu ei kirjutanud Tjutšev:

Ning mässavale merele
Valab rahustavat palsamit ...

Ent suuri, kõige kohutavamaid laineid inimene veel ei oska taltsutada.

Ainus, mida ta võib teha, on ehitada oma laevad ja sadamad nii, et nad ei kardaks laineid.

Selleks aga on tarvis teada, mis on lained. Enne kui katsuda merega rammu, tuleb mõõta tema jõudu.

On mõõteriist, mis registreerib lainete lööke.

Lained löövad vastu karpi, millele on mähitud paks kummimembraan. Karbis on glütseriin. Iga löögi puhul läheb glütseriin karbist torusse, toru aga on ühendatud isekirjutajaga.

Laine taob nagu rusikaga vastu mõõteriista ja mõõteriist registreerib iga löögi. Nõnda mõõdavad inimesed mere jõudu.

Milleks nad seda mõõdavad?

Selleks, et ehitada õigesti sadamaid, muule, lainemurdjaid.

Soomusrüü tuleb kalkuleerida löögi järgi.

Ning laevu tuleb samuti ehitada laineid arvestades.

Mered on erinevad. Ühel merel pole lained kunagi kõrged, teisel aga ulatuvad nad mitmete meetrite kõrguseni.

Laevaehitajatel on tarvis teada mere iseloomu, millel laev hakkab sõitma.

Kui laev on konstrueeritud ühe mere jaoks, kuid satub teisele, siis võib ta esimese tormi puhul murduda ja põhja minna.

Ma ju rääkisin sellest, et meil on suur merenduse asjatundja — akadeemik V. V. Šuleikin. Tema kuulas esimesena omaleiutatud mõõ-



Mere käekiri.

teriista abil «mere häält» — helilaineid, mis ennustavad tormi ega ole kuuldavad kõrvaga. Akadeemik Šuleikin ehitas laeva jaoks sellise mõõteriista, mis ise märgib laineid laeva sõidu ajal.

Mõõteriist on ehituselt lihtne. Kuid polnud lihtne teha sellist lihtsat asja. Akadeemik Šuleikin võttis karbikese ja tõmbas selle pealt õhukese kummiga üle.

Kui laev ei lõika lainet, siis ta kas ronib mööda laineharju või laskub lainetevahelisse lohku. Kui laev läheb ülespoole, venib kumm mõõteriista karbis väljapoole. Laskub aga laev allapoole, siis vajub kumm sissepoole. See tekib sellest, et õhurõhk kõrgusega väheneb.

Et tunda rõhu vähenemist, peab inimene tõusma kõrgele mäele. Kuid mõõteriist on nii tundlik, et kui tõsta ta ühe meetri kõrgusele, siis ta juba märkab seda.

Kummi võnkumised registreerib sulg. Tõuseb laev ühe meetri võrra, nihkub sulg sentimeetri võrra.

Mõõteriist seati laevale «Transbalt», millel seisis ees sõit paljudel meredel.

«Transbalt» sõitis peaaegu ümber kogu maailma: viibis India ookeanis, Lõuna-Hiina ja Jaapani merel. Ning kogu teekonnal joonestas mõõteriist laineid.

Kogenenud inimesele piisab mõõteriista poolt tehtud joonise vaatlemisest, et ära tunda mere «käekirja». Kergelt laineline, tasane kõver — see on India ookeani surnud lainetus. Lõuna-Hiina mere lained on ebaühtlased. Tormakad ja järsud amplituudid — see on Ida-Hiina või Jaapani mere torm.

Akadeemik Šuleikin mõtles sageli selle üle, kuidas peaks ehitama laevu, et õõtsumine oleks võimalikult väiksem.

Koos oma kaastöölistega katsetas ta Musta mere hüdrofüüsikajaamas laevamudelitega, korraldades «tormi veeklaasis» või õigemini veerennis.

Selgus, et jäälõhkuja «Jermaki» mudel õõtsub tugevasti isegi väikese lainetuse puhul, kuna mootorlaev «Tšehhov» peaaegu ei õõtsu isegi tormi ajal.

Akadeemik Šuleikin teostas keerulisi arvutusi, milledes ei olnud puudus integraalidest ja diferentsiaalidest. Ta joonestas ühe kõvera teise järel. Ning tal õnnestus leida valemi, mis näitab, kuidas peab ehitama laevu, et nad ei kardaks õõtsumist.

Laeva kerele tuleb anda niisugused äärised, et teatava nurgaga kallaku puhul laev suruks võimalikult palju vett välja. Aga selleks, et laev võiks ujuda ohutult, peab tal olema kõrge parras, mitte aga madal.

Suur, õigesti ehitatud laev ei tarvitse karta laineid. Väikesel laevakesel on aga parem oodata sadamas, kuni raugeb torm ja lained muutuvad mingist teatud kõrgusest madalamaks.

Tähendab, sadamas tuleb kogu aeg jälgida lainete kõrgust ja neid mõõta.

Seda toimetavad mere rannaäärsed jaamad.

Aga kuidas tulevad hüdroloogid toime lainete mõõtmisega?

Sest laine muutub kogu aeg. Vaevalt jõudnud tõusta kogu oma kõrgusse, variseb ta juba kokku, purunedes valgeks vahuks.

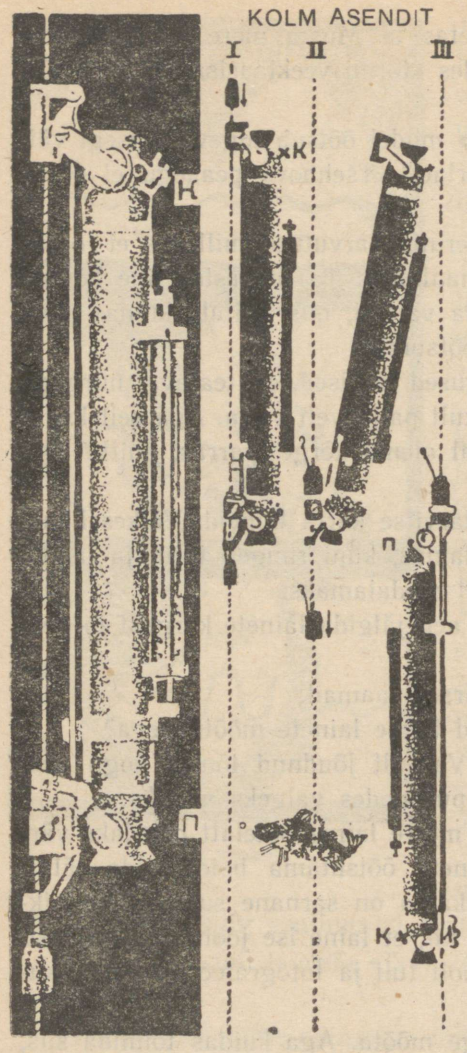
Lainete mõõtmiseks asetatakse merre lainemõõtelatt heledaks värvitud jaotistega või sunnitakse laineid õõtsutama boid, mida jälgitakse kaldalt pikksilmaga, mille skaala on sarnane suurtükiväe piksilma skaalaga. Võib aga teha ka nii, et laine ise joonestaks ennast. Selleks on tarvis ainult süüdata boil tuli ja fotografeerida see liikuvale lindile.

Nähtava laine kõrgust on kerge mõõta. Aga kuidas toimida siis, kui on tegemist nähtamatu lainega?

Esineb ka niisuguseid laineid.

Oma sõidu ajal «Framil» märkas Nansen veidrat nähtust. Juhtus, et kusagil fjordi jõesuudmes «Fram» ei suutnud tundide jooksul väljuda «surnud veest». Mingi nähtamatu jõud hoidis laeva paigal ega lasknud teda liikuda.

Et seda nähtust mõista, tegi õpetlane Eckman järgmise katse. Ta püüdis oma laboratooriumis luua väikese mere, ning seejuures niisuguse, kus all oli merevesi, ülal aga magevesi — jõevesi.



Batomeeter.

Siis sõidutas ta laeva mudeli läbi oma mere. Merepinnal jooksid lained laeva liikumisest, kuid all — soolase ja magevee vahel — liikusid samuti lained, mis olid aga nähtamatud.

Need siselained takistasidki laeva edasi liikumast.

Neist oli juttu selles peatükis, kus me lugejaga laskusime veealusesse maailma. Enne kõva põhjani jõudmist me kohtasime vedelat põhja, millel ujusid veeloomad ja vetikad. Vedelal põhjal lamas allveelaev nagu loomulikul põhjal. Vedelalt põhjalt peegeldus kõlaloodi helilaine.

Hõlpus on näha lainet, mis tekib vee ja õhu vahelisel piiril. Kuid vee ja vee vahelisel piiril esinevat lainet võib märgata ainult mõõteriista abil.

Kus asetseb vedel põhi? Seal, kus väiksema tihedusega veekiht on suurema tihedusega kihi peal.

Aga miks on üks kiht tihedam, teine kergem?

Seepärast, et üks on külmem või soolasem kui teine.

Tähendab, et näha nähtamatut põhja ja mõõta nähtamatute lainete kõrgust, tuleb sügavusest võtta mõned veeproovid ja määrata nende temperatuur ja soolsus.

Kuidas võtta vett sügavusest? Kui lihtsalt lasta pang alla, siis ei haara ta vett sealt, kust on vaja, vaid kust juhtub. Siin on tarvilik niisugune seadis, mis võtab vett siis, kui meie teda käsime.

Sellest mõõteriistast ma juba kõnelesin. Teda nimetatakse batomeetriks.

Terastrossi külge kinnitatuna lastakse merre vasksilinder, mille kummaski otsas on kraanid. Kui batomeeter jõuab vajalikku sügavusse, lastakse mööda trossi vihike järele. Vihike, tõugates lülitit, paneb mehhanismi käima, mis pöörab silindri ümber ja suleb kraanid.

Koos batomeetriga lastakse sügavusse ka kaks sügavvee-termomeetrit. Kui lasta vette tavaline termomeeter, siis muudab see teel oma näitusid. Kuid milleks on hüdroloogil tarvis sellist mõõteriista — valetunnistajat?

Ent kuidas sundida termomeetrit tõtt kõnelema, seda temperatuuri näitama, mida ta mõõtis sügavuses?

Siin tarvitavad inimesed kavalust. Termomeeter ehitatakse sellisena, et tema ümberpööramisel elavhõbedasammas eraldub reservuaaris olevast elavhõbedast. Siis ei saa termomeeter enam muuta oma näitusid. Tahes-tahtmata tuleb tal kõnelda tõtt.

Kui ülalt lastakse alla vihike, siis pöörab see kogu mõõteriista ümber — niihästi batomeetri kui ka termomeetrid. Elavhõbe katkeb seal, kus tarvis ja kõik on korras.

Selliseid seiklusi juhtub mõnikord termomeetritega. Mida nad kõik peavad taluma tõe nimel! Neid sunnitakse kukerpalli laskma, pealegi veel meresügavuses!

Aga kuidas saab teada sügavust, milleni mõõteriist jõudis? Sest tross võib ju hoovuse mõjul kõrvale kalduda: vette lasti tuhat meetrit trossi, sügavus aga võib-olla on ainult üheksasada.

Siin võetakse abiks veel üks mõõteriist — termo-sügavusmõõtja. Vesi rõhub elavhõbedareservuaarile ja surub elavhõbeda klaasist kapillaartorusse. Mida sügavamale läheb mõõteriist, seda kõrgem on elavhõbedasammas. Ning korraga — laksatus! Vihike klõpsatas vastu lülitit ning mõõteriist pöördus ümber. Sügavus ongi mõõdetud.

Muide, sügavus ja temperatuur on korraga mõõdetud. Elavhõbe ei reageeri ju ainult vee rõhumisele, vaid ka tema temperatuurile. Tuleb termo-sügavusmõõtja ja termomeeter seada silm silma vastu ning võrreldes nende näitusid, teha vajalikud parandused.

Palju kavalaid meetodeid ja mõõteriistu on selleks välja mõeldud, et määrata sügavust, temperatuuri ja soolsust. On mõõteriistu, mis korraga registreerivad nii temperatuuri kui ka sügavust.

See pole tarvilik ainult selleks, et otsida meresügavuses vedelat põhja ja mõõta tohutute siselainete kõrgust.

Temperatuuri järgi sügavuses ja pinnal võib teada saada, kus

liiguvad soojad, kus külmad hoovused. Hoovustest aga ei sõltu ilm mitte ainult merel, vaid ka mandril.

Mõõtes Barentsi mere vee temperatuuri jälgivad hüdroloogid sooja Golfi hoovust. See aga on tarvilik selleks, et võiks ammu enne navigatsiooni algust ennustada, kuidas käitub jää Arktises, Põhja mereteel.

Kusagil Põhja-Atlandil mõõdavad kaubalaevade kaptenid veetemperatuuri ning see aitab hüdroloogidel anda jõgede lahtimineku kohta prognoose.

Veetemperatuuri järgi otsustatakse selle üle, kus võivad liikuda kalaparved, sest kalale ei kõlba tema rünnakuteks mitte igasugune veealune ilm. Kui kapten näeb, et vesi muutub üha külmemaks, teab ta, et temal seisab ees kohtamine jääga.

Mulle näidati Hüdrometeoroloogiateenistuse Konstruktsiooni Keskbüroos laeva termograafi. See registreerib veetemperatuuri merepinnal. Jälgides tema registreerimist võib valvekorra tüürimees isegi öösel või udus märgata jäävälja või jäämäge.

Tänapäeva laeva ei ähvarda «Titanic'u» saatus. Laev tunneb juba ammu enne kohtamist jääga selle lähenemist.

Merejääd jälgivad nüüd ka lennukid, mis saadetakse luurele. Lennukid teatavad raadio teel, kus ilmus jää, kus ta tihenes, kus hõrenes.

Inimesed jälgivad merd ja tõrksaid loodusjõude lennukilt, laevalt ja kaldalt.

Selleks, et teada saada voolu suunda ja kiirust, lastakse merre tiivik: vool pöörab propelleri labasid, lugeja aga märgib tiirude arvu. Merre boile seatud voolu isekirjutaja toimetab automaatselt mõõtmist ja registreerimist.

Kallastel mõõdetakse veeseisu neli korda ööpäeva jooksul.

Igaühele on selge, milleks jälgitakse jõe veeseisu. Seal võib kõrge veetulv uputada linna, purustada sillad ja sadamad.

Aga milleks jälgida meretaset? Kas ta ei jää alati ühele ja samale kõrgusele — sellelesamale meretasemele, millelt arvates me mõõdame?

Kes nii arutleb, see eksib: ta unustab tõusud ja mõõnad ning tuuled, mis ajavad vett kaldale ja sealt tagasi merele.

Meri kõigub nagu kaalukauss, ja neid kõikumisi on kerge märgata, sest nad toimuvad kõigi silmade all.

Ent esineb ka aeglasi, sajandeid kestvaid taseme kõikumisi. Meri tungib maismaale peale või taganeb sealt sajandite kestel. Ilmaaegu

ei näe meremehed mõnikord läbi selge vee mere põhjas muistsete müüride varemeid või ümberkukkunud sambaid.

Et meie praegusi linnu ei tabaks samasugune saatus, tuleb aastast aastasse jälgida meretaset.

Leidub järvetaolisi meresid, mis on eraldunud ookeanist. Neil tuleb omal käel läbi ajada, arvestamata hiiglasuuri veetagavarasid, mis on kogunenud ookeanidesse.

Selliseid järvetaolisi meresid peab eriti teravalt silmas pidama.

Alates 1930. aastast kuni 1945. aastani langes veepind Kaspia meres peaaegu kaks meetrit. Kõiki erutab küsimus: mis see tähendab? Kas alaneb meri jäädavalt või hakkab ta hiljem jälle tõusma? Sest kui alanemine jätkub, tuleb rannikulinnad ja sadamaseadmed ümber ehitada või nad koguni teise kohta üle viia. See aga läheb maksma miljardeid rublasid.

Selle küsimuse lahendamiseks vaatab hüdroloog läbi vanad vaatlused, lehitseb tabeleid, milledes on märgitud tasemed, tuhnib tolmunud raamatutes ja kroonikates. Kui tarvis, peab hüdroloog hakkama ka ajaloolaseks.

Ning mida täpsemalt on minevikus toimetatud taseme mõõtmisi ning mida rohkem neid on, seda kergem on hüdroloogil ütelda, kas Kaspia meri alaneb edasi või mitte ja milliseks kujuneb tema tase ühe või viie aasta pärast. Siin, nagu jõelgi, teenib hüdroloogi ustavalt veemõõtelatt — peegel.

Veeseisu loetakse mõõtelatilt neli korda ööpäevas, tõusu ja mõõna puhul aga isegi iga kümne minuti tagant: muutub ju siis tase eriti kiiresti.

Veel parem on, kui päevikut peab meri ise, kirjutades üles oma kõikumised. Meri tõstab või langetab mareograafi ujukit, ujuk aga paneb sule liikuma.

Nõnda jälgivad vaatlejad mere iga metsikut hüpet ja tema aeglast, sajandeid kestvat liikumist.

Et elada üksmeeles loodusjõududega, peab neid ometi tundma.

Leidub inimesi, kes kogu oma eluaja elavad mere ääres ega tunne neid siiski.

Küsitlege Sotši või Anapa elanikke, miks nimetatakse Musta merd Mustaks. Vaevalt suudavad nad seda seletada.

Kuid inimene, kes uurib merd, ütleb teile, et Must meri osutub tumedamaks teistest seepärast, et tal on järsemad lained...

Kui merel ei ole laineid, siis ta peegeldab nagu peegel taevast. Merel ja taeval on siis sama värvus.

Vaevalt ilmuvad aga lained, kui me hakkame juba nägema mitte ainult taeva, vaid ka mere oma värvust. Me otsekui vaatame läbi lainete.

Mida järsemad on lained, seda nähtavam on meile mere värvus.

Samuti on lugu ka klaasiga. Et näha klaasi värvust, tuleb vaadelda teda servast.

Kui palju kordi on kujutanud kunstnikud helkivat teed, mis päikesepaistelisel päeval või kuuvalgel ööl läheb üle mere kuni horisondini. Luuletajad on kirjutanud «kuurajast» ja päikese «teest õnnele».

Ja siis tuleb õpetlane ja ütleb: see on päike (või see on kuu), mis peegeldub tuhandetest kallutatud ja õõtsuvatest peeglitest, tuhandetest tillukestest lainetest.

Kui meri oleks rahulik, siis ta oleks nagu üks hiiglasuur peegel. Päike ja kuu peegelduksid temast ainult üks kord. Vee virvendus aga purustab merepeegli tuhandeteks kildudeks.

Ent kust tulevad vaikse ilmaga tillukesed virvelained?

Õpetlane annab ka sellele vastuse. Ta ütleb, et suure laine tõstab merel üles võimas õhuvool — tuul, virvet aga tekitavad vaevaltmärgatavad õhujoakesed, mis liiguvad vee kohal.

Nii muutub peisaaž, kui temale vaatavad arusaajad silmad.

Kirjeldades Krimmi rannikut maalib luuletaja kalda äärde helesinise merepeegli, kaugele horisondile aga tumesinise riba.

Õpetlane mitte ainult ei näe, vaid suudab ka seletada seda peisaaži.

Õpetlane ütleb, et kalda ääres on meri seepärast sile, et mäed kaitsevad rannikuriba tuule eest. Ületanud mäed, ei lange tuul merele mitte kalda ääres, vaid eemal, horisondil. Langenud merele, tekitab tuul seal laine. Seetõttu näibki meri kaugel sinisena.

Lumistest tippudest.

Tuhandete silmadega jälgivad inimesed vett kõigil ta teedel. Nad uurivad ta teed mööda jõesängi, nad tungivad talle järele maa pooridesse, pimedatesse maasügavustesse, nad mõõdavad voolu kiirust meres. Nad jõuavad jõgede alguseni, jääliustikkudeni ja lumiste tippudeni.

Meile teiega on jõgi vesi, mis voolab mööda jõesängi.

Kuid hüdroloog teab, et jõgi — see on suur ja keeruline mehhanism, mis kogub vett määratu suurelt maa-alalt.

Kusagil metsas katab lumi maad. Ta magab nagu karu koopas. Temal pole asja jõega, mis peitub kusagil madalamal, olles varjatud jääkattega. Pealtpoolt ei saa arugi, on ta elus või mitte.

Kui aga tuleb kevad, ärkab ka lumi, muutub sulaveeks ja hakkab mööda nõlvu alla jooksma jõe juurde, roomab sinna ka mööda pikki maa-aluseid teid.

Mida rohkem on jõeäärsetes metsades ja väljadel lund, seda rohkem voolab kevadel vett mööda jõesängi.

Siin tähendab palju ka see, milline on pinnas. Kui pinnas ei sula kohe ära, vaid on kaetud külmunud koorikuga, ei lase ta sulavett oma maa-alusesse riiki. Kogu vesi liigub pinnal. Kevadine suurvesi kujuneb kõrgeks.

Suvel aga on jões veest puudus. Sest suvisel ajal, eriti siis, kui pole sadusid, tuleb jõele appi see vesi, mis tungib temani maa-aluseid teid kaudu. Ning kui maa all on vett vähe, siis jõgi alaneb.

Kuid meie maal toimub töö plaani järgi. Meil on tarvis aegsasti ette näha, kuipalju vett läbib jõgesid.

Tähendab, meil ei tule mõõta mitte üksnes vett jõgedes, vaid ka lund tasandikel ja mägedes.

Pole kerge mõõta lagendike ja metsade lumehulka, sest lumi ei lasu siin mitte pangedes, vaid maa peal, sadadesse ja tuhandetesse ruutkilomeetritesse ulatuval pindalal. Ühtedes kohtades on ta kõrgem, teistes madalam. Seda kõike peab arvesse võtma see, kes mõõdab lund.

Eriti raske on lumemõõtmine mägedes. Seal ei ole see mitte ainult keeruline, vaid ka hädaohtlik töö.

Küllalt on juhtumeid, kus lumemõõtjad on kukkunud surnuks, libisedes mäestikuradadelt kuristikku. Kuid kuristikku on siiski võimalik näha. Aga on sedagi juhtunud, et hädaoht varitses lumemõõtjaid tasasel kohal. Inimene kadus äkki, vajus läbi lumevälja. Tema seltsimehed ruttasid talle appi ja avastasid keset lund äsjatekkinud mustava augu. Selgub, et sellel kohal oli lõks: õhukese jääga kaetud jõeke, mis pealt oli kaetud sügava koheda lumega.

Mööda sügavat lund lähevad hobused ropsakalt, hüpetega, rabeldes kõigest jõust. Inimesed hingeldavad hõrendatud õhus — nelja või enamagi kilomeetri kõrgusel.

Lumetormi puhul või tihedas udus liiguvad inimesed nagu pimedad, kuulatades hobuste hingamist ja seltsimeeste hääli. Aga ka päikesepaiste puhul pole palju kergem. Mäestikupäike paistab liiga

eredalt ning inimesed panevad meelega mustad prillid ette, et halvemini näha.

Raske on töötada lumes ja ka puhata pole kerge. Hea on veel, kui õnnestub ööbida suitsuses savionnis või mahajäetud kibitkas[1]. Mägedes kohtad harva elamut. Ning lumemõõtjail tuleb tavaliselt veeta öö kusagil kaljuserva all, soojendades end lõkke või põleva priimuse juures.

Kes meist ei ole unistanud reisudest, ohtlikkudest seiklustest? Lumemõõtjatele aga on see igapäevane töö. Nad siirduvad mägedesse iga kuu, et läbi käia mitmesugustele kõrgustele ülesseatud sademetemõõtjad.

Need ei ole tavalised, ühe päeva jaoks arvestatud väikesed sademetemõõtjad, vaid niisugused, mis mahutavad kogu kuu jooksul sadanud lume.

Et teada saada, kuipalju sadas lund, tuleb see tulel ära sulatada. Lume paksust mõõdetakse lumemõõtelatiga. Jälgitakse ka jääjõgede — jääliustike elu. Joonestatakse jääkeeled, märgitakse ära, kui kiiresti sulab või kasvab jäämassiiv.

Ent ekspeditsioonidest üksinda on vähe. Vajalikeks osutuvad ka alalised kõrgmäestiku jaamad. Jaamas on hõlpsam töötada, ja seal võib töö olla ka pidev.

See-eest on aga siin teine raskus: kuidas ehitada jaama ning kuidas teda varustada kõige vajalikuga?

Ehitusmaterjali võib leida mägedeski. Mäekurudes kasvab mets. Kive on seal niipalju kui soovite.

Kuid ikkagi tuleb suur koorem mööda kitsede teeradasid üles kanda sinna, kuhu igaüks ka pakkideta ei jõua.

Mulle sattus kätte aruanne, mille oli kirjutanud üks nendest mehistest inimestest, kes ehitasid Tjan-Šani mägedesse esimest kõrgmäestiku jaama.

Käsikiri on ilma allkirjata.

Peab ise lugema seda käsikirja, et mõista, kui rasket võitlust pidasid ehitajad, eesotsas professor L. K. Davõdoviga, karmi mäestikuloodusega.

Palgid ja lauad tuli vedada mäekurudest üles maad mööda lohistades, varustus aga toimetati kohale kannihobustel või oma seljas. Härmatise ja jäänõeltega kaetud hobused näisid olevat jääst teh-

[1] Rändrahva elamu. (Tõlkija märkus.)

tud. Jõhvlingud koormate sidumiseks muutusid külmast nii kõvadeks, et neid ei seotud, vaid keerutati nagu juhtmeid.

Mägedes oli kõik teisiti kui all.

Selles jää ja lume riigis tuli ka ehitada teistviisi. Kui jaama hoone oleks ehitatud tavaliste reeglite järgi, tema seinad oleksid juba esimesel suvel kõverdunud, viltu vajunud ja pragunenud.

Sest siin külmub aluspõhi täielikult. Suvel päike soojendab maja ning aluspõhi maja all elustub, hakkab sulama ja liikuma.

Et seda ei juhtuks, asetati jaamahoone kõrgete servadega tsementalusele. Maja all tekkisid koridorid, mis olid nii avarad, et neis võis küürus kõndida. Kuid need koridorid ei olnud tehtud inimestele, vaid tuule jaoks. Suvel avati ööseks õhuaugud ning külm öötuul jalutas maja all, aluspõhja jahutades.

Lõppeks algasid vaatlused.

Kuid ka nendega oli küllaltki palju üllatusi.

Elavhõbe langes baromeetris skaala kõige madalamast jaotisest madalamale. Baromeeter ei olnud arvestatud nii madala õhurõhu jaoks ning ta lakkas teenimast. Tuli tema jaoks tellida uus, ebatavaline skaala.

Sademetemõõtjad pragunesid liitekohtades külma pärast ning neid tuli siinsamas parandada ja korda seada.

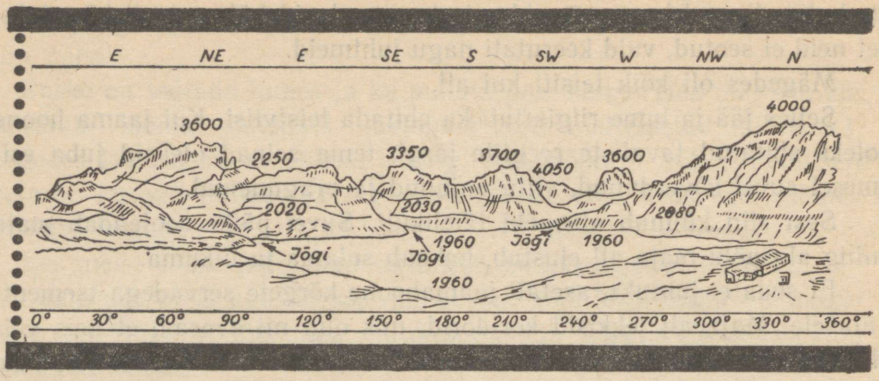
Mitte üksnes mõõteriistad, vaid ka inimesed langesid reast välja — nad haigestusid mäehaigusesse.

Kuid siiski toimetati vaatlusi. Mistahes ilmaga siirdusid lumemõõtjad lumemõõtmismatkale. «Ilmast ei hoolitud,» kõneldakse lühidalt aruandes. Ilma arvestasid kõige vähem need, kes temaga kõige rohkem tegelesid.

Ta valmistas neile nii palju pahandusi! Kuid nad näisid vähe muretsevat selle jonnaka maapealse ilma pärast. Nad ei jätnud ka Päikese ilma vaatlemata. Päikeselaigud — keerised Päikese atmosfääris — huvitasid neid samal määral kui tsüklonid maa peal.

Tjan-Šani jaam ehitati 3600 meetri kõrgusele. Kuid vaatlejad ronisid ka kõrgemale. Taškendis ehitati maja ja viidi see lahtivõetud kujul Fedtšenko jääliustikule, 4100 meetri kõrgusele. Maja kanti üle kiirete mäestikujõekeste, üle rahnude ja kiviprügi kuhjatiste, mööda järske langusid ja tõuse, mööda sügavat lund ja pragudega läbilõigatud jääliustikku.

Seal ülal esinevad niisugused tormid, et ükskord viis tuul kõik meteoroloogilised onnid minema nagu kaardimajakesed. Seal ei saja



Kui ei oleks kõrgusi tähistavaid numbreid, te ei arvaks, et see on plankett.

kunagi vihma, selle eest aga matab lumi jaama mõnikord peaaegu kuni katuseni. Juhtub, et lume paksus mäekurudes ja lohkudes ulatub kolmekümne meetrini.

Seitse kuud aastas toimub jaama sidepidamine muu maailmaga ainult raadio kaudu.

Ning ikkagi toimuvad vaatlused. Vaatlejad kannavad korralikult vihikusse numbreid ja täidavad plankette.

Ma nägin üht niisugust planketti.

Horisondil on hambuline mägede joon, mille kohal kerkivad järsud mäetipud. All on org, mida mööda voolab jõgi. Eespool, järsaku kohal, on madal jaamahoone ja meteoroloogilised onnid. Kui ei oleks kõrgusi tähistavaid numbreid, te ei arvaks kunagi, et see on kantseleiplankett, mitte aga mäestiku peisaaži kujutav joonis.

Igal hommikul kell seitse joonistab vaatleja lumejoone. Lehitsedes plankette võib näha, kuidas talv laskub orgu, kui all on veel soe, või kuidas ta taganeb kevadel mäestikujärsakutele.

Raske on elada ja töötada mägedes. Kuid polaarjoone taga ei ole töö kergem. Arktise jääs on inimesed mõnikord mitte seitse kuud, vaid aastaid «suurest maast» ära lõigatud.

Kui palju on küll tarvis kannatust, sitkust ja vastupidavust, et töötada maailmast äralõigatud jaamas! Siin on parimaks arstimiks töö. Mida rohkem on inimene seotud tegevusega, mille pärast ta lahkus «suurelt maalt», seda vähem jääb ta hinges ruumi nukrusele.

Ega polnud kerge neljal polaarsangaril triivivas jaamas «Severnõi poljus»! Aga ometi jätkasid nad tööd ja ilmateadete andmist isegi siis, kui nende jääpangast jäi järele ainult võrdlemisi väike tükk.

Igal hommikul tuli vaatleja sellele kõikuvale, haprale ja sulavale vaatlusväljakule, mille all oli neli kilomeetrit vett.

Tekib küsimus: kas ei saaks ilma inimeseta toime tulla seal, kus teda võib asendada automaat?

Hüdrometeoroloogiajaamades on mõõteriistad-isekirjutajad, mis kirjutavad automaatselt päevad ja ööd läbi õhutemperatuuri, -rõhku ja -niiskust.

Aeroloogiajaamades tõusevad iga päev taevasse pilootpallid ja raadiosondid, mis teatavad ülalt raadio kaudu, milline ilm on taevas, kuhu ja millise kiirusega puhub tuul.

Kas ei saaks Arktises, kõrves, keset ookeani asetseval kaljul ja mäetipul töötamiseks ehitada niisugust jaama, mis töötaks ilma inimesteta?

Mitte väga ammu, 1939. aastal, olid Ameerika Meteoroloogiaseltsi ajakirja paigutatud vastused lugejate küsimustele: missuguseks kujuneb meteoroloogiateenistus viiekümne aasta pärast?

Meteoroloogiliste mõõteriistade sektsiooni juhataja kirjutas: «Viiekümne aasta pärast annavad automaatjaamad, mis on projekteeritud kuuajaliseks tööks, ilmateateid asustamata paikadest.»

Ameerika meteoroloog eksis. Meie maal leiutati automaatjaam mitte viiekümne aasta pärast, vaid viie aasta pärast, mitte lastelaste ajal, vaid meie päevil.

Robinsonist automaat.

Ma nägin üht meie automaatjaamadest.

Minu reis sellesse jaama oli sarnane reisuga tulevikku.

Minu kõrval istus autos konstruktor — insener Goreleitšenko.

Auto kihutas šosseel viisaastakute ajal ehitatud uutest suurtest majadest mööda.

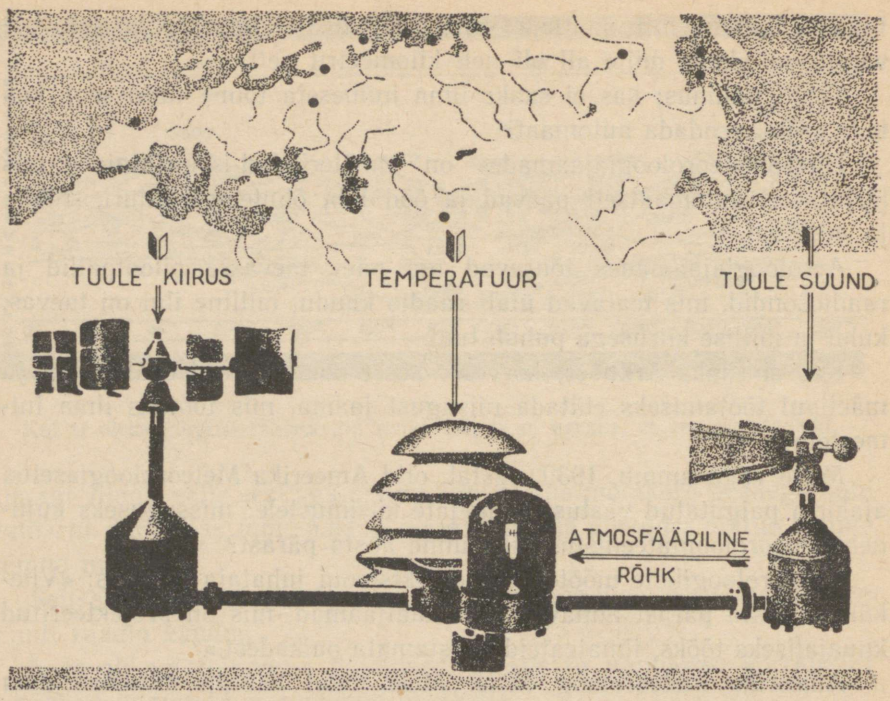
Alles hiljuti see kõik oli figureerinud ainult arvudes, tabelites ja inseneride unistustes.

Vasakul lagendikul paistis kaks raadiomasti ja majake. Sõidame ette, peatume.

Insener Goreleitšenko annab seletusi, täiesti nii, nagu need leidurid, kelledest loeme teaduslik-fantastilistes romaanides.

Seekord aga ei ole meil tegemist väljamõeldise fantastikaga, vaid tõelikkuse fantastikaga.

Kaheksa-meetrise masti otsas on meteoroloogiliste mõõteriistade plokk. Siin on baromeeter, termomeeter, anemomeeter ja rumbomee-



Kaheksameetrise masti otsas on meteoroloogiliste mõõteriistade plokk.

ter. Anemomeeter määrab tuule kiirust, rumbomeeter aga tuule suunda.

Need on jaama silmad, tema meeleorganid. Nagu närvid lähtuvad nendest juhtmed ajju — juhtimisplokki.

Juhtimisplokk on peidetud suurde metallkasti nagu aju koljusse. Insener Goreleitšenko tõstab ära ühe kaane, siis teise.

Siin ta ongi, see automaadi aju. Hammasrattakesed, kettad, kontaktid, igasugused üksikosad, milledele ma ei osanud isegi nime anda, olid siin ühendatud üheks keeruliseks masinaks, mis tahtmata tekitas austust enda vastu.

Võhikul on raske orienteeruda isegi kellamehhanismis. Kuid kellamehhanism oli selles seadeldises, mida nägime kastis, ainult üks paljudest üksikosadest.

See kast oli paigutatud teisele suurele kastile. Alumises kastis asetsevatest akumulaatoritest lähtus energia, mis andis elu kogu ehitisele.

Meeleelunditest — ajju... Ajust aga lähevad närvid-juhtmed

kõnelemiskeskuse — raadiosaatja — juurde, mis on kinnitatud siinsamas kõrval madalavõitu postile.

Iga kuue tunni tagant hakkab jaam kõnelema — saadab eetrisse ilmateate.

Me kuulatame. Kastis tiksub kell, just nagu tuksuks süda.

Ning määratud tähtaeg saabus. Keegi ei puudutanud mehhanisme. Nad hakkasid ise liikuma tol hetkel, mis neile oli ette nähtud.

Kellamehhanism pani hammasrattad käima. Voolu transformaator sumises. Punktide ja kriipsudega — telegraafimärkidega — kettad pöörlesid. Hakkas käima kodeerimismehhanism — kirjaoskaja masin, mis oskab märkides väljendada seda, mida nägid mõõteriistad.

Hakkas käima automaatvõti, radist-automaat. Kontaktid kopsisid mööda kettaid just nagu sõrmed. Meteoroloogilistest mõõteriistadest kostis mingi löök. Midagi hakkas raadiosaatjas sumisema.

Punktid — kriips...

Jaam saadab algul väljakutsesignaalid, siis õhurõhu, temperatuuri, tuule suuna ja tugevuse. Kolm korda saadab jaam teadet, siis jooksevad eetrisse jälle väljakutsesignaalid. Ning taas vaikimine. Kõik on seisma jäänud. Ainult kell jätkab tiksumist.

Kuue tunni pärast aga on jaamale määratud jälle ärgata — kaheks minutiks.

Ning nõnda töötab jaam aasta läbi.

Kui konstruktorid asusid selle konstrueerimisele, näis ülesanne olevat lahendamatu.

Kuidas ehitada niisugust automaati, mis töötaks ühtesoodu kaksteist kuud, s. o. 365 päeva ehk 8760 tundi?

Kuid konstruktorid kaalutlesid, et töötades neli korda kaks minutit ööpäevas, vajab jaam aastas ainult viiekümne tunni ümber aega töötamiseks, mitte aga 8760 tundi. Viiskümmend tundi — see on juba teine jutt. Niisugust automaati võib ehitada.

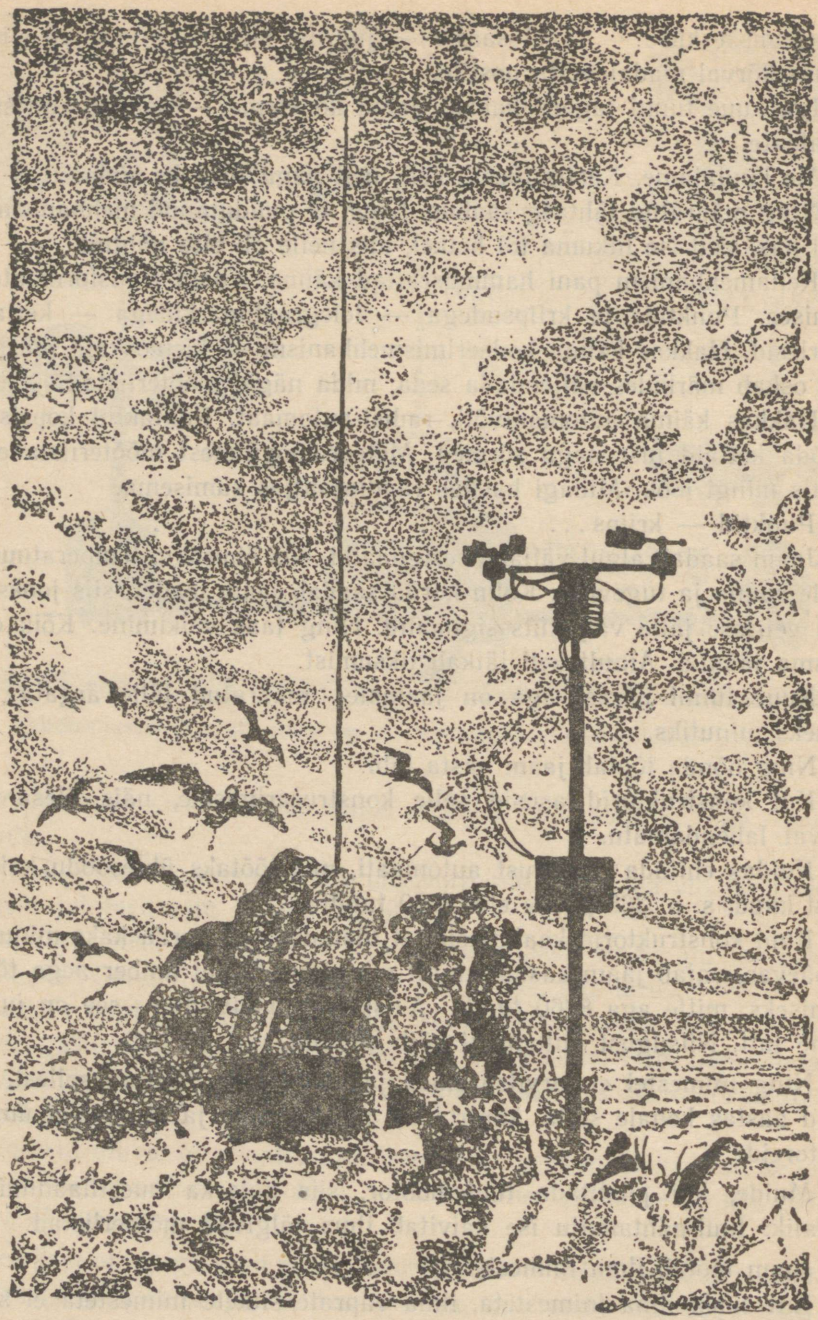
Ning inimestel ei tarvitse elada jaama juures. Piisab sellest, et kord aastas kohale sõita, kontrollida mehhanisme ja laadida akumulaatoreid.

Muide, kui püstitada tuulemootor, siis pole ka uuestilaadimine vajalik: tuul-nähtamatu ise käivitab ilma jälgivad mõõteriistad.

Jaam töötab ilma inimesteta.

Ent siiski ilma inimesteta, ilma vaprate sitkete inimesteta ei saa läbi ka siin.

Sest jaam ei vaja mitte ainult ehitamist, vaid teda tuleb ka kohale



Saarele jäi üksinda ainult Robinson-automaat — automaatne meteoroloog ja radist.

toimetada ja püstitada. See aga pole hoopiski mitte kerge töö, eriti siis, kui jaama on tarvis üles seada kusagil metsikus asustamata rajoonis.

Kui palju kordi korduvad selles raamatus sõnad: «aga see pole kerge töö» või «aga see pole hoopiski nii lihtne».

Kuid vahest vabandavad mind ranged kriitikud. Ma tegelikult jutustangi sellest, mis ei ole kerge ja lihtne.

Ma jutustan tööst, mis nõuab suurt pingsust, leidlikkust, sitkust ja mehisust.

Mõnikord kõneleb kuiv aruanne või akt meie meeltele ja kujutlusele rohkem kui kõige fantastilisem jutustus.

Ma nägin akti, mille olid koostanud asustamata saarele automaatjaama püstitamise ekspeditsioonist osavõtjad. See oli kalju keset merd. Kuni 10. septembrini 1944. aastal olid elanud seal ainult linnud ja merelõvid.

Kuid 10. septembril jõudis saare juurde väike aurik. Ta tõi kohale automaatjaama ja viis inimest: ekspeditsiooni juhi — mitšman Tšelpanovi, radist Peškovi ja insenerid Goreleitšenko, Pavlovi ja Suražski.

Ma ei hakka jutustama oma sõnadega sellest, mis juhtus edasi. Esitan parem mõned väljavõtted sellest aktist:

Akt.

Meie, allakirjutanud... koostasime käesoleva akti alljärgneva kohta.

ARMJ[1] *püstitamine.*

1. Alates 11. septembrist kuni 29. septembrini 1944. a. toimus jaama varustuse kohaletoimetamine saare tipule (märgis 165 meetrit) ja tema monteerimine näidatud kõrgusel. Jaama kohaletoimetamist, mille kogukaal oli 1,5 tonni, teostasid ilma mingisuguste tõstevahenditeta mööda saare järske nõlvu vahetult ekspeditsioonist osavõtjad.

Koormate kohaletoimetamisel oli elu alaliselt ohus, silmas pidades saare kaljuseid ja järske nõlvu ning tugevasti praolist kivimit varisevate kividega...

5. Kahe raadiomasti püstitamine valmistas tunduvaid raskusi ja ekspeditsiooni isikliku koosseisu elu oli

[1] Automaatne raadio-meteoroloogiajaam. (Tõlkija märkus.)

ohus, arvestades tõstevahendite kasutamise võimatust kitsal järskude nõlvadega harjal.

ARMJ monteerimistöid toimetati iga päev, hoolimata vihmast ja tuulest, mille kiirus ulatus 25 meetrini sekundis, välja arvatud 18. september, mil 12 pallini ulatuva tormi tagajärjel kogu ekspeditsiooni koosseis oli tegevuses laagri ümberpaigutamisega ja varanduse päästmisega — toimetamisega kõrgemale märgisele.

17.—20. septembri tormi tulemusena langes reast välja ekspeditsiooni raadiojaam.

29. septembril 1944. aastal kell 17 lahkus ekspeditsioon saadud juhendite kohaselt saarelt ja siirdus laeva pardale, jättes ARMJ seadeldise normaalselt töötavasse seisukorda.»

See akt on kirjutatud nii, nagu tavaliselt kirjutatakse akte — kuivas protokolli keeles, selliste kantseleilikkude sõnadega, nagu «alljärgnev», «allakirjutanud» ja muud. Ning ometi, lugedes seda, võime endale selgesti kujutleda uttu mähkunud kaljusaarekest ja püstloodis seisvate kaljude vastu peksvaid laineid.

Torm oli nii tugev, et lained uhtsid minema laagritelgi, ehkki see ei seisnud otse vee lähedal, vaid viieteistkümne meetri kõrgusel merepinnast. Laager tuli viia veel viieteistkümne meetri võrra kõrgemale.

Jaam püstitati kaljuharjale, mis kõige laiemas kohas ei ulatu üle kahe meetri.

Raske oli töötada sellel kivisel noatera-sarnasel teravikul, võideldes jalustlööva tuulega.

Aga kui raske oli neil, kes seadsid üles mõõteriistu, rippudes masti tipus kuristiku kohal!

Ekspeditsioon lahkus saarelt. Saar muutus taas asustamatuks. Isegi linnud loobusid temal pesitsemast. Nähtavasti ei meeldinud neile, et nende põlistel valdusaladel olid käinud inimesed.

Saarele jäi maha ainult Robinsonist automaat — automaatne meteoroloog ja radist.

Täpselt aasta pärast lähenes kaldale hüdrograafiline laev. Robinsonist automaadile sõitsid külla insenerid ja radistid. Nad kontrollisid tema tervist, kuulasid tema järjekordset saadet ning koostasid akti selle kohta, et leidsid kõik täiesti korras olevat. Robinsonist automaat oli töötanud tervelt kaksteistkümmend kuud ilma vigadeta ja häireteta.

Laadinud akumulaatorid ja lukustanud mõõteriistade majakese, asusid külalised tagasiteele. Ning Robinsonist automaat jäi taas üksi.

Võimalik on konstrueerida samuti ka väikest automaatjaama, mis visatakse lennukilt alla.

Lennuki põrandas avaneb luuk. Luugist langeb alla karp mõõteriistaga. Kaas lendab ühele, tühi karp teisele poole.

Mõõteriist aga langeb langevarjuga alla.

See on väike raadio-meteoroloogiajaam.

Jaam maandub. Temast poeb automaatselt välja antenn. Algab saade. Niisugune jaam võib aidata sõjas, kui on tarvis teada ilma vastase tagalas.

Ta võib aga osutada suuri teeneid ka seal, kus on tarvis uurida lennuteid üle tundmatute paikade.

See kõik sarnaneb fantastikaga. Ent see on fantastika ilma väljamõeldiseta.

Kui mind oleks küsitletud, missuguseks kujuneb meteoroloogiateenistus viiekümne aasta pärast, ma olnuksin julgem kui ameerika meteoroloog.

Ma oleksin ütelnud, et viiekümne aasta pärast, võib-olla ka varem, on kogu Maakera üle külvatud automaatsete raadiolokaator- ja isekirjutavate jaamadega. Jaamad töötavad niihästi kõrgel stratosfääris kui ka ookeani põhjas. Nad näevad kõike, mis toimub õhus ja vees, maa kohal, maa peal ja maa all. Nad jutustavad stratosfääri tuulest ja Arktise ümberpaigutumisest, maa-aluste vete liikumisest meie jalgade all ja sügavatest põhjavooludest.

Tuhandete nähtamatut nägevate kunstsilmadega vaatleb inimene oma planeeti. Selle poole asi juba arenebki.

Juba praegu jälgivad tuhandetes kohtades täpseimad mõõteriistad päevad ja ööd looduse elu. Mööda juhtmeid ja ilma juhtmeteta jooksevad vahet pidamata teated vihma- ja lumesadudest, ududest, kõrgvetest ja tormidest.

Nad jooksevad meteoroloogia- ja aeroloogiajaamadest, mere-, jõe-, järve-, soo-, mäestiku- ja kõrvejaamadest, automaatjaamadest ja ilma jälgivatelt lennukitelt ning jääd jälgivatelt hüdroloogialaevadelt ja jäälõhkujatelt.

Nad jooksevad põhjast, lõunast, idast ja läänest — meie maa kõigist nurkadest ja teistest põhjapoolkera maadest.

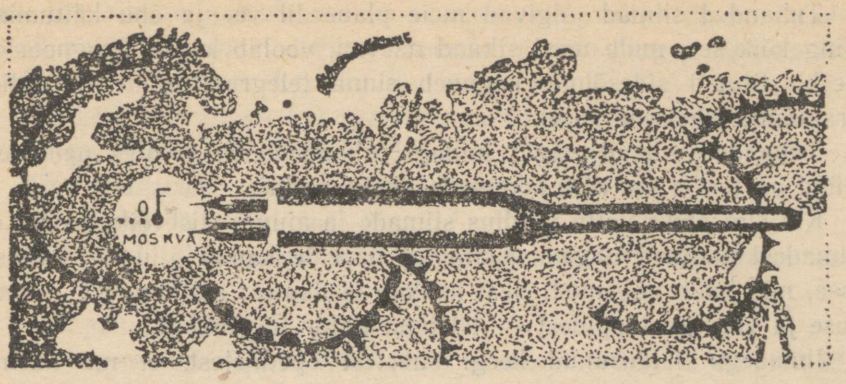
Nad jooksevad, need raportid tunnimeestelt, kes ei pööra silmi ilmalt.

Kümme miljonit raportit aastas!

Ning me olemegi jõudnud keskusse, sellesse punkti, kuhu teated kokku voolavad.

Me seisame taas Prognooside Keskinstituudi uste ees.

Seekord avanevad meie ees uksed.



Üheksas peatükk.

Reis homsesse.

«Homme Moskvas . . .»

«Homme on Moskvas Prognooside Keskinstituudi teatel oodata lauspilvitust, ajuti nõrku sademeid. Temperatuur öösel ja päeval null kraadi ümber . . .»

Kust teavad Prognooside Keskinstituudi töötajad, mis tuleb homme?

Me näeme hästi seda, mis toimub meie ümber täna. Me võime mäletada ka seda, mis juhtus meiega eile. Kuid tulevik — see on selline udune ala, milles inimesed õpivad alles nüüd kobades leidma teed.

Reis homsesse päeva!

Kas see on võimalik mitte üksnes fantastilises romaanis ja unelmas, vaid ka tõelikkuses?

Seda võib öelda ainult see, kes ise on sooritanud sellise reisu.

Mida siis jutustavad tulevikku reisijad — sünoptikud?

Nad kõnelevad: et homset päeva ette näha, on tarvis selgelt näha tänast. Ning näha mitte ühes kohas, mitte ühes linnas, vaid määratu suurtes ruumalades.

Tuhanded silmad jälgivad meie planeedil vee ja õhu käitumist. Ning kõik see, mida need silmad näevad, voolab kokku Prognooside Keskinstituudi sidesõlme, koguneb sinna telegraafilintide ja radiogrammide lehekeste kujul.

Tuhanded silmad nägid midagi tuhandetes erinevates paikades. Nüüd on tarvis see kõik koondada üheks pildiks.

Kui siin abiks võtta võrdlus silmade ja ajuga, siis võiks öelda, et silmadest sattusid nägemisaistingud närvide kaudu ajju — sellesse ossa, mis juhib nägemist. Seal hakkab üksikutest aistingutest — valguse ja värvuse täppidest — tekkima ühtne nägemispilt.

Ilmaaegu ei lausunud keegi suurtest õpetlastest, et me näeme ajuga.

Prognooside Keskinstituudis kannab see osakond, kuhu tulevad teated perifeeriast, tagasihoidlikku nime: Tehniline osakond.

Kui heidate pilgu sellesse osakonda, siis näete seal suuri laudu, millede taga istuvad tehnikud, kes kannavad andmeid kaartidele. Mõnikord on need hoopis noored tütarlapsed, kes alles hiljuti on lõpetanud õppimise. Ent vaadake, millise kiirusega nad vaatavad läbi oma igapäevase posti.

1719	84562	62648	12168	05806	7F300	1422

Tütarlapsed loevad seda numbrite rägastikku niisuguse kergusega, nagu oleks see ajaleht.

Esimestest numbritest on kerge aru saada: grupis 1719 tähendab esimene numbrite paar 17-ndat kuupäeva ja teine kella 19. Järgmised kolm numbrit on samuti kergesti arusaadavad, sest 845 on jaama number. Kuid tehnik teab rohkem kui meie. Ta võib numbri järgi öelda, millisel mandril ja millises riigis asetseb jaam.

Tehnik leiab ilma vaevata 845-nda jaama kaardil asetsevate ringikeste seast.

Ringike on leitud. Nüüd on tarvis joonistada kaardile, milline on ilm selles ringikeses.

Pärast jaama numbrit järgnevad telegrammis numbrid:

62	62648	...

Kui need numbrid muuta sõnadeks, siis saame: «madalpilvedest esinevad madalad rebitud halvailmapilved; keskmise kõrgusega pilve-

dest aga kiht-sajupilved; ilm on vaatluse ajal: nõrk vihm, nähtavus 4—10 palli, maapinnale kõige lähemate pilvede kõrgus 300 meetrit, madalpilvede hulk — 10 palli . . .»

See kõik on väljendatud seitsme numbriga. Meie tavaline kõne on siin nagu tabletiks kokku surutud.

Aga kuidas seda siis kaardil kujutada?

Kas kirjutada sõnadega?

Selleks ei jätku ruumi, sest kaardil ei ole mitte üks jaam, vaid palju.

Kas joonistada?

See on veelgi vähem ökonoomne meetod. Võimatu on ju kõike kujutada pildikese kujul. Pilvi võiks veel joonistada, aga kuidas joonistada nähtavust või tuule tugevust?

Kas ilma märkida numbrite kujul? Üht-teist võib ju märkida numbritega, aga kui kasutada ainult niisugust kuiva keelt, siis ei saa ülevaatlikku pilti.

Siin on tarvis meenutada muiste proovitud ja veel käesoleva ajani mõnikord tarvitatud mõtete väljendamise meetodit pildikestega, hieroglüüfidega.

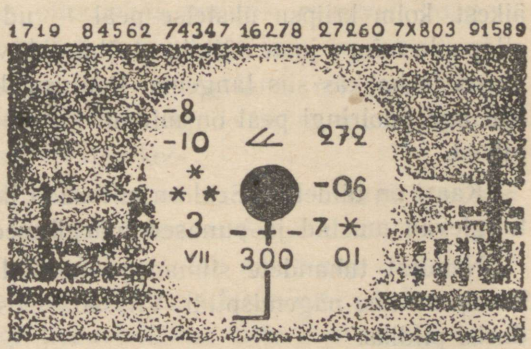
Kui muistsed egiptlased tahtsid kirjutada sõna «olla» joonistasid nad põrnika, sest et egiptuse keeles on «põrnikas» — «hpr» ja «olla» — samuti «hpr». Põrnikas on see hieroglüüf, mis tähistab sõna «olla».

Me kasutame sageli hieroglüüfide keelt. Igaüks teab, et kaks ristamisi välku tulbal tähendavad «hoia voolu eest», pealuu ja kondid pudelikesel tähendavad «mürk».

Rändur tulevikku pöördub samuti muistse keele hieroglüüfide poole, kui tal on tarvis kujutada kaardil ilma.

Ta viirutab kogu ringikese, mis kujutab jaama. See tähendab, et kogu taevas on kaetud pilvedega. Kui aga veerand ringist jääb valgeks, siis on ainult kolm neljandikku taevast kaetud.

Väikeses ringikeses on nagu veetilgas koos kogu taevas.



Ringike täitub igast küljest numbrite ja märgikestega.

Sellele ringikesele joonistab tehnik juurde noolekese kahe põikkriipsuga otsas. Nooleke on suunatud põhjast lõunasse, mis tähendab, et puhub põhjatuul. Kaks külgmist põikkriipsu aga näitab, et tuule tugevus on neli palli.

Tehnik töötab kiiresti. Teisiti ei saagi, sest iga sekund on siin arvestatud.

Jaama ringike on igast küljest ümbritsetud numbrite ja märgikestega. Mõned märgikesed on joonistatud musta, teised punase tušiga.

Kui meil tuleb kirjutada kord punase, kord musta tindiga, siis kasutame selleks tavaliselt kaht eri sulepead ja sulge. Me paneme ühe sulepea ära ja võtame teise. Ent rändurii tulevikku ei ole kunagi aega vahetada hobuseid. Tema kaariku ette on rakendatud hobuste paar. Tal on eriline sulepea kahe sulega. Üks sulg on punase ja teine musta tuši jaoks. Sulepea sarnaneb kaheharulise hargiga.

Endastmõistetavalt ei saa siin olla hajameelne ega segi ajada värve või numbrite kohti.

Näiteks punane number ülal vasakul on temperatuur. Must number ülal paremal aga õhurõhk. Kui need segi ajada, siis ei tule midagi head välja ...

Mõni hetk — ja ilm jaamas on peale joonistatud, peale kantud.

Sünoptiku vilunud silmale piisab nüüd pealevaatamisest, et öelda, millised pilved on jaama kohal ja kas seal sajab vihma või lund.

Seda keelt, ilma tähestikku, tunnevad ainult vähesed inimesed. Ning samal ajal võib öelda, et seda tuntakse kogu maailmas.

Olgu see meil NSV Liidus või Lõuna-Ameerikas või Okeaania saartel — igal pool teavad meteoroloogid kindlasti, et täheke märgib lund, koma — uduvihma, punkt — vihma, siksak noolekesega otsas — äikest, kolm kriipsu üksteise peal — udu. Algul ülespoole, siis aga allapoole minev joon näitab, et õhurõhk viimaste tundide kestel algul tõusis ja hakkas siis langema. Poolring kujutab ilusa ilma rünkpilvi. Kui aga poolringi peal on midagi alasitaolist, siis on need hoogsajupilved.

Kaart on täidetud. Seal on mitusada jaama. Ning iga jaama juures tunglevad mustad ja punased märgikesed ja numbrid.

Nendest tuhandete silmadega nähtud täpikestest peab aju nüüd koostama ühe nägemispildi. Viissada mosaiigitükikest peavad sulama üheks pildiks.

Kus seda tehakse?

Peasünoptiku toas.

Sünoptik vaatab kaardile.

Kaart seisab sünoptiku ees. Ta vaatab seda kiiresti, otsides hoogvihmade, uduvihma ja udu piirkondi.

Sünoptikul on käes roheline pliiats. Ta märgib roheliste «linnukestega» hoogsajupilvede piirkonnad. Sinna, kus esinevad vihmavalingud, joonistab ta rohelised kolmnurgad. Sinna aga, kus sajab uduvihma, paneb ta suure rohelise koma.

Siis võtab ta kollase pliiatsi ja viirutab sellega udupiirkonnad. Nendesse piirkondadesse, mis ta kaardil ära märgib, satub tal korraga palju jaamu. Sünoptik just nagu tegeleb sadade kohalikkude ilmade liitmisega üheks ilmaks maal.

Vaadeldes kaarti ta otsib temal nagu peitepildil mööda planeeti liikuvate õhumasside hiiglakehasid.

Ei olegi nii raske otsida peitepildil looma, puud või lindu; pole tarvis olla botaanik, et tunda ära valge koorega puus kaske.

Kuid õhumassi ei ole nii kerge leida ja ära tunda.

Sest ta hõlmab tuhandetesse kilomeetritesse ulatuva ruumala. Seejuures ei ole ta pealegi nähtav. Ainult tema pilvedest ja ududest koosnev kandam, mida ta kannab endaga kaasas, on nähtav.

Tarvis on õhumassi osata näha ja teda selle kandami järgi ära tunda.

Kus külm õhumass läheb üle sooja mere või päikesekiirte poolt soojendatud maismaa, seal on hoogsajupilved ja hoogvihmad.

Seal soojeneb õhk maapinna lähedal ja tõuseb kiiresti ülespoole, kandes endaga kaasas oma nähtamatut koormat — niiskust. Ülalpool on aga külm, niiskus muutub seal nähtavaks ja moodustab võimsad hoogsajupilved. Ilm on selles piirkonnas muutlik, esinevad hoogvihmad ja äikesed. Kohiseb hoogvihm, möödub, ja jälle on taevas selge.

Kaardil tähistavad hoogsajupilvi ja hoogvihma rohelised «linnukesed» ja kolmnurgad — see on niisamasugune külma muutliku massi tunnus, nagu on kase tunnuseks valge koor.

Roheliste komade ja kollaste viirutustega aga märgitakse uduvihmasid ja udusid. Need on soojade õhumasside tunnused, mis liiguvad külma maapinna kohal. Soe õhk muutub maapinna lähedal külmemaks ja raskemaks. Ta ei tõuse üles, vaid lasub raske kattena maa peal. Temas peituv niiskus aga tiheneb külma tõttu ja muutub peeneks tüütavaks uduvihmaks või valkjaks aurukihiks.

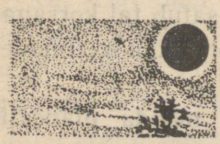
Niisama kattub ka külm klaas sooja hinguse puhul uduga.



→ SELGE ←



→ PILVINE ←



→ PILVES ←



→ 2 PALLI ←



→ 5 PALLI ←



→ AIKE ←



→ VIHM ←



→ UDUVIHM ←

Siis ei ole oodata kiiret ilmamuutust. Ilm on püsiv, taevas jääb veel kauaks ajaks süngeks.

Ning sünoptik hakkab ilmakaardil eraldama külmi õhumasse soojadest.

Selles abistavad teda ka aeroloogiajaamadest saabuvad teated. Aeroloogiajaamades uuritakse õhumassi kaks korda päevas raadiosondidega; määratakse kindlaks õhurõhk, -temperetuur ja -niiskus seitsme, viie, kolme, kahe ja ühe kilomeetri kõrgusel. Samuti jälgitakse jaamadest kõrguses olevaid tuuli pilvede liikumise või pilootpallide järgi.

Kui kõik need andmed saabuvad Prognooside Keskinstituuti, kantakse seal sünoptilisele ilmakaardile lisaks maapinnalähedastele tuultele ka «taeva all jalutavad» tuuled. Punased noolekesed osutavad tuult kolme või nelja kilomeetri kõrgusel, sinised aga — kaheksa kilomeetri kõrgusel või selle ümber.

Peale selle aga koostatakse ka erilised aeroloogilised kaardid ja graafikud.

Ühtedel kaartidel on näha kõrgel maapinna kohal esinev õhurõhk, sealsed baromeetrilised mäed ja lohud.

Teistel kaartidel aga on kujutatud sooja ja külma, kuiva ja niiske õhu keeled, mis ulatu-



→ LUMI ←



→ UDU ←



HOOGSADEMED



→ ANTITSÜKLON ←



→ TSÜKLON ←



KÜLM FRONT



SOE FRONT



KÕDUFRONT

vad kõrgemas õhkkonnas põhjast lõunasse, lõunast põhja või mõnes teises suunas.

Et sünoptik saaks näha kogu atmosfääri massiivi, vajab ta peale ilmakaartide ka atmosfääri läbilõikeid.

Iga päev toimetatakse Prognooside Instituudis kirurgilist operatsiooni: atmosfäär lahatakse mööda jooni, mis lähevad läbi kogu Euroopa — Londonist Moskvani, Hamburgist Kuibõševini ...

Kõige selle kohal kulgevad lainelised kõverad, mis näitavad kõrgel esinevat temperatuuri ja niiskust.

Koostatakse ka erilised graafikud, millede järgi sünoptik määrab korraga kindlaks, kuidas paigutuvad maa kohal püsivad ja muutlikud õhukihid.

Ent mida tuleb pidada püsivaks ja mida muutlikuks?

Põrandal asetsev kaaluviht on püsiv: ta ei saa ise tõusta üles, kui teie teda ei tõsta.

Õhupall aga on muutlik: ta kisub ülespoole ja tõmbab teie kätt enda järel.

Nii on ka õhuga. Püsiv õhumass laotub mööda maad. Ta saab tõusta ainult siis, kui tuleb teine, raskem mass ja tõstab ta oma õlgadele.

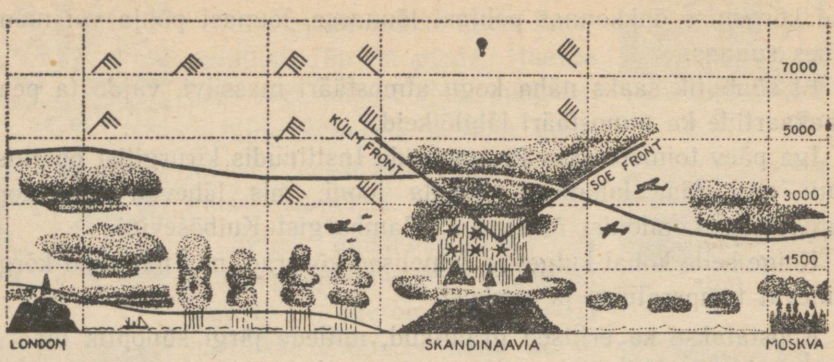
See juhtub siis, kui soe õhk lasub külmal maapinnal ja äkki tuleb põhja poolt külm õhk ning paiskab ta üles.

Muutlik õhumass aga tõuseb iseenesest üles. Tal on tõstejõud nagu õhupallilgi. Nii juhtub siis, kui külm õhk suvel soojeneb kuumal maapinnal. Siis on õhul määratu suur energia. Enne äikest näeme oma silmadega, kuidas võimas õhuvool läheb ikka kõrgemale ja kõrgemale, kuhjates raskeid äikesepilvi peaaegu kuni stratosfäärini.

Püsivat õhumassi võib muutlikust eraldada ka ilma mõõteriistadeta, kui mitte anda tavalisele ahju korstnale mõõteriista austavat nimetust.

Kui suits laotub mööda maad ja perenaised kurdavad halva tõmbuse üle, siis on tegemist püsiva õhumassiga. Aga kui suits tõuseb korstnast tulbana otse üles, siis on õhumass muutlik.

Kuid viie või kaheksa kilomeetri kõrgusel ei ole ju suitsukorstnaid. Seal juba ei saa ilma meteoroloogiliste mõõteriistadeta kuidagi läbi. Mõõteriistade näitude järgi koostatakse aeroloogiline graafik, mis kõneleb sellest, kas kõrguses on püsivad või ebapüsivad õhukihid. Graafik näitab sünoptikule, kas õhumassis on palju energiat. Seetõttu



Et sünoptik võiks näha kogu atmosfääri massiivi, selleks vajab ta peale kaartide ka atmosfääri läbilõikeid.

nimetataksegi seda graafikut «EMA-grammiks», sest E tähendab energiat, MA — massi.

Uurides erinevate kohtade jaoks — Gröönimaast kuni Beringi väinani — joonestatud aeroloogilisi graafikuid, näeb sünoptik kogu õhumassiivi.

Nii õpivad inimesed vaatama planetaarse pilguga, mis hõlmab ruumi kõrguti kuni stratosfäärini ja tuhandete kilomeetrite ulatuses mööda Maakera pinda.

Kuid sünoptilisel kaardil, sellel mõistatuslikul pildil, ei ole veel kõik selge. Esialgu ilmusid ainult soojade ja külmade, püsivate ja muutlikkude õhumasside kontuurid. Veel ei ole näha, mis massid need on, kust nad on pärit, kas nad tekkisid mandri või mere kohal, kusagil Arktises või troopikas.

Troopiline õhk ei sarnane sugugi arktilisega, sest troopiline õhk on soe, arktiline aga külm.

Sünoptik vaatab, missugustes jaamades on kõrge temperatuur.

Punane pliiats asub tööle ja viirutab sooja troopilise õhu.

Siis aga loovutab punane pliiats oma koha sinisele. Ning kaardile ilmuvad külma arktilise õhu valdusalad.

Kaardil hakkavad joonistuma tegelaste kujud, kes on meile tuttavad nimedega AÕ, TÕ ja PÕ, s. o. arktilise, troopilise ja polaarse õhumassina.

Seal, kus soe õhk kohtub külmaga, esinevad laussajud. Soe õhk just nagu ronib külma õhu õlgadele ning kaotab jahtudes oma niiskuse.

Sünoptik otsib kaardilt laussadudega kohti ja värvib need rohelise pliiatsiga. Kus roheline värv lõpeb, seal on massidevaheline piir.

Kaart muutub üha selgemaks. Temal on näha juba õhumasse ja märgatavad on ka nendevahelised piirid.

Kuid piirid on selles väga ähmaselt märgitud. Veel on raske öelda, kus nimelt massid kohtuvad, kust kulgevad nendevahelised frondid.

Sünoptik teab: kui front läheneb, siis langeb õhurõhk, kui aga front läbi läheb, hakkab rõhumine tõusma või vähemalt senisest aeglasemalt langema.

Kaardil on iga jaama juures märgike, mis näitab, kas õhurõhk seal langeb või tõuseb.

Sünoptik ühendab kõik ühesuguste märkidega jaamad punktiirjoonega. Kaardile ilmuvad seega õhurõhu tõusu ja languse piirkonnad. Nüüd võib juba peaaegu ligikaudu märkida fronte.

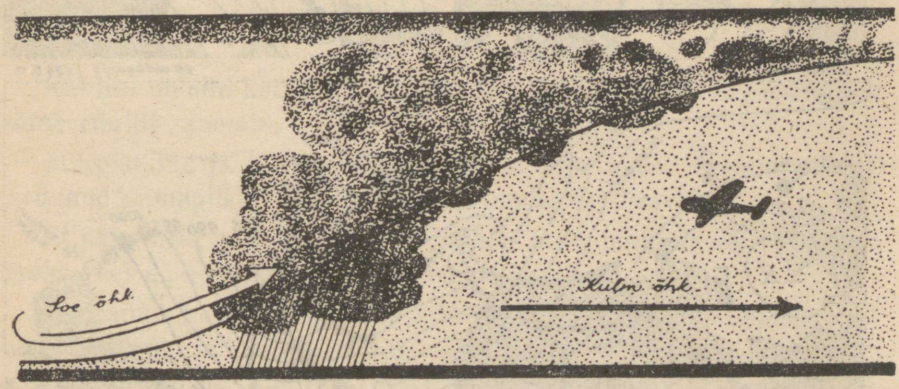
Tegevusse astub must pliiats, mis märgib kergelt ära frondijooned.

Nii vaatab sünoptik üksteise järel hoolikalt läbi kõik ilma tunnused: sademed, pilvede kuju, temperatuuri, niiskuse ja tuule.

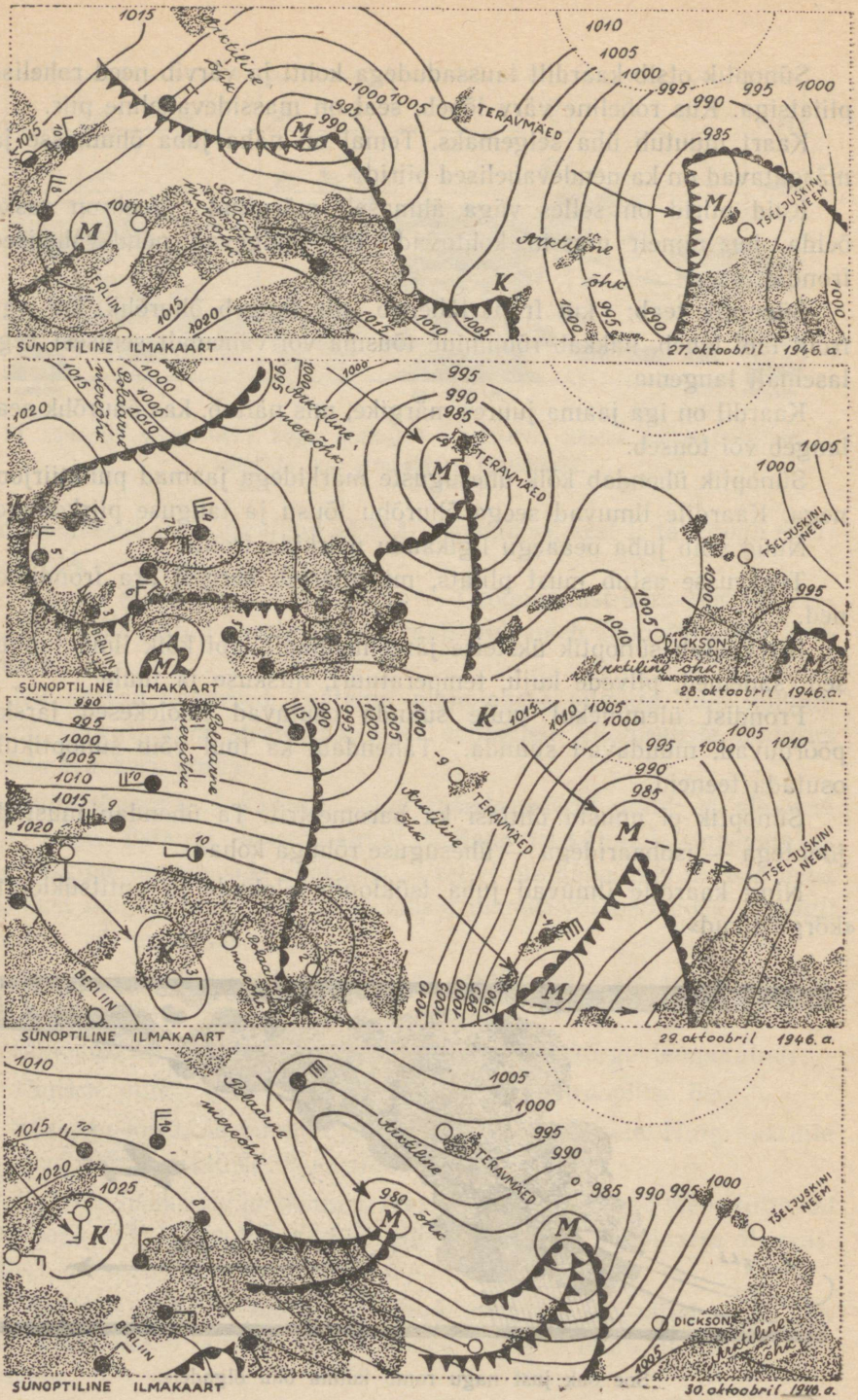
Frondist üleminekul tuule suunda osutavad noolekesed järsku pöörduvad, muudavad suunda. Tähendab, ka tuul võib sünoptikule osutada teeneid.

Sünoptik ei unusta ühtlasi ka baromeetrit. Ta ühendab mustade joontega — isobaaridega — ühesuguse rõhuga kohad.

Ning kaardile ilmuvad juba tsüklonite «lohud» ja antitsüklonite «kõrgustikud».



Soe õhk just nagu ronib külma õhu õlgadele.



Et näha masse liikuvuses, selleks ei tule võtta mitte üksnes tänast kaarti, vaid sellele lisaks veel mitme eelneva päeva kaardid.

Juba on selgesti näha, kuidas frondid kõverduvad lainetena. Ühes kohas laine ainult kasvab, teises aga tema hari juba variseb. Juba võib täpselt näha, kus soe õhk tungib külmale peale, ronides aeglaselt selle nõlva mööda ülespoole, ning kus toimub külma õhu tormiline surve soojale...

Sünoptik märgib punase pliiatsiga sooja frondi ja sinisega — külma frondi...

Esimene osa tööst on lõpetatud. Sünoptik on näinud terve mandri või isegi terve poolkera ruumala ilma.

Ta nägi, kuidas paigutusid täna hommikul kell 7.00 õhumassid planeedil.

Kuid see on, kui öelda arstide keeles, ainult diagnoos.

Sünoptikul on aga tarvis anda ka prognoos.

Tal on vähe nägemisest, ta peab ette nägema.

Ta teab, milline ilm oli täna hommikul kell 7. Aga tal on tarvis öelda, milline ilm tuleb homme õhtul kell 7, s. t. kolmekümne kuue tunni pärast.

Mitmevärviliste pliiatsitega täidetud, märgistatud ja värvitud sünoptiline ilmakaart on ainult aerodroom lennuks homsesse.

Kuidas teostada seda lendu? Kuidas võita aega?

Kui me vaatleme ülesvõtet, siis näeme tardunud silmapilku.

Kui meie ees ei ole mitte ülesvõte, vaid kinolint, siis võime juba ühe silmapilgu asemel näha mitut. Me näeme liikumist ja aega.

Üksikul kinoülesvõttel inimene sirutas käe välja. Aga teistel ülesvõtetel puudutas see käsi juba raamatut. Me näeme, et inimene mitte ainult ei seisa, sirutades kätt ette, vaid ta valmistub võtma riiulilt raamatut.

Kui lint on siin katkenud, siis võime juba aimata, et ta tõenäoliselt võtab riiulilt raamatu.

Märgistatud ja läbianalüüsitud sünoptiline kaart kujutab endast tardunud silmapilku, momentvõtet, õhumasside ülesvõtet.

Et näha neid masse liikuvuses, selleks tuleb tänasele kaardile võtta lisaks veel mõned kaardid — eilsed ja üleeilsed.

Vaadanud kaardid üksteise järel läbi nagu üksikud kinostseenid, näeb sünoptik, kuidas õhumassid on liikunud mööda maad, enne kui nad paigutusid nii, nagu nad seda tegid täna hommikul. See aga võimaldab tal teada, kus nad asetsevad homme.

Õhumassid liiguvad mööda maad nagu raudteerongid. Jälgides nende liikumist kaardi järgi võib proovida nende saabumist arvutada.

Näiteks kusagil põhjas, Barentsi või Kara mere kohal, liigub meie suunas arktiline õhumass. Me veendume tema saabumises, kui näeme pea kohal helesinist taevast, kui külm sunnib meid kraed üles tõstma ja mütsi sügavamale pähe vajutama, kui kaugus muutub kristallist läbipaistvamaks ning varjud lumel muutuvad sinakateks ja selgeteks.

Milleks on meil tarvis reisida Novaja Zemljale? Ta ise tuli meie juurde. Või õigemini mitte tema, vaid tema õhk.

Kevadel toob arktiline õhk endaga kaasa öökülmi. Ta võib meile isegi juunis ootamatu lumesajuga talve ja põhjamaist ilma meelde tuletada.

Kuid esialgu on ta veel kaugel. Perroonil seisab teine rong — kontinentaal-polaarne. Ilm on pilves, taevas on kaetud hallide kihtpilvedega just nagu jaamahoone lagi, mis on vedurite suitsust muutunud ähmaseks.

Aga kusagil lõunas, Musta mere kohal, liigub troopiline õhk, tuues Krimmi ja Kaukaasiasse koorma niiskust Vahemerelt ja peenimat tolmu Aafrika kõrbedest.

Asetanud enda ette neli viimast ilmakaarti, näeb sünoptik, kuidas arktiline, polaarne või troopiline õhk läbivad meie maad üksteise järel.

Millal saabub meile arktiline õhk?

See oleneb sellest, kas ta tuleb ekspressikiirusega või kaubarongikiirusega.

Tavalist rongi veavad vedurirattad. Õhurongil aga vedurit ei ole. Ta liigub ainult seetõttu edasi, et teel on kallak. Ühes kohas on rõhumine madalam, teises kõrgem. Ning mida järsem on kallak, seda kiiremini liigub õhk.

Ilmakaardil kujutavad isobaaride mustad jooned kõrgustikke ja lohke — õhurõhu maksimume ja miinimume. Kus isobaarid suruvad tihedasti üksteise ligi, seal on kallak järsem, seal peab õhurong kiiremini liikuma. Kus aga isobaarid on laiali nihkunud, peab õhurongi kiirus olema väiksem.

Jääb üle kiiruse väljaarvutamine kallaku järgi.

Et mitte raisata aega valemite järgi väljaarvutamisele, kasutavad sünoptikud meteoroloog N. L. Taborovski poolt konstrueeritud joonlauda. Joonlaud on valmistatud läbipaistvast tselluloidist. Sellele on

joonestatud kõver, mis näitab, kuidas väheneb õhu kiirus, sedamööda kuidas laienevad isobaaride vahed.

Sünoptik asetab joonlaua frondi juurde ja, mõõtnud vahemaa isobaaride vahel, leiab kohe kõveral punkti, milleni jõuab front kuue tunni pärast.

Ta võib teada saada ka lihtsamalt, ja nimelt kui oletada, et front ka edaspidi liigub niisama kiiresti nagu siiani. Viimase kuue tunniga läbis front kolmsada kilomeetrit. Kas ei võiks arvata, et ta järgmise kuue tunniga liigub niisama palju edasi?

Loomulikult, oletada võib kõike. Ent alati osutub paremaks, kui inimene eelistab oletusele tõelikkust.

Selle asemel, et oletades kaalutleda rongi kiirust, oleks ehk parem telegraafi teel järele pärida, kui kiiresti ta sõidab.

Nii toimib ka sünoptik. Ilmakaartidega kõrvuti seisavad ta laual aeroloogilised kaardid ja graafikud. Aeroloogiajaamades ei tegele vaatlejad õhu kiiruse arutlemisega, vaid vaatlevad ja mõõdavad seda, jälgides pilootpallide ja raadiosondide liikumist taevas.

Sünoptik siirdub arvestustest ja oletustest looduse juurde.

See on ka õige, sest oma arvestustes me tavaliselt lihtsustame ülesannet. Meil on õigus lihtsustamiseks ainult siis, kui seejuures küsime endalt: aga kuidas see kõik toimub tegelikult?

Sest näiteks oletasime, et meie õhurong liigub mööda sirget, muutmata oma kiirust ja suunda.

Kuid missugune rong liigub alati otsesihis? Kohates mäge ta läheb ümber selle või soodsas kohas läbib tunneli. Rongi liikumine kord aeglustub, kord kiireneb. Teel muutub ta koosseis: ühed vagunid haagitakse lahti, teised külge. Jaamades reisijad tulevad peale ja lahkuvad. Pakikandjad laadivad pagasit maha ja peale.

Samuti ei käitu õhumassid alati ja igal pool ühtemoodi. Mägedega kohtamisel nad kas voolavad nende ümbert ringi või ületavad mäeharjad. Juhtub aga sedagi, et kõrged mäed tõkestavad õhumassi tee.

Kui poleks Kaukasust ja Alpe, siis poleks jäine arktiline õhk mitte nii haruldane külaline neis maades, kus kasvavad apelsinid, s. o. Taga-Kaukaasias ja Itaalias. Apelsinid võiksid seal siis küll vaevalt kasvada.

Põhja-Ameerika Ühendriikides kurdavad Texase elanikud, et nende ja pooluse vahel pole teisi tõkkeid peale okastraattarade. Põhjapoolne külm õhk tungib takistamatult Texase farmerite aedadesse ja hävitab puid.

Teekonnal ei püsi õhurong muutmatuna. Ta võtab ookeanilt niiskusekoorma ja toob selle mandrile. Liikudes põhja poole ta kannab tundraisse lõunamaa rohtlate soojust. Läbides kõrbi võtab ta endaga kaasa liiva- ja tolmukoormaid.

Sahara tolm kandub mõnikord tuhandete kilomeetrite kaugusele. Ning kusagil Kanaari saarte juures imestavad meremehed, miks nende laevatekk kattub halli tolmukorraga nagu tsemendivabriku õu.

Õhurongiga toimuvad teel kõige üllatuslikumad muutused.

Meenutagem «polaarse mereõhu» reise Seattle'ist Dakotasse. Ta läheb teele Vaiksest ookeanist võetud veekoormaga, kuid saabub Dakotasse tühjalt. Peaaegu kogu oma koorma jätab ta Kaskaadi ja Kaljumägede nõlvadele.

Seda kõike ei unusta ka sünoptik, kui ta proovib ennustada, kus asub õhk homme ja mida ta endaga kaasa toob: niisket või kuiva ilma, sooja või külma.

Ma võrdlesin õhumassi raudteerongiga, mis liigub mööda maad, kandes endaga kaasas pilvede ja udude koormat.

Kuid igal võrdlusel on oma piirid.

Rongid põrkavad harva omavahel kokku. Rongide kokkupõrge ei seisa loomulikult sõiduplaanis. Õhumassid aga tungivad kogu aeg üksteise peale. Kui külm raske õhumass kohtab kerget sooja, siis ta püüab seda üles tõsta ja teelt kõrvale tõugata.

Õhumasside vahel puhkeb võitlus määratu suurel frondil, mida läbivad lained. Vahemaa ühelt laineharjalt teiseni ulatub sadadesse kilomeetritesse.

Kui sünoptik vaatleb oma kaarte ja võrdleb neid, näeb ta, kuidas need lained liiguvad üksteise järel. Ta sarnaneb inimesega, kes vaatab merele. Mõnikord liiguvad merel madalad lained. Aga juhtub sedagi, et meri muutub vahulainetest valgeks. Lainete harjad paiskuvad ümber, murduvad, purunedes vahuks.

Õhuookean on niisama muutlik kui veeookean.

Hiiglalained kasvavad suureks, murduvad, muutuvad keeristeks, tsükloniteks.

Igaüks meist tunneb seda, sest need lained veerevad üle meie linnade katuste. Kus laine muutub keeriseks, kust tsüklon läheb läbi, seal märatseb halb ilm, seal paiskavad tuul ja maruhood majauksed pärani ja püüavad hingedelt rebida luuke.

Meie ei suuda tajuda tsüklonit enne, kui ta jõuab meieni. Sünoptik aga näeb tema lähenemist juba aegsasti. Ta näeb, kuidas tsüklon

kasvab ja muutub, elades mõne päeva jooksul läbi kogu oma elu — noorusest kuni hävimiseni, kadumiseni. Kõneldakse ju — «noor tsüklon», nagu oleks see elusolend.

Kui tsüklon on noor ja täis energiat, võib ta jõuda meieni ühe ööpäevaga. Ent kui ta tunnid on loetud, hukkub ta kusagil oma teekonnal.

Tsüklonid liiguvad ridamisi. Tollal, kui idas, Volgamaal, vana tsüklon lõpetab oma päevi, siis läänes, Islandi kallastel teine alles algab oma elu.

Selleks, et ennustada ilma, on tarvis teada, kuidas elavad ja surevad tsüklonid.

Meie õpetlased H. P. Pogosjan ja N. L. Taborovski on palju ära teinud tsüklonite elu uurimiseks.

Ma võrdlesin lihtsuse mõttes õhumasse raudteerongidega. Kuid tegelikult pole asi hoopiski nii lihtne.

Õhumasse ei saa kaardil mehhaaniliselt ümber paigutada nagu ronge rööbastel.

Sünoptikul tuleb süveneda ilma füüsikasse, selle olemusse, mis toimub atmosfääri massiivis.

Silmitsedes oma sünoptilist kaarti ta näeb kõrgtuule punaseid ja siniseid noolekesi. Kui noolekesed kusagil hajuvad, tähendab see seda, et õhk paiskub seal külgedele, rõhumine langeb ja üha sügavamaks muutub lohk — tsüklon.

Õhurõhu mäed ja lohud aeroloogilisel kaardil, külma ja sooja, kuiva ja niiske õhu keeled kõnelevad sünoptikule sellest, kuidas liiguvad õhumassid, tsüklonid ja antitsüklonid.

EMA-gramm hoiatab teda äikese eest, kõneleb talle energiast, mida sisaldab õhumass, kõneleb jõududest, mis loovad ilma.

Sünoptik peab palju teadma. Ta peab olema mitte ainult ilma, vaid ka kliima asjatundja.

Kliima näitab alati talle piirid, milledest ilm ei või üle astuda, reisides mööda maad.

Moskvas ei esine mais kümnekraadilisi külmi. Aga juunis ei saa Moskva tänavatermomeetrites elavhõbe tõusta neljakümnest kraadist kõrgemale.

Nii kõneleb klimatoloogia.

Ent mis on klimatoloogia?

See on paljude aastakümnete kestel ilma jälginud vaatlejate töö kokkusurutud, üldistatud tulemus.

Tähendab, sünoptikul ei tule mitte ainult eilset päeva meelde tuletada. Et reisida ajas tulevikku, on tarvis osata liikuda ka tagasi minevikku. Ning eriti tähtis on see neile, kes püüavad ilma ennustada mitte ainult järgmiseks päevaks, vaid nädalateks ja kuudeks ette.

Tuleviku ettenägemine.

Prognooside Keskinstituudis on lühiajaks ennustavate sünoptikute töötoa kõrval veel teine tuba, kus koostatakse pikaajalisi prognoose.

Lühiajalised ennustajad ei püüa sammuda kaugemale kui homsesse või ülehomsesse päeva.

Pikaajalised aga sammuvad korraga tulevasse nädalasse ja tulevasse kuusse.

Inimesed on püüdnud juba ammust ajast ennustada ilma nii lühemaks kui ka pikemaks ajaks. Pikaajaline teaduslikule alusele tuginev prognoos on ilmunud alles nüüdisajal. Aga rahvalikud tähelepanekud eksisteerivad juba iidsest ajast peale.

Kui talupoeg ostab hobust või lehma, siis vaatab ta selle tunnuseid. Lehma suure või väikese piimaanni üle otsustatakse mingisuguste salapäraste «piimasoonte» järgi, milledest linlasel pole aimugi.

Ka ilma üle otsustab talupoeg sageli tunnuste järgi. Ilm võib samuti nagu lehmgi toita, aga võib ka laostada.

Kas suvi tuleb põuane või vihmane, saagirikas või saagivaene? Kas õnnestub heina ära kuivatada või mädaneb see vihma käes?

Sajandite kestel on püüdnud talupojad tähele panna vihma, põua ja öökülma lähenemise tunnuseid.

Mitte teaduslikult, vaid kobamisi, tähelepanekute varal otsisid nad nähtuste korduvust ja rütmi looduses.

Vaadati, kuidas puhkevad kevadel puude pungad, et teada saada, kas suvi tuleb põuane. Õhtul, silmitsedes taevast ja eha, kõneldi: «Homme on tuuline ilm», või: «Öösel on külma karta, tarvis kurgid kinni katta!»

Vares vaagub vihma. Kui pääsukesed lendavad madalalt, peaaegu tiibadega maapinda puudutades, siis ei pääse samuti vihmast. Kui nad aga lendavad kõrgelt, tuleb selge ilm.

Foeth kirjutas kunagi:

Selget ilma homseks oota,
Piirpääsuke sädinal vilksatab.
Tuleribana purpurpunas
Loojuv päikene helendab.

Oli ka hüdroloogilisi tunnuseid, nagu: kui paastumaarjapäeval kanale jätkub läve ees vett joomiseks, siis sulab lumi ruttu ja kevad tuleb varajane.

Päevadele anti peale nimede ka hüüdnimed: «Eudokia — niisuta läveesist», «Darja — kääri seelik kõrgemale», «Aleksei — mägedelt veed», «Siimon — heinamädandaja».

Kõneldi: «Kui siimonipäeval sajab, siis kestab vihm kuus nädalat.»

Silmitseti ka kuu esimest veerandit, kuidas ta seisis taevas. Kui ta seisis otseti, siis oli kuni järgmise esimese veerandini vihmane.

Vanad inimesed, kes olid asjatundjad tundemärkide järgi ennustamises, kontrollisid oma ennustusi sellega, kas neil luud-liikmed või konnasilmad valutavad.

Rahvalikkudesse tähelepanekutesse satub sageli ka tõeteri. Sest rahvas on tähelepanelik.

Näiteks, miks lendavad pääsukesed kõrgelt? Seepärast, et maapinnal soojenenud õhk tõuseb üles ja viib ka kihulased kaasa, kelledele pääsukesed peavad jahti. Kui aga soe õhk seisab madalal, tuleb pääsukestel oma saaki püüda üsna maapinna lähedal.

Pääsuke on nagu aeroloogiline mõõteriist, mis näitab õhumassi püsivust või ebapüsivust.

Rahvas pani seda tähele ja tegi sellest oma järeldused.

Kuid rahvalikkudes tähelepanekutes on ebausu-aganaid rohkem kui tõeteri.

Omamata tugipunkti teaduses mõistatasid inimesed loodust valesti ja võõriti. Aga mõistatamata nad ei võinud jätta: neile oli ilmaennustamise oskus niisama vajalik kui oskus head lehma eraldada halvast.

Praegu on pikaajaline prognoos veel tarvilikum kui möödunud aegadel. Sest inimesel tuleb nüüd ilmaga tegelda mitte ainult põllul ja metsas, vaid ka ookeanis, õhus ja vee all. Inimese töö on muutunud lõpmata mitmekesisemaks, kui ta oli kunagi varem. Ning mida suurem on töö hoog, mida plaanikindlam ja organiseeritum on töö, seda vajalikum on inimestele tuleviku ettenägemine.

Kuid tuleviku ettenägemine ja aja vallutamine on raske ülesanne.

Kolmemõõtmelises maailmas liigub inimene kergesti, olgu see mööda teed või ilma teeta, vees või kuival, üles- või allapoole või mistahes suunas. Kuid ajas ta alles õpib käima. Ta tungib juba kaugele minevikku, kui teostab väljakaevamisi ja uurib muistseid käsikirju. Ent tulevikku on teekond palju raskem.

Kunagi nimetati Fitzroy'd šarlataniks seepärast, et ta püüdis tungida homsesse päeva.

Praegu aga austatakse mõnel pool tihtigi šarlatani nimega neid, kes proovivad tulevikku tungides minna homsest päevast kaugemale.

1931. aastal ilmus Inglise Kuningliku Seltsi ajakirjas meteoroloog Charles Douglas'e artikkel, milles oli öeldud: «Ei maksa ergutada pikaajaliste prognooside tegemist, nad piirnevad sageli šarlataansusega.»

Ent ikkagi leidus inimesi, kes ei kartnud šarlatani kuulsust. Nad asusid just nimelt selle asja juurde, mis paljude auväärsete pofessorite arvates kuidagi ei väärinud ergutamist.

Need kangekaelsed inimesed tuhnisid tolmunud paberite virnades. Nad uurisid lühiajaks ennustavate sünoptikute poolt juba ammu arhiivi antud tuhandeid vanu tabeleid ja ilmakaarte. Kui ilmakaart on juba kolm-neli päeva vana, siis ta pole enam tarvilik lühiajalisele ennustajale. Kuid mis pole vajalik ühele, võib olla väärtuslikuks materjaliks teisele.

Pikaajalistest vaatlusandmestikkudest ja pikkadest arvude ridadest otsiti teed tulevikku. Võrreldes arvusid püüti sattuda jälgedele — mõista, kas ei peitu neis arvudes mingit reeglipärast korduvust. Mõnikord torkab selline korduvus silma.

Näiteks Leningradi uputused toimusid nagu plaani järgi iga saja aasta tagant, s. o. 1724., 1824. ja 1924. aastal.

Kõige soojemad aastad kordusid Euroopas iga neljakümne viie aasta tagant: 1778 — 1823 — 1868 — 1913.

Kui inimesed nägid seda arvude rida, nad tahtsid uskuda, et tuleviku võti või vähemalt üks võtmetest on neil juba käes. Tarvis on ainult valida terve kimp võtmeid — ning tuleviku väravad avanevad.

Ent kas see on nii?

Kas võib kindlasti väita, et järgmine uputus Leningradis toimub 2024. aastal ja et kõige soojemaks aastaks Kesk-Euroopas kujuneb 1958. aasta?

Ei, see oleks ülesande liiga lihtne lahendus.

Kui täring langeb kolm korda järjest kuuelise arvuga ülespoole, siis ei tähenda see seda, et ta neljandat korda teeb täpselt sedasama.

See, mis näib meile seadusena, võib olla ka juhuslik kokkusattumine.

Siin võib kergesti sattuda nende ruletimängijate seisukorda, kes arvude ridadest püüavad leida seadusi, mis valitsevad võidu ja kaotuse üle.

Aga kuidas siis eraldada juhuslikku kordumist seaduspärasest? Kui kordumine toimub seaduspäraselt, siis peab tal olema mingi põhjus. Põhjust aga võib arvutada alles siis, kui arvudes näed kogu aeg loodust ja püüad otsida seost nähtuste, mitte aga ainult arvude vahel.

Suurest ja Väikesest Ilmast.

Samal ajal, kui ühed õpetlased püüdsid statistikas ja arvudes leida võtit pikaajaliseks ilmaennustamiseks, oli ka teisi, kes ei unustanud, et arvud ei tohi uurija eest varjata loodust.

Nad uurisid tähelepanelikult planeedi mehhanismi, et mõista, kuidas tekib Maakeral Suur Ilm, s. t. mitte ühe päeva või ühe linna ilm, vaid terve hulga mandrite ja aastaaegade ilm.

Nõukogude õpetlane B. P. Multanovski lehitses vanu ilmakaarte, et jälgida õhuvoolude liikumist Maakeral ning selgitada, kas esineb mingisugust reeglipärasust nende liikumises ja kas on ilmal mingit plaani ning kuidas see plaan muutub.

Seda kõike tuli selgitada. Ent siin tekkis raskus. Tavaline ilmakaart kujutas endast teatud silmapilgu kaarti, momentülesvõtet. Multanovski aga tahtis näha paljude päevade ilma. Tähendab, oli tarvis paljudest kaartidest koostada üks koondkaart.

Kuid juba harilikul kaardil oli niipalju märke, et need hakkasid silmade ees virvendama. Kui Multanovski oleks need märgid lihtsalt kokku kogunud, siis oleks kaardile tekkinud midagi märkide kaaviari taolist.

Selgus, et Suure Ilma jaoks oli tarvis mitte ainult oma kaarti, vaid ka lihtsustatud, vähestest tähtedest koosnevat oma tähestikku.

Multanovski otsustas koondkaardile jätta ainult kõige tähtsama — selle, mis tavalisele ilmakaardile ilmub alles sünoptiku töö lõpul. Ta kujutas antitsükloneid heledate ja tsükloneid mustade ringikestega ning nii ühtede kui ka teiste teid noolekestega.

Sedamööda, kuidas koondkaart täitus nende märkidega, asetusid mustad ringikesed kõrvuti mustadega, moodustades mitmepäevase «lohu» — madalrõhu välja. Samuti koondusid valged ringikesed omaette «kõrgustikuks» — kõrgrõhu väljaks.

Multanovski jälgis, kuidas muutub see maastik, kuidas paigutuvad ümber harjad ja harud. Maastik muutus aeglaselt. Mustad ja valged ringikesed rändasid oma väljadel, ületamata nende piire. Kuid iga viie kuni kaheksa päeva tagant kujunes maastik ümber: kus varem olid avarad lohud, sinna kasvasid nüüd kõrgustikud.

Oli selge, et see muutlik õhumaastik ei olegi enam nii muutlik. Ta säilitab mitu päeva oma jooned. Ühes temaga aga säilitab oma jooned ka ilm. Ta muutub hooti — mitte pidevalt iga tund, vaid «loomulikkude sünoptiliste perioodide» kaupa. Niimoodi ristis Multanovski selle uue ajamõõdu.

Kuid õhumaastikust, baariliste mägede kallakust, sõltub õhuvoolude liikumine.

Kuni maastik ei muutu, liiguvad õhurongid ühte teed mööda, aga niipea, kui ta ümber kujuneb, läheb liikumine üle teisele teele.

Mis tee see siis on?

Multanovski kandis kaardile antitsüklonite ja tsüklonite teed, ja selgus, et on olemas mingid peamagistraalid, milledel nad liiguvad.

Need magistraalid kulgevad kaardil nagu raudteeliinid, ühendades Nordkapi Kuibõševi ja Kasahstaniga, Assoori saared Krimmiga, Kara mere Alam-Volgaga. Mõnedel magistraalidel toimub liiklemine sagedamini, teistel harvemini.

Peajaamad, kus formeeruvad õhurongid, ei asetse mitte juhuslikkudes, vaid kindlaksmääratud kohtades. Euroopasse saabuvad tsüklonid formeeruvad kõige sagedamini Islandi ümbruses, antitsüklonid — lähistroopilistes piirkondades, Assoori saarte juures või polaarjoone taga.

Multanovskile oli selge, miks see toimub just nii, aga mitte teisiti.

Ta teadis, kuidas on ehitatud planeedi masin. Ta nägi just nagu oma silmadega, kuidas päikeseenergia ja Maakera pöörlemine panevad käima hiiglasuured õhkkonna tsirkulatsiooni rattad. Need rattad ajavad õhku vahet pidamata ekvaatorilt lähistroopilistesse piirkondadesse, tekitades seal kitsikust ja tunglemist, kuhjates baarilisi mägesid, tervet kõrgrõhu vöödet. Ning needsamad tsirkulatsiooni rattad pumpavad püsivalt õhku ekvaatorilt ja lähistroopilistelt aladelt edasi pooluste poole ning paiskavad ta polaarmaadesse. Nende kahe antitsüklonite aheliku vahel aga tekib tsüklonite lohk.

Polaarsetest ja lähistroopilistest rõhumägedest eralduvad laviinid — antitsüklonid — ja roomavad mööda maad. Ühed saabuvad meile Assoori saartelt, tuues kaasa lähistroopiliste vöötmete soojust. Teised tungivad meie maale polaarpiirkondadest ühes lume ja külmadega.

Liiklemine ei toimu mitte juhuslikult, vaid mööda magistraale, neid «telgi» mööda, milledele Multanovski andis raudteedega sarnanevad nimed, nagu Nordkapi telg, Kara telg, Kanini telg...



B. P. Multanovski.

Sellel liiklemisel on oma ruumiline ja ajaline järjekord. Iga viie kuni kaheksa päeva tagant toimub üleminek uuele teele. Ning igal aastaajal kehtestub uus liiklemisplaan.

Talve algul, kui polaarmeresid aheldab jää ja tundrad kattuvad lumega, hakkab formeeriv polaarjaam — polaarne «tegevuskeskus» intensiivsemalt töötama. Arktilise öö pimeduses formeeruvad lume ja jää kohal õhumassid, mis liiguvad lõuna poole, kandes endaga kaasas esimesi külmi ja tuiske.

Talvel astub tegevusse Siberi «tegevuskeskus». Siberi lumi jahutab tema kohal lasuva õhu nagu hiigla külmutusmaja. See õhk tungib üha sagedamini meile ja sunnib meid ahjusid kuumemaks kütma.

Kevadel võtab päike võimust. Järsk erinevus põhja ja lõuna vahel tasandub. Siberi külmutusmaja lakkab töötamast. Formeerivas polaarjaamas käib töö nõrgemini. Külm polaarõhk tungib meie maale harvemini.

Liiklemises hakkab peaosa etendama Assoori «tegevuskeskus». Edelast ja lõunast liiguvad soojalained ja aitavad päikesel sulatada

väljadel lund ja jõgedes lõhata jääd. Ühes soojalainetega lendavad ka künnivaresed. Isegi see, kes midagi ei tea antitsüklonitest ja õhulainete liikumisest, mõtleb künnivareste kisa kuuldes: «Ongi kevad! Juba on saabunud künnivaresed!»

Soojalainete järel ilmuvad toomingate õitsemise ajal veel viimased külmalained.

Iga kisendav künnivares, iga puhkenud toomingaoks kõneleb meile nagu täpne meteoroloogiline mõõteriist soojade ja külmade voolude liikumisest.

Sügisel aga, kui meie maad hakkavad üle ujutama külmalained, lendavad nende ees metshaned ja -pardid. Viimased parved lendavad just nagu tuisu alt.

Kogu loodus meie ümber — see on laboratoorium, kus teostatakse üha uusi katseid, ja ühtlasi ka observatoorium paljude mõõteriistadega.

On taimi, mis näitavad aega. Tubaka õied avanevad õhtu eel ja sulguvad päeval.

Vanad männid ja kuused osutavad kompassina põhja suunda, sest sammal kasvab tüve põhjapoolsel küljel. Päevalill pöörab näo päikese poole: ta järgib selle näivat liikumist nagu heliograaf. Luuderohi aga pöördub kõrvale päikesekiirte eest, ta armastab varju.

Taimed on ka termomeetrid ja hügromeetrid. Nad reageerivad kuumusele ja külmale, niiskusele ja kuivusele. Aastarõngad mahalõigatud puutüvel on just nagu isekirjutava sulega joonistatud: nad näitavad, kuidas muutus mitte päeva, vaid aasta ilm. Iga puuoks on tuulelipp. Kui aga oksad kasvavad ühele poole, siis ei ole see enam meteoroloogiline, vaid klimatoloogiline mõõteriist, mis näitab kõige sagedamate tuulte suunda.

Äravooluta järv on samuti kilmatoloogiline mõõteriist. See on nagu hiigla sademetemõõtja, mis teatab meile, kas kliima muutub kuivemaks või niiskemaks.

Kõikjal meie ümber on looduslikud mõõteriistad. Kuid mitte kõik inimesed ei näe neid. Peaks olema Multanovski-taoline, et näha meteoroloogilist mõõteriista nulus ja lehises.

Multanovski võttis metsade ja rohtlate botaanilise kaardi ning asetas selle kõrvuti kaardiga, millele olid joonistatud teljed — antitsüklonite magistraalid.

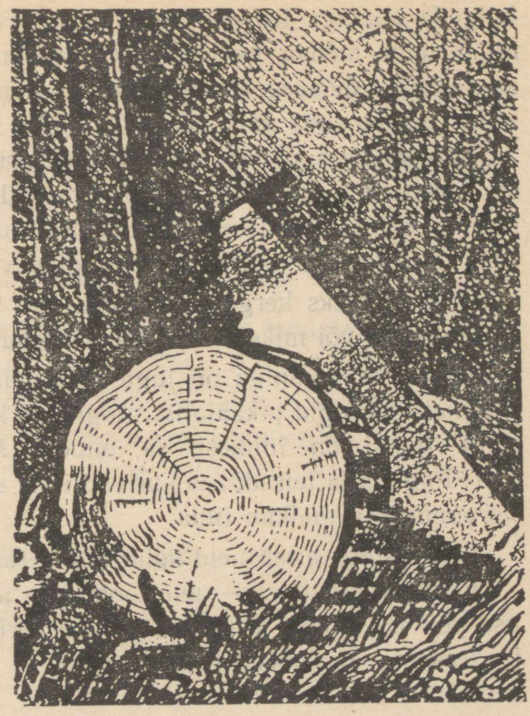
Selgus, et rohtla ja metsa piir ühtib Siberi teljega, millest võib järeldada, et lõunapoolsed rohtlataimed ei talu siberi külma. Samuti

ei ulatu valge pöögi levikuala Rootsi polaarteljest kaugemale kirdesse. Lehis ja nulg aga ei astu üle Nordkapi telje.

Loodusel on hoopis teine välimus, kui teda vaadata teaduse pilguga.

Lapsepõlves õppisime luuletust: «Kevad tuleb, kevad tuleb ...» Me pidasime seda väljendust ainult luulekujundiks, kuid meteoroloogid võivad koguni kaardil näidata, milliseid teid kaudu ja kust tulevad kevad, talv ja sügis.

Sügis tuleb meile läänest, sest sügisesed halvad ilmad saabuvad siis, kui Islandi formeeriv jaam, Islandi tsüklonite vabrik, algab oma tööd täie hooga.



Aastaringid on mahalõigatud tüvel just nagu isekirjutava sulega välja kirjutatud.

Selleks, et saabuks talv, on tarvis, et Siberi külmutusmaja oleks talviseks tööks valmis ning ka formeerivad polaarjaamad ei jääks viimasest maha. Nimelt juhtub, et mingi sooja hoovuse agaruse tõttu kattuvad põhjapoolsed mered hilja jääga ja õhuekspress «Polaarnool» oma reisijatega Nääritaadi ja Lumivalgekesega saabub meile siis suure hilinemisega.

Ilmal on oma kalender, milles ei ole mitte neli, vaid viis aastaaega. Peale tavaliste aastaaegade on seal veel sügise ja talve vaheline eeltalv.

Igal aastaajal on oma sõiduplaan, mida pole kerge ette aimata. Selleks on tarvis hästi tunda liiklemisreegleid, teede suundi, rongide formeerimise meetodeid ja ühtlasi ka rikkeid, mis sageli häirivad normaalset tööd.

Tarvis on teada, millistel magistraalidel toimub liiklemine — kas Lofootidelt, Assoori saartelt või Novaja Zemljalt... Liiklemine võib

kulgeda korraga kahel magistraalil — Polaar- ja Assoori teljel või Polaartelge mööda loodest ja Ultrapolaartelge mööda kirdest. Peab aga oskama õigeaegselt määrata, missugune vool võtab ülekaalu, sest sellest sõltub ilma käik pikemaks ajaks.

Inimene, kes püüab selles kõiges orienteeruda, sarnaneb sellega, kes kavatseks endale ise koostada rongide sõiduplaani, heitmata pilku raudtee käsiraamatusse. Jälgides liiklemist raudteel, kell ja pliiats käes, kirjutaks ta märkmikku rongide väljumise ja saabumise ajad.

Kas tal oleks kerge aru saada, kas Siberi ekspress jõuab kohale hilinemisega või miks see ekspress saabus eile kell 11, üleeile kell 13?

Ilma sõiduplaaniga on lugu veel määratult keerulisem. Asjata ei pea meteoroloogid pikaajalist prognoosi kõige raskemaks prognoosiks. Kuid ometi on inimesi, ja nimelt Multanovski õpilased, nagu S. T. Pagava ja teised, kes uurivad ilma sõiduplaani ja püüavad märtsis ennustada maikuu ilma.

Selle juures aitab neid kolm hüpoteesi.

Esimene hüpotees — uue loomuliku ajamõõdu, loomuliku sünoptilise perioodi kohta. Kuni kestab see periood, säilib koondkaardil üks ja seesama baromeetriline maastik — madal- ja kõrgrõhuväljade asetus.

Teine hüpotees — tegevuskeskuste, nende kollete kohta, milledest sõltub antitsüklonite, tsüklonite ja õhumasside ümberpaigutumine.

Toetudes neile kahele hüpoteesile sünoptik selgitab, kuidas muutub ilm ja kas ta jääb kauaks püsima.

Aga millal ta muutub? Mis päeval ja kuul?

Siin võetakse tarvitusele kolmas hüpotees, mis käsitleb kolme- ja viiekuuseid rütme atmosfääri elus.

Uurides vanu sünoptilisi kaarte ja nende järgi koostatud koondkaarte märkas Multanovski, et atmosfääri elus esineb rütm.

Kui novembris toimus antitsüklonite tungimine Novaja Zemljalt Balkanile ja kui kolm kuud enne seda ei esinenud sellist kirdesuunalist antitsüklonite liikumist, siis kordub sama nähtus kolme kuu pärast. Peale kolmekuuse eksisteerib ka veel viiekuune rütm.

Rütmilised korduvused on sünoptikule kui kellapendli võnked, mis aitavad teda ajas orienteeruda.

Ent kas looduses esineb täpseid kordumisi?

Igal aastal tuleb pärast talve kevad.

See uus kevad ei ole mingisugune juba varem esinenud kevade kordumine, vaid riim tema juurde. Neil on niihästi sarnasust kui ka

erinevusi. Me rõõmustame, märgates sarnasuse jooni eelmiste kevadetega.

Kuid rohkem erutab meid see mittekordumine, mida näeme uue kevade ilmes.

Looduses ei esine mitte ainult rütm, vaid ka riim — nagu eluski. Ilmaaegu ei kirjutanud Tjutšev:

Meloodilisus on merelainetes,
Harmoonia loodusjõudude heitlustes ...

See harmoonia meenub ka sünoptikule, kui ta kuulatab ilma rütmi ja riime.

Märkides koondkaardile järgmise kuu või sesooni prognoosi, püüab sünoptik meelde tuletada: kas ei olnud kaardil kunagi varem peaaegu samasugust seisundit? Ta otsib sellele seisundile «analoogiat» — riimi.

Mehhaaniline mälu.

Vilunud sünoptikud mäletavad palju. Kuid ka kõige paremal mälul on piirid.

Inimene ei suuda meeles pidada sadasid sünoptilisi kaarte ja tuhandeid tabeleid.

Kui oleme midagi unustanud, vaatame märkmikku.

Ent kui kõik meteoroloogiajaamades koostatud kuutabelid kõita kokku, saaks miljon lehekülge suur märkmik, mille paksus oleks sada meetrit.

Niisugune märkmik taskusse juba ei mahuks.

Asetades selle kõrvuti pilvelõhkujaga ulatuks ta viimase katuseni.

Iseenesestki mõista, et ei leiduks kõitjat, kes hakkaks teda kõitma. Ja oleks ka asjatu seda teha.

Vanad tabelid ja kaardid hoitakse arhiivi riiulitel. Kuid pole nii lihtne neilt tolmustelt riiulitelt leida vajalikku arvu.

Sest arve on ilmaarhiivis rohkem kui inimesi Maakeral. Korrutage: miljon tabelit, igaühes viis tuhat arvu, saate viis miljardit.

Kui palju vaeva tuleks näha, et leida inimest, kelle aadressist te teate ainult seda, et ta elab Maakeral!

Ning ikkagi tuhnivad need, kellel on tarvis, tuhandeis vanades tabelites ja ilmakaartides.

Sünoptik otsib seal tänase ilmakaardi seisukorraga sarnast juhtu.

Kliimauurija otsib oma statistika jaoks materjali, et arvutada keskmisi või määrata kindlaks kuumuse, külma või õhurõhu ulatust.

Väsimatud käed lehitsevad päevast päeva tabeleid ja kirjutavad välja arvude veergusid. Tabelid räbalduvad, neil rebenevad nurgad. Read kahvatuvad ja muutuvad mitteloetavateks. Tabeleid tuleb ümber kirjutada, aga kus on tegemist ümberkirjutamisega, seal esineb ka vigu.

Üksnes arhiivi korraldamiseks kuluks aastaid.

Aga kui palju väärtuslikku aega tuleb inimestel kulutada väljavõtete tegemiseks! Klimatoloogidel ei ole kiiret, nad ei hiline. Kuid tulevikku suunduv reisija — sünoptik — ei saa minevikku istuma jääda. Seni, kui ta konutab arhiivis, muutub tulevik olevikuks ja seejärel koguni minevikuks.

Kuidas siis toimida?

Me aitame silmadel vaadata, kui tarvitame teleskoopi või mikroskoopi. Me aitame kätel tõsta raskusi, kui käivitame tõstekraana. Meil on tehastes tuhandeid mehhaanilisi abilisi.

Aga kas leidub ka masinaid, mis abistaksid mälu?

Selliseid masinaid on olemas. Ma nägin neid Teadusliku Uurimise Hüdrometeoroloogilises Keskarhiivis.

Kui me kõneleme «arhiivist», siis kujutleme kaustadega täiskuhjatud kappe. See on paberi, tolmu ja rottide riik.

Ümberringi on vaikus, mida rikuvad vahete-vahel lehtede pööramise kahin ja hallijuukseliste arhivaaride aeglased sammud.

Hoopis midagi muud nägin ma Hüdrometeoroloogilise Arhiivi tubades. See oli tõeline vabrik kopsivate masinate ridadega. Ning nende masinate juures töötasid noored tütarlapsed, kelledele juba kuidagi ei sobiks solvav hüüdnimi «arhiivirott».

Ning ka peremees M. A. Omšanski [1] ise, kes näitas mulle külalislahkelt arhiivi, sarnanes samuti vähe arhiivi-inimesega. Ta jutustas mulle noorusliku entusiasmiga oma sünnitisest — masinarvutuse vabrikust.

Toormaterjal tuleb sellesse vabrikusse jaamade tuhandete tabelite ja vaatluste ning sünoptiliste ja koondkaartide kujul.

Vabriku esimene ülesanne on muuta see kõik niisuguseks materjaliks, millega võiksid mitte enam inimesed, vaid juba masinad ise edasi töötada.

---

[1] Hukkus 1944. aastal rindel.

Inimene loeb tabelit silmadega, kuid masin on pime. Temale tuleb anda tabel niisugusel kujul, et ta võiks tabelit lugeda kompides.

Esimene rida masinaid — perforaatorid — muudab tabeli aukudega kaartideks. Iga auk asendab arvu. Ning olenedes sellest, kuskohas ja millises veerus need augud seisavad, tähistavad nad jaama numbrit ja kuupäeva, tuule suunda, temperatuuri ja õhurõhku.

Perforaator on midagi kirjutusmasina taolist, mis ei trüki, vaid lööb numbrite ja tähtede asemele augud.

Kolmest tuhandest jaamast saabuvad siia tabelid. Kõik aasta jooksul saadud tabelid muudetakse kolmeks miljoniks kaardiks. Ühte viie tuhande arvuga tabelit asendab 165 kaardikest.

Sünoptiliste koondkaartidega on asi keerulisem. Millisel viisil muuta koondkaart temal kujutatud tsüklonite ja antitsüklonitega auklikuks kaardikeseks?

Siin tuleb kaart algul muuta reaks arvudeks ja siis juba arvud aukudeks.

Ühtede arvudega tuleb kaardile märkida koht, näiteks Barentsi meri, Edela-Siber, Lääne-Euroopa jne.

Teiste arvudega tuleb kujutada baariline maastik, näiteks: 0 — tugev antitsüklon, 6 — lohk, 7 — nõrk tsüklon, rooma X — sadul jne.

Aga kuidas siis see vabrik aitab sünoptikut?

Oletame, et ta on koostanud äsjamöödunud kuu kohta koondkaardi ja tahab leida sellele kuule riimi — «analoogiat» — ligikaudu samasugust kuud «kooskõlalise» paigutusega tsüklonite ja antitsüklonite kaardil.

Sünoptik annab vabrikule tellimuse: otsida tema kaardile analoogia.

Vabrik asub tööle. Kaart muudetakse auklikuks kaardikeseks ja antakse sorteerimismasinasse. Viimane on ehitatud nii, et ta antud kaardi järgi suudab tuhandete kaartide hulgast leida teise samasuguse.

Kui niisugust valikut teostada käsitsi, siis tuleks arhiivis askeldada hulga tunde, kuid masin valib mõne minuti jooksul ja viskab välja kõik analoogilised kaardikesed.

Veerand tundi pärast tellimuse andmist saab sünoptik juba plangil trükitud vastuse: «Niisugune seisund kaardil esines siis, sel ja sel kuul. Järgneval kuul aga oli seisund nii ja nii.»

Vabrikusse saabuvad kõige mitmesugusemad tellimused. Ühed

küsivad: kui sageli esinevad jaanuaris 0- kuni 5-kraadised temperatuurid? Ning vabrik vastab: «Ühel juhul sajast.»

Teistel on tarvis teada, kuidas muutus temperatuur jaamades möödunud aastal. Masin annab lahendava vastuse, kulutades selleks kakskümmend korda vähem aega kui kõige kärmem inimene.

Mõne teadusliku töö teostamiseks kuluks aastaid, et valida ainult vajalikke arve. Masin aga võib selle kõik sooritada mõne päevaga.

Nii vabastatakse inimaju niisugusest tööst, mida võib teha masin, sääraseks tööks, mida suudab teha ainult aju.

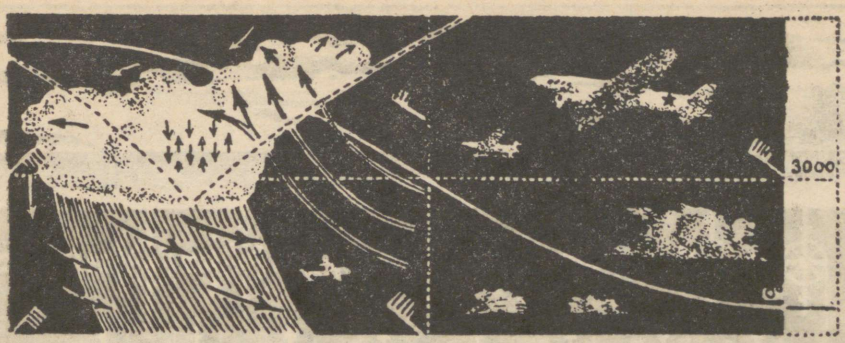
Milleks pidada meeles miljoneid arve, kui võib öelda masinale: pea meeles ja ütle mulle siis, kui ma küsin.

Õpetlased kurdavad sageli liigse töökoormuse üle. Kuid kaaluta, ent siiski üsna tunduvate vaimsete koormate tõstmiseks on juba välja mõeldud mingisugused mehhaanilised vahendid, peab ainult oskama neid kasutada.

Eriti tähtis on töö mehhaniseerimine meteoroloogidele. Keemik võib korraldada katse enda juures laual asetsevas kolvis, kuid meteoroloog ei saa antitsükloneid ja tsükloneid oma tahtmise järgi paigutada kogu põhjapoolkera kohale. Ning seepärast ta hakkabki meelde tuletama: kas selliseid katseid ei ole juba korraldanud palju võimsam eksperimenteerija — loodus?

Meteoroloog rakendab tegevusse mehhaanilise mälu. See kõneleb talle, et niisugune katse on korraldatud sel ja sel ajal ja tulemused olid nii- ja niisugused.

Kui see on nõnda ja on olemas masin, mis mäletab kümme aastat tagasi valitsenud ilma, kas siis ei saaks välja mõelda niisugust masinat, mis aitaks meil ette arvutada sadusid ja tuuli, äikest, torme ja uputusi?



Kümnes peatükk.

Tormide ja üleujutuste ettearvutamine.

Tõusude ettearvutamine.

Tõusude ettearvutamiseks on masin juba ehitatud. Ent selleks, et teda ehitada, tuli enne aru saada, mis on tõusud.

Esimene, kes asus lahendama ülesannet tõusude kohta, oli kreeka meremees Pütheos. Ta jõudis kunagi Britannia kallasteni ja nägi seal hämmastusega, et vetesein nihkub maismaale.

Ülesannet tõusude kohta lahendasid ka suur füüsik Newton, Laplace, George Darwin — Charles Darwini poeg.

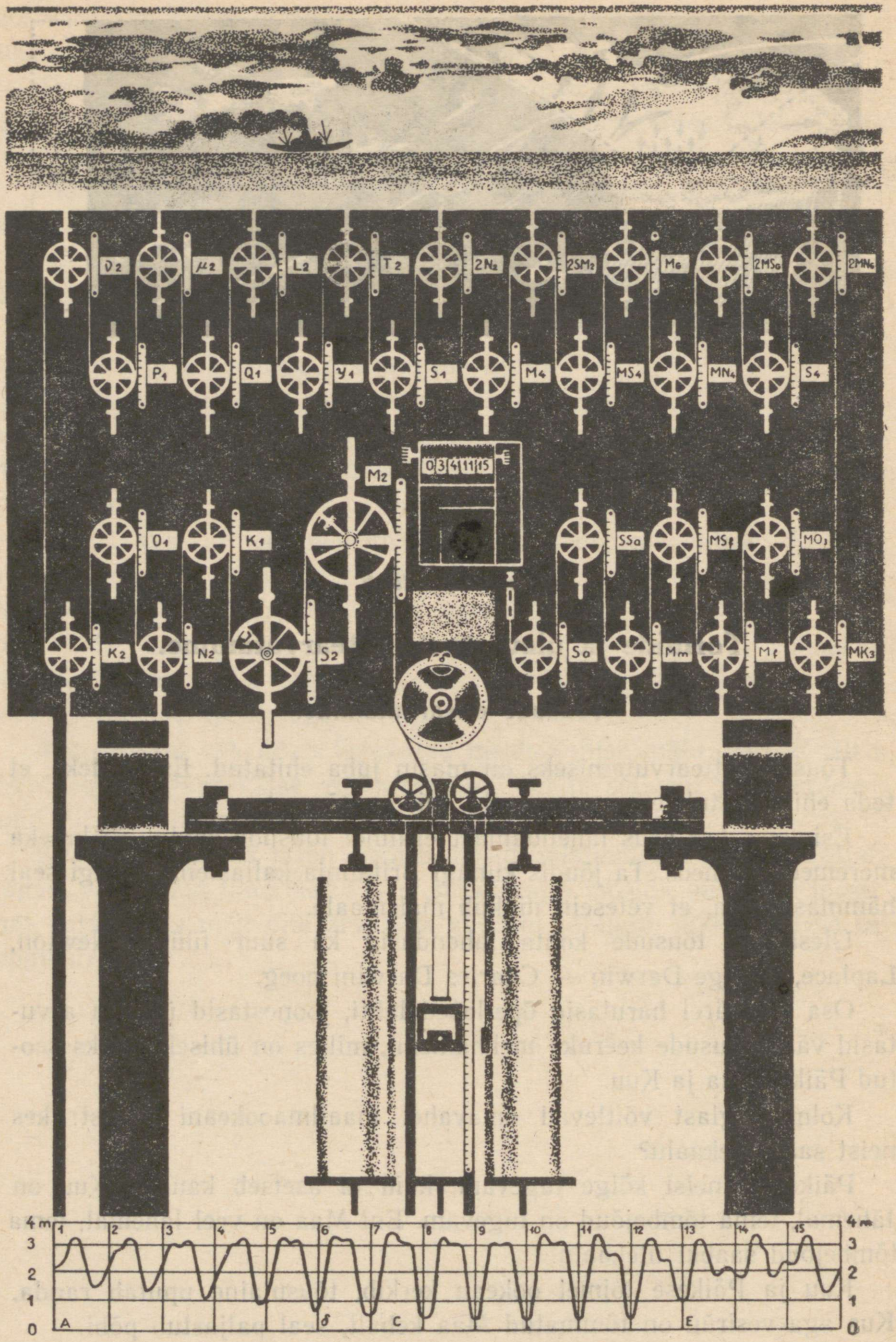
Osa osa järel harutasid õpetlased lahti, joonestasid üles ja arvutasid välja tõusude keeruka mehhanismi, milles on ühiseks tööks seotud Päike, Maa ja Kuu.

Kolm hiiglast võitlevad omavahel maailmaookeani pärast: kes neist saab ülekaalu?

Päike on neist kõige tugevam, kuid ta asetseb kaugel. Kuu on lähemal, tema tõmbejõud on tugevam. Ent Maa on veel lähemal, tema tõmbejõud saabki ülekaalu.

Kuu ja Päikese toimel ookean kerkib, tõusulaine uputab randa. Kus aga vesirüü on tõmmatud Maa kehalt, seal paljastub põhi.

Kõik see poleks veel nii keeruline, kui Päike, Kuu ja Maa seisaksid



Masin tõusude ja mõõnade ettearvutamiseks.

liikumatult paigal, kuid nad muudavad oma kohta ja ookeanil tuleb end neile kohandada. Pealegi pole ookean vaba, ta ei saa jätta arvestamata rannajoont, sügavust, igasuguseid tõkkeid.

Niisiis, kogu see mäng osutub nii keeruliseks, et iga uus tõus erineb eelmistest. Ülesandel tõusude kohta pole üks, vaid palju lahendusi.

Kui mitu sajandit õpetlased lahendasid seda ülesannet! Teda tuleb aga praegugi lahendada uuesti igas sadamas. Laevakaptenil on vaja teada, millal ja millise kõrgusega tuleb tõus.

Tõusud tuleb välja arvutada juba aegsasti — koostada nende sõiduplaan kogu aastaks. Selleks üheks arvutuseks kulub aga kaks või isegi kolm kuud. Inimajul on raske tulla toime selliste arvutustega. Kuid inimene oskas mõelda välja masina, mis arvutab paremini kui ta ise.

Tõusude ettearvutamise masin teostab kõik arvutused kahe päevaga. See on niivõrd kallis ja keeruline masin, et teda ei leidu igal maal, kõnelemata igast sadamast.

Kuivõrd keeruline peab siis olema kogu planeedi elu, kui isegi ta ühte pisiosa on nii raske mõista ja välja arvutada!

Ja kuivõrd raskem oleks olnud ehitada arvutusmasinat, mis oleks arvutanud ette mitte ainult tõusud, vaid ka vihmad ja tuuled, äikese ja tormid ning üleujutused!

Lahing kolmepäise koletisega.

Kui õpetlane uurib loodust, ta kasutab kolme instrumenti: vaatlust, katset ja teooriat.

Vaatlus ja katse annavad talle faktid, arvud. Teooria aga toob miljoneist arvudest, üksikjuhtumite loendamatust hulgast esile üldised seadused, võrrandid ja valemid.

Arvud teevad ruumi tähtedele. Aritmeetika asendub algebraga.

Ning mida täpsem on teadus, seda kindlamalt kasutab ta valemeid ja võrrandeid.

Oma lapsepõlvest saadik meteoroloogia on aina vaadanud ja vaadelnud. Nüüd on ta asunud ka katsete kallale. Ma nägin Geofüüsika Peaobservatooriumis «udude kambrit» — torni, milles tekitatakse ja hajutatakse udu soovikohaselt.

Ka matemaatikat hakkab meteoroloogia kasutama ikka sagedamini ja enesekindlamalt. Muidugi arvutasid meteoroloogid ka varem,



A. A. Fridman.

neil on alati tegemist olnud arvudega. Ent alles nüüd nad proovivad ilma mitte ainult ennustada, vaid ka ette arvutada.

Ilma ettearvutamine!

Paljud pidasid seda võimatuks. On ju planeedi masin keeruline.

Kui arvestada kõiki üksikasju, siis saavad valemid ja võrrandid nii suured ja keerulised, et isegi kõige vilunumal matemaatikul lan-

geksid käed rüppe. Saksa õpetlane Koschmieder kirjutab, et siin on tegemist «ületamatute matemaatiliste raskustega».

Inglise teadlane Douglas küsib ühes oma kirjutuses: «Kuivõrd osutub kunagi võimalikuks rakendada matemaatikat ilmade ennustamiseks?» Ja vastab sellele, et «ennustuste praktika loob käesoleval ajal sellele küllaltki pessimistliku väljavaate».

Juba käesoleva sajandi 20-ndail aastail koostas inglise meteoroloog Richardson sellise võrrandite süsteemi, mille järgi võis homseks ilma ette arvutada. Kui ta aga katsus lahendada neid võrrandeid, selgus, et ühe päeva ilma arvutamiseks on vaja vähemalt aasta aega.

Mida te ütleksite koka kohta, kes vajaks aasta aega selleks, et valmistada homset lõunat!

Ilma kohta käiva ülesande kallal töötati meilgi. 1919. aastal loodi Geofüüsika Peaobservatooriumis selleks eriosakond.

Enne kui asuda ilma ettearvutamisele, otsustasid meie õpetlased — professor A. A. Fridman, akadeemik N. E. Kotšin ja teised — hakata tegelema algul ilma füüsikaga.

Ei saa ju matemaatika iseenesest ilma füüsikata siin millegagi aidata. Nagu armastas öelda akadeemik A. N. Krõlov, on matemaatika veski, millel on ükskõik, mida jahvatada. Veskile tuleb jahvatamiseks anda vilja. Vilja aga saab võtta ainult looduselt.

Kuidas tehakse ilma looduses? Maa kohal liiguvad soojad ja külmad õhuvoolud. Kuid liikumist uurib mehhaanika, soojust aga termodünaamika.

Tähendab, tuleb ilma ülesande lahendamiseks kutsuda appi ka need kaks füüsikateadust ja mitte üksnes matemaatika.

Meie õpetlased arutlesid nõnda:

«Mehhaanikast saadud seaduste abil ütleb astronoom ette planeetide liikumise, suurtükiväelane arvutab mürsu lennujoone. Vedelikkude ja gaaside mehhaanika — hüdromehhaanika — võimaldab ennustada tõuse ja mõõnu, projekteerida tammi, näidata, milline peab olema lennuki tiiva ja turbiini labade kuju. Miks siis ei või kasutada mehhaanikat ilma väljaarvutamiseks?»

Ma võtsin need sõnad professor I. A. Kibeli artiklist, kes asus ilma ülesande lahendamisele Fridmani ja Kotšini järel.

Professor Kibel tuletab oma artiklis meelde Koschmiederit, Douglast ja teisi, kes püüavad tõestada, et ilma ülesannet on võimatu lahendada:

«Kuuldes neid autoreid näib, et kolmepäine koletis valvab sissekäike selle ülesande juurde.»

Mis kolm pead need niisugused on?

Esimene pea: «Võib lihtsalt segi minna selles suures füüsikaliste algandmete kirevuses.»

Iga ülesanne algab sõnaga «on antud»: on antud see ja see, tuleb leida see ja see. Ülesandes homse ilma kohta on antud tänane temperatuur, õhurõhk, niiskus, tuul jms., ja seejuures veel tuhandeis kohtades maapinnal ja maa kohal, hommikul õhtul, öösel...

Vahel juhtub, et ülesannet on raske lahendada seepärast, et andmeid on vähe. Siin on andmeid liiga palju.

Koletise teine pea: «On võimatu lahendada üldist hüdromehhaanika võrrandite süsteemi.»

Meil on koolis sageli raske lahendada isegi kahest lihtsast võrrandist koosnevat süsteemi. Siin aga pole kaks, vaid palju võrrandeid ja lisaks veel väga keerulisi diferentsiaalvõrrandeid. Siin tuleb tegelda paljude tundmatutega.

Koletise kolmas pea: «Isegi kui lahend olekski saadud üldkujul, oleks töö iga üksikjuhu arvutamiseks kolossaalne.»

Aasta aega homse päeva väljaarvutamiseks — seda on tõepoolest paljuvõitu!

Asi seisnes selles, et ülesannet tuli lihtsustada.

See aga osutuski kõige keerulisemaks.

Professor Kibel aga, jätkates oma eelkäijate üritust, astus julgesti võitlusse kolmepäise koletisega.

Eelkõige oli vaja leida vahend algtingimuste kirevuse ja ülikülluse vastu.

Sünoptilisel kaardil oli suur hulk punkte ja igas punktis oli oma temperatuur ja tuul.

Professor Kibel otsustas võtta arvutuse jaoks mitte punkti temperatuuri, vaid mõne piirkonna keskmise temperatuuri, mitte hetkelise tuule, vaid mingisuguse ajavahemiku keskmise tuule mingis rajoonis.

Kirevus seletub ka veel sellega, et jaamades vaadeldakse ilma maapinna lähedal. Maa pole aga kõikjal ühesugune. Ühes kohas on liiv, seal päike soojendab maad tugevamini. Teises kohas on mets või soo, seal on jahedam. Soojad ja külmad õhujoad segunevad, moodustavad keeriseid, teevad ilma pildi mosaiigitaoliseks, kirjuks.

Kõrgemal maa kohal aga, kilomeetri-poolteise kõrgusel, on pilt palju lihtsam ja rahulikum.

Tähendab, selleks et lihtsustada ülesannet, tuleb arvestusteks võtta mitte maalähedane kiht, vaid see, mis on kõrgemal.

Professor Kibel nõnda talitaski. Ta andis kõigele sellele matemaatilise kuju. Ja selgus, et kirevus oli kadunud. «Koletisel jäi ainult kaks pead.»

Nüüd tuli asuda võrrandsüsteemi lahendamisele. Kuid see oli lootusetu ettevõte. Siin muutus kõik keerulisemaks õhu hõõrdumise tõttu vastu maad ja tema soojendamise tõttu maapinna poolt.

Professor Kibelile meenus, et hüdromehhaanikas tuleb sageli tegelda torus kulgevate veevooludega. Seal segab arvutusi samuti hõõrdumine vastu seinu ja soojendamine seinte poolt. Teadlane Prantl leidis torude ja kanalite puhul ülesande lihtsustamise viisi.

Kas siis ei saa samal viisil lihtsustada ka õhuvoolude ülesannet? Siin on alumiseks seinaks maa, ülemiseks — stratosfäär.

Professor Kibel kasutas Prandtli viisi ja võrrandid lihtsustusid. Ent nad olid ikkagi veel liiga keerulised.

Segas see, et kõik mõõdud ülesandes olid väga väikesed. Kui on juttu hiigla õhumassidest ja ilma ennustamisest ööpäeva või rohkema võrra ette, on tund hetkeks ja sajakilomeetrise ulatusega piirkond punktiks.

Tuli võtta ajaühikuks ööpäev ja pikkusühikuks viissada kilomeetrit.

Ning lõppeks hakkasidki võrrandid alluma lahendamisele.

Ma ei saa jutustada sellest, kuidas professor Kibel lahendas oma võrrandid. See oleks sama, mis jutustada muusikalisest loomingust. Muusikat võib anda edasi ainult nootidega, matemaatikat aga matemaatiliste märkidega. Kui te tahate tutvuda Tšaikovski või Beethoveniga, siis lähete filharmooniasse või avate noodivihu. Kui te aga kunagi tahate teada saada, kuidas professor Kibel lahendas oma viis võrrandit, teie avate ta tööd.

Ülesanded on lahendatud. On saadud valemid, mis võimaldavad tänase ilma järgi ennustada homset ilma.

Teile teatati raadio või telegraafi teel täna kell seitse hommikul jaamades vaatlejate poolt ja õhus raadiosondide abil mõõdetud temperatuur ja õhurõhk. Asetades need andmed valemeisse te arvutate välja, millised on homme maa peal ja maa kohal temperatuur, õhurõhk, tuul, vertikaalsed õhuvoolud.

Ent koletis pole ikka veel võidetud: tal on jäänud üks, viimane pea. Et raiuda otsast ka see pea, oli vaja «kõrvaldada viimane takis-

tus — anda valemitele selline kuju, et neid oleks võimalik mitte ainult lihtsalt, vaid ka kiiresti arvutada».

Lihtsustanud valemid, õnnestus professor Kibelil saavutada sedagi. Seal, kus Richardsonil kulus terve aasta, piisas Kibelil poolest tunnist.

Nõnda oli lahendatud üks teaduse raskemaid ülesandeid, ülesanne homse ilma või õigemini homse temperatuuri, õhurõhu ja tuule kohta.

Praegu töötavad Prognooside Keskinstituudis kõrvuti sünoptikutega ka ettearvutajad.

Prognooside täidumuselt on ettearvutajad sünoptikutele juba peaaegu järele jõudnud.

Tulemused kujunevad veel paremateks, kui meie maale tekib rohkem aeroloogilisi jaamu, rohkem raadiosondilisi vaatlusi.

Professor Kibel ja tema kaastöölised jätkavad tööd, täiustades oma ennustusviisi.

Fridmani, Kotšini ja Kibeli tööd teostasid meteoroloogias murrangu, pöörde.

Esimene murrang toimus aastat kolmkümmend tagasi, kui sünoptikud hakkasid koostama ennustusi mitte lihtsalt temperatuuri ja õhurõhu, vaid õhumasside ja frontide liikumise järgi.

Teine murrang on alanud praegu, kus inimesed juba teevad katset ilma mitte ainult ennustada, vaid ka ette arvutada.

Sünoptikud kõnelevad ikka sagedamini «kui palju». Enne aga kõnelesid nad «mis» ja «kuidas».

Ennustuskunstile ja vilumusele lisandub täpne arvutus, oskus leida tuge matemaatikas ja füüsikas.

Varem sarnanes sünoptik taidurmeistriga, praegu ta muutub ilmainseneriks.

Ja igal hommikul kell 10.30, kui peasünoptiku tuppa kogunevad nõupidamisele lühiajaennustuste ja pikaajaennustuste sünoptikud, tulevad ka need, kes kasutavad matemaatikainstrumenti.

Laual on graafikud ja kaardid — maapinnalähedaste ja kõrgete õhukihtide kohta.

Peasünoptik kannab ette, kuidas oli ilmaga tema valveajal ja kuivõrd täidus ennustus. Üks sünoptikute brigaad «annab üle» ilma, teine — «võtab vastu».

Arutatakse läbi mitte üksnes see, mis oli, vaid ka see, mis tuleb.

Pikaajaennustuste sünoptikud räägivad, kuidas käitub nende

arvates ilm kolme päeva pärast, järgmisel loomulikul sünoptilisel perioodil, tuleval kuul.

Ilma kõikide üllatuste ja tujude ettearvutamisega tegelevad inimesed toovad nende juures dünaamilise meteoroloogia osakonnas koostatud graafikuid ja arve. Toimuvad vaidlused. Ennustustes tehakse parandusi, teda täpsustatakse.

Lõppeks ütleb sünoptika-osakonna juhataja: «Nõnda me otsustamegi.» Otsus on vastu võetud. Nüüd on kogu küsimus selles, kas nõustub sellega ilm.

Sünoptik läheb koju pärast ööpäevast valvet. Nüüd peaks ta ka puhkama. Ent ta süda pole rahulik.

Isegi puhkepäeval heidab ta pilgu ikka jälle oma «taevasesse kantseleisse», et vaadata kaarti ja saada teada, mida uut on atmosfääris, kas ta ennustus täidub.

Ammu on möödunud Fitzroy ajad. Ent veel nüüdki saavad sünoptikud sageli tunda rahva pahameelt.

Kui ennustus täidub, ei ütle keegi sünoptikule tänu. Kui aga sünoptik eksis mõne kilomeetri võrra ja äike möödus kõrvalt, siis seda talle ei andestata.

Keegi ameerika meteoroloog jutustab: märganud kord kaardil külma frondi lähenemist, ta ennustanud, et Chicago rajoonis tuleb äikest ja hoovihma. Üks valing möödus Chicagost veidi põhja poolt ja tülitas kolmekümmend tuhat Workigane'i elanikku. Teine möödus Chicagost lõuna poolt ja häiris veel kolmekümmend tuhat Hammondis. Chicagos aga kõige ta kolme miljoni elanikuga ei sadanud piiskagi vihma.

Workigane'i ja Hammondi elanikud leidsid, et sünoptik oli andnud õige ennustuse. Ent Chicago elanikud väitsid, et ta oli eksinud.

Nii osutus sünoptik rõhuva enamuse silmis petiseks, kuigi ta ütles selget tõtt.

Sünoptikul on tegu hiiglastega — õhumassidega, mis võtavad oma alla kümnete ja sadade tuhandete ruutkilomeetrite suurused alad.

Kuid tarbijad tahavad, et ta annaks neile prognoosi nende linna kohta, selle väikese maatüki kohta, millel nad elavad.

Omast vaatekohast on neil õigus. Kui aga kõnelda kogu maa huvidest, siis pole sugugi nii tähtis, kas ennustatud vihm haaras agulid või kesklinna, kui ta ainult niisutaks põlde.

Sünoptik püüab ennustada tähtsamat. Kui ta päästis laevad,

hoiatanud meremehi tormi eest, või päästis lõikuse, ennustanud põuda, siis ta leiab, et ta oma töö on teinud.

Inimesed kõnelevad sageli: «Neid sünoptikuid me juba tunneme! Ennustada neil pole raske: kas vihm või lumi, võib-olla tuleb, võib-olla mitte.»

Ent kontrolligem käsutada olevate arvude abil, kas see tegelikkuses on nii!

Arvude keelde tõlgitult tähendab väljend «võib-olla tuleb, võib-olla mitte»: viiskümmend — poolt, viiskümmend — vastu.

Kuidas täiduvad ilmaennustused ehk prognoosid tegelikkuses?

Siin oleneb kõik sellest, kui kaugele tulevikku sünoptik vaatab.

Kõige lühiajalisem prognoos — mõneks tunniks — antakse lennuväljal lendurile, et ta teaks, millist ilma ta kohtab teekonnal — kas lennuks sobivat või mittesobivat. Kui tal tuleb teha tiire tsüklonеist möödalennuks, peab ta kaasa võtma suurema kütusetagavara.

Sellised, ainult paari tunni võrra pilku ettepoole heitvad prognoosid täiduvad kõige paremini — 85—90 protsenti.

Prognoosid ööpäeva kohta on raskemad. Sest mida kaugemal on laskur märklauast, seda raskem on tal tabada selle keskkohta.

Kuid siiski täiduvad prognoosid ööpäeva kohta 80 või isegi 90 juhul sajast.

Veel raskemad on prognoosid kuu või järgmise aastaaja kohta. Ent siingi on täidumus 65—75 protsenti.

Mida kõnelevad need arvud?

Arvud kõnelevad, et sünoptikud vahel eksivad. Ja juhtub, et need eksimused lähevad maale küllaltki kalliks maksma.

Siinkohal võiks meenutada, kuidas 1941. aastal Leningradi pikaajaennustuste sünoptikud ennustasid, et 1. mail tuleb külm ilm, aga lühiajaennustuste sünoptikud ütlesid, et ilm tuleb soe.

Usuti lühiajaennustajaid. Väeosad tulid paraadile suvises vormirõivastuses. Külm oli aga selline, et inimestel hambad lõgisesid.

Kuid see pole veel kõige suurem õnnetus, kui sünoptiku vea tõttu paraad ei möödu eriti libedalt. Palju hullem, kui selle pärast nurjub või viibib pealetung frondil.

1943. aasta suvel valmistusid meie väed pealetungiks Orjoli rajoonis. Rindel sadas vihma, kuid sünoptikud ennustasid ilma paranemist 14. juuliks. Sellele päevale määratigi pealetung.

Ent sünoptikud eksisid. Ilm oli muutlik. Tsüklonid tulid küll

Atlandilt, küll Vahemerelt. Nad liikusid aeglasemalt kui oodati. Ilma paranemine algas alles 16. juulil.

Ja ometi arenes pealetung edukalt. Ent see ei olnud mitte enam sünoptikute, vaid sõdurite teene. Sõdurid, põlvini poris, vedasid oma seljas kahureid välja läbiligunenud mustmullast.

Milline järeldus tuleks sellest teha?

Sünoptikuid mitte uskuda?

Ei, neid tuleb uskuda.

Sest nad annavad ju palju sagedamini õigeid kui valesid prognoose.

Kuid muidugi tuleb püüda, et vigu oleks võimalikult vähem.

Tähendab, sünoptikutel on ees veel palju tööd. Aga kus on palju tööd, seal on vaja palju töötajaid.

Isegi õpetlaste seas, matemaatikute, füüsikute seas esineb vahel inimesi, kes meeleldi naeravad sünoptikute üle: «Küll sünoptikud häbistasid end täna!»

Kuid kas poleks parem, kui need õpetlased oleksid aidanud sünoptikutel harvemini eksida.

On ju see üritus kõigile tähtis.

Jõe matemaatika.

Kui te võtate kätte Prognooside Keskinstituudi väljaandel ilmuva igapäevase hüdrometeoroloogilise bülletääni, siis te näete esimesel leheküljel sünoptilist ilmakaarti, viimasel aga — sünoptilist veekaarti.

Ka siin on ringikestega märgitud jaamad, aga ringikeste juures on näidatud märkide ja arvudega, mis toimub veega.

Vaadates kaardile te näete kohe, kus jõed on veel kaetud jääga, kus aga on alanud juba jääminek.

Jaroslavlis, Kostromas on lahvandid, Kuibõševis — vesi jääl. Mozõris Pripjatil — ummistus, Kiievis Dnepril — jäänihkumine, Poltaavas Vorsklil — jääminek, Krasnodaris — Kuubanil — vaba vesi.

Milline hiiglane oleks võinud näha seda kõike korraga ainult ühe ainsa pilguga maale!

Vilniusest Astrahanini kulgeb kaardil looklev, hambuline joon. Temast lõuna pool on jõed jäävabad.

Vaadates läbi arve ringikeste juures te näete, kus vesi veel tulvub, kus aga toimub juba veepinna alanemine.

Sellises seisukoras olid jõed eile kell kaheksa hommikul.

Aga mis on homme, kuu aja pärast, mitme kuu pärast?

Prognooside Keskinstituudi bülletäänides võib leida ka prognoose.

Siin on näiteks kaks Pikaajalise Hüdrometeoroloogilise Prognoosi väljaannet. Üks aprilli, teine kogu kevade kohta. Esimesena on toodud ilmaennustus, aga sellele järgneb jõgede jääkattest vabanemine ja kevadise suurvee prognoos.

«Jääkattest vabanemine algab Pruti, Narevi, Lääne-Bugi ning Pregeli jõel veebruari viimasel dekaadil ja avardub aprilli alguseks Ilmeni järve ja Oka ülemjooksu basseini jõgedeni . . .»

«On oodata kevadist suurvett NSV Liidu Euroopa-osa lõuna- ja lääneala jõgedel. . .»

Kuidas suudab hüdroloog ära mõistatada, millal algab jõgede vabanemine jääkattest ja milline tuleb suurvesi?

Kunagi tarvitas Lomonossov «ennustuse» asemel «etteteadmine». See sõna seletab, milles seisneb ennustamise saladus. Selleks, et ennustada, ei tule ette aimata, vaid ette teada. Ette teada võib aga ainult see, kes teab looduse elu juhtivaid seadusi.

Kui hüdroloog vaatab kaardile, siis ta teab, et tema ees



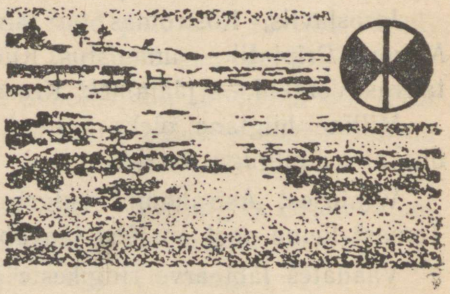
Vaba vesi.



Kallasjää.



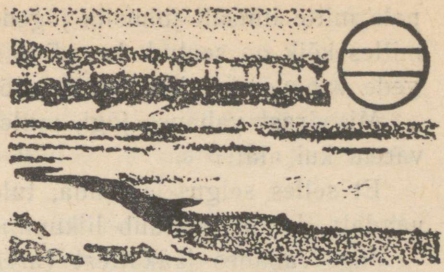
Jäärasv.



Lobjak.



Nõrk jääminek.



Vesi jääl.



Täielik jääminek.



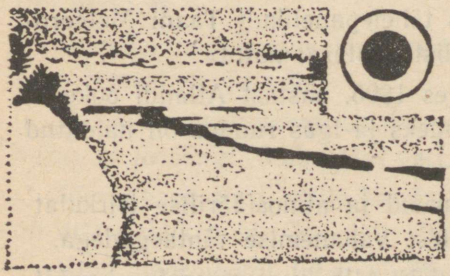
Kallasriba.



Jääkate.



Jäänihkumine.



Lahvandid (väinad).



Jääummistus.

pole mitte lihtsalt juhuslik jõgede kogum, vaid keeruline mehhanism, milles kõik on seotud: kevadine suurvesi ja talvel sadanud lumi, jõgede vabanemine jääkattest ja ookeanilt tulevad õhuvoolud.

Mispärast vabanes jõgi, mille kaldal me elame, jääkattest hoopis varem kui alati?

Et selles selgusele jõuda, tuleb heita pilk planeedi masinasse ja vaadata, kuidas kandub liikumine edasi ühelt hammasrattalt teisele.

Jõgi vabanes jääkattest varem seepärast, et õhk oli soojem kui harilikult. Õhk oli aga soojem seepärast, et ta tuli läänest ja tõi soojuse kaasa ookeanilt. Ookeanile aga sattus see õhk Arktisest.

Jaanuaris tungis külm arktiline õhk Põhja-Atlandile. Ta liikus sooja vee kohal ja võttis sellelt soojuse.

Kaubalaevade kaptenid teatasid raadio teel: ookeanis on veetemperatuur 0,8 kraadi normaalsest madalam.

Et vesi kastrulis jahtuks mõne kümnendiku kraadi võrra, tuleb tal kaotada hoopis vähe soojust. Kui aga ookeanis vesi jahtub 0,8 kraadi võrra, peab olema soojusekadu tohutu.

Kuid see soojus ei läinud kaduma — selle võttis veelt arktiline õhk.

Võtnud aga sellise lasti, lakkas külm arktiline õhk olemast arktiline.

Ta muutus polaarseks mereõhuks ja viis oma koorma ookeanilt mandrile. Kevadeks jõudis ta Vene tasandikkudeni ja, andnud soojuse meie jääle ja lumele, sundis jõgesid enneaegselt vabanema jääkattest.

Kõik oleks võinud minna teisiti, kui arktiline õhk oleks sattunud meie kanti ookeanist mööda.

Põhja-Atlandis oleks vesi olnud soojem, tal poleks tulnud ära anda oma soojust külmale õhule. Meil aga oleks olnud külmem kui tavaliselt ja jõed oleksid vabanenud jääkattest hilinemisega.

Hüdroloog G. R. Bregman uuris tähelepanelikult Taani Meteoroloogiainstituudi «Mere meteoroloogilist aastaraamatut».

Selles aastaraamatus trükiti alates 1895. aastast Atlandi ookeani kaarte, kus ookean oli jagatud ruutudeks ja igas ruudus oli näidatud veetemperatuur.

G. R. Bregman kõrvutas need arvud ja atmosfäärilise tsirkulatsiooni näitajad Vene jõgede jääkattest vabanemise tähtaegadega.

Võib näida, et milline seos siin võiks olla: veetemperatuuri mõõtsid talvel kaubalaevade ohvitserid Atlandil; jõgede jääkattest vaba-

nemise tähtaegu märkisid kevadel vaatlejad Kamal, Okal, Volgal.

Kuid hüdroloog teab, et kõik on maailmas seotud.

Arktise külm õhk liigub talvel Põhja-Atlandil ja võtab veelt soojust. Vesi muutub külmemaks, õhk aga soojemaks. Õhk läheb ikka kaugemale ja kaugemale. Ookeanilt suundub ta mandrile ja sunnib meie jõgesid vabanema enneaegselt.

Kui aga tsirkulatsioon toimub teisiti, kui Arktise külm õhk tungib meie maale ookeanist möödudes, siis jääb vesi ookeanis soojaks, kuid meil selle eest jälle kevad hilineb, jõed vabanevad jääkattest hiljem.

Et kergendada arvutamist, paigutas G. R. Bregman kõik selle graafikutesse. Graafikuid sai mitu: üks loodes voolavate suurte jõgede jaoks, teine Dnepri ülemjooksu ja Lääne-Dvina basseini jõgede jaoks, kolmas — Põhja-Dvina basseini jaoks jne.

Selline graafik kõneleb hüdroloogile juba jaanuaris, millal jõgi vabaneb jääkattest, kas enne või pärast tähtaega.

Nii annab asjade suur seos hüdroloogile võime näha seda, mida veel pole.

Jääkattest vabanemise kannul läheb jõest üle kevadine suurvesi.

Kuidas määrata kindlaks, kuipalju vett läbi voolab, kui kõrgelet tõuseb?

Siin tuleb jälle meenutada seost asjade vahel. Kevadine suurvesi ja talvel sadanud lumi on ühe ja sama keti kaks lüli.

Et teada saada, milliseks kujuneb suurvesi, arvutab hüdroloog välja, kuipalju on lund jõebasseinis.

Hüdroloogi ees laual on lumemõõtepostide ettekanded.

Lumikatte kõrguse ja ta tiheduse järgi tuleb määrata, kuipalju on talv varunud vett kõigis oma hangedes, kogu selles valges lumivaibas, mis katab maad kümnete või sadade tuhandete ruutkilomeetrite ulatuses.

Viimaks on arvutus lõpetatud. Kui lumetagavara on väike, siis saab temast vettki vähe.

Kui aga lumetagavarad on suured, siis ei tähenda see veel sugugi mitte, et jõesängi läbib palju vett.

Jõesäng on toru, mille kaudu vesi voolab basseinist. Jõebasseinil on aga auklik põhi. Osa vett läheb läbi aukude pinnasesse.

Ning hüdroloogil tuleb kindlaks määrata, milliseks kujuneb äravool.

Kui pinnas on kaetud jääkoorikuga, siis vesi ei lähe pinnasesse. Tähendab, jõeni jõuab rohkem vett.

Võib aga juhtuda ka nii, et koorikut pole, vesi aga ikkagi ei lähe pinnasesse.

Mispärast? Seepärast, et pinnases on selletagi palju vett — veel sügisest.

Selgubki, et kevadel tuleb meenutada sügist: kas siis oli palju vihma?

Kõike seda on vaja teada, et välja arvutada, kuipalju vett läheb jõgepidi.

Hüdroloogil tuleb vastata teiselegi küsimusele: kas vesi tõuseb kõrgele?

Kui ta tõuseb tavalisest kõrgemale, võib ta põhjustada palju ebameeldivusi.

Suurvett on kirjanikud ja kunstnikud kujutanud korduvalt raamatuis ja piltidel. Ta jätab aga niisama sügava mulje, kui temast kõneldakse harilikus arvepidamisraamatus — arvude keeles.

Kahjude lahtris kerkivad teie silmade ette läbi mitmekohaliste arvude tulpade üleujutatud ja purustatud teed, sillad, tehased, majad, elektrijaamad, liiva ja mudaga kaetud luhad, aiad ja põllud, vee poolt äraviidud lauad ja palgid.

Et poleks kõiki neid kahjusid ja purustusi, tuleb võidelda veega, mitte lasta tal määratseda ja riisuda. Selleks aga on vaja aegsasti teada, kas on uputuse ohtu.

Millise kõrguseni tõuseb jõgi?

See oleneb sellest, kuipalju sulavett satub jõesängi.

Kuid hüdroloogil on vaja teada ka muud: kuidas hakkab lumi sulama?

Lume kiiresti sulama hakates on suurvesi kõrgem kui juhul, kus vett vähehaaval jõkke juurde voolab.

Ning tekib uus ülesanne: saada teada, kui kiiresti lumi sulab.

Miks sulab lumi kevadel?

Igaüks teab, et selgel päikesepaistelisel päeval lumi sulab kiiremini kui pilves ilmaga.

See toimub seepärast, et päikesekiired tungivad lumme ning sulatavad lumekristallide osakesi ja kiude. Lumi hakkab sulama isegi siis, kui termomeeter näitab viis kraadi külma.

Sula saabub veel enne tõelist sula.

Tähendab, võib teha sellise järelduse: kui kevad tuleb pilvitu, hakkab lumi kiiremini sulama ja suurvesi saab kõrgem.

Juhtub aga ka seda, et kogu taevas on kaetud pilvedega ja lumi sulab ikkagi.

Ta sulab seepärast, et ta saab soojust ka õhuvooludelt, mis tulid merelt, soojadelt aladelt.

Mida soojem on kevadel õhk, seda kiiremini sulab ka lumi.

Kui lumi sulab ära viie päeva jooksul, kujuneb suurvesi palju kõrgemaks kui siis, kui lume sulamine kestab terve kuu.

Ent ometi on see kõik keerulisem, kui võiks näida esimesel pilgul. Siin tähendab palju veel see, kuidas liiguvad lumesulamise rinne ja tagala. Seda märkas esimesena ja pani matemaatilisse vormi professor M. A. Velikanov.

Hüdroloog vaatab kaardile. Kaardil sarnaneb jõebassein oksalt rebitud lehega: keskel on jõesäng, selle külge liibuvad soontena lisajõed.

Kui front hakkab liikuma ülalt, lülituvad lisajõed sellesse üksteise järel: algul ülemised, siis alumised. Ning vesi tõuseb jões vähehaaval.

Kui aga front liigub küljelt, haarab ta korraga nii ülemised kui ka alumised lisajõed. Vesi voolab jõkke üheaegselt paljusid juurdepääsuteid mööda. Mitu kõrgveelainet liitub üheks suureks laineks ja kõrgvesi kujuneb tavalisest kõrgemaks.

Nõnda püüab hüdroloog haarata pilguga kõike, mis toimub lumemassiivis ja pinnase sügavuses. Teda erutab niihästi väikese lumekristallikese saatus kui ka kogu jõe ja kõigi ta harude elu.

Hüdroloog aga peab mitte üksnes kujutlema tuleva suurvee pilti. Ta peab oskama kujutada seda pilti arvudes.

Hüdroloogilt nõutakse, et ta teaks täpselt, kas tõuseb vesi kõrgemale teatavast märgist. Teinekord otsustab üks sentimeeter, kas vesi ujutab üle linna tänavad või ei ujuta. Üks tilk paneb karika üle voolama.

Kord toimus minu juuresolekul hüdrometeoroloogiateenistuse ülema ja ühe hüdroprognosisti vahel järgmine kõnelus:

«Noh, kuidas on Uralskis?»

«Veeseis kaheksasada.»

«Kas ebameeldivusi võib tulla?»

«Kahekümne kaheksandaks — kahekümne üheksandaks ootame üheksasada kakskümmend. Ohustatud on sild, sadam, linna madalalasetsev osa.»

«Kas te aga hoiatusi andsite?»

«Muidugi andsime.»

See kõnelus toimus 20. aprillil.

29. aprillil aga hakkas vesi tõepoolest linna üle ujutama.

Täpsustamiseks tuleb lisada, et ennustus anti siin mitte üheksa päeva enne, vaid palju varem — juba märtsi algul.

Juba märtsi algul oli teada, et Uurali jõe basseini on kogunenud talve kestel rohkem lund kui tavaliselt. Sünoptikud-meteoroloogid aga hoiatasid, et lumi hakkab sulama kiiresti, kevad saab soe ja ilus.

Pikaajalises ennustuses oli öeldud, et kõrgvesi Uuralis tuleb normaalsest tunduvalt kõrgem.

Ent kuidas said hüdroloogid teada, et kõrgeim veeseis Uralskis tuleb just 28. või 29. kuupäeval, mitte aga varem ega hiljem?

Iga viie päeva tagant teatasid neile lumemõõtjad, kuidas kulgeb lumesulamine. Hüdroloogid teadsid, et lumi jõebasseinis on hakanud liikuma.

Oli vaja välja arvutada, kuipalju kulub sulavetel aega teekonna peale.

Siin aitasid varemate aastate vaatlused.

Pärast viimase lume kadumist kestis kõrgvesi harilikult veel umbes kakskümmend päeva.

Tähendab, selleks oli vaja kakskümmend päeva, et vesi kogu jõebasseinist jõuaks jõeni ja mööda jõge Uralskini.

Teel läks teatav osa vett kaduma, imbus pinnasesse või auras õhku. Teatav hulk vett lisandus maa-alustest vetest ja vihmadest.

Arvestades kõike seda konstrueerisid hüdroloogid kõrgvee kõvera. Sellel kõveral oli aga juba selgesti näha, missugusel aprillikuu dekaadil ja missugusel päeval saavutab kõrgvesi oma haripunkti.

Umbes samuti arvutavad hüdroloogid välja ka vihma-kõrgvee.

Neil on jõebasseini kaart. Kaardile on tõmmatud võrdse päralevoolu jooned; esimeselt, lähimalt joonelt voolab vesi linnani ühe ööpäeva jooksul, teiselt kahe ööpäeva jooksul, kolmandalt kolme ööpäeva jooksul.

Näiteks üle basseini läks vihm, tuli nii- ja niimitu millimeetrit vett.

Hüdroloog jaotab kohe kogu selle vihma päevade peale: kuipalju vett voolab pärale esimesel päeval, kuipalju teisel, kuipalju kolmandal.

Ta joonestab kõvera ja vaatab kõvera järgi, millal vesi jões tõuseb suurima kõrguseni.

On ka teisi ennustamisviise. Kuid kas maksab kõnelda igast viisist? Kui lugeja tahab saada hüdroprognosistiks, siis ta võtab käsile õpiku, kus see kõik on seletatud üksikasjaliselt. Ma tahtsin ainult näidata, kui keeruline ja raske üritus on kõrgvete ennustamine.

Muuseas, kui küsitleda hüdrolooge, siis nad ütlevad, et jõe veepinna lühiajalist prognoosi anda on palju kergem kui ilmaennustust.

Koostades kõrgvee-ennustust hüdroloog juba teab, kuipalju tal on sadanud vihma või lund.

Sünoptikul-meteoroloogil aga puuduvad sellised andmed: ta pole võimeline välja arvutama, kuipalju tal vett on pilvedes. Andes prognoosi ta ütleb: on oodata vihma. Ent kui palju tuleb vihma? Seda sünoptik veel öelda ei oska.

Pole ime, et hüdroloogilised prognoosid täiduvad paremini kui meteoroloogilised.

Veepinna lühiajalised prognoosid täiduvad üheksakümne viiel kuni üheksakümne kaheksal juhul sajast, aga lühiajalised ilmaennustused kaheksakümnel kuni üheksakümnel juhul.

Ning hüdroloog astubki hoopis kaugemale tulevikku kui meteoroloog.

Pikaajaline ilmaennustus antakse kõige enam aastaaja ulatuses.

Ent Kaspia merepinna kõrguse prognoosid antakse aasta peale ette — märtsis järgmise märtsikuu kohta.

Minevik ja tulevik.

Kas Kaspia meri kuivab?

Selles asjas küsitletakse sageli hüdrolooge.

Küsitakse rahutusega, sest Kaspia mere madalamaks muutumine oleks suur õnnetus.

Kaspia merd on meie maale vaja.

Ta annab poole kogu kalasaagist, mis saadakse meie meredest. Ta annab toorainet keemiatehastele — glaubrisoola Kara-Bugaz-Golí lahest. Mööda Kaspiat tuleb Bakuu nafta.

Kui Kaspia meri muutub madalamaks, tuleb viia üle sadamad või teha tohutuid kulutusi merepõhja süvendamiseks.

Eriti kiiresti muutus Kaspia meri madalamaks 1930.—1945. a. Siis langes veepind saja üheksakümne kahe sentimeetri võrra.

Hüdroloogid püüdsid aru saada, millest see tuleb ja kas see kestab kaua.

Pealegi algas just neil aastail Volga ümberehitamine — tammide ja veemahutite püstitamine, Volga-taguste steppide niisutamine. Oli vaja selgitada, kuidas see kõik kajastub Kaspia meres, kas ei tule ehk juhtida temasse vett Petšorast, Donist või teistest jõgedest.

Kõne all oli tulevik. Kuid ülesande lahendamiseks pöördusid õpetlased mineviku poole.

Nad lehitsesid läbi tabelid, milledesse oli kirjutatud möödunud aastate veepindade kõrgused.

Nii jõudsid nad 1837. aastani, mil püstitati Bakuu lahte esimene veeseisu peegelnäitaja.

Vanemaid korrapäraseid vaatlusi polnud. 1830. aastal katkesid sissekanded aga täiesti.

Kuid õpetlastele oli vähe vaatlustest ühe sajandi vältel. Ei ole ju sada aastat mere elus kuigi pikk aeg. Kaspia meri on kümme tuhat aastat vana, kui arvestada ta vanust sellest hetkest, mil ta eraldus teistest meredest ja muutus meri-järveks.

Kuidas muutus ta veepind enne 1830. aastat?

Õpetlased asusid uurima vanu ürikuid, kaupmeeste ja reisijate ülestähendusi.

Sõites merel märkisid laevnikud laevapäevikusse laeva kursi ja mõõtsid loega sügavust. Nad tegid seda enda jaoks, mõtlemata, et sajandite pärast nende ülestähendusi läheb tarvis.

Peale vanade ürikute aitasid õpetlasi ka vanad kivid.

1925. a. tulid Bakuu lahes veest nähtavale muistse karavanivõõrastemaja varemed. See karavanivõõrastemaja oli kunagi seisnud merekaldal. Siit kulges tee itta — Kesk-Aasiasse, ja loodesse — Vene linnadesse.

Karavanivõõrastemaja juures peatusid kaamelite karavanid. Siin toimus kaupade ümberlaadimine: kirjude idamaiste kangaste pallid laoti kaamelite küürudele, vene karusnahkade ja nahkade kimbud tassiti laevadesse.

Kõrged tornid ja tugevad seinad kaitsesid karavanivõõrastemaja röövlite kallaletungide eest. Nad aga ei suutnud teda kaitsta mere aeglase pealetungi eest.

Meri ujutas kalda üle, mattis oma alla seinte ja tornide varemed.

Nüüd nad tulid jälle päevavalgele, et olla tunnistajaiks, et jutustada, kuidas meri oli kord tõusnud, kord vajunud.

Akadeemik L. S. Berg, teostades ajaloolisi uurimisi, joonestas Kaspia mere pinna kõikumiste kõvera 1556. aastast meie ajani.

Selgus, et Kaspia mere pind ei lasku kogu aeg allapoole, nagu arvasid paljud, vaid kõigub mingi keskmise joone ümber.

Ent õpetlasi ei rahuldanud see järeldus. Neil oli vaja mõista, milline mehhanism juhib Kaspia mere pinda. Ainult olles tundma õppinud seda mehhanismi võis õppida ennustama mere saatust, anda merepinna prognoose.

Ülesanne sarnanes selle ülesandega basseinide kohta, mida meil kõigil on koolis tulnud lahendada:

«Basseini on juhitud kaks toru, ühe toru kaudu voolab basseini niipalju vett, teist kaudu voolab välja niipalju . . .»

Ent siin suundus vesi basseini — merre — mitte torude, vaid jõgede, käikude ja lõhede kaudu pinnases või lihtsalt vihmana taevast. Ära aga voolas vesi samuti mitte toru kaudu, vaid auruna otse merepinnalt.

Õpetlased koostasid mere tulude ja kulude raamatu.

Kaspia mere tulude ja kulude raamat.

Vee sissetulek aastas kuupkilomeetreis		Vee väljaminek aastas kuupkilomeetreis	
Volgast tuleb	264	Läheb auruna õhku	377
Teistest jõgedest	33		
Maa alt	8		
Taevast, pilvedest vihma ja lumena	72		
Kokku	377	Kokku	377

Tulude ja kulude raamat näitas, et peasissetulekuks on Volga vesi. Aastas annab Volga merele 264 kuupkilomeetrit vett. Sellise veehulga jaoks oleks vaja Everestist kõrgemat pange.

Kust aga võtab Volga ise vett? 80 protsenti võtab ta kevadel lumelt ja ainult 20 protsenti tuleb temasse vihma- ja pinnaveena.

Mis siit selgub?

Selgub, et Kaspia mere pind oleneb kõige enam Volgast, Volga ise aga oleneb kõige enam talvel sadanud lumest.

Tähendab, kui me märtsis teame, kas talve jooksul on kogunenud palju lund Volga basseini, võime ennustada, milline tuleb tema kevadine äravool. Kevadine äravool aga aitab meil teada saada, milliseks kujuneb veetõus meres kevadel ja suvel. Sellest veetõusust oleneb ka aastane merepinna kõrguse muutumine.

Muidugi tuleb siin teha parandusi aurumise, suviste vihmade ja

muu kohta. Kõike seda võetakse arvesse, kui hüdroloogid koostavad oma graafikuid ja võrrandeid.

Nende võrrandite ja graafikute järgi nad annavadki ennustusi merepinna kohta aasta peale ette.

Ning ennustus täidub kuni 4—5-sentimeetrise täpsusega.

Nii said hüdroloogid jagu Kaspia mere tulude ja kulude raamatust ja leidsid meetodi, kuidas tema tulusid ja kulusid juba ette välja arvutada.

Miks aga on Kaspia merel ajuti selliseid suuri puudujääke?

Kuidas võis see juhtuda, et Kaspia meri muutus viieteistkümne aasta jooksul — 1930. kuni 1945. aastani — saja üheksakümne kahe sentimeetri võrra madalamaks?

Kas ta hakkas rohkem kulutama või vähenesid ta tulud?

Tema kulutused ei võinud nii tugevasti kasvada.

Tema tulud aga vähenesid tõepoolest. Volga andis noil aastail merele vähem vett, sest et ta ka ise sai vähem. Talved olid lumevaesed ja seetõttu ei voolanud kevadel Volgasse kokku niipalju lumevett.

Tähendab, mere madalamaks muutumises oli süüdi ilmastik.

Ennustus aasta kohta — see on meie hüdroloogide suursaavutus. Nad püüavad aga juba minna veelgi kaugemale ja anda Kaspia mere pinna kohta ennustuse viie aasta peale ette.

Ja kui mõtled sellest, siis hakkad uskuma, et tuleb aeg, kus iga viie aasta plaani juurde koostatakse ka viie aasta prognoos — mitte ainult merede, vaid kogu meie maa looduse kohta.

Teated ruttavad.

Prognoos on koostatud. On vaja, et temast saaksid teada need, kelle pärast ta on koostatud.

Tuhandete silmadega jälgivad meteoroloogid ja hüdroloogid vee ja õhu käitumist. Organismis liiguvad signaalid närvide kaudu — silmadest ajju, ajust lihaseisse.

Seda, mis organismile on närvid, on riigile post, telefon, telegraaf, raadio.

Telefoni ja telegraafi kaudu hoiatatakse tormi, uputuste, öökülmade ja jäite eest.

Neli korda ööpäevas antakse Moskvast raadio teel edasi sünoptilised kaardid kõikidesse kohalikkudesse ilmabüroodesse, aga selliseid büroosid on meie maal kaks tuhat.

Iga päev saadetakse «ilmatarbijatele» posti teel trükikojas trüki-

tud igapäevane bülletään. Hommikul kell 6.30 läheb vaatleja vaatlusväljakule, paari tunni pärast aga on prognoos juba välja lastud. Ja juba varsti on alles pooleldi kuivamata bülletään toimetatud kätte aadresside järgi. Milline kirjastus võiks hoobelda sellise kiirusega!

Igapäevane hüdrometeoroloogiline bülletään on suurekaustaline vihik tihkel paberil.

Esimesel leheküljel on sünoptiline kaart seisukorra järgi kell üks öösel. Selle all on sünoptiliste protsesside ülevaade ja nende oodatav arenemine. Siin on öeldud, kuidas asetsevad tsüklonid ja antitsüklonid, harjad ja nõod, kuidas nad paigutuvad ümber, mis toimub ilmastikufrontidel. Ning edasi öeldakse, mida on oodata lähema ööpäeva jooksul: kuidas hakkavad süvenema miinimumid, ümber paigutuma antitsüklonid, kus tuleb ilma paranemine, kus halvenemine.

Kõrvuti selle üldise prognoosiga on ilmaennustused rajoonide järgi. Põhjarajoonis — lumi ja tuisk, Ukrainas — pilves ilm, ajuti vihma, seesama ka Moskvas. Siin on antud ka temperatuur öösel ja päeval.

Vihu teise leheküljе võtavad enda alla ilmakaardid eelmise ööpäeva kohta. Siin võib kohe näha, kus olid vihmad, kus tuisud, kus udud.

Kolmandal leheküljel on hüdrosünoptiline kaart. Piisab temale vaatamisest, et teada saada, kus on jõed alles jääs, kus nad on lahti, kus on ummistus, kus lobjak, kus jäärasv. Siinsamas on jõgede ja järvede režiimi ennustus.

Viimane lehekülg jutustab merede seisukorrast.

Meredel on näha jäävälju, rüsijääd, lahvandeid. Ohhoota meres on jää, Aasovi merest aga on jää juba kadunud.

All on ilmaülevaade ja -ennustus meredel, veetemperatuur pinnal, lainetus pallides.

Bülletääni lisas aga on ilmaennustus loomuliku sünoptilise perioodi kohta, ütleme 29. märtsist 5. aprillini.

See on juba üleminek pikaajalistele ennustustele.

Kuid pikaajalise ennustuse kohta antakse välja eribülletään.

See on samuti suur tihe vihk kaartide ja tabelitega. Kui vihk on lastud välja märtsi alguses, siis te leiate temas ilmaennustused kevadeks. Algul kõneldakse sellest, kus pääseb märtsis ülekaalu kõrgrõhk, kus aga hakkavad tegutsema tsüklonid, ja millise kevade loovad atmosfäärilised protsessid — kas sooja või külma, suure või väikese sademete hulgaga.

Kõrval kaardil on kevade tulevane teekond meie maal: Kiievis astub temperatuur üle null kraadi juba 20. märtsil, Leningradis toimub see alles 1. aprillil, Arhangelskis — 10. aprillil, Narjan-Maris — pärast 20-ndat.

Bülletääni suurema osa võtavad enda alla ilmaennustused oblastite järgi kogu märtsikuu kohta: 1. kuupäevast 6-ndani, 7-ndast — 11-ndani, 12-ndast — 17-ndani jne.

Siis järgnevad tulevase kõrgvee kaardid ja tabelid ning jääennustused meredele...

Katkematu vooluna tulevad Prognooside Keskinstituudist sünoptilised kaardid, ilmateated, hoiatused ja igakuised bülletäänid. Nad tulevad mööda maad, maa alt, eetrist...

Pole vajadust selgitada, kuidas antakse raadios edasi ilmateadet.

Kuidas võib rännata aga kaart eetri kaudu?

Et teha kaarti portatiivsemaks, muudetakse ta arvude ridadeks. Masinakirjutaja kogub need arvud perforaatoril nagu kirjutusmasinal. Edasi jätkab kaart oma teekonda juba aukliku lindina.

Lint läheb üleandjasse, sellisesse aparaati, mis oskab linti lugeda. Üleandja, see on automaatne raadiotelegrafist. Lugedes linti klõbistab ta sisu edasi telegraafivõtmega. Katkendlikud signaalid — punkt, kriips, punkt — lähevad maa-aluseid juhtmeid kaudu linnast välja raadiojaama. Ja alles seal lastakse raadiolaineiks muudetud kaart eetrisse lendu.

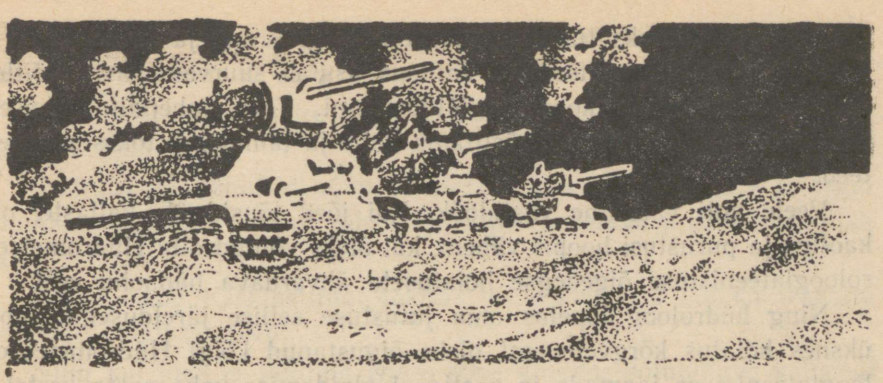
Teda püüavad kohalikkudes ilmabüroodes võimsad kahekümneviielambilised inimesesuurused raadiovastuvõtjad.

Ning kõrvaklappidest mitte lahkuv raadiotelegrafist kirjutab kiiresti paberilehele selle, mis talle Moskvast tõid raadiolained.

Rõngas on sulgunud. Alles mõne tunni eest anti siit, perifeeriast, raadio kaudu keskusse edasi seda, mida nägid vaatlejad jaamades. Ning juba tuli keskusest vastus, saabus kaart, mis oli koostatud selle põhjal, mida nägid kogu maal tuhanded vaatlejad.

Kohalik sünoptik kontrollib oma oletusi, võrdleb oma kaarti saadud kaardiga.

Ning teated homse ilma kohta ruttavad edasi: ajalehetoimetusse, sadamavalitsusse, lennuväljale, maaosakonda, raudteele, sideülemale ja veel paljude teiste aadresside järgi — inimestele, kes juhivad rongide ja aurikute, sovhooside ja vabrikute, elektrijaamade ja telegraafiliinide tööd. Teated lähevad. Läheme meiegi nende kannul.



Üheteistkümnes peatükk.

Rahu- ja sõjapäevil.

Sõda jõgedega.

Kord ma küsisin ühelt hüdroloogilt:

«Teil on Hüdrometeoroloogiateenistuses tuhandeid jaamu ja poste, kümneid teaduslikke instituute ja observatooriume. Neis jaamades ja postides, instituutides ja observatooriumides töötab kolmkümmend tuhat inimest. Kõigele sellele kulutatakse sadu miljoneid rublasid. Kas selline kulutus end tasub? Kas te võite mulle täpselt öelda, kuipalju teie annate riigile?»

Minu jutukaaslane vastas, et temal polevat käepärast arvusid. Kuid ta võivat tuua ühe näite, mis kohe selgitab, kas tulu ületab kulu.

1945. aastal kogunes Kesk-Aaasia mägedesse kevade alguseks palju lund, hoopis rohkem kui harilikult. Lumemõõtjad mõõtsid lume. Lumevarude arvud anti edasi hüdroloogidele Taškendis.

Samal ajal koostasid sünoptikud pikaajalise ennustuse ja ennustasid kuuma ilma.

Hüdroloogid tegid arvutuse. Kui lund on palju ja see hakkab kiiresti sulama, tuleb oodata tormilist katastroofilist suurvett kõigis Kesk-Aasia vabariikides.

Määrati kindlaks tulevate suurvete kõrgus, aeg ja koht.

Sellest teatati valitsusele. Valitsus asutas suurvete vastu võitlemise staabi. Staap koostas võitlusplaani. Tema juhendite kohaselt asusid tuhanded inimesed püstitama valle ja tamme, et tõkestada vee teed.

Veele anti vääriline vastulöök. Kui jõed tõusid üle kallaste, oli kaotusi ja purustusi hoopis vähem, kui oleks võinud olla Hüdrometeoroloogiateenistuse õigeaegse hoiatuseta ähvardava hädaohu eest.

Ning hüdroloog lõpetas oma jutustuse sellise järeldusega: juba üksnes hoiatus kõrgvete eest oleks õigustanud kõigi Hüdrometeoroloogiateenistuse jaamade ja postide ülalpidamise kahe aasta kestel.

Ilm tungib meile kallale ootamatult, sõda kuulutamata. Kuid Hüdrometeoroloogiateenistus teatab meile luurena ettevalmistatavast pealetungist, vaenlase jõudude koondumisest kaua enne sõjategevuse algust.

Märtsi esimestel päevadel 1946. aastal olid jõed meie maal kaetud veel jääga.

Kõik oli rahulik ja vaikne.

Kuid hüdroloogid teadsid juba, et kevad tuleb rahutu.

Eriti suuri kahtlusi põhjustas Uurali jõgi. Oleks võinud öelda, et Uural kavatseb «rünnata» linnu, nagu Uralsk, Tškalov ja Orsk, tungida keldritesse, vallutada laod kaldal, purustada raudteetammi ja viia ära sillad.

Päevad möödusid. Iga päevaga sai selgemaks, et mässu ei kavatse tõsta mitte ainult Uurali jõgi.

Siberis ähvardas Tobol Tjumeni tehaseid ja jõetaguseid kvartaleid.

Turkmeenias aga olid jõed just nagu kokku rääkinud: suvel põldudele ja asulatele vett mitte anda.

Hüdroloogid teadsid, milles on selle «vandenõu» põhjus: selles, et nii Uural, Tobol kui ka Tedžen Turkmeenias kuuluvad suurde ühise elu, ühise veeringega seotud jõgede, järvede ja merede liitu.

Hüdroloogid andsid prognoosi. Ja kohe hakkasid tuhanded inimesed Uuralis, Siberis ja Turkmeenias valmistuma eelseisvaks võitluseks loodusjõududega.

Tjumenis hakati tihendama tamme, et kaitsta tehaseid ja linna. Uralskis tehti raudteesilla kaitsetöid.

Luure tõi aga ikka uusi teateid läänest ja idast.

Läänes mässas Neemen. Sild Kaunase linna juures ei lasknud jääd läbi ja tekkinud sulg tõstis vee ikka kõrgemale.

Idas avastasid jääluure lennukid sulu Leena jõel. Suurvesi ähvardas Jakutskit.

Hüdroloogid tuhnisid «Ohtlikkude märkmete kataloogis» ja tegid kindlaks, milliseid linnu, tehaseid, sildu ja elektrijaamu ähvardab oht.

Prognooside Keskinstituut läkitas nii traadi teel kui ka traadita hoiatuse hoiatuse järel.

Ning kui jõed ei tahtnud enam sõna kuulda, polnud see kellelegi üllatuseks. Neemenil purustati pommidega silla juures moodustunud jäätamm. Kaunase linnas läksid kaldaäärsete kvartalite elanikud aegsasti ära kõrgematesse kohtadesse, kuhu vesi ei võinud pääseda. Ja vaatamata sellele, et mõnedel tänavatel tõusis vesi inimkasvust kõrgemale, ohvreid ei olnud.

Uralskis asus vesi uuristama raudteesilda, kuid sild päästeti kaitsetöödega. Tjumenis õnnestus päästa uputusest tunduv osa linnast ja kõige suuremad tehased.

Kuuel juhul seitsmest oskas Hüdrometeoroloogiateenistus aegsasti ennustada õnnetust. Ning see säästis riigile miljoneid rublasid ja palju inimelusid.

Ent oli juhus, kus ennustus polnud antud õigeaegselt.

Mägedes Jerevani lähedal puhkes äkki valla ennenägematu vihmavaling. Gedari jõgi tungis üle kallaste ja paiskus kiire vooluna edasi, uhtes pinnast, kiskudes maa seest puid, viies endaga kaasa mitte üksnes väikesi kivikesi, vaid ka määratu suuri kive. Pori ja kivide vool sööstis linnale, purustades maju, viies ära puusildu. Telefon ja telegraaf lakkasid töötamast. Trammiliinid uheti laiali. Vabaõhuloomaaias purustas vesi tarad ja puurid. Loomad, jõudmata vabadusse, uppusid lainetes.

Kui hakati võtma kokku kahjusid, siis osutus, et võimas jõuline vool oli hävitanud kuussada ja vigastanud nelisada maja ning tekitanud kahju viiekümne kahe miljoni rubla ulatuses. Oli hukkunud kakskümmend kaheksa inimest ja haavatuid kaheksa.

Miks siis ei antud ennustust?

Seepärast, et pole veel leitud viisi, mis laseks ennustada jõulist voolu pikemat aega ette.

On olemas õnnetusjuhtude statistika. See tegeleb sünge asjaga: võtab kokku, kuipalju hukkub inimesi laevaõnnetuste, veeuputuste, tulikahjude ajal.

Kahju, et pole olemas teist statistikat, mis võtaks kokku õnnelikud juhud. Siis me teaksime, kui paljude inimeste elu on päästnud Hüdrometeoroloogiateenistus, hoiatades neid õigeaegselt tormide või suurvee eest. Me võiksime siis täpselt öelda, milliseid varandusi säästab riigile iga ennustav teade tuisu, öökülma või põua tulekust.

«Aeg on raha,» ütleb vana kõnekäänd.

«Ilm on raha,» võiks öelda samasuguse õigusega.

Vihm põua ajal — see tähendab miljoneid rublasid sissetulekut. Seesama vihm, kui ta kutsus esile kõrgvee, tähendab miljoneid rublasid kahju.

Meie kõnekäändu võiks täpsustada: mõnikord on ilm raha — juhtub aga ka nii, et ilm on rahakaotus. Ja ilmateenistust ongi selleks vaja, et ilmade tõttu tekkivad kahjud oleksid väiksemad ja tulud suuremad.

Nagu vahetuseta tunnimees seisab Hüdrometeoroloogiateenistus valvel, kaitstes niihästi meid endid kui ka meie maju ja meie teid.

Kuski Tadžikistani mägedes lendab nelja-viie tuhande meetri kõrgusel lennuk. Õhutee Stalinabadist Horogi ja Iškašimi läbib kuristikke.

On küllalt sellest, kui pilv varjab sissepääsu kuristikku, et lennukil tuleks pöörduda tagasi. Kui aga pilved sulgevad kõik sisse- ja väljapääsud, võib lennuk puruneda vastu mäenõlvu.

Ent piloot juhib kindlalt oma lennukit. Ta teab: tee on ees lahti. Kui oleks ähvardanud mingisugune oht, poleks valvekorra sünoptik lasknud lennukit aerodroomilt väljuda.

Hüdrometeoroloogiateenistus pole mitte üksnes riigi vahetuseta tunnimees. Ta on dispetšer. Temata on võimatu laevade ja lennukite, raudteede ja aurikute, elektrijaamade ja telegraafiliinide õige töö.

Volga laevnikud küsivad Hüdrometeoroloogiateenistuselt, kas on aeg panna laevad auru alla ja heisata navigatsioonivimpel. Metsaparvetajad küsivad, kas Onega järve veed püsivad vaiksetena. Musta mere rannikuala aiapidajad tahavad teada, kas ei kahjusta kuumus virsikuid ja pirne nende transportimisel põhja poole. Kaspia kalurid ei alusta püüki, küsimata nõu Hüdrometeoroloogiateenistuselt. Mere-

mehed Koola poolsaare kaldail vaatavad signaalmasti: kas pole tormimärki? Kui on, siis on parem merele mitte minna.

Ilmabüroosse helistatakse jõemiilitsast: kas pühapäeval on oodata ilusat ilma? Kui seisab ees ilus ilm, tuleb palju suplejaid ning peab olema valvel, et päästa oskamatuid ujujaid.

Jalgpallimängijad on huvitatud, kas ei sega mitte ilma seisukord võistlust moskvalaste ja tbilisilaste vahel.

Talvel küsivad koolid ja lasteaiad, kas külmad kestavad kaua.

Meie maal käib töö plaani järgi. Ent ilm ei tunnista plaani, ta elab stiihiliselt, nagu ongi kohane loodusjõule.

Ning tulebki igal juhul arvesse võtta loodusjõudu, et ta ei kummutaks arvestust. Piiritagustes maades hoolitseb hüdrometeoroloogiateenistus eelkõige selle eest, et loodusjõud midagi ei purustaks. Meil aga, sotsialistlikul maal, hoolitseb Hüdrometeoroloogiateenistus nii selle eest, et loodusjõud ei purustaks, kui ka selle eest, et nad aitaksid ehitada.

Kui on kõne all homse päeva töö, või töö, mis seisab ees kuu aja pärast, me heidame pilgu Hüdrometeoroloogiateenistuse igapäevasesse bülletääni või pikaajalisse ennustusse.

Meie plaanid aga ei koostata üheks päevaks ega ka üheks kuuks. Iga viie aasta tagant me koostame plaani viie aasta peale ette. Ja see, mis ehitatakse selle plaani järgi, peab olema arvestatud aastakümnete, vahel ka aastasadade peale.

Kas on võimalik selline ülipikaajaline prognoos, mis oleks arvestatud paljudeks aastateks?

Hüdroloogid annavad juba Kaspia mere pinna prognoose aastaks ja isegi viieks aastaks.

Ent vaevalt suudavad inimesed kunagi anda ilmaennustusi sajandi peale ette — oma lastelaste tarvis.

Aga seda ju üldse ei nõutagi.

Kui me ehitame kõrget hoonet, meil pole tähtis teada, milline on tuul kümne aasta ja saja aasta pärast. Meil on vaja teada, milline on tuul, kui ta saavutab oma suurima tugevuse, ja kas selline tuul ei lükka ümber meie ehitist.

Kuid selleks, et seda teada saada, tuleb pöörduda abisaamiseks asjatundlike inimeste poole.

Samuti nagu lendur peab lennu eel nõu sünoptikuga, peab ka ehitaja enne tööde algust pidama nõu klimatoloogiga ja hüdroloogiga.

Mulle sattus hiljuti kätte ameerika hüdroloogi G. Stevens'i artikkel. See on paigutatud Ameerika Geograafilise Seltsi hüdroloogiasektsiooni toimetistesse.

Kuid see on nii lõbusalt kirjutatud, et seda oleks võinud ära tuua ka humoristliku ajakirja lehekülgedel.

Stevens jutustab, kuidas Ameerikas toimus sõja algul üks suur ehitustöö:

«Ehitusinsener kutsuti vanaaegsest firmast «Ehita, küll hiljem uurid». Koht oli välja valitud, farmerid oma maatükkidelt minema aetud, aiad, majad, tuulikud, tarad maha lõhutud ja maa puhastatud.

Ehitati plangud ja vahiputkad. Sõitsid kokku ettevõtjad ja hakkasid ehitama ruume oma staabile, valitsusametnikele ja ehitusinseneri töötajaskonnale.

Oldi kindel, et kasutada on rikkalik veetagavara lähedalt möödavoolavast Obmani jõest. Ent sedamööda, kuidas hoone kasvas, vesi langes. Kellelegi tuli pähe teostada uurimine... See hilinenud uurimine avastas kurva fakti, et vesi kuivab igal aastal peaaegu täielikult ja et veereservuaari pole...

Miljoneid dollareid maksis see hüdroloogia osatähtsuse tundmaõppimine sõjas, kuid palju tähtsamad on tagasipöördumatult kaotatud miljardid dollarid.»

Samas humoristlikus stiilis jutustab Stevens ka teistest sellistest juhtumitest.

Kuski ookeani lähikonnas hakati puurima kaeve, pidamata nõu hüdroloogidega. Jõuti veeni, saadi palju vett, kuid see osutus soolaseks.

Kiiruga ehitati jõgedele paise ja tamme, suleti jõesängid sillapiitadega.

Seejuures unustati sageli, et maailmas on olemas valingvihmad ja üleujutused. Ja alles siis, kui jõed tõusid üle kallaste, hakkasid hädaehitajad hüüdma hüdroloogia ja meteoroloogia jumalate poole, anudes päästmist!

Näete, mis juhtub, kui inimesed tegutsevad meetodi järgi: «Ehita, küll hiljem uurid».

Täiesti õigustatult märgib Stevens, et tulemused kujunevad hoopis paremaiks, kui ehitusinsener kutsutakse ettevaatlikumast ettevõttest «Uuri enne, siis alles ehita».

Ja tõepoolest on kasulikum aegsasti küsitleda hüdroloogi tehase

ehituspaiga ohutuse kohta, kui ehitada tehas sinna, kus tema uputab esimene suurvesi.

Arstid kurdavad sageli, et nende poole pöördutakse liiga hilja. Ent ka hüdroloog ja klimatoloog satuvad mõnikord samasugusesse olukorda: pole kuigi kerge anda abi, kui vesi juba valmistub tulema üle kallaste!

Ühest klimatoloogiaõpikust ma lugesin järgmise lause: «NSV Liidus pole ühtki suurt ehitust, millesse nõukogude klimatoloogid poleks paigutanud oma osa tööd ja teadmisi.»

Sama võiks öelda ka hüdroloogide kohta.

Ehitatakse raudteed. Klimatoloogilt küsitakse, kuidas vältida ohtlikke kohti: kus on tugevamad tuisud, udud, jäide? Hüdroloogiga peetakse nõu selle üle, kuidas juhtida raudteetammi alt läbi ojad ja jõekesed. Milliseid torusid tuleks selleks asetada kohale, milliseid sildu ehitada?

Ehitatakse elektri- või telegraafiliini. Insener peab otsustama, milliseid poste tuleb püstitada, milliseid juhtmeid üles tõmmata, et neid jäide katki ei rebiks.

Selleks on tal tarvis küsitleda klimatoloogi. Sest ainult klimatoloog võib öelda, kas tulevasel liinil tuleb jäitega tegemist teha.

Donbassis kattuvad juhtmed mõnikord jääkoorikuga, mille läbimõõt on kaheksakümmend sentimeetrit ja enamgi. Jää lõikab oma raskusega maha konksud isolaatoritega, rebib katki juhtmed ja paiskab ümber postid. Sellisel juhul tuleb postid püstitada rööbastest alustele ja tõmmata üles eriti tugevad juhtmed.

Post on ju lihtne asi, kuid temalgi on elule omad nõudmised.

Volgal ehitatakse suurt tammi. Kui tamm saab valmis, valgub vesi tema ette ja moodustab hiigla veereservuaari — tuhandetesse ruutkilomeetritesse ulatuva tõelise mere.

Selle mere jaoks tuleb ehitada laevu. Ent laeva projekteerimine oleneb lainest, laine aga tuulest.

Milline tuul on sellel merel? Ja millised laevad tuleb ehitada, et tulevane tuul ei uputaks tulevasi laevu sellel tulevasel merel tekkivate tulevaste lainetega?

Selle keerdülesande võib lahendada ainult klimatoloog.

Kui meie lendurid rajasid kaardil õhuteed Moskvast Põhja-Ameerika Ühendriikidesse üle Islandi ja Gröönimaa, siis nad küsisid klimatoloogidelt: millise ilmaga tuleb sellel teekonnal tegemist teha?

Klimatoloogid vastasid: teil tuleb valida, kas lennata päripuult,



Juhtmed kattusid jääga.

kuid külma ilmaga, või lennata hea ilmaga vastutuult. Lendureil tuli lahendada küsimus: kas võtta rohkem põletusainet ja lennata kauem, võideldes vastutuulega, või siis riskeerides tungida läbi tormide ja udude, et säästa põletusainet ja aega.

Klimatoloogidega peavad nõu arstid: kuhu asutada kuurort, kuidas paigutada sanatooriumid, et nad oleksid kaitstud külmade tuulte eest.

Klimatoloogidele esitatakse vahel kõige ootamatumaid küsimusi.

Küsitakse näiteks: kuidas raiuda metsa, kuidas ajada raieala joont, kas läänest itta või põhjast lõunasse?

Näib arusaamatuna — milleks on siin vaja klimatoloogi?

Aga klimatoloogita ei saa siin läbi: tema üksi teab, kust ja millises suunas puhuvad tuuled. Raieala suund peab olema selline, et tuul kannaks raiutud alale seemned. Siis hakkavad vanade puude naabruses kasvama noored.

Kui aga tegutseda retsepti järgi «Raiu, küll pärast uurid», siis võib raiekoht metsas jäädagi paljaks.

Kunst kõike teada.

Insenerid meie maal on harjunud pöörduma nõuküsimiseks meteoroloogide ja hüdroloogide poole.

Dneprostrois oli oma ajutine hüdrometeoroloogiateenistus, mida juhatas professor A. V. Ogievski. Valge mere — Balti mere kanalil oli erilaboratoorium, kus tuntud hüdroloog A. F. Lebedev uuris vee liikumist pinnases.

Insenerid teavad, et isegi kõige harilikumat maja ei ole võimalik ehitada, kui ei pärita järele, kas pinnas külmub sügavalt läbi ja kui palju lund koguneb talvel katusele.

Insenerile jääb vähem muresid kanda, kui ta peab hüdroloogiga nõu enne silla, veevärgi või hüdrojõujaama ehitamist.

Selle eest tuleb hüdroloogile järjest muresid juurde.

Hüdroloogile helistatakse telefoniga:

«Meie projekteerime veereservuaari nii ja niisugusel jõekesel. Vett on vaja raudteejaamale. Kuipalju vett võib meile anda jõeke?»

Vastata tuleb kohe. Inimesed sõidavad homme välja. Ent milline vastus anda? Hüdroloog istub omas kabinetis Leningradis, jõeke aga on Kaug-Idas.

Tõtt öelda pole hüdroloog sellest jõekesest kunagi kuulnud. Meie maal on sada tuhat jõge üldpikkusega poolteist miljonit kilomeetrit. Kuidas neid kõiki meeles pidada?

Meil on jõgedel kolm või neli tuhat veemõõteposti. Aga et üksikasjaliselt tundma õppida iga jõekest, tuleks ehitada sadu tuhandeid poste.

Riiklik Hüdroloogiainstituut saadab igal aastal välja ekspeditsioone, kes käivad ja vaatavad üle meie maa jõed ja jõekesed.

Kas aga oleks kerge läbida jalgsi või paadiga poolteist miljonit kilomeetrit? See on ju viis korda pikem kui vahemaa Maalt Kuule!

Postide ja jaamade võrk töötab meil üle viiekümne aasta. Selle aja kestel on nad kogunud tohutu hulga vaatlusandmeid. On kogutud nii palju arve, et Riikliku Hüdroloogiainstituudi töötajail tuli kulutada selleks tervelt kaheksa aastat, et korrastada need arvud.

Saadi paljuköiteline raamat. Kui kõik selle köited asetati üksteisele, tekkis raamatutest peaaegu laeni ulatuv torn.

Seda meie maa vete kirjeldust nimetatakse «NSV Liidu veekatastriks». Ta sisaldab sadu tuhandeid lehekülgi.

«Veekatastrit» kasutab niihästi jõgesid uuriv õpetlane kui ka tammi ehitav insener ning viisaastaku arvude kallal töötav Riikliku Plaanikomisjoni kaastööline.

Ja ometi pole selles hiiglaraamatus loetletud kõik meie maa jõed. Sest meie maa pole ju väike!

Kuidas tuleb toimida hüdroloogil, kes, telefonitoru käes, mõtiskleb kuskil Kaug-Idas voolavast jõekesest?

Seda jõekest pole «Veekatastris». Temani pole uurijad veel jõudnud.

Kuid kas see on nii hädavajalik, et iga jõeke oleks läbi uuritud, kirjeldatud ja raamatust läbi kantud?

Selleks, et uurida läbi puud metsas, pole sugugi vaja uurida üksikult iga kuuske ja mändi. Kõik kuused sarnanevad üksteisega.

Jõgedega on peaaegu samuti. Paljud ühe rajooni jõed sarnanevad üksteisega. Seal, kus on niiske kliima, kannavad jõed sadu kordi rohkem vett kui kuivades steppides või kõrbedes. Metsades voolavad jõed käituvad teisiti kui steppide jõed.

Jõed on kliima tütred. Pole imestada, et sama kliima jõgedel on perekondlik sarnasus.

Uurides paljude aastate kestel jõepostidel ja -jaamades kogutud arve, näevad hüdroloogid, et põhjas koguvad jõed kuni kümme liitrit vett sekundis oma valdusalade igalt ruutkilomeetrilt. Lõunas tuleb jõgedel rahulduda ainult kahe liitriga. Kagus, Kesk-Aasias, koguvad nad vaevaga pool liitrit. Kaukaasias aga, Musta mere rannikualadel, võtavad nad maalt kõige rikkalikuma andami — seitsekümmend liitrit igalt ruutkilomeetrilt.

Hüdroloogid ühendavad kaardil joontega ühesuguse äravooluga kohad. Niisugused kaardid koostas meie maa jaoks professor B. D. Zaikov.

Ent me unustasime jälle oma Leningradi hüdroloogi, kelle jätsime ta kabinetti telefoniaparaadi juurde.

Hüdroloogilt küsitakse, kuipalju vett kannab enesega kaasas kuskil Kaug-Idas voolav jõeke. Ta kuuleb sellest jõekesest esmakordselt. Kuid ta ei kaota meelekindlust. Ta võtab kaardi ja vaatab. Kaardil läbib seda rajooni, kus voolab jõeke, ühesuguse äravoolu joon. Joone juurde on kirjutatud: «10 liitrit».

Hüdroloog arvutab, panemata käest telefonitoru, kui suur võiks olla basseini pindala. Jõgi kogub vett 2000-ruutkilomeetriselt pindalalt. Tähendab, ta kannab endaga kakskümmend tuhat liitrit sekundis ja kuussada kolmkümmend miljonit kuupmeetrit aastas.

Kuid üks aasta ei sarnane teisega. Veevaesel aastal, mis esineb kord kolmekümne või neljakümne aasta kestel, võib jõgi anda kümme korda vähem vett kui harilikult. Et veest poleks kunagi puudus, tuleb veereservuaar arvestada kõige veevaesema aasta jaoks.

Hüdroloog nihutab endale lähemale teise kaardi. Esimesel kaardil oli kujutatud see, mis esineb harilikult, reeglina. Teine kaart aga on erandite, reeglist kõrvalekaldumiste kaart. Kõik kohad, kus kõrvalekaldumised on ühesugused, ühendatakse joontega.

Hüdroloog näeb, et jõe lähedalt möödub joon, mille juures seisab arv «5». See tähendab, et veevaesel aastal toob jõgi viis korda vähem vett kui harilikult.

Tavaliselt annab ta kuussada kolmkümmend miljonit kuupmeetrit, aga veevaesel aastal ainult sada kakskümmend kuus miljonit.

Ning hüdroloog vastab oma kõnekaaslasele, kes hakkab avaldama juba kannatamatust:

«Arvestage, et jõgi annab teile saja kahekümne miljoni kuupmeetri ümber veevaesel aastal, mis kordub neljakümne aasta tagant.»

Nõnda, vaadates oma kaartidele, võib hüdroloog joonistada tagaselja portree jõest, mida ta kunagi pole näinud. Ta võib öelda, kuipalju kannab jõgi endas vett ja kuidas ta käitub eri aastaaegadel. Ta võib arvutada tundide ja minutite järgi iga valingujärgset tõusu ja langust.

Selle kunsti — kõike teada ja kõike mõista — andis talle teadus.

Mis oleks saanud inimpeast, kui tal oleks tulnud säilitada endas miljoneid arve ja sadu tuhandeid «Veekatastri» lehekülgi.

Kuid pea on pea. Ta hakkab arutlema. Miljoneist arvudest ta tuletab üldised seadused. Neid seadusi aga on kerge kujutada joontena kaardil või hästi meeldejäävate valemitena.

Nõnda ei säästeta mitte üksnes õpetlase vaeva ega aega, vaid ka sadade tuhandete tööliste vaeva ja aega, kes toodavad tsementi, rauda, kes töötavad tammide, hüdrojõujaamade ja sildade ehitamisel.

Varem, kui polnud selliseid kaarte ja valemeid, võttis insener tihtigi kõike suure varuga — «igaks juhuks».

«Igaks juhuks» ehitati sild palju kõrgemale üle veepinna, kui see oli tarvilik.

«Igaks juhuks» ehitati pais hulga tugevam kui vajalik.

Kui raudtee läbis oru, tehti avaused raudteetammis «igaks juhuks» kaks või kolm korda suuremad kui tarvis.

«Kes teab,» mõtles insener, «millised valingvihmad ja suurveed siin võivad esineda! Kas seepärast pole mitte parem teha toru avaus suurem?»

Kuid selliseid avausi on tarvis mitmeid tee iga kilomeetri kohta. Ja kui raudtee kulgeb tuhandeid kilomeetreid, läheb see kurikuulus «igaks juhuks» maksma kümneid, kui mitte sadu miljoneid rublasid.

Liiga suur vastupidavuse või mõõtmete tagavara on selle esimeseks tunnuseks, et inseneril pole küllalt suurt teadmiste tagavara.

Nii tegid tornide ehitajad kunagi esimese korruse seinad süllapaksused, sest et nad ei osanud neid välja arvutada.

Mulle jutustati Riiklikus Hüdroloogiainstituudis uurimistest, mida seal teostati professor D. L. Sokolovski juhatusel. Professor ja ta kaastöölised said aru jõe äravoolu seadustest. Väljendile «igaks juhuks» kuulutasid nad sõja mitte elu, vaid surma peale. Nende uurimiste põhjal õnnestus vähendada paljude tuhandete jõeehitiste mõõtevarusid. Ja see hoidis riigile kokku tohutuid summasid.

Igal sammul tuleb meil meenutada jõe äravoolu seadusi.

Praegu on meil teoksil väikeste jõgede kasutusse võtmine.

Külast läbivoolav jõeke — see pole muidugi Dnepr. Temale Dneprogesi ehitada ei saa. Ta näib suurena ainult partidele, kes seal ujuvad. Kuid kolhoosi puitturbiiniga hüdrojaama saab ehitada sellelegi jõele, et jõe energia valgustaks maju, pumpaks vett, saeks palke.

Siin ei saa jällegi ehitada retsepti järgi «Ehita, küll hiljem uurid».

Väikesel jõel on oma iseärasused. Ta ei käitu nii nagu teised. Tuleb ette, et jõeke kevadel valgub nii laiali, nagu oleks ta otsustanud saada Volgast laiemaks. Suvel aga läheb kanagi temast läbi.

Kuidas siis õppida tundma kõiki väikesi jõekesi, milledele võib ehitada hüdrojaamu? Jõekesi on palju, vähemalt kakskümmend viis tuhat. Igaühele ei saa paigutada veemõõteposti. Siin aga aitab hüdroloogi jälle jõe äravoolu seaduste tundmine. Talle piisab küllaldaselt mõningate väikeste jõgede tundmaõppimisest, et tunda ka kõiki teisi nendesarnaseid.

Ent klimatoloog! Temalt nõutakse samuti, et ta teaks kõike, et ta võiks öelda, milline on kliima meie maa mistahes kohas.

Kõik kliimad maailmas on arvele võetud ja registreeritud. Vene teadlase V. O. Köppeni klassifikatsiooni järgi esineb üksteistkümmend põhikliimat. Meie maa on rikas mitte üksnes jõgede, vaid ka kliimade poolest: meil esinevad kõik kliimaliigid peale troopilise. Ning igal kliimal on hulk igasuguseid varjundeid. Pole leida Maakeral kaht punkti, kus kliima oleks täiesti ühesugune. Isegi sama künka erinevatel nõlvadel on kliima erinev: lõunapoolsel nõlval on soojem, põhjapoolsel aga külmem.

Kuidas pidada meeles kõik kliima varjundid — põhjamaa tundras ja lõunapoolses stepis, Siberi taigas ja Valgevene soos.

Et abistada mälu, koostavad klimatoloogid käsiraamatuid. On kirjastatud juba mitu klimatoloogia käsiraamatute väljaannet.

Klimatoloogia on «Veekatastri» lihane õde. Ta on kuivalt arve

täis. Ning ometi ostetakse iga väljalastud klimatoloogia käsiraamat kiiremini ära kui uus romaan.

Sest klimatoloogia käsiraamatuta ei saa läbi ükski projekti koostav insener, ja selliseid projekte koostatakse meil igal aastal tuhandeid.

Stalinliku plaani järgi peab olema ehitatud sõjajärgse viisaastaku jooksul kaks tuhat seitsesada uut ettevõtet — tehast, hüdrojõujaama ja kaevandust.

Klimatoloogias aga on näidatud ainult sellised punktid, kus paljude aastate kestel on jaamades toimetatud vaatlusi. Kuidas aga on lugu nende kohtadega, kus pole jaamu? Siin tuleb jällegi pöörduda abisaamiseks kaardi poole, millel on joonte või eri värvidega näidatud, kuidas muutub kliima paigast paika.

Heitnud pilgu klimaatilisele kaardile, te võite kohe öelda, mitme kraadini ulatub kõige suurem kuumus Turkmeenias või kõige tugevam külm Jakuutia taigas. Te võite kindlaks määrata, kui kõrge on lumikate talvel Moskva oblastis ja millal algab saanitee Karjalas.

Sellistest kaartidest koostatakse kliima-atlased.

Nõnda teenivad kliimat, vett ja ilma käsitlevad teadused meie maad rahupäevil. Ent mida nad teevad sõjapäevil?

On olemas sõjaväelised eriteadused, nagu strateegia, taktika, ballistika... Nende osa on igaühele selge.

Kuid millega võivad aidata lahinguväljal meteoroloogia või hüdroloogia?

Kaart ja paikkond.

Väejuhte on kombeks kujutada kaardi taga. Seistes kaardi juures või kummardunud selle üle, vaatleb väejuht paikkonda, mis homme kujuneb lahinguväljaks.

Kuid paikkond pole ainult tegevuspaik.

Paikkond ise tegutseb. Ta käitub erinevalt mitmesuguste ilmadega, eri aastaaegadel.

Paikkond paneb endale ühtelugu ette maski, mis varjab ta tegelikke näojooni. See mask on kord roheline, kord kollane, kord jälle valge.

Talvel peitub järsaku põhi inimesekõrguse lumekihi alla. Tuul puhub lume põllult nõgudesse. Iga künka juurde kasvavad hanged. Ei ole võimalik eraldada, kus on lumeküngas, kus tõeline.

Kevadel ja suvel muutuvad jõed kord laiemaks, kord kitsamaks.

Jõekoolmed ilmuvad kord nähtavale, siis jälle kaovad. Ojake muutub suureks vesitõkkeks.

Pehme raba muutub külma tõttu sõidetavaks teeks. Sõidetav tee aga muutub teede lagunemise ajal sooks.

Kaart muutub ja segab mängus kõik kaardid.

Teede lagunemine võib peatada pealetungi; lumesadu võib põhjustada ratsaväe kinnijäämist lumme, jalavägi aga, asunud suuskadele, liigub ratsaväest kiiremini.

Vigurid malelaual muudavad oma tähendust: ratsu saab etturiks, ettur aga — ratsuks.

Paikkond muutub pärast iga vihmavalingut, iga tuisku. Kaardil pole seda aga näha.

Ning see väejuht, kes arvestab ainult kaarti ega arvesta ilma, riskeerib kaotada lahingut.

Kõik teavad, et Napoleon veeretas 1812. aastal oma ebaõnnestumised ilmale, vene talvele, mis tookord polnud sugugi nii karm.

Kuid oli juhus, kus ilm tõesti oli Napoleonile ebasoodne, mida viimane ei arvestanud.

See oli 1815. aastal. Öö vastu 18. juulit veetis Napoleon kaardi taga. Ta uuris hoolikalt väikese linnakese, Waterloo ümbrust. Siin seisis hommikul ees otsustav lahing.

Akna taga kärkis äike. Vihmajoad põrisesid vastu katust. Ilm tuletas valju häälega meelde oma olemasolu, kuid Napoleon ei pidanud teda tähelepanu vääriliseks. Ta uuris kaardi järgi lahinguvälja, mõtlemata sellele, et mõne tunni pärast paikkond võib muutuda tundmatuseni.

Hommikul kandsid suurtükiväeohvitserid Napoleonile ette, et kõik ümbruskonna väljad ja teed on muutunud porimereks ja et sellistel teedel on suurtükiväel raske manööverdada.

Kuid Napoleon ei loobunud oma plaanidest ja dispositsioonidest. Tema käsul läksid sõjaväed rünnakule. Sõdurid libisesid ja kukkusid, tungides edasi läbiligunenud savis. Suurtükid vajusid nii sügavale, et neid tuli järjest rattaidpidi porist välja kiskuda. Inimesed olid puruväsinud veel enne seda, kui nad kohtusid vaenlasega.

Kava järgi, mille Napoleon oli koostanud, pidi lahingupaigale otsustaval hetkel jõudma varudega marssal Grouchy. Kuid pole sugugi nii lihtne liikuda läbipääsmatuil teil. Grouchy hilines, vaatamata kõigile oma pingutustele jõuda kohale õigeaegselt.

Napoleon kaotas lahingu.

Kui küsida ajaloolastelt, millest see oli tingitud, nad ütlevad, et siin oli palju põhjusi.

Üheks neist põhjustest oli ilma alahindamine. Napoleon usaldas liigselt tardunud topograafilist kaarti ja ei võtnud arvesse, et paikkond elab ja muutub.

Mida aga teha, et kaart poleks paikkonna surnud ja liikumatu skeem, vaid tema elav kujutis?

Meie ajal on selline elav kaart veel vajalikum kui Napoleoni ajal.

On ju malelauale lisandunud uusi vigureid: peale jalaväe, ratsaväe ja suurtükiväe tegutsevad nüüd lahinguväljal ja lahinguvälja kohal masinad — lennukid, tankid, puksiirveokid, iseliikuvad suurtükid. Iga vigur liigub omamoodi. On vaja teada, kuidas need vigurid liiguvad.

Varem määrasid inimesed silma järgi, kust pääseb läbi jalamees, kust ratsamees. Siin aitasid sajandite jooksul elust saadud kogemused.

Iga poiss külas teadis, millisest soost pääseb läbi künkalt künkale hüpates, millisesse aga on parem mitte tükkida.

Kui aga ilmusid masinad, ei võinud keegi õieti öelda, kus on nende jaoks teed ja kus seda pole.

Hobuse käiku teati. Tanki käik oli aga veel teadmata. Saadeti ette teeuurijad ja need määrasid silma järgi, kas läheb tank soost läbi või mitte.

Toimusid vaidlused.

Üks uurija ütles: «Läheb läbi.»

Teine väitis niisama kindlalt: «Ei lähe läbi!»

Selline vaidlus võis kesta lõpmatuseni. Polnud ju tõendeid ei ühel ega teisel.

Et lahendada vaidlus, saadeti tank katseks ette. Kui tank vajus sisse, loeti sood läbipääsmatuks. Selline kontrollimine maksis aga liiga palju.

Oli selge, et siin elukogemusest üksi on vähe. Kus aga elukogemusest on vähe, tuleb püstitada teaduslik kogemus.

Ning 1942. aastal saatis Riiklik Hüdroloogiainstituut välja ekspeditsiooni soode uurimiseks.

Mööda soid asusid sõjakäigule tankid, veoautod ja suurtükid. See oli sõjakäik mitte vaenlase, vaid teadmatuse vastu. On ju teadmatus samuti kardetav vaenlane.

Hüdroloogid koostasid skeeme, teostasid arvutusi. Ikka selgemaks muutusid mängureeglid: kuidas liigub kerge, kuidas raske tank.

Varem oldi lihtsalt arvamusel, et sood on tankidele raskesti läbitavad või hoopis läbipääsmatud. Nüüd selgus aga, et ühest soost läheb tank läbi, teisest ei lähe. Erineb ju üks soo teisest: on sammalsood, on heinasood. Ühes soos näed kohe vett, teises ta pole aga nähtav, vaid ainult kuuldav — lirtsub jalgade all igal sammul.

Üks ja seesama soo pole alati samasugune. Suvel läbipääsmatu soo muutub talvisel ajal sobivaks mitte ainult kergetele, vaid ka rasketele tankidele. Läbikülmunud soo on tugevam kui jää jõel. Ülal ühendavad läbikülmunud kihti varred ja juured, all aga toetub ta turbale.

Tankidel ja teistel masinatel tuleb rünnata mitte ainult mööda soid. Neil tuleb liikuda niihästi sügavas lumes kui ka mööda läbiligunenud teid ning mööda jõgede ja järvede jääd.

Oli tarvis uurida igasuguste paikkondade läbitavust masinatega igasuguse ilma puhul ja igasugusel aastaajal.

Meie meteoroloogid ja hüdroloogid teostasid selle suure töö. Ja vägede juhataja lauale ilmusid topograafilise kaardi kõrvale uued ennenägematud kaardid.

Harilik geograafiline kaart koostatakse paljudeks aastateks ja ta elab vahel kõrge vanuseni.

Mulle meenuvad need teenekad vanad kaardid, millede järgi ma kunagi koolis õppisin. Neid keerati kepile, et nad ei rebeneks. Ja ometi nad sageli rebenesid kauasest tarvitamisest. Poolkerade kaardil oli Lõuna-Ameerika eraldatud Põhja-Ameerikast tühikuga kaardi murdekohal. Atlandi ookeanis aga ilutses täiesti tundmatu saarena väike, kuid selgesti märgatav paik: seal oli kunagi ülihoolas õpilane kaardi lõhestanud kaardikepiga.

Hoopis lühem iga on teede läbitavuse sõjaväekaardil.

See on kaart-prognoos. Ta koostatakse ilmaennustuse järgi mitte mitmeks aastaks või aastakümneks, vaid mõneks päevaks. Selle eest pole see ka tardunud ega surnud, vaid elav kaart.

Piisab pilgu heitmisest kaardile, et näha paikkonda sellisena, nagu ta on praegu või saab olema homme, et määrata kindlaks, kust pääsevad läbi tankid või suurtükid ja kust nad läbi ei pääse.

Nüüd on selliseidki kaarte, milledel on näidatud mitte ainult teede läbitavus, vaid ka palju muud, näiteks piirid, milledeni paisuvad jõed kevadel, ning üleminekuks sobivad jõekoolmed.

Need on sõjalis-hüdroloogilised kaardid.

Kellel on sellised kaardid käes, selle käes on ka trumbid.

Nõnda aitab hüdroloogia sõjavägedel pidada lahingut.

Sakslastel oli see «vägede hüdroloogiline kindlustamine» korraldatud sõja ajal halvemini kui meil.

Juba esimesel talvel, kui sakslased lähenesid Moskvale, selgus, et nad kardavad lund seepärast, et nad teda ei tunne. Nad püüdsid kinni pidada teedest. Aga meie väed kihutasid nad teedelt minema. Ning sakslaste tankid jäid tuhandete kaupa lumme kinni.

Sakslased ei tundnud ka soid. Nende läbitavusekaartidel oli näidatud, et sood on tankidele läbipääsmatud. Sakslased arvasid, et isegi talvel muutub soo läbitavaks alles siis, kui ta külmub terve meetri sügavuselt.

1942. aastal ehitasid sakslased kaitseliini Velikije Luki ja Rževi rajoonis: kaevasid tankitõrjekraave, ehitasid kindlustusi. Sinna aga, kus olid sood, nad kindlustusi ei ehitanud. Neile näis, et soo kaitseb neid paremini vastase tankide eest kui igasugused dzotid.

See oli viga, mille meie väejuhatus kasutas oskuslikult ära.

Detsembris külmusid sood kinni. Meie tankid ületasid sood ja ilmusid ootamatult sakslaste selja taha.

Ning sakslased veendusid oma kogemuse najal, et halb kaarditundmine toob endaga kaasa karistuse mitte ainult koolis, vaid ka sõjas.

Loodusjõud vaenlasena ja sõbrana.

Loodusjõud võib olla nii vaenlaseks kui ka sõbraks.

Ta on selle vaenlane, kes teda ei tunne ja kardab.

Ta on aga selle sõber ja liitlane, kes teda ei karda ja tunneb.

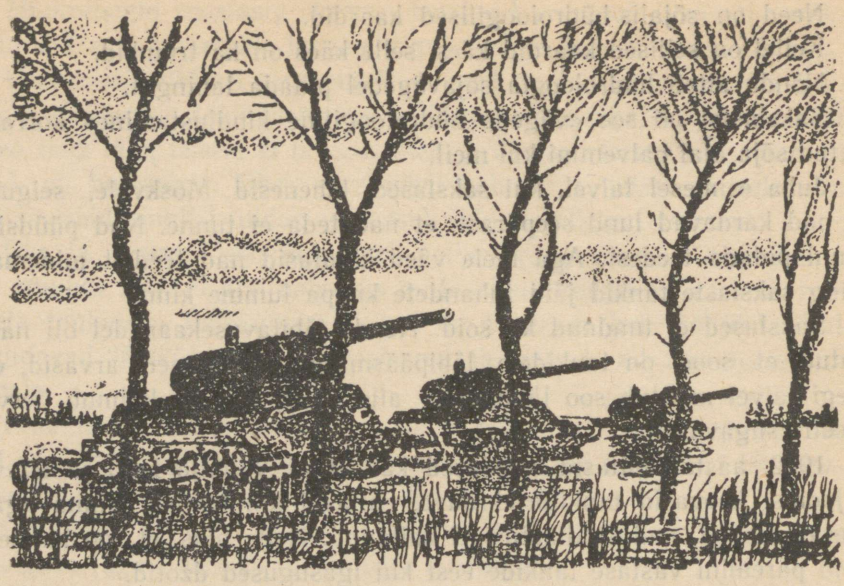
1920. aastal võttis M. V. Frunze oma liitlaseks tuule. Wrangeli väed olid end kindlustanud Perekopi maakitsusel. Selleks, et pääseda üle maakitsuse Krimmi, tuli ületada kahekümne meetri kõrgune vall, viieteistkümne meetri sügavune kraav ja veel mitu rida betoneeritud tõkkeid. Ja seda suurtükkide ja kuulipildujate tule all!

Maakitsus oli ligipääsmatu.

Ei jäänud teist teed, kui minna üle mere, üle Sivaši lahe.

Just siin meenuski Frunzele tuul. Nendes kohtades juhtub harukordadel, et põhja- või läänetuul ajab vee lahest, paljastades tihedalt soolaga immutatud põhja.

Frunze märkas, et algab vee taganemine. Ta otsustas seda kasutada, et minna üle lahe nagu mööda kuiva maad.



Nõukogude tankid lähevad mööda sood.

Öösel udu varjus laskusid Frunze polgud kaldalt alla. See oli ohtlik ettevõte: oli ju tarvis jõuda teisele poolele ja kindlustuda seal, enne kui tuul muutub.

Ent kõik läks nii, nagu Frunze oli ette näinud. Punaväed ilmusid ootamatult vaenlase tagalasse. Ja ligipääsmatu Perekop vallutati.

Võib tuua ka teise näite, kus pealetungivad sõjaväed oskasid teha oma liitlaseks loodusjõu.

Kui ebameeldiv on teede lagunemise aeg!

Rattad vajuvad porri. Hobused nõrkevad pingutusest. Kolm hobust veab suuri vaevu koormat, mille hea tee korral viib kergesti edasi üks hobune.

Veel halvem on teedelagunemisel autode olukord. Nende rattad keerlevad poris asjatult. Teedelagunemise ajal juhtub, et maanteed ei saa kuu või isegi poolteist autoliiklusteena kasutada.

Tankid tulevad poriga paremini toime. Kuid neilegi on iga meeter raskesti võidetav, kui nad roomavad mööda pori.

Ent isegi teedelagunemist on võimalik oma kilda saada, kui teda õigeaegselt meelde tuletada ja oskuslikult kasutada.

Meie väejuhatus otsustas alustada 1944. aasta pealetungi, hoolimata teedelagunemisest või õigemini — seda arvestades.

Arvestus oli selline: sakslased istuvad rahulikult paigal, ootamata mingisuguseid ebameeldivusi. Sest arvatakse juba ammust ajast, et teedelagunemise ajal keegi ei tungi peale, et suurvesi on kaitsel-asujate poolt. Ja just seepärast kujuneb meie pealetung vastasele ootamatuks.

Kõik oli meil aegsasti ette valmistatud. Jõed olid alles jääs, aga sapöörid ehitasid juba sildu ja parvi üleminekuks. Jalaväge oli otsustatud vedada kohale tankidega, suurtükke roomik-veokitega: kardavad ju roomikud vähem teedelagunemist kui rattad.

Aga ratastest siiski ei loobutud. Ratasmasinaid oli otsustatud sõidutada öösiti, kui pori külmub.

Pealetung algas 1. märtsil.

Sakslased polnud selleks ette valmistatud ja hakkasid taganema. Niipea aga, kui nad nihkusid kohalt, muutus teedelagunemine nende vaenlaseks, kuigi ta seni oli olnud nende liitlane. On ju poris taganeda raskem kui peale tungida, eriti kui sa selleks pole ette valmistatud.

Kus meie jaoks oli tee, seal oli sakslaste jaoks teedelagunemine.

Pealegi hakkasid sakslaste tagalas jõed tõusma üle kallaste, tõkestades taganemisteed.

Kõik loodusjõud asusid võitlusse sakslaste vastu seepärast, et nad ei osanud tõmmata neid enda poole.

Ja 26. märtsiks jõudsid meie väed Pruti jõeni, jõudsid riigipiirini.

Nõnda käis see võitlus, kus meie liitlasteks olid öökülmad ja sulad, kevadine teedelagunemine ja kevadine suurvesi. Ja see oli võimalik ainult seepärast, et meie staapides saadi aru teaduste — meteoroloogia ja hüdroloogia — tähendusest.

Varem võis staabis kohata ohvitseri-suurtükiväelast, ohvitseri-sapööri, ohvitseri-intendanti.

Nüüd aga on staapi ilmunud uus tegelane: ohvitser-sünoptik.

Sel ajal, kui ta töökaaslased paigutasid ümber lipukesi kaardil, märkides rindejoont, jälgis ohvitser-sünoptik teist rinnet — ilmarinnet.

Staapi tuli traadi teel ja traadita kõikjalt ilmateateid. Teated tulid küll Moskvast, küll naaberlinnast.

Neid saatsid niihästi lennuväljadele paigutatud lennu-meteoroloogiajaamad kui ka koos pealetungivate vägedega edasiliikuvad meteoroloogilised postid.

Kõik need teated kanti viivitamatult ilmakaardile.

Ent kaardi läänepoolne osa jäi valgeks, täitmata. Oli ju seal, läänes, vaenlane. Ja tema pidas oma ilma saladuses.

Sõja ajal ei ole tsüklonite ja antitsüklonite asetus mitte väiksem saladus kui vägede asetus.

Tarvis oli uurida välja, mis sünnib seal läänes, rindejoone taga. Oli vaja täita valge laik, mis segas sünoptikuid koostamast ilmaennustusi.

Luurelennukid isekirjutavate meteorograafidega pardal lendavad vaenlase tagalasse.

Õhuluurajaid huvitavad harilikult tankikolonnid, suurtükiväe patareid, raudteil liikuvad ešelonid.

Neid luurajaid aga saadeti uurima tsükloneid, otsima jäätumise ja äikese koldeid.

Tunginud vaenlase tagalasse, laskus luurelennuk päris madalale, 30—50 meetri kõrgusele. On ju sünoptilise kaardi koostamiseks vaja teada, milline ilm on all, päris maapinna lähedal.

Kõigest kolmkümmend meetrit eraldab lennukit vaenlase territooriumist. Iga minut võidakse temale avada tuld, tulistada ta alla. Kuid teinud ringi, võtab lennuk juba uuesti kõrgust juurde ja pöördub koju tagasi.

Lennu-meteoroloogiajaamas võetakse lennukilt meteorograaf ja uuritakse teekonnal tehtud registreeringuid, pardameteoroloog aga jutustab, millise ilmaga tal tuli tegemist teha.

Suure Isamaasõja ajal oli meil rinnetel palju kuulsaid polke. Kuid vähe on neid, kes teavad, et nende seas oli ka ilma kaugluure polk.

Ilmaluuret ei teostatud mitte üksnes selleks, et täita valgeid laike, valgustada kaardil «valgustamata territooriumi». Luure oli vajalik iga lennuväeüksuse väljalennu eel. Oli vaja aegsasti teada, milline ilm ootab neid ees, kas ta ei sega neil lendamast, kas ta ei kata pilvedega eesmärki.

Sageli tuli pommitajatel lennata öösel või halva ilmaga. Vihm valas üle kabiini aknad. Välgud pimestasid lenduri silmi. Oli vaja vaatamata teada, mis sünnib ümberringi. Ja kui lendur uskus prognoosi, mille talle olid andnud meteoroloogid, lendas ta julgesti pimesi läbi udu, läbi pilvede ja ööpimeduse.

Sõjas ei aidanud mitte üksnes meteoroloog lendurit, vaid ka lendur meteoroloogi.

Lennukijuhid ja pardalaskurid toimetasid teel vaatlusi ja panid kirja pilvede hulga, pilvekihi kõrguse ja tüseduse, nähtavuse, vihma,

lume ja jäite. Sel ajal, kui lennuk läbis pilvi, andis pardalaskur raadio teel edasi: «Lendan pilvedes. Tugev loksumine, jäide...» Tagasi jõudes tegi ta ettekande ilma kohta lennu-meteoroloogiajaama ülemale, ja tema poolt kaasatoodud andmed kanti viivitamatult sünoptilisele kaardile.

See kaart kergendas teistel lennukitel nende võitlust vaenlase suurtükiväega ja vaenuliku looduslõuga. Ning lennukid tegid edukalt oma töö, hoolimata tsükloneist ja tormidest.

Kord seisis kauglennuväe üksusel ees lend vaenlase tagalasse. Sünoptilisel kaardil märkisid meteoroloogid ära frondi, mis eraldas polaarse mereõhu kontinentaal-polaarsest. Frondile tekkis laine. See muutus kiiresti tsükloniks.

Oli kindlaks tehtud, et see tsüklon hakkab nihkuma loodesse, märgi kohale jääb aga kõrgrõhu hari.

Teel on halb ilm, märgi kohal aga hea.

Sellest teatati väejuhatusele ja lendureile.

Prognoos täidus täpselt. Ning üksus täitis lahinguülesande.

Isegi siis, kui ilmaennustus on halb, tuleb sünoptikul kinni püüda ilusa ilma tunnid, et anda nad väejuhatusele.

Kuid mis on hea ja mis on halb ilm?

Me peame harilikult ilma halvaks, kui on udu, vihm, madalpilvitus. Me rõõmustame selge taeva üle, imetleme kuuvalgeid öid. Kui me sõidame merel, siis kardame torme ja oleme õnnelikud, kui tuul pole tugev.

Ent sõja ajal tekib nõudmine mitte ainult ilusa, vaid ka halva ilma järele.

Dessantväeosadele on vaja udu või tormi, et oleks võimalik varjatult läheneda võõrastele kallastele.

Luurajad rõõmustavad tuisu üle: ta varjab vaenlase tagalasse tungivat salka otsekui valge eesriidega.

Prožektorit segab kuu, rünnak-pommilennukeid aga pilvitu taevas. Peitudes pilve on kergem märgi juurde hiilida.

Ründelennukeile lennukõlblik ilm võib hävitajaile või pommitajaile olla lennukõlbmatu.

Kui sünoptik ütles: «Pilved on madalamal kui kuussada meetrit,» siis lendavad välja hävitajad ja ründelennukid, päevased pommitajad aga välja lennata ei tohi, neile on see lennukõlbmatu ilm. Kui pilved laskuvad neljasajast meetrist madalamale, ei lenda ka hävitajad



Ründelennukid lähevad pilvede varjus.

välja. Ründelennukid aga jäävad lennuväljale ainult siis, kui pilved lasuvad päris maapinna kohal, vähem kui kahesaja meetri kõrgusel.

Ristlejale ja liinilaevale on ükskõik, kas merel on laineid või on ta sile nagu peegel.

Allveelaevade jaoks on aga mere peegelsiledus hullem tormist. Neil on vaja laineid, et lainete vahuharjakesed varjaksid periskoobi vahujälge.

Raske on sünoptikul olla meeltmööda kõigile. Kuid kui uhke on ta siis, kui tal õnnestub kinni püüda sellise ilma, missuguse «tellis» väejuhatus!

Leningradis oli üksvahe suur nõudmine udu järele. See oli siis, kui parajasti murti blokaad läbi.

Mööda raudteed tulid esimesed rongid. Tee oli tule all. Seepärast püüdsid raudteelased saata ronge välja udu varjus, et sakslased ei näeks. Oli samuti tarvis, et tuul puhuks mitte sakslaste poole, vaid sakslaste poolt, et vaenlane mitte ainult midagi ei näeks, vaid ka ei kuuleks.

Seda, milline tuleb tuul ja millal tuleb udu, küsiti meteoroloogidelt. Kuid meteoroloogid ise olid raskes olukorras. Nad olid ära lõigatud Prognooside Keskinstituudist, ära lõigatud kogu võrgust.

Jaamades töötasid vaatlejad tule all, pooleldi purustatud hoonetes, muldonnides.

Prognooside büroos istusid sünoptikud keldris, suitsvate klaasita lambikeste juures ja eraldasid pimedas suure vaevaga märke oma sünoptilistel kaartidel.

Muide, märke oli kaartidel vähe, kaardid olid pooltühjad. Lenin-

gradist lääne pool oli katkematu valge laik. Ilm aga tuleb ju meile läänest. Puudus märke nii lõunas kui ka idas: blokaadirõngasse jäi ju ainult kuus jaama.

Ja ometi oskasid need tahmunud, näljast ja väsimusest poolsurnud inimesed toime tulla prognooside andmisega. Istudes oma maa-aluses paigas nägid nad maa kohal pilvi ja udusid kandvaid õhumasse.

Meteoroloogid ennustasid pilvi. Ja otsekohe lendasid pilvede varjus välja ründelennukid purustama vaenlase kindlustusi.

Nad ennustasid udusid. Ja raudteelased saatsid välja rongid — mürskude ja leiva järele.

Nad hoiatasid veetõusu eest. Ning sõdurid eesliinil läksid üle merekaldast kaugemal asetsevaisse kaevikuisse.

Sõjas oli juhtumeid, kus sünoptikust olenes suure pealetungioperatsiooni edu.

1944. aasta juunis valmistusid meie väed Valgevene rindel pealetungiks. Pealetung oli määratud 23-ndale kuupäevale.

Ohvitser-sünoptik andis 22. juunil ilmaennustuse 23-ndaks: madal pilvitus, vihm äikesega, kohati udu. See oli halb ennustus, uduga ei ole võimalik korrigeerida suurtükiväetuld, tähendab, suurtükiväe ettevalmistav tuli pole võimalik. Äike, vihm ja madalad pilved aga segavad lennuväge andmast vaenlasele lööke õhust.

Öösel hakkas valama vihma, hakkasid sähvima välgud: ilm käitus nii, nagu ta pidigi seda ennustuse kohaselt tegema.

Iga poole tunni järel kutsuti sünoptik otseühendusliini juurde: armee meteoroloogid teatasid staapi viimaseid uudiseid.

Ohvitser-sünoptik jälgis kaardil ilmarinde sündmusi. Tsüklon, mis juba eelmisel päeval oli kerkinud esile lõunas Minski juures, liikus kiiresti põhja poole. Kell viis hommikul kutsus staabiülem sünoptiku enda juurde ja küsis temalt, milline ilm tuleb hommikul. Kas on võimalik kinni püüda kas või kolm tundi suurtükiväe ettevalmistavaks tuleks.

Sünoptik hakkas uuesti, veel suurema hoolega kui enne, uurima oma kaarti.

Ta teadis, milline vastutus lasub temal: siin ei tohtinud olla viga. Oli parem üldse mitte alustada pealetungi, kui alustada seda ebaõigel ajal.

Lõppeks jõudis sünoptik järelduseni: hommikul hajub udu, kuigi pilvitus jääb madalaks ja äike ei lakka. Lennuvägi ei saa tegut-

seda, kuid suurtükiväe pealetungiks on nähtavus mõne tunni kestel küllaldane.

Pealetung määrati kella 9-ks.

Täpselt kell 9.00 hakkasid kõnelema kahurid, summutades maise kõuega taevase kõue kärgatused. Välgusähvatused vaheldusid kahuritest lendava tule sähvatustega.

Hiigla õhumasside kokkupõrge ühines inimeste ja masinate tohutute masside kokkupõrkega. Inimeste lahinguvõitlus ja loodusjõudude heitlus sulasid üheks hiiglaslikuks lahinguks sadu kilomeetreid pikal rindel.

Ning võitis see pool, kes oskas aru saada mitte ainult vaenlase vägede asetusest, vaid ka tsüklonite liikumisest.

Hüdrometeoroloogiline sõda.

Kõik teavad, mis on gaasisõda, õhusõda. Ent vähesed kujutlevad, mis on hüdroloogiline sõda.

Kuid on olnud ju sellinegi.

Vesi võib olla relvaks võitluses vaenlasega.

1914. aastal tegid belglased oma relvaks merevee. Sapöörid avasid lüüside sulud ja merevesi paiskus madalmikesse sakslastele vastu. Vesi tungis peale, ajades tagasi Saksa vägesid, uputades nende kaevikuid. See andis belglasetele võimaluse võita mitu päeva vastulöögiks.

Suure Isamaasõja ajal kasutasid meie väed mitu korda vett kaitseks ja pealetungiks.

Vaat, millal läks tarvis oskust juhtida vee elu!

1942. aasta novembris valmistuti pealetungiks ühes Kalinini rinde lõigus. Pealetungi segas jõgi. Otsustati ta kõrvaldada.

Hüdroloogid teostasid uurimist, koostasid arvestuse. Sapöörid asusid tööle ja püstitasid vähem kui kolme ööpäevaga mullast ja puust saja meetri pikkuse ning kahe ja poole meetri kõrguse tammi.

Et tamm saaks tugevam, lasti temast mitu korda vett üle. Vesi külmus ja kattis tammi jääkattega.

Tamm tõkestas vee teed jõesuhu. Meie vägedele aga võimaldas jõgi endast läbi minna, kusjuures kõigepealt läksid tankid, siis jalaväegi.

Esines ka selliseid juhtumeid, kus vesipiiri ei kõrvaldatud, vaid loodi.

Kui jõgi takistab, siis ta kõrvaldatakse. Kui aga teda on vaja, siis ta luuakse.

Ühele väikesele jõele soovitasid hüdroloogid ehitada kolmteistkümmend tammi ja tõket. Vesi valgus laiali ja moodustas sügava vesitõkke, mis oli kakskümmend kilomeetrit pikk ja üks kilomeeter lai.

Veele anti käsk vaenlast mitte edasi lasta. Väed aga paisati teise rindelõiku, kus neid oli rohkem vaja.

Sõjapäevil toimusid looduses imelikud sündmused.

Tavaliselt jõed vabanevad jääst kevadel. Meil aga vabanesid 1941. aastal mõningad jõed mitte kevadel, vaid talvel — detsembris.

Sakslased liikusid Moskva peale. Nende kinnipidamiseks otsustati purustada jää Volga-Moskva kanalil, Moskva merel, Sestra ja Jahroma jõel.

Avati lüüside sulud. Veepind jää all langes. Alles nõrk jää jäi õhku rippuma ja hakkas murduma tükkideks.

Jõed läksid lahti, kui keegi seda ei oodanud. Sakslastele tekkis teel vesitõke seal, kus nad lootsid pääseda üle jää.

Vahel juhtub ka nii, et jääd ei murta, vaid vastupidi, sunnitakse teda kiiremini kasvama. Selleks puhastatakse jää lumest, võetakse jõelt lumivaip, mis kaitseb teda pakase eest, ja kolme päeva pärast muutub õhuke jää, mis ei kandnud isegi veoautot, nii tugevaks ja paksuks, et kannatab välja ka tanki raskuse.

Paljudel kordadel aitasid lumi ja jää meie vägesid võitluses.

Jää- ja lumivallid peatasid vaenlase tanke. Jäälõksud — maskeeritud lahvandid — avanesid vaenlase jalgade all. Jääteed ühendasid meie vägesid tagalaga.

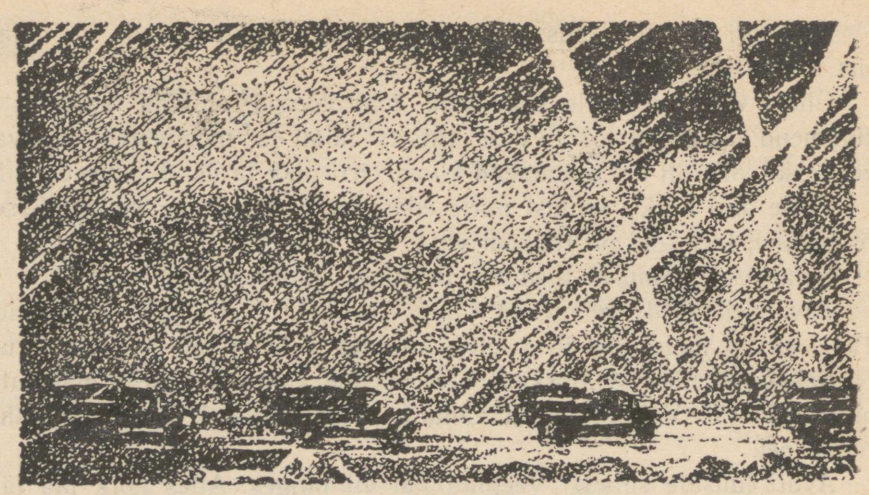
Ei leidu inimest meie maal, kes poleks kuulnud «elu teest» — Laadoga järve jääteest.

Paljude kuude kestel oli ta ainsaks niidiks, mis ühendas ümberpiiratud Leningradi «suure maaga». Muide, siin polnud üks, vaid kaks «niiti»: üht mööda liikusid autod koormatega Leningradi jaoks, teist mööda, sadakond meetrit eemal, liikusid teises suunas inimesi ja Leningradi tehaste tooteid «suurele maale» transportivad autod.

Neli ja pool tuhat autot laskis ööpäevas läbi see enneolematu jää-autotee.

Palju oli vaja julgust ja sangarlikkust, et juhtida autot jääl.

Kõneldes sangarlikkusest unustame sageli oskuse. Kui palju oli vaja oskust, et korraldada teed nii, nagu vaja, et kaitsta teda kinnituiskamise, pragude ja vaenlase tule eest!



«Elu tee» — Laadoga jäätrass.

Siin tegid palju tööd niihästi teemeeskonnad kui ka õhutõrjeväelased, liiklusjuhid, allveelased ja sideväelased.

Laadoga trassi inimeste seas ei olnud kaugeltki viimasel kohal jääasjatundjad — hüdroloogid.

Päeval ja ööl jälgisid vaatlejad jääd piki kogu teed. Niipea kui kusagil tekkis pragu või tungis vesi jääle, teatasid nad sellest viivitamatult väejuhatusele.

Hüdroloogideta poleks olnud võimalik luua seda teed. Neilt küsiti: milliseid autosid kannab jää ja kui suure koormaga? Hüdroloogidelt nõuti, et nad ütleksid: kas kukub seniitsuurtükk sisse, kui ta asetada jääle, või mitte?

Hüdroloogideta poleks olnud võimalik vaadelda teed ja näha ette jää käitumist.

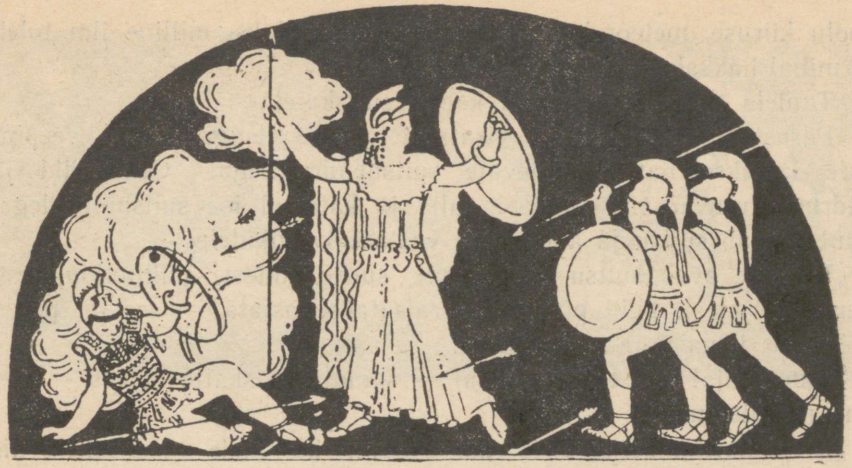
Laadoga järv on tujukas. Kord ta külmub, kord ta jälle vabaneb, pidamata korda, arvestamata kalendrit.

Hüdroloogid pidid andma signaali, millal alustada liiklemist ja millal see lõpetada. Siin tähendas palju iga liigne päev. Oli see ju «elu tee»! Iga päev tähendas siin tuhandeid tonne jahu nälgijatele ja tuhandeid mürske rindele.

Ning hüdroloogid püüdsid ennustada võimalikult täpselt.

Nõnda aitas ilma tundmine võitluses vaenlasega!

Rahuajal tuleb hüdroloogidel anda hoiatusi vihmavalinguist või suurveest tingitud katastroofiliste uputuste kohta.



Athena astus maale ja mähkis oma soosiku pilve.

Sõjaajal aga peavad nad kaitsma vägesid rindel vaenlase poolt tekitatud kõrgvete eest.

Leningradi all oli järgmine juhtum.

Ühel jõekesel asetsevast veemõõtepostist teatati, et veepind langeb kiiresti. See jõeke, lõigates rinnet, voolas vaenlase poolt vallutatud maa-alalt meie suunas.

Hüdroloogid aimasid halba. Nende soovitusel saadeti lennuk luurele jõe ülemjooksule.

Luurajad tulid tagasi ja teatasid, et jõekesele ehitatakse tammi.

Oli selge: vastane tahab koguda vett, et uputada meie vägesid, kes olid kogunenud alangule läbimurdeks.

Vaenlase kavalus oli avastatud. Kes aga on juba avastanud vastase sõjakavaluse, sel ei tarvitse seda enam karta: tal tuleb ainult õigeaegselt võtta kasutusele omad abinõud.

«Iliases» aitavad jumalad sangareid võitlusväljadel.

Hädaohu minutil astuvad Ares ja Athena maale ja, mähkinud oma soosiku pilve, päästavad ta hukkumisest.

Puškin kirjutas (värssides «Horatiusest»):

> Kuid Hermes ise ootamatu pilvega mind kattis
> Ja kaugusesse kihutas, mind surmast vältimatust päästis.

Nüüd ei tegele seda laadi maskeerimisega mitte jumalad, vaid inimesed — keemikud, meteoroloogid ja hüdroloogid.

Kui seisab ees üleminek laiast jõest, määravad hüdroloogid ta

voolu kiiruse, meteoroloogid aga teevad kindlaks, milline ilm tuleb ja millal hakkab tuul puhuma vaenlase poole.

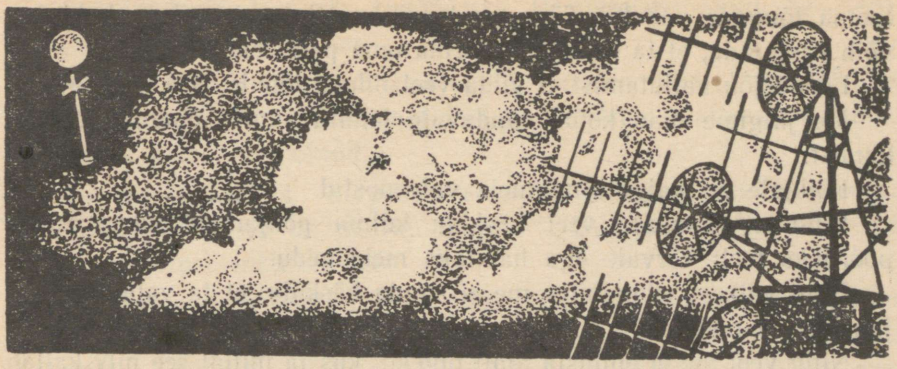
Tuulele antakse ülesanne: kanda suitskatet.

Pärast signaali «suits»! visatakse vette suitsugranaadid, veepinnale lastakse parved põlevate suitsupadrunitega. Granaadid ja padrunid ujuvad mööda voolu alla ja katavad jõe suitsupilvedega. Tuul haarab suitsu ja kannab ta vastase kaevikutele.

Vastane avab suitsu peale tule suurtükkidest, miinipildujatest, kuulipildujatest, kuid püssirohtu raisatakse asjata — see on pettesuitskate, tema taga pole kedagi.

Samal ajal aga toimub teisal — samuti suitskatte varjus — tõeline jõe ületamine.

Nii toimiti näiteks 1943. aasta suvel, kui meie väed läksid üle Põhja-Donetsi. Suitskate päästis meil tookord palju inimelusid.



Kaheteistkümnes peatükk.

„Tõrksa" taltsutamine.

Neli loodusjõudu.

Sõja- ja rahupäevil me värbame oma töösse ja võitlusse kõik loodusjõud — niihästi vee, maa, õhu kui ka päikesekiired.

Me sunnime loodusjõude mitte ainult endi kasuks töötama, vaid ka meid kaitsma. Jõed valgustavad meie linnu, panevad käima kudumisteljed ja liikuma rongid. Sõjapäevil needsamad jõed tulvuvad, kui on vaja tõkestada vaenlase teed, ja astuvad kõrvale, kui on tarvis lasta edasi meie vägesid.

Tuul külvab maharaiutud metsa-aladele puude seemneid ja kannab suitsupilvi, kaitstes jõest üleminekut.

Kuid kas võib juba öelda, et loodusjõud on meile alistunud?

Ei, nad tõusevad ikka veel meie vastu. Alati me ei oska neid rahustada ega näha ette nende käitumist.

Tammide pihtide vahel töötav jõgi pole veel taltsutatud rahulik hobune, vaid pigemini kiskja tsirkuse areenil.

Taltsutatud kiskja on kuulekas igale dresseerija märguandele. Kuid miks tardub erutusest kogu saal, kui taltsutaja paneb oma käe

looma lõugade vahele? Täna on loom kuulekas ja vaikne, kuid kes võib vastutada, et ta homme ei torma oma peremehe kallale?

Loodusjõu vallutamist ei viida veel niipea lõpule. See alles algab.

Me jälgime maa kohal rändavate tohutu suurte õhumasside liikumist.

Kõikjale on paigutatud meie valvepostid.

Kuid me ei suuda veel käskida külma põhjamaa õhku, et see pöörduks teelt kõrvale ega hävitaks meie aedu.

Isegi väikest vihmapilve me ei suuda käskida, et ta valaks vihma janunevale põllule.

Ning veel me ei ennusta alati õigesti, kus ja millal see pilv kallab enda tühjaks.

On palju asju, millega me toime ei tule.

Ei tule toime seepärast, et me neid ei tea.

Ent see, mis meile on alles võimatu laial looduse areenil, valmib juba, küpseb juba laboratooriumide vaikuses, teaduslikkudes instituutides, observatooriumides.

Sajad instituudid ja observatooriumid uurivad loodusjõudude elu.

Ookeanidega tegeleb Okeanograafiainstituut.

Millest loomad ja taimed elavad meres? Ja kas võib veemassi elanikkude põhjal aru saada, mis mass see on ja mille poolest ta erineb teistest?

Milline on merevee koostis ja millised keemilised muutused toimuvad meres?

Millest koosneb merepõhi ja kuidas muutuvad merekaldad? Kas võib sundida merd töötama, nagu töötavad juba jõed? Kuidas ohjeldada mere tõuse ja laineid, et nende tohutu jõud ei läheks kasutult kaduma inimesele?

Kuidas aidata inseneridel ehitada laevu ja sadamaseadmeid? Kuidas paremini püüda kalu? Kuidas sõita ohutumalt laevaga jääs?

Kõigile neile küsimustele vastavad oma töödes Okeanograafiainstituut, Musta Mere Geofüüsikajaam ja teised mereinstituudid.

Maismaa vesi uurib Riiklik Hüdroloogiainstituut. Tema valduses on kõik, mis puutub jõgedesse, järvedesse ja soodesse. Jäänimekud, kõrgveed, üleujutused, vete liikumine maa all ja maa peal, äravoolu kujunemine, jõgede kirjeldus, vee keemia ja füüsika — see pole veel kaugeltki kõige selle täielik loetelu, millega tegeleb Hüdroloogiainstituut.

Õhu loodusjõude uurib Geofüüsika Peaobservatoorium ja Aeroloogia Keskobservatoorium.

Sellest, kuidas töötavad aeroloogid, raadiosondidest, lendavatest observatooriumidest, stratostaatidest ja substratostaatidest on selles raamatus juba juttu olnud.

See on uus üritus. Seepärast ei pane imestama, et Aeroloogia Keskobservatoorium on noorim kõigist NSV Liidu Hüdrometeoroloogiateenistuse instituutidest.

Observatoorium asutati 1940. aastal ja suurem osa tema alles lühikesest elust möödus võitluses vaenlasega. Raadiolokaatorite kabiinid observatooriumi vaatlusväljakul on säilitanud siiani oma kirju, maskeerimiseks antud värvuse. Parda-aeroloogid mäletavad aga elavalt, kuidas neil tuli lennata relvastamata lennukil päris rindejoone läheduses: vaenlane oli kaheksa kilomeetri kaugusel observatooriumist.

Ent vaatamata igasugustele raskustele kujunes observatoorium siiski 1946. aastaks maailma üheks võimsaimaks aeroloogiliseks asutiseks.

Mulle näidati viitteistkümmend paksu köidet teosest, mille koostamisel oli töötanud nelikümmend inimest.

Sellesse on kogutud kõik vaatlused, mida toimetati lennukite ja raadiosondide abil kuuel tuhandel korral. Ainuüksi raadiosondide stratosfäärilende oli tuhat nelisada.

Need viisteistkümmend köidet moodustavad aluse paljudele tulevastele töödele ja raamatutele. Meteoroloogid leiavad siit materjali atmosfääri uurimiseks. Lennukite ja õhuliinide ehitajad, stratosfääri vallutajad, raadiolokatsiooni uusi meetodeid uurivad raadioinsenerid ja paljud teised uurijad ja leiutajad saavad lehitsema neid tuhandeid lehekülgi, otsides neist andmeid arvestuste tegemisel.

Kuid viisteistkümmend köidet arvusid on ainult osa teaduslikust saagist, mida on kogunud ja järjest koguvad õhuookeanis lendavad Aeroloogia Keskobservatooriumi lendavad jaamad.

Peale lennukite ja raadiosondide on observatooriumi käsutuses veel mitmesuguse suurusega aerostaate.

Kõik teavad, et aerostaadil on puudus — teda pole võimalik juhtida. Kui aga on tegemist õhumassi uurimisega, siis see puudus kaotab tähtsuse.

Et uurida õhumassi transformatsiooni, on kõige parem reisida

temaga koos. Siin osutub väga kasulikuks asjaolu, et aerostaat kuulekalt alistub tuule kõikidele tujudele.

Selles raamatus on juba juttu olnud õhumassi rännakutest ja seiklustest.

Leidub inimesi, kes ise on võtnud osa nendest seiklustest.

Mulle jutustas aeroloog S. S. Gaigerov, kuidas ta lendas Moskvast Novosibirskisse koos kaÕ-ga — kontinentaal-arktilise õhuga. See oli kõige kaugem ja kõige kestvam lendudest aerostaadil: ta kestis kuuskümmend üheksa tundi!

Kui läheneti Uuralile, läks osa õhumassi ümber mägede, osa aga ületas mäed kõige kõrgemas kohas. Aerostaat osutus selles voolus olevaks, mis ületas mäed. Siin kogesid õhusõitjad ise, mis toimub õhuga, kui ta liigub algul üles ja hiljem alla.

Kui õhk tõusis, muutus ta külmemaks. Niiskus kondenseerus pilvedeks. Pilvedest hakkas sadama lund.

Aerostaat jahtus samuti, muutus raskemaks, vajus pilvedesse. Tuul kandis teda kuuekümne-kilomeetrise kiirusega tunnis otse mägedele. Veel pisut, ja aerostaadi korv oleks plaksatanud vastu kivist mäenõlva.

Tuli riskeerida — heideti välja kogu ballast.

Aerostaat hakkas liikuma ülespoole, läbis pilved ja tõusis nelja tuhande meetri kõrgusele.

Sealpool Uuralit hakkas õhk laskuma ja kokkusurutavuse mõjul soojenema. Pilved hajusid. Aerostaat liikus nüüd kergena, ballastita — «rohisöödal». See tähendab, et tuli heita üle parda kõik, mis oli võimalik: õunad, konservipurgid ja akumulaatorid.

Ainult mõõteriistu ei visanud õhusõitjad üheski olukorras välja. Nendeta poleks lennul olnud mõtet...

Aerostaadi korvil on neli parrast. Iga parda juures on lauake. Lauakestel seisavad langevarjuriidega kaetud kastid. Kastides aga on mõõteriistad, milledega uuritakse lennu kestel õhumassi.

Mulle näidati Aeroloogia Keskobservatooriumis igasuguseid mõõteriistu, mida aeroloogid võtavad kaasa, et uurida õhku õhus ja pilvi pilvedes.

Ma vaatasin fotomikroskoopi ja nägin seal ruudukestest võrku, millel olid mitmesuguse suurusega tilgakesed.

Kui palju on pilves tilku?

See küsimus sarnaneb nendega, mida esitatakse muinasjuttudes: mitu tilka on meres? Mitu liivatera on mererannal?

Kui muinasjutukangelastel oleksid olnud kaasaegsed mõõteriistad, nad oleksid vastanud sellistele küsimustele suurema vaevata. Et kokku võtta tilkade arvu pilves, on tarvis teada, kuipalju on pilvedes vett ja millise suurusega on ta tilgad. Tilkade suuruse annab fotomikroskoop. Pilve veesisaldus määratakse aga erilise riista — «soojendusega psühromeetri» — abil. Hariliku psühromeetriga, millega mõõdetakse niiskust, me kohtusime juba meteoroloogiajaamas. Siin aga on temale lisatud veel elektriahi ja ventilaator.

Pilv, või õigemini õhk temas hõljuvate veepiiskadega, imetakse ventilaatori abil läbi mõõteriista. Piisad soojenevad ja auruvad. Siis määratakse psühromeetriga niiskus. Õhus sisalduva vee teadasaamiseks tuleb hariliku psühromeetri abil mõõta, kuipalju esineb vett auru näol, ja teha selle kohta parandus.

Mul tuleks kirjutada palju lehekülgi, kui ma tahaksin jutustada kõigist aeroloogide poolt kasutatavaist, leidlikult konstrueeritud mõõteriistadest.

Ma nägin termomeetrit, mis mõõdab temperatuuri silmapilkselt ja registreerib teda pidevalt. Temaga võrreldes on arsti termomeeter lihtsalt laiskvorst: ta vajab tervelt kümme minutit, et mõõta temperatuuri.

Ma nägin mikroanemomeetrit — mõõteriista, mis on võimeline avastama nõrgematki tuulehõngu, mis puhub mõnesentimeetrise kiirusega sekundis.

Mulle näidati ka teist, alt üles ja ülalt alla suunatud tuulepuhanguid registreerivat anemomeetrit.

Siin olid ka Päikese, Maa ja pilvede kiirgust mõõtvad aktinomeetrid. Aktinomeeter on nii tundlik, et reageerib kõige väiksemalegi muudatusele pilvede valgustuses. Ning samal ajal on ta täiesti ükskõikne tõugete vastu, milledeta lennul läbi ei saa. Mõõteriistaga ühendatud galvanomeetri osuti ei pööra tõugetele vähimatki tähelepanu.

Kümned kõige peenemad mõõteriistad aitavad aeroloogil uurida õhumassi ja pilvekihi paksust kahe massi vahelisel frondil.

Juhtub vahel, et lastakse lendu mitte üks, vaid kolm aerostaati korraga erinevatele kõrgustele, et õhukihte teekonnal läbi kompida.

1940. aastal oli juhtum, kus kolm aerostaati lendas välja ja maandus üheaegselt. Kuid kõige alumine läbis üle üheksasaja kilomeetri — peaaegu Arhangelskini, keskmine maandus kolmsada kilo-

meetrit lõuna pool, ülemine aga jäi neist veel kolmesaja kilomeetri võrra maha.

Seejuures lendasid nad ühe ja sama õhumassiga — troopilise õhuga.

See lend näitas, et teel õhumass kihitus ja iga kiht liikus pärast seda oma erikiirusega.

Ma sattusin aga nii hoogu jutustamisega kõige nooremast Hüdrometeoroloogiateenistuse observatooriumist, et unustasin kõige vanema — Geofüüsika Peaobservatooriumi, mis varsti saab saja-aastaseks. See on paljude meie instituutide esiisa.

Geofüüsika Peaobservatooriumis on palju osakondi.

Üks osakond uurib atmosfääri füüsikat. Siin alustasid oma tööd ilma ettearvutajad.

Teine osa tegeleb rakendusmeteoroloogiaga.

Võitlus jäätumise ja jäitega, udu esilekutsumine ja hajutamine, võitlus öökülmadega — need kõik on rakendusmeteoroloogia ülesanded.

Kolmandas osakonnas töötavad klimatoloogid. Milline kliima on meil maismaal ja merel? Kuidas tekkisid Maakera kliimad? Kuidas muutub kliima ja kas on võimalik ennustada tema muutusi? Kas on võimalik ette näha Arktise soojenemist nii, nagu me praegu näeme ette homset ilma? Selliste küsimustega tegelevad klimatoloogid.

Neljas osakond, see on terve laboratooriumide pere.

Üks laboratoorium uurib valguse teed õhus, teine — hääle teed, kolmas — päikese kiirgust, neljas — õhuelektrit, viies — raadiolainete levimist.

Mul tuleks kirjutada veel üks selline paks raamat nagu käesolev, kui ma tahaksin jutustada üksikasjaliselt kõigist Geofüüsika Peaobservatooriumi osakondadest ja laboratooriumidest.

Kui palju lahendatakse seal huvitavaid ja tähtsaid ülesandeid!

Võtame kas või aktinomeetrilise laboratooriumi, kus uuritakse päikesevalgust.

Päikesevalgus — see on neljas loodusjõud, mis elustab ja täidab liikumisega ülejäänud kolme: maad, vett ja õhku.

Päikesekiirteta ei oleks Maakeral ei taimi ega loomi. Maismaal ei voolaks jõed, meres poleks hoovusi, õhus — tuult.

Ent Maa mitte üksnes ei saa kiirgusenergiat, vaid ta annab ka selle tagasi maailmaruumi. Saab kullas — eredate päikesekiirtena, annab aga ära vases — tumeda nähtamatu kiirgusena.

On väga oluline seada Maa jaoks sisse tulude-kulude raamat, võtta kokku, kuipalju energiat saab mistahes koht Maakeral ja kuipalju läheb tagasi.

Kui Maa annaks ära kõik, mis ta saab, oleks see meile väga halb. Saab ju poolus suvel rohkem valgust kui ekvaator, sest poolusel päike suvel ei looju. Kuid kasu on sellest vähe. Poolus on kaetud lumega ja see lumi peegeldab tagasi neli viiendikku temale langevast energiast.

Ekvaatoril pole aga lund, seal on maapind tume, ta annab vähem tagasi maailmaruumile, peegeldab vähem päikesekiiri. Ning seetõttu jätkub rohkem soojust pinnasele, taimedele, loomadele.

Siin tähendab palju atmosfääri läbipaistvus. Atmosfäär laseb päikesekiiri hästi läbi, ta on nende jaoks läbipaistev. Tumedat, nähtamatut Maa kiirgust aga laseb ta halvasti läbi. Seetõttu ongi meil Maa peal soe, sest atmosfäär on meile seesama, mis klaas taimelavale.

Juhtub aga, et vulkaanide pursete ajal satub tolmu atmosfääri. Või läbib Maa kosmilise tolmu pilve. Siis muutub atmosfäär vähem läbipaistvaks ja me saame vähem päikesekiiri.

Seda aga juhtub sageli. Tuntud asjatundja päikesevalguse alal professor N. N. Kalitin avastas, et igal aastal läbib Maa sügisel kosmilise tolmu pilve, mille on jätnud haihtunud komeet.

Palju ülihuvitavaid ülesandeid lahendab aktinomeetria laboratoorium, mida juhatab professor Kalitin.

Varem oli meil Pavlovskis eriline Päikeseinstituut, ainus maailmas. Kolmkümmend aastat töötasid seal õpetlased. Kuid 1941. aastal purustasid sakslased Päikese Lossi...

Päikesega tegeldi meil palju — mitte üksnes Pavlovskis, vaid ka Taškendis, Irkutskis, Vladivostokis ja Krimmis. Meie teadlased saavutasid ses suhtes palju rohkem kui välismaa teadlased.

Nüüd, pärast sõda, peab Päikese uurimine meie maal võtma veel suurema hoo. Teisiti ju ei võigi see olla!

Me ehitame uusi linnu. Linna ehitamisel peab aga teadma «valguskliimat». Ei räägita ju asjata: «Kuhu ei vaata päike sisse, sinna vaatab arst sageli sisse.»

Me muudame taimede geograafiat. Nende õigeks paigutamiseks on vaja teada maa kiirituskliimat.

Me vallutame kõrbesid ja võime muuta lõunamaise päikese vaenlasest sõbraks, kui sunnime teda, et ta aitaks meid meie töös.

Kõik meie masinad saavad oma energia Päikeselt, tõsi küll, mitte otseselt, vaid kaudselt. Päikeseta poleks olnud ei sütt ega tuult ega langeva vee energiat.

Nüüd me aga hakkame võtma päikeselt energiat otseselt, vahendajateta.

Selle kallal töötas Taškendi Geofüüsika Observatooriumis palju K. G. Trofimov.

Ning kui te nüüd sõidate korraks Kesk-Aasiasse, teile näidatakse seal päikesekööke, päikesesaunu, päikese-pesumaju, päikese-keedukatlaid ja isegi päikese-teemasinaid.

Päikest sunnitakse seal kuivatama puuvilju ja kookoneid, välja sulatama väävlit, pumpama vett.

Päikeseenergia neelajaks võib olla suur klaasitud kasvuhoone ja väike fotoelement ning isegi lihtsalt õlikorraga kaetud loik. Kõrval, jões, on vesi külm, aga loigus õlikorra all, nagu klaasi all, vesi soojeneb peaaegu keemiseni.

Päike võib aidata meil mitte ainult töötada, vaid ka uurida loodust. Õpetlased kasutavadki juba päikesekiirt atmosfääri uurimiseks. Eha värvuse järgi otsustavad sünoptikud õhumasside üle, mis asetsevad meist eemal — tuhandete kilomeetrite kaugusel. Ning see annab ilma ennustamiseks veel ühe võtme juurde.

Päike on meist küll kaugel, kuid see ei sega teda osa võtmast kõigist meie toimingutest.

Piisab ütlusest, et päikesevalguseta me oleksime olnud pimedad nagu mutid.

Ent päikesevalguselgi me ei näe alati hästi.

Nähtavus aga on väga tähtis asi, eriti nüüd, kus oleme õppinud lendama.

Mida võib näha ja kuidas?

Miks me kauguses eraldame hästi üht värvust ja näeme halvasti teist?

Miks muutub pilvitu taeva ja selge ilma puhul nähtavus korraga halvemaks?

Kõigile neile ja paljudele teistele küsimustele vastab atmosfäärilise optika laboratoorium.

Aga raadiometeoroloogia laboratoorium! Ta on samuti niivõrd huvitav, et teda peab meenutama kas või paari sõnagagi.

Raadiooperaatorit segavad atmosfäärilised häired — pragin ja

müra saate ajal. Kuid see, mis segab raadiooperaatorit, osutus kasulikuks lendurile.

Pragin tekib, kui atmosfääris toimub elektriline purgimine. Ilm segab end saatekavasse. Ilm räägib raadios.

Seda kasutavad vaatlejad atmosfääriliste häirete registreerimise jaamades. Vaatleja püüab pöördantenniga raadiosignaale, mida saadab ilm. Antenni pöörde järgi ta määrab, missuguses suunas asetseb äikesekolle. Iseregistreeriv mõõteriist märgib lindile iga pragina, ilma iga signaali. Teatmed selle kohta saadetakse Prognooside Keskinstituudile. Seal aga määratakse kahe või kolme suuna järgi äikesekolde asukoht.

Äikesekolded liiguvad kusagil kaugel koos õhumassidega, külma frondi või tsükloniga. Meteoroloogiajaamades on kõik alles vaikne: termomeeter ja baromeeter ei osanud tunda tormi lähenemist. Atmosfääriliste häirete registreerimise jaamad aga said juba tormihoiatuse ilmalt endalt. Ja see hoiatus saadetakse edasi lendureile, et nad teaksid, kus neil tuleb teha tegemist äikesekoldega.

Prognooside Keskinstituudist on selles raamatus kõneldud juba palju. Selles instituudis ei koostata mitte ainult ennustusi. Seal otsitakse uusi meetodeid loodusjõu käitumise kiiremaks ja täpsemaks ennustamiseks.

Nõnda uurivad inimesed instituutides ja observatooriumides kolme loodusjõudu: vett, õhku ja päikesevalgust.

Neljas loodusjõud aga on maa. Kus teda uuritakse?

Oleks raske loetleda kõiki instituute ja laboratooriume, mis tegelevad geograafiaga, geoloogiaga, geokeemiaga, seismoloogiaga, geobotaanikaga ja teiste teadustega, mis on seoses meie planeediga, kõigega, mis on maa peal ja maa all. Ma ei või jätta siin meenutamata Maamagnetismi Instituuti, sest see instituut ei uuri mitte üksnes maa magnetilisi omadusi, vaid ka atmosfääri ülemisi, kõige kõrgemaid kihte.

Millest on tingitud virmalised?

Miks jätkab taevas helendamist pärast videvikku, kuigi pole näha ei Päikest ega tähti?

Kuidas liiguvad kõrgel meie kohal raadiolained?

Ning mis saladuslik ionosfäär see niisugune on, mis saja ja rohkema kilomeetri kõrgusel peegeldab raadiolaineid ja saadab nad tagasi maa peale?

Palju selliseid küsimusi lahendab Maamagnetismi Instituut.

Atmosfääri kõrgeid kihte uurivad meil teisedki instituudid: Teaduste Akadeemia Geofüüsika Instituut, Abastumani Astrofüüsika Observatoorium. Stratosfääri uurimise töid juhib NSV Liidu Teaduste Akadeemia eriline komisjon eesotsas akadeemia presidendi S. I. Vaviloviga.

Mitte ühel, vaid mitmel viisil sondeerivad nõukogude teadlased planeedi õhkkesta.

Videvik ja virmalised, öine taeva kumamine ja raadiolainete peegeldumine, meteooride kukkumine ja helendavate hõbepilvede liikumine, prožektorikiire hajumine ja helilaine murdumine — kõiki neid nähtusi kasutavad meie õpetlased stratosfääri uurimiseks.

Ja nad on juba palju saanud teada. Nad kujutlevad juba, kuidas muutub atmosfääri temperatuur kõrguseni 170—180 kilomeetrit ja kõrgemalgi.

Maa ligidal soojeneb õhk nagu palava pliidi lähedal ja liigub üles. Ülal ta jaheneb ja laskub uuesti maa ligidale. Selline ümberpaigutamine tasandab temperatuuri troposfääris. Kui seda poleks, temperatuur langeks kõrguse suurenedes palju kiiremini kui tegelikult. Kümne kilomeetri kõrgusel oleks —50° asemel —100°.

Stratosfääri piiril, 9—11 kilomeetrist kõrgemal, lakkab temperatuur langemast ja hakkab tõusma.

Seda võib seletada ainult sellega, et stratosfääris on võrdlemisi palju osooni — eriti 22—25 kilomeetri kõrgusel. Osooni ekraan peab kinni kiirgava soojuse — Maalt maailmaruumi kiirgavad infrapunased kiired.

Kust tuleb osoon stratosfääri? Teda tekitavad pidevalt ultravioletsed päikesekiired, mis purustavad hapniku molekulid aatomeiks.

Üks molekul ja üks aatom hapnikku annavad ühinedes ühe osoonimolekuli (keemikud avaldavad seda järgmiste võrranditega: $O_2 = O + O$; $O_2 + O = O_3$).

Nõnda loovad Päikese nähtamatud kiired tõkke maa nähtamatutele kiirtele.

Seetõttu aga ulatub temperatuur stratosfääris kuuekümne kilomeetri kõrgusel +75°-ni.

Edasi langeb temperatuur jälle alla nulli, kuni —10°-ni kaheksakümne kilomeetri kõrgusel, hiljem aga hakkab uuesti tõusma.

Selgub, et sellel kõrgusel, samuti stratosfääri alumisel piiril, toimub temperatuuri murrang: langus muutub tõusuks.

Stratosfääri tuult uurides avastasid teadlased huvitava asjaolu:

valitsevad tuuled puhuvad alumisel piiril ja kaheksakümne kilomeetri kõrgusel vastassuunas — nagu passaadid ja antipassaadid.

Järelikult on seal, stratosfääris, ka oma tsirkulatsiooni rattad. Need rattad keerlevad tohutu kiirusega, tasandades niihästi õhu koostist kui ka temperatuuri.

Veel kõrgemal jätkub temperatuuri tõus ja saavutab saja kaheksakümne kilomeetri kõrgusel +700° ...

Ionosfääris on samuti oma tuuled ja oma pilved. Ent need pilved ei koosne veest, vaid ioonidest. Selline pilv erineb ümbritsevast ruumist ainult sellega, et temas liigub molekulide ja aatomite vahel palju ioone ja elektrone.

Aga kust on pärit ionosfääri ioonid ja elektronid?

Et seda mõista, püüdsid meie õpetlased mõõta ioonide arvu päikesevarjutuse ajal. Selgus, et kui päikeseketas on kaetud, muutub ioonide arv ionosfääris väiksemaks.

Tähendab, päike on selles süüdi, et ionosfääris on ioone.

Ioone tekib rohkem, kui üle Päikese keskmeridiaani lähevad suured päikeselaigud. See aga osutab jälle sügavale seosele ionosfääri elu ja Päikese elu vahel.

Päike saadab Maale niihästi kiiri kui ka laetud osakeste voole. Need ioniseerivadki atmosfääri ülemised kihid. Kui poleks Päikest, positiivsed ja negatiivsed ioonid neutraliseeriksid üksteist. Ionosfäärist kaoksid teda juhtivad kihid. Kaug-raadioside muutuks võimatuks.

Mõnel viisil mõjub ionosfäär ka ilmale.

Hiljuti avastasid õpetlased, et on olemas seos saja kilomeetri kõrgusel olevate ioonide hulga ja õhurõhu vahel maapinna lähedal.

Märgati, et ka stratosfääri osoonekraan võtab osa ilma tegevusest: frondi ülemineku eel muutub stratosfääri osoonisisaldus.

Kõigest sellest jutustatakse prof. I. A. Hvostikovi huvitavas artiklis, mis on trükitud «NSV Liidu Teaduste Akadeemia Teataja» 1948. aasta esimeses numbris.

Nii hakkavad teadlased kompima uusi teid, mis viivad troposfäärist stratosfääri, sealt aga Päikese juurde ja päikeselaikude sügavusse.

Tõenäoliselt on mingisugune sugulus tormide vahel Päikesel ja Maakeral, vihma kandvate maiste tsüklonite ja Päikese hõõguvas atmosfääris esinevate keeriste vahel.

Võib-olla siit just leitaksegi võti mõistatuse lahendamiseks: kuidas sõltub maapealne ilm sellest, mis toimub ionosfääris ja veel kauge-

mal — Päikesel? Siis aga hakkab sünoptik ennustuste koostamiseks kandma kaartidele ja graafikutele mitte üksnes meteoroloogia- ja aeroloogiajaamade, vaid ka ionosfääri kõrgustest saadud andmeid.

Praegu aga ei aita ionosfääriteenistus sünoptikuid, vaid aitab raadiotelegrafiste.

Peale ilmateenistuse on nüüd ka ionosfääriteenistus. Ta jälgib ionosfääri ja annab prognoose: millal muutuvad raadiosignaalid kuuldavaiks ja millal raadioside katkeb ionosfääris toimuvate muudatuste tõttu.

Sajad instituudid ja observatooriumid ning tuhanded jaamad jälgivad loodusjõudude elu, vaatlevad ja uurivad neid.

Kuid selleks, et uurida loodust, on vaatlustest üksi vähe. Siin on vajalik ka katse.

Näitejuht või pealtvaataja.

Loodust vaadelda — see on niisama hea kui olla pealtvaatajaks teatris. Igal hommikul tõuseb tähtedega ülekülvatud eesriie ja algab uus vaatus.

Kuidas nimetatakse tänast etendust?

Kas lihtsalt «Ilus ilm» või «Äike vihmavalingu ja rahega»?

Või kavatseb loodus ehk esitada tragöödiat nimetuse all «Orkaan» või «Üleujutus»?

Harilikult ei sega pealtvaataja end sellesse, mis toimub laval. Mõnikord ta küll tahaks hoiatada Desdemonat teda ootava ohu eest või selgitada Lenskile, et tal on täiesti mõttetu võidelda Oneginiga duellil. Kuid pealtvaataja peab kindlalt meeles, et ta on pealtvaataja ja tema asi on vaadata ning vaikida.

Looduse teatris on teised reeglid. Siin võib pealtvaataja olla mõnikord näitejuhikski.

Õpetlane mitte üksnes ei vaatle loodust, vaid segab end ka tema tegevusse. Sageli ta püüab muuta näidendit, et teada saada, milline lahendus tekib. Ta ei istu paigal, vaid luusib mööda lava ja vaatab isegi kulisside taha.

Kui õpetlane tahab teada, mis toimub, kui kohtuvad hape ja metall, ta ei oota, et loodus lavastaks talle selle näidendi. Oodata tuleks liiga kaua! Ning peale selle, kes teab, kas ongi looduse mängukavas sellist näidendit?

Õpetlane lavastab ise näidendi — asetab metallilaastukesi kolbi, lisab tilgakaupa hapet ja vaatab, mis sellest saab.

Nõnda talitab keemik. Mida peab tegema aga meteoroloog või hüdroloog? Neil ei tule tegelda mitte happetilkadega ega soola-näputäitega, vaid pilvede ja tormidega, jõgede ja meredega, mandrite ja ookeanidega.

Hüdroloog ei saa muuta ookeanide piirjooni või nihutada teise kohta mandreid.

Ent kui katset ei saa korraldada, siis saab teda kujutleda.

Kunagi tahtis Vojeikov enesele selgitada, mis juhtuks kliimaga, kui mägede ja mandrite paigutus Maakeral poleks selline, nagu ta tegelikult on.

Ta võttis appi fantaasia ja kujutles igast küljest kõrgete mägedega äärestatud polaarset mandrit. Ületades seda mäeseljandikku jätaksid meretuuled ta lõunanõlvadele kogu oma niiskuse. Siin oleks alati palju lund. Mandri keskel aga valitseks kuiv, pilvitu, tuuletu ilm. Suvel jõuaks päike pika kuuekuuse päeva kestel tugevasti soojendada poolusel nii maad kui ka õhku, sest mäed tõkestaksid tee külmadele meretuultele. Tähendab: poolusel poleks mitte külm nagu praegu, vaid soe, kui mandrid ja mäed oleksid Maakeral paigutatud teisiti.

Sellist hiiglaslikku katset mägede ja mandrite ümberpaigutamisega poleks võimalik teostada looduses.

Kuid vähema ulatusega katseid õpetlased juba korraldavad.

Alma-Ata lähedal mägedes on meil observatoorium. Selles observatooriumis töötavad hüdroloogid ei suuda ära oodata, millal loodus saadab neile jõulise voolu. Raske on oodata ilma mere ääres. Aga jõulist voolu on veelgi raskem ära oodata. Seepärast hüdroloogid hakkasid mõtisklema: kas mitte korraldada endale katseks väike jõuline vool.

Jõuline vool tekitab suuri purustusi, kui tal õnnestub tungida linna tänavaile. Loodus ei pea kinni tänavaliikluse määrustest. Korraldades aga kunstlikult jõulist voolu võib teda suunata nii, et ta ei valiks oma rünnakuks linna tänavad, vaid ohutuma teekese.

Hüdroloogid leidsid Suurel Alma-Atinkal sobiva orukese. Selles orukeses valiti koht tammi jaoks. Arvutati välja, et kui juhtida jõest vesi orukesse, tõuseb vesi tammi juures küllalt kõrgele.

Tammi võib siis purustada. Vesi tormab mööda orukest, viies kaasa muda ja kive. Tekib pori ja kivide vool. Ta ei suundu nii, nagu talle meeldib, vaid mööda teed, mis talle ette kirjutatakse. Ning aegsasti tema teele asetatud mõõteriistad jutustavad hüdroloogile kõigest, mis sel puhul toimus.

Hüdroloogid koostasid jõulise voolu projekti, mille kinnitas Hüdroloogiateenistuse ülem.

On koostatud tammide ja veereservuaaride projekt. Kuid kas on keegi kuulnud üleujutuse projektist!

Tähendab, võib korraldada katseid mitte ainult laboratooriumi laual, vaid ka maa laial laual, looduse avaruses, mägede ja kuristikkude vahel.

«Planeet» laboratooriumis.

Lugeja võib küsida: milleks aga korraldada katseid sellises hiiglaslikus ulatuses?

Kas ei tuleks odavam ja lihtsam ehitada laboratooriumis jõe, mere ja terve Maakera mudeleid ja uurida looduse elu mudelite järgi?

Nõnda toimivadki inimesed paljudel juhtudel.

Kunagi tegi Lomonossov virmaliste seletamiseks järgmise katse: pumpas õhu klaaskerast välja ja laadis kera hõõrdumiselektriga. Kera hakkas helendama. See kinnitas Lomonossovi mõtet, et virmaliste põhjust tuleb otsida atmosfääris toimuvatest elektrilistest nähtustest.

Meie päevil otsustas õpetlane Birkeland katseliselt kontrollida, kas tõesti päikeselaikudest ja faklitest väljalendavad elektronid kutsuvad virmalisi esile.

Birkeland võttis raudkera ja mähkis selle traadiga ümber. Kui traadist lasti läbi elektrivool, magnetiseerus kera nagu iga elektromagnet.

Selle raudtuuma asetas Birkeland messingkesta. Kesta aga kattis sellise ainega, mis hakkab helendama, kui teda pommitatakse elektronidega.

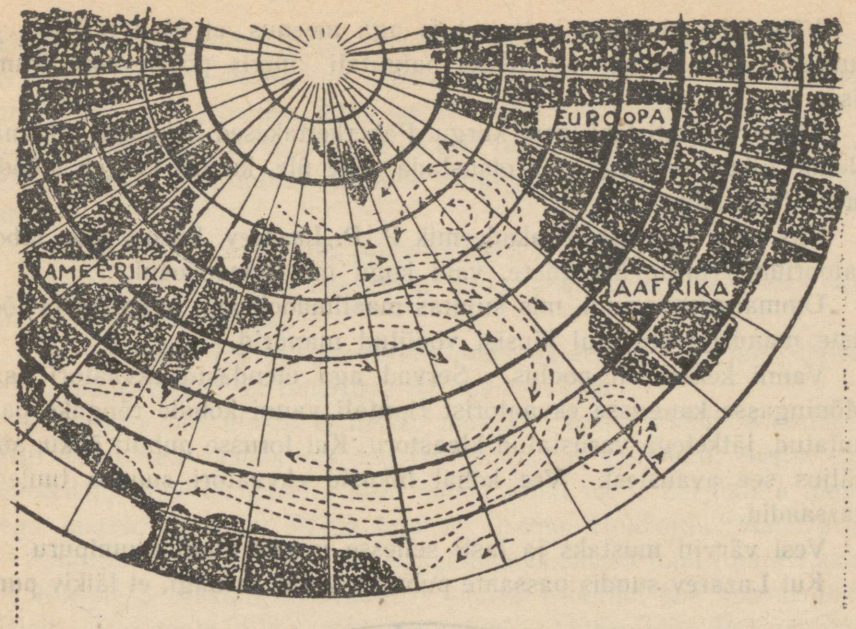
Tekkis «terrella» — «väike Maa» — magnetilise põhja- ja lõunapoolusega.

Nüüd oli tarvis luua «planeetidevaheline ruum» teda läbivate elektronidega.

Planeetidevahelise ruumi osa mängis selles näidendis suur purgimistoru — nende helendavate torukeste sarnane, mida näeme reklaamsiltidel, kuid palju suurema ruumalaga.

Jäi üle ainult paigutada «Maa» planeetidevahelisse ruumi ja alustada etendust.

Kui «Maad» tugevasti magnetiseeriti ja läbi purgimistoru lasti elektronide vool, hakkasid «Maa» poolustel helendama spiraalsed



Läikiv puru ujus mööda musta «ookeani», joonistades hoovusi.

vööndid, mis sarnanesid nende spiraalsete lintide ja drapeeringutega, mida näevad oma peade kohal polaarmaade elanikud.

Nii said teadlased hakkama isegi Maa paigutamisega laboratooriumi.

Kui on tarvis, loovad nad oma nelja seina vahel ookeane, jõgesid ja mandreid.

Meie teadlastel oli vaja tundma õppida tõuse Valges meres.

Valge meri ei kuulu suurte merede hulka. Tõusud temas poleks suured, kui mitte ta «kõri» kaudu ei tungiks sisse ookeani tõusulaine.

Kuidas liigub see laine mööda merd?

Selle tundmaõppimiseks koostasid õpetlased skeemi ja tegid arvutusi.

Ülesande muutsid aga keerulisemaks randade kummalised piirjooned ja ebatasane põhjareljeef.

Otsustati ehitada laboratooriumisse «meri» ja kontrollida arvutusi katseliselt.

Põhi tehti tsemendist täpselt sügavuste kaardi järgi. Siis valati «merre» musta tuššiga värvitud vesi. Pealispinnale pandi aga ujuma valged paberkettakesed.

Võis juba alustada katset. Siis aga meenus, et Maa pöörleb, ja suurema täpsuse saavutamiseks paigutati «meri» pöörlevasse trumlisse.

Tõusuvesi aeti läbi mere kurgu. Paberkettakesed hakkasid liikuma. Nende liikumise järgi võis otsustada selle üle, kuidas kulgeb mööda merd tõusulaine.

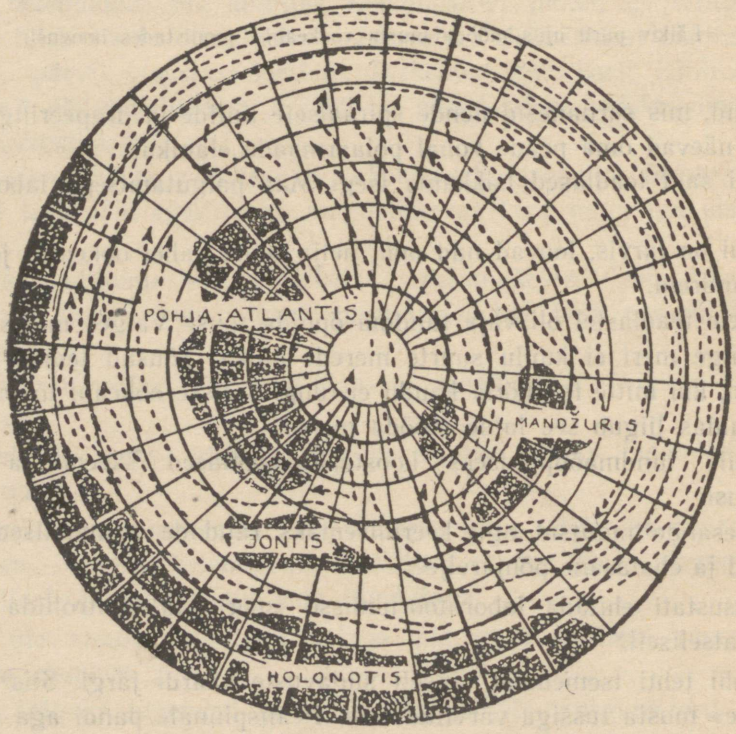
Üks meie õpetlastest, akadeemik P. P. Lazarev, katsus luua laboratooriumis mitte ühe mere, vaid kogu maailmaookeani.

Ümmargusse vanni, mis kujutas maailmaookeani, paigutas ta tõeliste mandrite eeskujul kipsist voolitud mandrid.

Vanni keskel oli poolus. Servad aga etendasid ekvaatori osa. Mõningasse kaugusse ekvaatorist riputati vanni kohale rõngaks painutatud, jätketega varustatud klaastoru. Kui torusse puhuti õhku, siis väljus see avaustest. Vee kohal liikusid ekvaatori suunas tuuled-passaadid.

Vesi värviti mustaks ja lasti sellesse ujuma alumiiniumipuru.

Kui Lazarev sundis passaate puhuma veele, ta nägi, et läikiv puru



«Ekvaatori» juures tekkinud soe hoovus läks vabalt peatumata üle «pooluse».

hakkas ujuma mööda musta «ookeani», joonistades hoovused. Lazarev pildistas oma «ookeani». Ülesvõtted osutusid väga sarnasteks nende hoovusekaartidega, mida on koostanud okeanograafid.

Siin võis kergesti leida meile kõigile tuttava Golfi hoovuse ja selle, kellaosutile vastassuunas liikuva ringhoovuse, mis uhab Aafrika randu.

Siis teostas Lazarev veel julgema katse.

Ta otsustas taastada hoovused, mida enam pole, kuid mis olid miljoneid aastaid tagasi.

See tähendas korrata laboratooriumis näidendit, mis juba miljoneid aastaid tagasi oli repertuaarist maha võetud.

Lazarev voolis kipsist muistsed mandrid, mis geoloogide oletuste järgi olid olnud olemas siis, kui veel polnud ei Euroopat, Aasiat ega Ameerikat. Maailmaookeani veed uhtsid tollal meile harjumata nimedega mandrite randu: Põhja-Atlantis, Iontis, Holonotis, Mandžuris.

Paigutanud need «mandrid» «maailmaookeanis» laiali, pani Lazarev liikvele passaadid. «Ekvaatori» juures tekkinud soe hoovus läks vabalt, peatumata üle «pooluse», luues katkematu veeringvoolu ekvaatorilt poolusele ja tagasi ekvaatorile.

Katse näitas selgesti, et tollal ei olnud polaarmaade kliima mitte külm nagu praegu, vaid soe või isegi kuum.

Sellest iidsest ajastust otsustas Lazarev astuda hilisemasse aega, mil Euroopa ja Ameerika olid juba olemas, kuid olid ühendatud üheks suureks mandriks.

Ning uuesti näitas katse, missugused hoovused olid tollal. Soojad veed ei saanud tungida pooluseni ja uhtsid ainult suure mandri lõunapoolseid servi. Tähendab, kliima oli tollal meil Euroopas hoopis karmim kui praegu.

Alles siis, kui Euraasia ja Ameerika nihkusid kõrvale, andes viisakalt teed Golfi hoovusele, muutus kliima selliseks, nagu ta on praegu.

Nõnda proovis õpetlane ehitada laboratooriumis planeedi masinat. Sel oli ainult kahvatu sarnasus keeruka mehhanismiga, mis eksisteerib tõeliselt. Aga sellinegi lihtsustatud mudel aitas teadlasel tungida looduse saladustesse ja mõista, kuidas muutub planeedi masina käik ning mispärast kliima Maakeral ei jää muutumatuks.

«Jõed» laboratooriumis.

Ikkagi peab teadlane meeles pidama, et planeedi mudel pole planeet ja et torm ookeanis erineb tormist veeklaasis.

Polegi nii raske ehitada laeva mudelit. Kui te ehitate ta ühe kahekümnendiku suuruses loomulikust suurusest, siis te peate vähendama kõiki osi kakskümmend korda: mastid, purjed, rooli ja ankru.

Kuid ookeani või isegi jõe mudeliga on olukord teine. Oletame, et me ehitame Volga mudelit. Volga pikkus on tuhandeid kilomeetreid. Ta tuleb kogu ulatuses mahutada väga suurele lauale.

Kui teeme Volga mõne meetri pikkuseks, siis ta laius moodustaks ainult murdosa millimeetrist ega oleks suurem niidi läbimõõdust. Sügavusest ei maksa aga kõneldagi, sest seda peaaegu ei olekski.

Sellise mastaabi puhul mudelit lihtsalt ei saa.

Tähendab, mitte iga eset ei saa kujutada täpse mudelina.

Et aga siiski ehitada laboratooriumis Volgat, tuleb unustada täpsus ja võltsida: vähendada pikkust miljoneid kordi, laiust aga, ütleme, ainult tuhat korda. Volga saab siis paarikümne sentimeetri laiune. See juba ei ole enam niidike, vaid päris ojake.

Milline tuleb aga selle ojakese sügavus? Kui me sügavust vähendame tuhat korda, ulatub meie Volga sipelgale põlvini.

Tuleb jällegi võltsida: laiust me vähendame tuhat korda, sügavust ainult sada korda.

Siis meie jõel ei ole küll kuigi palju sarnasust Volgaga, kuid ta kujuneb vähemalt jõe taoliseks.

Kuid jõgi — see pole ju ainult jõesäng. Jõgi kogub vett nagu andamit kõigilt ümbruskonna tasandikkudelt ja küngastelt. Vesi ruttab jõe poole mööda maad ja imbub maa alt pinnase terakeste vahelt.

Tähendab, on vaja vähendada ka iga liivatera mitu korda.

See kuulub aga selliste ülesannete hulka, mida suudaks lahendada ainult muinasjutuvõlur.

Liivateradele tuleb ilmsesti jätta nende tavaline suurus.

Nii tekib Volga koopia, mis erineb tugevasti originaalist. Ja mida kaugemale, seda märgatavamaks kujuneb see vahe originaali ja koopia vahel.

Siin muutub iga vee poolt ärakantud liivatera suure kivi sarnaseks. Kivid-liivaterad hakkavad settima põhja. Jões tekivad madalikud ja saared seal, kus nad sugugi ei peaks olema. Meie mudel omandab niivõrd fantastilise kuju, et isegi vilunuim Volga kaptenitest ei tunneks temas ära oma Volgat.

Kuidas siis toimida?

Kui ei saa jätta mastaape päris moonutamata, tuleb neid moonutada võimalikult vähe.

Nii meil kui ka välismaal on jõesängi laboratooriumid, kus mudelite põhjal uuritakse jõesängi elu.

Et kunstlik jõgi sarnaneks loomulikuga, ei võeta mitte terve jõgi, vaid ainult lõik temast, kuid see-eest püütakse selle lõigu mudel teha suurem.

Laboratooriumid võistlevad omavahel mudelite mõõtmeis.

Sõjaeelseil aastail purustas rekordi Kuibõševi laboratoorium. Seal võib lasta läbi renni, mis kujutab jõesängi, igas sekundis viis kuupmeetrit vett. See pole enam ojake, vaid päris jõgi.

Ma olen veendunud, et mõne aasta möödudes tekib meie maal hüdroloogiline katsebaas.

See kujuneb hiiglaslikuks laboratooriumiks või pigemini laboratooriumide grupiks kümnete ruutkilomeetrite suurusel pindalal.

Baasi territooriumile tulevad omad jõed ja järved.

Seal võib uurida vee käitumist looduses — maa peal ja maa all, tasases ja künklikus paikkonnas, aasal ja metsas, nurmel ja soos.

Kuid peaasi — seal saab korraldada katseid ja ehitada mudeleid suurtes mõõtmetes.

Igas laboratooriumis on katselauad. Katsebaasis tulevad mõõtmeilt linnaväljakutega võrduvad «laboratooriumilauad»: pikkuselt ja laiuselt kümneid ja isegi sadasid meetreid.

Niisugustel väljakutel võib ehitada jõgede mudeleid, mõõtmeid peaaegu moonutamata.

Harilikud laboratooriumid võtavad vett veevärgi kraanist. Siin läheb aga mudelite jaoks vaja nii palju vett, et järv tuleb toestada tammiga ja suunata temast vesi kunstlikkudesse jõgedesse — kunstlikku Volgasse või Dneprisse.

Läbi sellise kunstliku jõesängi saab lasta hoopis rohkem vett kui Kuibõševi laboratooriumis.

Katsebaasi tuleb ka selline kanal, kus vee kiirust võib viia kõige kiiremate jõgede kiiruseni Kaukasuse mägedes.

Kaukasuse mägijõed hakkavad voolama tasandikul põhjamaiste metsade vahel.

Uurija võib oma tahtmise järgi sundida oma kunstlikku jõge vedama või ära heitma uhtematerjalide koormat, võib teda kord rahustada, kord lasta uuesti vabaks.

Hiiglaslikku laboratooriumi tulevad ka teised katseseadmed.

Kui me looduses jälgime vihmavee äravoolu, siis teame, et me ei saa kutsuda oma tahtmise järgi esile vihma, tellida vajalikes mõõtmeis vihmapiisku, kallutada aasa või põldu, et vesi voolaks kiiremini ära.

Laboratooriumis aga on see võimalik. Uurija käsutab: «Anda valingvihma!» Ja otsekohe valab vihma tekitav seadeldis sadade ruutmeetrite suuruse väljaku vihmajugadega üle. Uurija käsib: «Lõpetada valingvihm, anda uduvihma!» Ning väljaku kohal hakkab udutama vihma just nagu novembrikuul.

Piisab ühest kangipöördest, et asetada äravooluväljak soovitud nurga alla horisondi suhtes.

Kas on õnnestunud kellelgi viibida oja sünni juures? Kas võib keegi öelda, et ta on jälginud kogu jõe elu, alates hetkest, mil vihma ajal tekib maapinnal esialgne tillukeste, just nagu mänguojakeste ja -jõekeste peenim võrk?

Siin, äravoolu laboratooriumis, võib seda mitte ainult näha, vaid ka pildistada, uurida, mõõta. Siin võib oma silmaga vaadelda vihmapiiskade elukäiku nende teel jõe juurde.

Näe, piisad langesid puu lehestikku. Teie raputate puud. Tilgad varisevad maapinnale. Mida aga tähendab: raputada vihmast märga puud? Kas lehtedesse jääb palju vett pidama?

Seda on tarvis mõõta, kui me tahame kujutleda vee ringkäiku kõigis ta üksikasjades.

Kuipalju küll on vihmapiisa teel tõkkeid ees! Näib nagu oleks ta maandunud aerodroomil — ta langes maapinnale. Kuid siin alles algab takistusjooks.

Kui vihm läks üle küntud põllu, peatub vesi kõikides aukudes ja lohkudes mullakamakate vahel, mida ader on üles pööranud. Ning oma rännakut jõe poole saab vesi jätkata alles siis, kui augukesed täitudes hakkavad üle ajama.

Kõike seda me oleme näinud tuhat korda. Kuid nägemisest üksi on vähe. Seda tuleb mõõta.

Alles siis, kui kogu vee teekond jõeni on kontrollitud ja mõõdetud, võib kindlusega anda hüdroloogilisi ennustusi ja öelda täpselt ette iga vihma tulva.

Selleks luuaksegi katsebaasis äravoolu laboratoorium.

Kuidas liigub aga vesi maa all?

Seda on tähtis teada niihästi agronoomil kui ka tee-ehitajal.

Me kõik teame, et pinnas kuivab kevadel. Kuidas ta aga kuivab? Kuhu kaob vesi? Seda ei kujutle igaüks selgesti.

Veeaur ei lähe ainult üles, vaid ka alla — pinnase alles külmadesse sügavustesse, mis nagu jahutajad tihendavad selle auru veeks.

Sügisel aga, kui päike peitub pilvede taha, saab maa vähe valgust. Ülal maapinna juures jahtub pinnas kiiremini kui sügavuses. Pinnase niiskus liigub siis alt ülespoole.

Kogu seda maa-alust majapidamist peab hästi tundma taimede sõber — agronoom.

Ja ka tee-ehitaja ei tohi olla pime.

Tee ainult näib surnuna. Temas on liikumine, ta elab keerulist elu. Isegi kõige kuivema ilmaga liigub vesi teetammis nägematult.

Mõnes kohas liigub vesi, täites kõik pinnase poorid. Teistes kohtades näib pinnas juba kuivana ja nähtamatu niiskuskile katab roomates iga pinnasekamaka ja -terakese.

Miks ligunevad teed ja muutuvad läbipääsmatuiks? Millest tekib teedelagunemine?

Kõike seda on tarvis uurida.

Kolm laboratooriumi — jõesängi, äravoolu ja pinnase laboratoorium — hakkavad uurima katsebaasis vee liikumist.

Kuid vesi on ka liikumatu, kui ta muutub jääks.

Katsebaasis saab olema ka jää laboratoorium.

Jää laboratooriumis.

Igaüks on näinud jääd jõel. Kuid jää ei teki jõel mitte ainult pinnale.

All põhjas kasvab meie silmadele nähtamatult põhjajää. Me näeme teda ainult siis, kui ta tõuseb pankadena üles. See salapärane veealune elanik põhjustab meile palju ebameeldivusi. Tükk põhjajääd, sattudes turbiini, võib peatada hüdrojõujaama.

Kuidas saaks näha põhjajää tekkimist ja kasvamist? Ei saa ju ometi istuda tuukriülikonnas vee all!

Aga lobjak! See on samuti hüdrotehnika vaenlane. Ta jätab veeta hüdrojõujaamad ja veejuhtmed, ummistades nende võred jääsupiga.

Et jälgida jää sündi jões, et kutsuda mistahes ajal ja ükskõik mis liiki jää puhul esile üleni kinnikülmumist ja jääminekut, läheb samuti vaja eri laboratooriumi.

Seal tuleb valmistada kunstlik jõgi — kümneid meetreid pikk kinnine kanal.

Selle kunstliku jõe kohal hakkab puhuma kunstlik tuul, mida võib soovi kohaselt esile kutsuda või lõpetada, teha külmaks või soojaks, kuivaks või niiskeks.

Seistes juhtimispuldi juures hakkab uurija muutma oma jõel mitte ainult ilma, vaid ka aastaaega: ta teeb talve kesksuvel ja suve kesktalvel. Vaadates mõõteriistale võib ta kohalt lahkumata mõõta vee temperatuuri ja õhu temperatuuri vee kohal mitmesugustes punktides.

Ta võib asetada jõkke veepuhastuse võre ja vaadata läbi akna, kuidas see ummistub jääsupiga või kattub sisemise jääga.

Uurides jääd laboratooriumis hakkavad inimesed otsima ikka uusi ja uusi meetodeid temaga võitlemiseks.

Paljusid kordi on jää ummistanud Arktises laevatee. Et rajada teed karavanile, läheb ees jäämurdja ja purustab jää oma raskusega. Tekib küsimus: kuidas on parem purustada jääd, kas kiirete, aga tugevate löökidega või mitte nii väga suure, kuid aeglaselt mõjuva koormusega? Katse peab näitama, milline koormus purustab kiiremini.

Pole kerge võidelda merel jääga. Õhus on jää aga veel kohutavam. Kuidas saada jagu lendurite vaenlasest — jäätumisest?

Õli- või seebiveetilk muudab jääkristallide ehitust. Määrides tiivad ja propelleri kokku õli või seebiga võib päästa lennuki jäätumisest. Ka seda on tarvis korralikult laboratooriumis uurida, et võiks kindlalt öelda: meie ei karda jäätumist!

Kuid alati pole jää meie vaenlane. Ta on vahel ka sõber.

Mööda jääteid veetakse juba paljusid aastaid koormaid meie põhjapoolsetes metsades.

Jää-autotee aitas meid sõja ajal.

Ja mida paremini me õpime tundma jääd, seda rohkem kasu me suudame ammutada sellest tutvusest.

Kaks sajandit tagasi ehitati Peterburis jäämaja, kus peeti kuningliku narri ja ta pruudi pulmi.

Praegu aga soovitavad insenerid ehitada jäämaju hoopis muuks otstarbeks kui ajaviiteks. Nad ütlevad, et jää on samasugune mineraal nagu teisedki, kuid igal juhul mineraalidest kõige odavam.

Tõsi küll, sellel veest kivil on üks tõsine puudus: kui tuleb sula, ta lakkab olemast kivi ja hakkab sulama.

Seepärast siis ehitatigi temast algul üksnes ajaviiteks. Noh, oleks meie majad ikka toredad küll, kui ehitaksime nad sulavatest tellistest!

Te näiteks saabute linna, otsite maja numbri järgi, maja aga pole. Kus on maja? Ära sulanud!

See on veel hullem kui tulekahju. Tulekahju esineb harva ja tuld võib kustutada veega. Sula eest aga ei saa ära minna ja vett tulega kustutada ei saa.

Ja ometi kõnelevad insenerid — jäätehnikud, et jääst võib ehitada mitte ainult maju, vaid ka veetammi. Muidugi mitte Krimmis, vaid põhjas — jää kuningriigis. Krimmis oleks jäämaja ühepäevamajaks. Põhjas ta võib aga püsivalt seista.

Kevadine soojus tungib põhjagi. Kuid seal võib selleks juhuks võtta tarvitusele vastavad abinõud.

Jääst tammi võib näiteks katta turbaga, sest turvas kaitseb teda päikesekiirte eest. Kui tamm suve jooksul sulabki mõne sentimeetri võrra madalamaks, võib teda talvel jälle juurde kasvatada.

Jääl on ka teine ebameeldiv omadus: ta sulab koormuse all. Mägedes graniidikihid seisavad paigal, jääkihid aga roomavad jäätõgedena — jääliustikkudena.

Mis võib meil tulemuseks olla? Me ehitame jäähoone, see aga hakkab nihkuma.

Kuid paigaltnihkumisega võib tulla toime, kui ainult paremini orienteeruda selles, mis on jää.

Kui me tahame teada saada, mis toimub inimese sisemuses, siis valgustame teda röntgenikiirtega. Ka jääkristallikesi võib röntgenikiirtega läbi valgustada, et näha, kuidas nad koosnevad aatomeist.

Kuid seegi pole veel kõik. Kui insenerid uurivad uut ehitusmaterjali, siis nad korraldavad temale tõelise eksami: pigistavad teda, painutavad, murravad. Ning ka jääd tuleb allutada laboratooriumis igasugustele katsetele.

Aja jooksul, kui jäätehnika areneb edasi, me näeme kusagil Igarkas jääst tehaseid, ladusid, hüdrojõujaamu ja jääst paleesid jääst sammastega.

Ning see pole fantaasia. Polaarjoone taga, Norilski kombinaadis, ehitati jääst tamm ja ta kannatas välja kõik proovid.

Meie insenerid arvutavad tammide kallal, mis on võimelised taluma neljakümnemeetrist survet.

Jääst hooneisse soovitatakse püstitada külmutusmasinad.

Sõites kunagi jääšosseel jäälinnast mööda te meenutate tahtmatult lumikindlust, mida te lapsepõlves ehitasite, uisutamist liuväljal, jääst maja vanas Peterburis ja lumest majakest papaninlaste laagris.

Meteoroloogide linn.

Me külastasime äsja hüdroloogide linna, kus keset põhjamaisi metsi Volga hakkab voolama kõrvuti Kaukaasia mägijõgedega, kus talv hakkab saabuma äkki keset suve, suvi aga — keset talve, kus tuul hakkab kuulama inimese tahet ja jääst tehtud tammid ei sula isegi juulis.

Nüüd aga suuname oma teekonna tulevasse meteoroloogide linna.

Lähenedes sellele me näeme juba kaugelt vaatlustorne.

Seal, madalal, seisab sügavasse maasse tõmbunult maamagnetismi paviljon. Seal — päikese paviljon mõõteriistadega, mis ise pöörduvad, et mitte kaotada silmist nende hoole alla usaldatud valgusallikat. Seal aga kunstliku ionisatsiooni paviljon paljude meetrite kõrguseni küündiva vaatlustorniga, millele on seatud üles võimsad nähtamatute röntgenikiirte kiirgajad.

Võimatu on loetleda kõiki selle imeliku linna hooneid.

Kui palju muret on küll ta ehitajail!

Ühes paviljonis kardetakse valgust ja kõik tuleb värvida musta värviga. Teises ei sallita rauda; maja tuleb ehitada vasknaeltega, vaskkatusega ja isegi muld tuleb enne ehitamist läbi sõeluda, et temasse ei jääks mõni raudkruvike. Leidub aga sellinegi paviljon, kus ei kardeta mitte ainult rauda, vaid igasugust metalli, et mitte kuidagi ei hiiliks sisse kutsumata külaline — elektrivool.

Varem oli meil Pavlovskis meteoroloogide linn, mida tunti kogu maailmas. Kuid tuli sõda. Sakslased vallutasid Pavlovski. Kui aga meteoroloogid pöördusid tagasi koju, nägid nad ainult varemeid. Meteoroloogilise paviljoni lasksid sakslased õhku, pannes miinid kõigi nelja nurga alla. Onnid põletati. Niferi kaitse — koonuse, mis kaitses sademetemõõtjat tuule eest, panid nad nalja pärast lähima korstna otsa.

Nüüd aga on tarvis luua uus teaduse linn, mis peab ületama vana. Võtame kas või terasest kõrge vaatlustorni, mis tõuseb seal kõrgemale kõigist hoonetest.

Sellist vaatlustorni polnud Pavlovskis. Aga seejuures on talle määratud väga tähtis ja auväärne töö: ta hakkab uurima hooldamata kihti.

Me oleme korduvalt kuulnud hooldamata lastest ja isegi lugenud neist raamatutes.

Aga hooldamata õhukiht! Temast pole nagu midagi kuulda olnud.

Seepärast ta ongi hooldamata, et tema olemasolust ei teatud ja tema eest ei hoolitsetud.

Meteoroloogiline onn ei näe midagi oma ninast kõrgemale (andestagu mulle karmid kriitikud sellise vaba väljenduse!).

Tuulelipul on kõrgem kasv. Kuid temagi ei tõuse maapinnalt mõningaist meetreist kõrgemale.

Ülal, viiesajast meetrist alates, kombivad õhku raadiosondid.

Mis toimub aga õhukihis tuulelipu ja raadiosondi valdusala vahel? Seda ei tea õieti keegi.

Raadiosond ei saa tegelda hooldamata kihiga, sest ta kihutab kahe-kolme minuti jooksul sellest kihist läbi. Aeglasemalt teda aga lasta ei saa, et mitte venitada ta tõusuaega mitmele tunnile.

Mis siis teha? Kauemaks seda kihti aga järelevalveta jätta kuidagi ei saa.

Ta ei ole vähem tähtis kui stratosfäär, millele viimasel ajal pühendatakse nii palju tähelepanu.

Läbi hooldamata kihi tormavad lennukid.

Hooldamata kihis ja temast kõrgemal valmistatakse teile nagu köögis igapäevane «valveroog» vihma, rahe, udu, selge ilma kujul.

Stratosfääril on maaga vähe tegemist. Maa on temast kaugel. Aga maapinnalähedane kiht sõltub kõiges oma lähimast naabrist — maast.

Maa varustab õhku veega. Maa soojendab teda, andes temale ära soojuse, mida ta ise saab päikeselt.

Maa näib meile rahulikuna, soliidsena. Õhku aga peetakse ammust ajast tuuletallajaks, tuulepeaks.

Kui aga poleks maad, oleks õhk palju rahulikum. Maa on see, kes õhku häirib, temas tuhandeid keeriseid esile kutsub.

Õhk on kõikjal õhk: niihästi metsa ja mere kui ka kõrve kohal. Maa on aga mitmesugune. Ühes kohas on ta kaetud veega, teises — puistatud üle liivaga, kolmandas — kaetud rohuga või varjutatud puude lehestikuga.

Liiv soojeneb ja jahtub kiiremini kui vesi. Metsa lehestik ei soojene nii tugevasti kui liiv. Igal nõol, igal nõlval on oma väike ilmastik, oma temperatuur.

Seetõttu õhkki soojeneb maapinna lähedal erinevalt: ühes kohas

rohkem, teises — vähem. Maa häirib teda, ei anna talle rahu. Soe õhk hakkab tõusma üles, tema asemele voolab külm õhk. Tuuled ja keerised segavad atmosfääri just nagu tuhande nähtamatu lusikaga.

Väikseim keeris, mis keerutab õuel tolmu, ning kõik määratu suured tsirkulatsiooni rattad meie planeedil on seletatavad ühe põhjusega: maa on viinud õhu tasakaalust välja ja õhk võitleb temaga, pannes vastu, püüdes saada jälle tagasi oma tasakaalu, muutuda kõikjal ühtlaselt soojendatuks.

Sellest selgubki, et maa armust ongi õhul selline tuuline iseloom.

See aga on meile suur õnn.

Kui õhk oleks liikumatu, toimuks soojuse loovutamine väga aeglaselt. Sest siis ei oleks tuuli ja keeriseid, mis jahutavad maad, kandes ta soojuse üles.

Maa kuumeneks üle nagu rikkis radiaatoriga mootor.

Soojus ei tõuseks maapinnast üle meetri kõrgemale. Kogu troposfäär oleks meetri paksune. Jalad oleksid teil troposfääris, pea aga stratosfääris. Pea külmuks, jalgadel aga oleks väljakannatamatult kuum.

Vaevalt suudaks ükski elusolend seda taluda.

Kuid kõik voolab, nagu kõneles kunagi filosoof Herakleitos. Õhkki voolab meie kohal. Ta liigub ja kannab maalt saadud soojuse mitme kilomeetri kõrgusele — stratosfääri piirini.

Stratosfääris aga tuleb õhul elada ainuüksi kiirgusenergia arvel.

Meie õpetlased püüavad aru saada, kuidas toimub õhu segunemine troposfääris ja kuidas loovutab ja neelab õhk stratosfääris kiirgusenergiat. Esimese ülesande lahendamiseks on palju ära teinud akadeemik A. N. Kolmogorov ja prof. A. N. Obuhhov, teise ülesande lahendamiseks — Armeenia NSV Teaduste Akadeemia president V. A. Ambartsumjan ja prof. E. S. Kuznetsov.

Kuid tuleb veel palju töötada, et katseliselt läbi uurida, kuidas see kõik toimub looduses.

Ning gigantne terasest vaatlustorn meteoroloogide linnas peab silmas pidama hooldamatut, jälgima seda kihti, kus kõige tugevamalt toimub segunemine.

See on eriti tähtis ilma ettearvutamiseks.

Sest tegeldes oma arvutustega peavad ettearvutajad selgesti kujutlema, kuidas liigub õhk ja missuguste reeglite järgi. Rahulikul, ühtlasel liikumisel on omad reeglid, keerisel — teised.

Torn saab seisma avatuna kõigile tuultele ja aistima peenimate

mõõteriistadega vähimatki tuulehingust, vähimatki temperatuuri langust ja tõusu. Vaatleja aga hakkab jälgima mõõteriista näitusid, seistes paviljonis puldi juures.

Maapinnalähedast kihti tunda ei ole vajalik mitte ainult ilma etteарvutajatel, vaid ka teistel. Maapinna lähedal tekivad udud. Ududest on huvitatud aga lendurid. Kui lennuväli on kaetud uduga, ei saa sinna maanduda. Maapinna lähedal ja maapinnal tuleb tegelda ka jäite ja öökülmadega.

Peab oskama õigeaegselt hoiatada sideteenistujat jäite ja agronoomi öökülmade eest. Aga selleks on jällegi vaja uurida maapinnalähedast kihti, mis seepärast just jahtubki, et teda jahutab maa.

Vaatlustorn ja raadiosond hakkavad siin teineteist täiendama: raadiosond vaatleb õhuookeani ülemisi kihte, vaatlustorn aga alumisi.

Neile lisanduvad ka kinnitatud aerostaadid, lendavad laboratooriumid ja raadiolokaatorid.

Vaadates raadiolokaatori ekraanile võib meteoroloog jälgida looduse näitelaval etendatavat nähtamatut draamat.

Kuid meteoroloog ei taha olla ainult pealtvaataja. Nagu hüdroloogki katsub ta juba segada vahele etendusele, juhtida loodust.

Udude torn.

Esimese Maailmasõja ajal oli selline juhtum.

Läänerindel sadas vihma, mis segas liitlaste pealetungi. Keegi kahtlustas selles sakslasi: kas ei läinud neil korda kutsuda esile vihma mingil kellelegi senitundmatul viisil?

Londonis kutsuti sõjaministeeriumi professor Shaw, inglise meteoroloogiateenistuse juhataja, ja öeldi talle:

«Oletatakse, et sakslased kutsusid rindel välja vihmasajud sihiga takistada meie pealetungi. Kas teie peate seda võimalikuks? Ja kui see on nii, siis leidke mingi vahend, et vihmasadu lõpetada.»

Shaw vastas:

«Loodus vajas mitu nädalat, et kuhjata pilvi ookeani kohal asetsevasse õhku ja pumbata see õhk rindele. Kui sakslased oleksid pannud käima kõik maailma jõumasinad ja ventilaatorid, nad oleksid pidanud sellise töö teostamisega algama Paabeli torni ehitamise ajal.»

Shaw teadis, mis on ilm. Ja ta oli veendunud, et inimesel käib üle jõu kahevõitlus ilmaga.

Ent kas see on nõnda? Kas tõesti peab inimene loobuma ilma taltsutamise lootusest?

Muidugi, loodusjõududest pole kerge jagu saada. Kuid kas ei saaks katsuda neid ässitada üksteise kallale: sundida neid astuma kodusõtta?

Me pole võimelised vältima öökülmi. Kuid me võime kutsuda endale appi udu. Las ta kaitseb meie aedu.

Ent kuidas kutsuda udu? Saata talle järele suits.

Üleliidulisel põllumajandusnäitusel nõnda toimitigi. Öökülmad ähvardasid rikkuda hinnalisi õuna-, pirni- ja kirsipuid mitšuurinlikus aias. Aed täideti eriliiki suitsuga. Suitsu tõttu hakkas maapinna kohal tihenema udu. Uduvaip mähkis endasse aia ja päästis ta külma käest. Arvutati välja, et selline udu tuleb odavam kui soojendada õhku soojendajatega, nagu seda vahel teevad aednikud.

Inimesed õppisid udu välja kutsuma. Teda aga hajutada osutus märksa raskemaks. Ka siin tuli leiutada mingi sõjakavalus. Otserünnak läheb ilmaga võitlemisel alati kalliks maksma.

Lennuväljadel katsuti udu ära ajada, asetades piki maandumisrada naftapõletid.

Muidugi, kui mitte hoolida naftast, on ju võimalik udu hajutada väikesel alal. Kuid kas see on tasuv — kütta tänavat, lasta soojust tuulde?

Sest läheb ju tarvis sadasid tonne naftat, et tuulega, mille kiirus on viis-kuus meetrit sekundis, moodustada udus kilomeetripikkune, saja meetri laiune ja kõrgune koridor.

Aga kas ei saa läbi ilma soojenduseta, leiutada midagi kasulikumat?

Me asetame talveks akende vahele klaasikesed väävelhappe või kaltsiumkloriidiga, et klaasid ei higistaks. Kas ka siin ei saaks tarvitada vett neelavaid aineid?

Kuid seegi ei tasu vaeva. Tuleb kasutada tonne absorbeerivat ainet, et lõigata uttu lennukile hoovõtuks vajalik väljak.

Milles seisab siis asi? Mis meil puudub selleks, et tulla toime uduga? Puuduvad teadmised. Meil on udust ülemäära udused kujutlused. Vihmast aga ei maksa rääkidagi! Me oleme vihmaga juba nii palju aastaid tuttavad ja kohtume temaga küllalt sageli ning ometi jääb ta meile saladuslikuks tundmatuks.

Kui ma lapsepõlves küsisin, millest tekib vihm ja mis on udu, vastasid mulle täiskasvanud: «Hinga vastu külma klaasi, aur jahtub ja tekivad tilgakesed.»

Ma teostasin selle lihtsa katse ja ta kinnitas täiesti seda mitte

just teravamõttelist teooriat, mis kõneleb, et udu ja vihm tekivad veeaurudega küllastatud õhu jahutamisest.

Täiskasvanuna sain imestusega teada, et see teooria pole sugugi nii õige, nagu ma mõtlesin. Selgus, et jahutamisest üksi pole veel küllalt, selleks et aur hakkaks tihenema tilkadeks. Kui võtta täiesti puhas õhk ja seda veeauruga mitte ainult küllastada, vaid kahekordselt üleküllastada, siis läheks vaja kolm kuuekümne nulliga aastat selleks, et ühes kuupsentimeetris tekiks üks pisitilluke tilgake.

Mida on siis veel vaja peale jahtumise?

On vaja, et aurul oleks, millele laskuda.

Minu lapsepõlve katses aur laskus aknaklaasile, millele laskub ta aga õhus?

Teadlased mõtlesid kaua selle üle ja jõudsid veendumusele, et aur laskub peenimatele tolmukübemetele, vabrikukorstnate suitsu osakestele, murdlainetega väljapaisatud või tuulega solontšakikõrbedest toodud imepisikestele soolakristallidele.

Tolmukübe, liivaterake, soolakristallike, suitsuosake — see on aerodroom, millele maandub tilk.

Sellest siis tekibki udu, kui me mähime aiad suitsusse.

Tähendab, kui õhk maa kohal oleks täiesti puhas, kui maa ei varustaks teda tolmuga ega meri soolaga, siis oleks taevas alati pilvitu. Poleks vihma ega jõgesid, poleks rohtu ega puid. Ei oleks ka meid endid. Kui taevas oleks alati pilvitu, poleks kedagi, kes naudiks selget ilma.

Siin on jällegi näide sellest, kui lahutamatult on seotud omavahel manner, vesi, õhk ja biosfäär — Maakera elav kest.

Et mõista kogu planeedi elu, peab õpetlane nägema enda ees mitte ainult kogu planeeti ta ookeanide ja mandritega, vaid ka kõige väiksemat tolmukübet õhus.

Tolmukübemest planeedini on üks samm.

Ja nüüd püstitavad atmosfääri uurivad õpetlased endale uue raske ülesande: uurida läbi peenimate udu- või pilvetilgakeste mikrofüüsika, jälgida, kuidas laskub tolmukübemekesele algtilgake, kuidas tilgakesed valguvad kokku, kuni nad kasvavad suureks vihmapiisaks.

Alles siis, kui inimesed lõplikult mõistavad, mis on vihm, võivad nad välja kutsuda ja lõpetada vihma oma tahte järgi.

Kuid selleks, et tundma õppida vihma ja lähemalt tutvuda vihmapilvega, tuleb püüda see pilv kinni ja panna puuri nagu katseiks määratud merisiga.

Ma nägin sellist udupuuri Leningradis Geofüüsika Peaobservatooriumis. Udu pole merisiga; puur tema jaoks peab olema küllalt suur.

Udukamber Geofüüsika Peaobservatooriumis on kümne meetri kõrgune raudtorn.

Torni seintesse on tehtud ümmargused aknakesed, et võiks vaadata sisse ja jälgida udu.

Kui panna torni vaatleja, siis segab ta katset ja katse teda. Inimkeha hakkab nagu ahi muutma temperatuuri, katsetingimusi.

Vaatlejat aga polegi tarvis panna torni, sest võib korraldada nii, et mõõteriistad teataksid talle juhtmeid kaudu kõik, mida nad näevad. Vaadates mõõteriistade osutitele selgub vaatlejale, kuipalju tal on udus tilku, kas need on suured, kas neil on elektrilaeng ja milline.

Kuid selleks et vaadelda, peab olema, mida vaadelda.

Kuidas paigutada torni udu või pilvi?

Vabas olekus tekib udu siis, kui õhk jahtub. Kuidas aga jahutada õhku kambris?

Toimitakse nii: õhk pumbatakse kambrisse, hiljem lastakse tal aga tulla välja. Ning siin toimub seesama, mis siis, kui lõhkeb autokumm. Kokkusurutud õhk paisub äkki ja muutub sellest külmemaks. Vaatleja, kes vaatab sisse ümmargusest aknast, näeb, kuidas kaob tihedasse valgesse uttu samasugune vastasaken.

Udu elab kahekümne minuti ümber, siis hakkab ta hajuma, sest et õhk soojeneb. Udu eluiga võib aga pikendada, kui katta torni seinad millegiga, mis soojust halvasti läbi laseb.

Me pole jõudnud veel selleni, et teha katseid uduga siis, kui ta hõljub orus, või käsutada pilvi, kui nad ujuvad taevas.

Kuid pilv istub meil nüüd tornis just nagu katseklaasis. Nüüd on ta meie võimuses. Vähendades rõhku me võime «tõsta» pilve igasugusele kõrgusele — kas või kümne kilomeetri kõrguseni.

Ja samal ajal jääb pilv ikka edasi meie juurde maa peale oma katseklaasi.

Kui keemik teeb katseid, siis ta kallab katseklaasi lahuseid, viskab sellesse soolakristalle.

Ning meie raudsesse hiiglakatseklaasi võib samuti panna mistahes lisandeid. Õhule võib segada juurde ükskõik millise koostisega tolmu või suitsu või, vastupidiselt, lasta õhk tolmust puhastamiseks läbi filtri.

Niisuguseid katseid tehti varemgi — väiksema suurusega kambrites. Kui kambris õhk kiiresti hõrenes, tekkis pilv. Kui õhk lasti algul

läbi filtri, siis pilve ei tekkinud — tilgakestel polnud millelegi laskuda. Kuid tarvitses ainult lasta kambrisse natuke suitsu, kui pilv tekkis jälle.

Nii kinnitas katse õpetlaste oletusi.

Keemik, töötades oma laboratooriumis, raputab katseklaasi, segab temas klaaspulgakesega.

Kuidas aga raputada torni, segada temas õhku?

Torni võib asetada lennuki propelleri, et see loksutaks pilve nagu koort, ning võib ka jälgida, kas ei lähe väikesed tilgakesed kokku suurteks vihmapiiskadeks.

Võib aga toimida ka teisiti: katsuda raputada tilgakesi mitmesugust tugevust ja kõrgust omavate helidega, isegi nii kõrgetega, mida kõrv ei kuule.

Vahel juhtub, et välk lööb udukihti ja kohe algab vihm.

Looduses toimuvad sellised sündmused juhuslikult ning igaühel ei õnnestu neid tabada.

Laboratooriumis aga võib korraldada sellist vaatemängu millal tahes, korrata niimitu korda kui tarvis, mõõta, üles märkida, välja arvutada.

On katsutud lasta läbi kunstliku pilve kunstlikku välku. Ning sellest kunstlikust pilvest hakkas sadama kunstlikku vihma.

Mis siin toimus?

Elektrisäde laadis tilgakesed. Ja see aitas väikestel tilgakestel liituda suurteks tilkadeks.

Tilgakesed tantsivad õhus, põrkavad kokku. Kuid neil pole nii kerge liituda. Sageli juhtub, et nad põrkavad üksteisest eemale nagu kummipallid.

Ent kui ühel on laeng «pluss», teisel aga «miinus», siis see soodustab nende tõmbumist.

Et laadida tilgakesi pilves, võib lasta temast läbi nähtamatuid röntgenikiiri. Nähtamatud kiired laevad õhuosakesi. Laetud osakesed — ioonid — laskuvad veetilgakestele ja laevad nad.

Nii sunnivad inimesed looduse ühtesid jõude astuma võitlusse tema teiste jõududega. Et alistada pilvi ja udusid, mobiliseerivad inimesed nende vastu niihästi nähtamatud kiired kui ka kuuldamatud helid ning isegi äikese teevad nad oma liitlaseks.

Kuid see on ju ainult laboratooriumis, katseklaasis, ütlete teie. Kuigi see katseklaas on kolmekordse maja kõrgune, kuid ikkagi jääb

ta katseklaasiks. Ja pilv, millega katsetatakse, pole ka tõeline, vaid kunstlik pilv.

Kuid ärge erutuge. Katsetest laboratooriumis on sageli ainult üks samm katseteni looduses.

Pole kahtlust, et meteoroloogide linna ehitatakse ka ilma aktiivse mõjustamise paviljon. Kunstliku ionisatsiooni paviljonile tekib kõrge torn. Tema tipust hakkavad võimsad kiiritajad saatma nähtamatuid kiiri kilomeetri kaugusele. Ning võimas katapult hakkab paiskama üles ioonide pilvi — ioonidega küllastatud, elektriga laetud õhku.

Kui te olete viibinud Leningradis Kirovi saartel, siis on teil ehk juhust olnud näha teiste tsirkusenumbrite hulgas ka järgmist: langevarjuga inimene visatakse lennukimootori ülespoole suunatud propelleri abil üles. Inimene lendab nagu kork vahuviina pudelilt ja hiljem laskub sujuvalt alla.

Samasugune katapult hakkab töötama ka meteoroloogide linnas, ent mitte selleks, et lõbustada tugevate elamuste harrastajaid, vaid teaduse teenindamiseks.

Millele loodavad, mille poole püüdlevad aktiivse mõjustamise probleemi kallal töötavad teadlased?

Kõige kergem ja kõige lihtsam ülesanne on ioniseerida õhku haigete ravimiseks sanatooriumides ja kuurortides.

Raskem ülesanne on võidelda äikesega. Inimesed võitsid välgu piksevarda ehitamisega. Inimesed õppisid äikest ennustama. Kuid kas ei saa hävitada äikest juba enne tema tekkimist? Mitte lasta tal tekkida! Muuta ta nõrgaks vaikseks purgimiseks, enne kui ta lõikab läbi õhu!

Selle eest avaldaksid meteoroloogidele paljud tänu, esijoones küll kõrgepingeliinide ehitajad. Neile valmistab äike palju meelehärmi.

Kuid kõige raskem on kutsuda esile vihma pilvedest.

Me teame nüüd, et selleks on vajalikud peenimad laetud osakesed, milledele vesi võiks laskuda.

Ning ülesanne seisneb selles, et visalt korraldada katse katse järel mitte ainult udude tornis, vaid ka looduse avaruses.

Veel üks — viimane — ennustus.

Kui kirjanik jutustab väljamõeldud lugu, ehitab ta selle üles kõigi oma meisterlikkuse seaduste järgi: algul tutvustab ta lugejale tegelasi, kirjeldab tegevuskohta ja -aega. Kohe selle järel või isegi üheaegselt sellega antakse raamatus ka seos: tegelased astuvad võitlusse

omavahel või loodusega või ühiskonnaga. Võitluse pinge üha kasvab, kuni lõpuks viib otsustava momendini, lahenduseni. Võitlus lõpeb ühe või teise poole võiduga. Kõik, mis oli selgusetu, selgub. Kõik saladused avanevad. Ja raamat lõpeb õnnelikult või õnnetult nende kangelaste suhtes, kellele lugeja tunneb kaasa.

Hoopis teissugune on lugu käesoleva raamatuga. Temas jutustatu pole välja mõeldud. Autoril ei olnud tarvis midagi välja mõelda. Ja ta ei kahetse seda: sest tõde on sageli ebatavalisem igasugusest väljamõeldisest.

Teie ei leia Jules Verne'il udude torni. Ning üheski fantastilises romaanis pole asustamata saarelt ilmateateid saatvat Robinsonist automaati.

Kaks teaduse linna — hüdroloogide linn ja meteoroloogide linn — pole ka minu fantaasia. Siin osutusid insenerid leidlikumateks kui romaanikirjanikud. Ja ometi on paremus romaanikirjaniku pool. Ta võib viia oma romaani lõpule.

Kuidas aga viia lõpule, lahenduseni, väljamõeldisteta romaan, mis jutustab inimese tõelisest võitlusest loodusega?

Kuidas avastada saladus, mida kangelane pole veel avastanud?

Selle raamatu kangelane oli esimestes peatükkides nõrk, tume, abitu olend. Ta kartis iga kõuekärgatust ja tõi ohvrit merejumalaile, enne kui asus meresõidule.

Pärast ta hakkas paremini aru saama, mis on ilm. Ta õppis nägema nähtamatut. Ta sai teada, et ilm pole ainuvalitsev võidutseja, vaid ta ise allub loodusseadustele.

Inimene läks ikka edasi võimu poole ilma, vee ja tuule üle. Ta õppis ennustama torme ja üleujutusi, ehkki ta veel nüüdki mõnikord eksib.

Raamat hakkab lähenema lõpule, aga lahendust pole näha. Tõeliselt on süžee alles lähenemas otsustavale hetkele.

Kõik neli loodusjõudu töötavad juba inimese kasuks.

Maa rõivastab ja toidab teda, annab talle materjale ehituste jaoks ja kütet masinaile.

Tuul keerutab tuulikute ja tuulejaamade tiibu.

Jõevesi paneb käima turbiine.

Päike kuivatab puuvilju, sulatab väävlit välja, pumpab vett.

Isegi meri asub juba kasulikule tööle.

Kui te kunagi külastate Musta mere hüdrofüüsikalist jaama, siis näete seal väikest lainete pumpa. Kivide vahele on kinnitatud mürsu

kestast tehtud silinder, milles liigub edasi-tagasi kolb, pumbates vett. Kolbi aga tõukavad lained, põrgates vastu puhvri ümmargust taldrikut, mis asetseb kolvivarda otsas.

On leiutatud teisigi lainete masinaid. Meri sunnib tõusma ja langema ujukit või tiirlema vesiratast.

On olemas ka tõusude jaamad. Seal püütakse tõusude vesi basseini, kuid tagasivoolamisel sunnitakse teda sooritama ülesannet — ta peab turbiini ratast ringi ajama.

Meri on juba ükskord vaba loodusjõud, kuid temalgi on saabunud aeg alistuda inimese tahtele.

Inimene püüab alistada ka taevas sõudvaid pilvi.

Ent siin on ta edusammud alles päris väikesed.

Mida tähendab väike kunstlik pilveke udukambris, võrreldes mõõtmatute pilvemassiividega, mida kannab endaga õhumass!

Vihma esile kutsuda on aga veelgi raskem kui luua pilvi.

Me kaitseme põlde suhhoveide eest metsaribadega. Me võitleme edukalt põua vastu, aretades põuakindlaid taimeliike, suurendades veevarusid pinnases niisutamisega ja lume kinnipidamisega, teostades õigesti ja õigeaegselt põllutöid.

Kamennaja stepis — Volga ja Doni vahel — eraldasid meie õpetlased põllud ruutudeks laiade metsavööndite abil. Mets ja temaga kooskõlastatud heintaimede külv muutis kuiva, veetu stepi õitsvaks, viljakandvaks oaasiks. Isegi tugeva põua korral annavad rukis ja nisu siin kõrget saaki.

Nõnda võitlevad meil inimesed põuaga, muutes maa ilmet.

Kas me võime aga pöörata tsirkulatsiooni ratast, et suunata põuastesse oblastitesse niiskust kandvaid õhuvoole?

Ei, see on alles ees.

Ning ma kardan, et mul tuleb katkestada oma jutustus hulk aega enne otsustavat hetke.

Kuidas aga jätta raamat lõputa, lahenduseta?

Lahendust tuleb kujutleda.

Seal, kus tuleb puudu faktidest, jääb üle kutsuda appi kujutlus.

Ma katsun jutustada, kuidas ma endale kujutlen inimese otsustavat lahingut ilmaga. Püüan selles ennustuses olla ustav tõele, kasutades faktide aerodroomi lennuks tulevikku.

Raamatus on olnud palju juttu hüdrometeoroloogiajaamadest. Pole raske kujutleda aega, mil üle kogu maa — mandril ja merel, kõrgel õhus ja sügaval vee all — on paigutatud läbimõeldud, ranges kor-

ras, inimesteta töötavad jaamad. Nende automaatjaamade signaalid lähevad masinate keerulistesse agregaatidesse ilma ettearvutamiseks.

Masinad teevad saadud andmete põhjal vajalikke arvutusi ja annavad ennustajale aluse ta tööks.

Automaadid teevad oma töö. Edasi sõltub kõik juba ennustaja teadmistest ja meisterlikkusest, kes ainult üksi suudab arvestada ilma kõiki peeni erinevusi, kõiki väikesi ja kohalikke üksikasju.

Valmis ennustus kirjutatakse lindile.

Ning kui te tahate teada homset ilma, siis valite telefonikettal vajaliku numbri ja kuulete vastust:

«Moskvas sajab sel ja sel kellaajal nii- ja niimitu millimeetrit vihma.»

Kus on aga see faktide aerodroom, millelt ma lubasin siirduda tulevikku?

Automaatsed raadiojaamad on juba olemas.

Ilma ettearvutamine on praktiliselt juba võimalik. On juba olemas arvutusmasinad, mis aitavad teostada keerulisi arvutusi.

On juba olemas isegi masin, mis arvestab tõuse ja mõõnu aasta peale ette. Teda on hüdroloogide sõnade järgi kergem juhtida kui autot.

On olemas mitu üksikut eri lüli, mille järgi võib kujutleda kogu ahelat.

Kuid jäädes otsekoheseks tahan ma hoiatada lugejat: ei kujune sugugi nii lihtsaks luua masinat ilma ettearvutamiseks.

Palju sajandeid kulus selleks, et lahendada ülesanne tõusude ja mõõnade kohta.

Ülesanne ilma kohta on aga palju keerulisem.

Tõusudes on ainult kolm osalist: Päike, Kuu ja Maa. Kui meil on aga tegemist ilmaga, siis tuleb lauale tuhandeid malendeid. Mängust võtavad osa mitte ainult õhumassid, vaid ka ookeanid, jõed, mäeseljandikud, vulkaanid, metsad, väljad, stepid, merejää, kõrved . . . Osalisi on nii palju, et neid ei jõua loetleda.

Ning sellest olenedes võib mänguvariante olla lõpmata palju.

Tõusude ja mõõnade puhul on meil tegemist taevaste valgusallikate ja kosmosega. Kosmos aga, nagu ütleb üks õpetlane, «peab mõõdukalt pedantset eluviisi». Taevased valgusallikad liiguvad alati ühel ja selsamal teel. See liikumine allub vähestele põhjustele. Planeedi teel pole takistusi, mis võiksid sundida teda pöörama kõrvale või minema tagasi.

Ilma eluviis on aga korratu. Ta käitumisele mõjub hulk põhjusi — niihästi maapealseid kui ka taevaseid, mida ei saa alati tabada ja ette näha.

Kui ilm segab end tõusude kosmilisse mõõdukasse mängu, siis toob ta sinnagi korratusi. Tuul võib ajada vee kaldale ja suurendada tõusu kõrgust. Või vastupidi, ta võib ajada vee ära ja tõus tuleb madalam, kui ta oleks pidanud olema arvutuste järgi.

Kuidas aga taibata, milline tuul tuleb?

Masin arvutab tõusud välja aasta peale ette.

Tuult on aga ööpäevagi peale raske ette arvutada.

Seepärast ma mõtlengi, et masinat ilmade ettearvutamiseks pole sugugi nii kerge luua.

Ja vaevalt ta annab absoluutselt õigeid ennustusi.

Tuleb ju arvutamiseks võtta arvesse ainult peapõhjused ja heita kõrvale kõik juhuslikud, teisejärgulised, mida pole võimalik arvestada. Seetõttu kujuneb ennustuste täidumine alati sajast protsendist väiksemaks.

Vaevalt küll õnnestub hüdrometeoroloogide sõnastikus kunagi asendada väljendit «on oodata» sõnaga «tuleb».

Kuid muidugi, mida kaugemale edasi, seda täpsemaks muutuvad prognoosid. Juba praegu täiduvad ööpäevased ilmaennustused 80—90-protsendiliselt, jõgede veepinna kõrguse lühiajalised ennustused aga 95—98-protsendiliselt.

Inimestel on küllaltki raske saavutada iga ülejäänud täidumise protsenti.

Selle eest aga võivad nad hakata ennustama seda, mida nad praegu ei suuda taibatagi. Nad teavad siis mitte ainult seda, kas hakkab sadama vihma, vaid ka seda, kui palju teda tuleb. Nad ei kõnele: «On oodata soojenemist,» vaid ütlevad, kui palju soojust läheb lõunast põhja või ookeanilt mandrile ja mitme kraadi võrra see tõstab temperatuuri.

Looduse tulude ja kulude raamat saab avatuna lebama nende silmade ees. Ning neil on kerge arvutada, kui palju on soojust või vett läinud ühest lahtrist teise.

Aga kas nad õpivad käsutama oma tahte järgi tulu ja kulu?

Kas nad suudavad kunagi juhtida planeedi masinat?

Alustagem oma lendu tulevikku jällegi faktide aerodroomilt.

Ilmastiku ja kliima loovad päike, õhk, maa ja vesi.

Päikest me ei saa ümber teha. Õhku on raske juhtida. Maa ja

vesi aga on meie käes. Inimene kujundab neid ümber ammust ajast, niisutades kõrbi, raiudes metsi ja kuivendades soid.

Kus soo on kuivendatud, seal pole õhk enam nii niiske, seal esineb öökülmi harvemini, sest kulub vähem soojust vee aurumiseks.

Siberis teeb metsade maharaiumine pinnase soojemaks ja sunnib igikeltsa taanduma sügavamale.

Volgamaa steppides aga kaitsevad metsavööndid põlde suvel suhhoveide ja talvel külmade eest.

Kesk-Aasias sulatab palav suvepäike mäestiku lume. Sulaveed voolavad mägedelt tuhandete ojakeste ja koskedena. Suvine suurvesi kulgeb kõrge lainena mööda jõgesid.

Vesi laskub mäeharjadelt inimese jalgade ette ja inimene juhib selle lugematute teede — niisutuskraavide — kaudu põllule. Piki niisutuskraave ta istutab puid, et nad peaksid tuule kinni ja kaitseksid nagu valvurid vett palavate päikesekiirte eest ega laseks tal põgeneda õhku.

Keset liiva tekib oaas, kus kuumuski ei ole nii suur, kus ka õhk ei ole nii kuiv ega peremehetse tuulgi nõnda nagu kõrves.

Nii kulgeb pikk ahel:

päike — mäestiku lumi — jõgi — inimene — niisutuskraavid — oaas

Kliima on loonud nii jõed kui ka Kesk-Aasia kõrved. Inimene aga käskis jõgedel niisutada kõrbi. Ning põhjuste ja tagajärgede ahel sulgus rõngaks. Kliima oli olnud põhjus, ta muutus aga tagajärjeks.

Muutes sel kombel maa palet muudab inimene kohati kliimat, see tähendab, ka ilma.

Iga uus veereservuaar — Moskva meri, Rõbinski meri — muudab ümbritsevate alade kliimat.

Kui küsitleda klimatoloogi, siis ta ütleb, et siin ei muutu mitte kogu maa kliima, vaid mõne üksiku paiga mikrokliima.

Mis segab meid kujutlemast järgmist sammu?

Meie maal toimub teadusliku plaani järgi maa ilme ümberkujundamine järjest suurenevates mõõtmetes.

Ning kui me pingutame natuke kujutlust, näeme ees selliseid töid, mis muudavad maa kliimat tohutu suurtel aladel.

Teadlased katsuvad juba koostada selliste tööde projekte. Juba Vojeikov mõtles selle üle, mis toimub siis, kui eraldada madal Kara-Bogaz-Goli laht Kaspia merest.

See laht varastab oma merd: pumpab temast välja nii vee kui ka soola. Vesi aurub, sool aga ladestub kallastele.

Kui Kara-Bogaz-Gol eraldada merest, muutub meri rikkamaks niihästi vee kui ka soola poolest. Vee äravool väheneb, juurdevool aga jääb endiseks. Ning seetõttu tõuseb ka merepind. Vesi muutub soolasemaks, see soolasem vesi kattub aga hiljem jääga ning õhk tema kohal on talvel ja sügisel soojem.

Meie päevil on ilmunud veel julgem projekt: sulgeda tammidega Gibraltari merekitsus ja Dardanellid, selleks et sundida merd muutma Aafrika kliimat.

Vahemerel on aurumine igalt ruutmeetrilt suurem kui ta naabritel — Atlandi ookeanil ja Mustal merel. Seepärast on veepind Vahemeres kolmekümne sentimeetri võrra ookeani veepinnast madalam ja viiekümne sentimeetri võrra madalam Musta mere omast.

Ehitades tammid võib saada energiat. Sellest energiast aga jätkub, et muuta pidevaks oaasiks kolm neljandikku Saharast.

Ma ei tea, kas see kunagi teostub. Sahara on meist kaugel. Meil on omad kõrved. Ning meie õpetlased mõtlevad juba ammu selle üle, kuidas võita lõplikult põuda, millega peavad visa võitlust kolhoosnikud Volga-tagustes steppides.

Vesi tuleb meile läänest, ookeanilt. Osa temast sajab alla vihmana kaugel rannikust ja voolab tagasi ookeani. Osa veest aga aurustab pinnas või puude lehestik tema teekonnal itta. See toimub teel mitu korda. Ning mida kaugemale ida poole, seda vähemaks jääb see vesi.

Seepärast ei jätkugi teda meie steppidele Volga-taguses.

Kuidas segada end vee ringkäiku? Kuidas toimida, et teel voolaks vähem vett merre ja enamik veest jätkaks teekonda ida poole?

Ühe projekti autorid soovitavad suurendada aurumist läänes, kus vett on palju; selleks tuleb seal istutada ja kaitsta metsi. Las puud töötavad nagu pumbad: imevad juurtega endasse vett ja annavad ta õhule.

Edelas aga, kus vett on juba vähe, tuleb vähendada ta äravoolu, pidades lund põldudel kinni, peatades tammidega hoogvihmade vett.

Siis jõuab rohkem vett kuivade steppideni. Ning mõne aja möödudes unustatakse Volgamaal, mis on põud.

Paljud vaidlesid selle projekti vastu. Öeldi, et see kõik polevat nii lihtne. Planeedi masin on keerulisem, kui ta mõnikord näib olevat.

Tuuled ei puhu alati läänest itta. On ka põhja- ja kirdetuuli. Kui need hakkavad valitsema, kulgeb vee ülekanne hoopis teist teed.

Ja kuigi vesi jõuab steppideni ja kõrbedeni, siis ei tähenda see, et ta seal hakkab voolama vihmana. Kõrve kohal on õhk nii kuum, et pilved sulavad temas nagu suhkur keevas vees.

Meil asetsevad liivalagendikud Kaspia mere ääres. Vesi on samas kõrval, aga kuipalju teda kõrvele jätkub?

Oli ka teisi vastuväiteid sellele projektile.

Kuid kas asi piirdub ainult selle projektiga? Tuleb veel uusi, rohkem läbimõeldud ja põhjendatud projekte.

Ja mitte ei tule, vaid neid juba ongi.

Võtkem Volgamaa asemel Kaug-Ida. Seal on teine häda: inimesed ei kannata seal mitte kuumuse, vaid külma all.

Vladivostok ei asetse kaugemal põhja pool kui Jalta. Talvel aga on Vladivostokis külmem kui meil Moskvas.

Ohhoota meres takistab jää laevateed. Rannikul püsib kogu suvi udu: päikest saab seal harva näha. Kus aga pole päikest ja on külm, seal kasvab ka vili halvasti või ei kasva üldse.

Kui vaadata kliimakaardile, siis torkab kohe silma isotermide — samasooja-joonte — imelik käitumine.

Juuli isotermid ulatuvad üle kogu maa — Murmanskist Igarkani, Moskvast Jakutskini. Kuid lähenedes Kaug-Idale nad äkki kõverduvad järsult ja lähevad lõunasse — Jakutskist Vladivostoki poole. Tuleb välja, et Vladivostokis — umbes neljakümne-kraadisel geograafilisel laiusel — pole suvel soojem kui Jakutskis, mis asetseb kahekümne kraadi võrra kaugemal põhja pool.

Kuidas õgvendada isoterme? Kuidas muuta Vladivostok Kaug-Ida Jaltaks? Kuidas teha Nikolajevsk Amuuril jäävabaks sadamaks?

Selle üle mõeldakse ammu.

Juba 1894. aastal esitati projekt: eraldada tammiga Tatari väin mandri ja Sahalini vahel. Siis ei saa vesi voolata külmast Ohhoota merest Jaapani merre, kui aga ei ole külma põhjapoolset hoovust, muutub kliima rannikul Nikolajevskist Vladivostokini soojemaks.

Sellist suurejoonelist projekti polnud noil aegadel võimalik teostada. Ent kui ta oleks teostatudki, kasu oleks sellest olnud vähe. Projektis oli viga. Seda märkas admiral Makarov.

Milleks taheti ehitada tammi? Et tõkestada külma hoovuse teed Ohhoota merest. Admiral Makarov tõestas aga, et sellist hoovust looduses ei ole. Ei ole ja ei saagi olla. Vastupidi: pigem võib oletada, et Tatari väinas on vastupidine hoovus — mitte põhjast lõunasse, vaid lõunast põhja.

Jaapani merre voolab soe hoovus Kuro-Sivo. Ning seetõttu on veepind Jaapani meres kõrgem kui Ohhoota meres.

Ent mispärast on sellisel juhul Ohhoota meri nii külm?

Admiral Makarov arvas, et selles on süüdi Amuuri jõgi. Ta suubub väina kitsas kohas ja takistab hoovuse teed Jaapani merest.

Ning juba meie päevil kerkib uus projekt: pöörata Amuur nii, et ta ei suubuks Tatari väina, vaid rohkem põhja poole — Ohhoota merre. Siis avaneb soojale hoovusele tee põhja. Ja kliima muutub rannikualal kuni Kamtšatkani soojemaks.

Ent viga oli selleski projektis. Ka siin oli jäetud midagi tähele panemata: ei pandud tähele tuuli — mussoone.

Mussoonid puhuvad suvel merelt mandrile ja ajavad merevett. Maakera pöörlemine pöörab selle tuulte poolt põhjustatud hoovuse paremale ja ajab vee Ohhoota mere põhjapoolsesse nurka. Ning sealt tuleb piki Ohhoota mere rannikut külm hoovus põhjast lõunasse.

Kaldalähedaste külmade vete kohal ripub udu tiheda linikuna, varjates päikese.

Ja kui me tahame, et rannikuala kliima muutuks soojemaks, peame võitma külma hoovuse.

Kas on see aga võimalik?

Insenerid ütlevad, et on võimalik. Nad soovitavad kaevata kanali Kamtšatka kaelast läbi. Mussoonid jätkavad endiselt külma vee kokkuajamist Ohhoota mere põhjapoolsesse nurka. Vesi aga, selle asemel et minna piki rannikut lõunasse, läheb läbi kanali nagu avatud kraani kaudu Beringi merre.

Kui aga ranniku lähedal pole enam külma hoovust, siis juba ei sega miski Jaapani mere sooja vett minemast läbi Tatari väina.

Isotermid õgvenevad, alludes inimese tahtele.

Udu rannikualal hajub jäädavalt. Hele päikesevalgus valgustab maad. Ning maa kattub põldude ja aedadega.

Tatari väinast hakkab hoovus ära kandma muda ja liiva, millega Amuur ummistab mere põhja Nikolajevski juures. Nikolajevsk muutub sügavaks ja seejuures jäävabaks sadamaks.

Kas pole viga selleski projektis?

Siin on vaja kontrolli, on vaja arvutusi.

Neid arvutusi võib aga teostada.

Vaadake, mida juba tehakse! Vaadake, milliseid arvutusi ja projekte koostavad mitte unistajad ja mitte fantastiliste romaanide autorid, vaid kained inimesed — insenerid ja professorid.

Kui aga lugu on nii, miks siis mitte kujutleda uusi osi tulevastes viie aasta plaanides:

«Kliima parandamine Kaug-Idas.»

«Ohhoota mere isotermide õgvendamine.»

«Kesk-Aasia kõrbede niisutamine.»

Ma ütlesin eespool, et vett ja maad on meil kergem ümber kujundada kui õhku.

Inimene on alles liiga nõrk selleks, et mõelda õhu tsirkulatsiooni juhtimisest.

Tsirkulatsiooni ratast oleks aga meil veelgi raskem peatada kui kihutavat rongi käega kinni pidada.

Kuid kas me jääme siis alati nii nõrgaks?

Prantsuse õpetlane Auguste Comte ütles kord: «Me ei saa kunagi teada taevakehade keemiat.»

Aga kaheksa aastat hiljem avastati spektraalanalüüs. Ja keemikud asusid samasuguse kindlusega uurima Päikese koostist, nagu sel juhul, kui neil oleks õnnestunud Päikest retorti panna.

Ilmastiku juhtimisega võib juhtuda seesama, mis oli spektraalanalüüsi avastamisega.

Alles hiljuti lugesime üliõpilastele koostatud «Klimatoloogia kursusest»:

«Meie teadmiste ja tehnika praegusel arenemisastmel on kliima kunstlik muutmine atmosfääri üldise tsirkulatsiooni mõjustamise teel teostamatu.»

Nii kirjutas 1940. aastal meie tuntud klimatoloog professor J. S. Rubinštein.

Kuid 1940. aastast saadik on paljugi muutunud. Tollal inimesed veel ei omanud energiaallikat, et valitseda ilma. Kuid nüüd on nad juba avastanud selle energia, mis aja jooksul annab neile võimaluse oma tahtmise järgi muuta atmosfääri ringkäiku.

Õpetlased püüavad juba kalkuleerida, kuipalju on tarvis kulutada aatomienergiat, selleks et soojendada külma õhumassi tema koldes või luua kunstlikku tsüklonit.

Selline kalkulatsioon ilmus 1946. aastal kogumikus «Meteoroloogia ja hüdroloogia» nr. 2.

Artikli autor V. P. Pastuhh meenutab seal juhtumit, kui 1924. aastal lähtus Kara merelt külm arktilise õhu laine, mis läbis kogu meie maa kirdest edelasse ja jõudis viie ööpäevaga Gruusiasse. Mitu päeva möllasid Gruusias tuisud. Külm ja lumi hävitasid palju manda-

riini- ja apelsinipuid ning tekitasid palju kahju Gruusia põlluharijatele.

Selle vältimiseks oleks tarvis olnud teostada õhumassi kunstlikku transformatsiooni, soojendades teda umbes kahekümne kraadini.

Kuid selleks oleks kulunud kolossaalne hulk uraani, peaaegu viiskümmend neli tonni.

Soojendada külma õhumassi — see tähendab atakeerida teda otse pähe. Aga kas ei ole siis võimalik leiutada teist meetodit, kaudset haarangut? Kas ei saaks anda loodusjõududele ainult tõuget, et nad töötaksid edasi juba ise.

Artikli autor arvab, et see on võimalik. Et pöörata külma õhumassi ta teelt kõrvale, oleks tarvis muuta Maakera kohal asetsevate õhurõhumägede ja -lohkude asetust.

Kui kusagil Kara merest põhja pool, kas või Severnaja Zemlja lähedal, luua kunstlik tsüklon, siis tõmbaks tekkinud õhurõhulohk endasse raske külma õhu. Maakera pöörlemise tõttu pöörduks õhuvool paremale ja liiguks itta. Ning selle asemel, et voolata edelasse, suunduks külmalaine hoopis teise ilmakaarde.

Seal aga abistaks kunstlikku tsüklonit teine, Obi lahe kohal asetsev loomulik tsüklon. Mõlemad tsüklonid liituksid ja hakkaksid ventilaatorina imema Kara mere piirkonnast külma õhku.

Aga kuidas luua kunstlikku tsüklonit?

Selleks oleks tarvis mitte enam viiskümmend neli tonni, vaid ainult kolmkümmend neli kilogrammi uraani aatomkaaluga 235. Võimas soojuse juurdevool soojendaks õhku suures ruumalas. Soe õhk söötaks üles kuni stratosfäärini.

Tekiks lehter, millesse keerisena pööreldes tormaks kokku ümbruskonna külmem õhk.

Niisiis, inimesed mitte ainult ei unista ilma valitsemisest, vaid püüavad pliiatsiga käes arvutada välja, kuipalju kuluks selleks energiat.

Hiljuti oli mul juhus kõnelda Prognooside Keskinstituudi ühe juhtiva tegelasega.

Ning tema ütles samuti, et võib juba tõsiselt mõelda suureulatuslikust atmosfääriliste protsesside mõjustamisest.

Sama päeva hommikul ma lugesin ajalehest, kuidas ameeriklased, «harjutades» tulevasteks lahinguteks, püüdsid Vaikses ookeanis aatomipommidega uputada korallisaare laguunis seisvat laevastikku.

Ning pärast seda ma istusin Prognooside Keskinstituudi ühes-

kabinetis laua taga ja kuulasin jutustust loodusjõududest kõige võimsama jõu tulevasest rahulikust rakendamisest inimkonna hüvanguks.

Ma kuulasin, ja tahtmatult maalis kujutlus mu silmade ette pilte hiiglaslikkudest võitlustest loodusega.

Ma nägin raadio kaudu juhitavat lennukite eskaadrit. Lennukid lendasid põhja poole, et soojendada seal õhku aatomienergia abil.

Vee ja auru hiiglasambad lendasid üles keeva mere kohal. Jäämäed sulasid ja aurusid. Soojad vihmavalingud voolasid merre seal, kus alles eile olid möllanud tuisud.

Ja kohe selle järel avanesid mu ees keset talve jääkattest vabanenud, silmaga mõõdetamatud veeväljad. Kusagil kaugel sulasid veel viimased jääväljade riismed, kuid juba väljusid põhjapoolseist sadamaist laevad, et mööda otseteed läbida neile sõidukõlblikuks muutunud jäämerd.

Ma nägin ka teisi eskaadreid, mis lendasid Põhja-Atlandile. Neile oli tehtud ülesandeks atakeerida õhumassi otse tema tekkekoldes ja anda talle vajalikud omadused ning suunata sinna, kuhu tarvis.

Ma kandusin mõttes tulevasse ilma juhtimise staapi, kus ühed meteoroloogid, seistes raadiolokaatori ekraani juures, jälgisid juhitavateks muutunud õhumasside liikumist, teised aga kalkuleerisid uute rünnakute plaane, uusi lahinguid loodusjõududega.

Ma nägin hüdrolooge, kes, kummardunud kaardi kohale, töötasid projektide kallal, mille järgi põhjapoolsete jõgede navigatsiooni pidi pikendatama terveks talveks.

Kõrvaltoas töötati välja teist projekti — kevade ja Kesk-Aasia mägede lumesulamise reguleerimist.

Ma liikusin toast tuppa ja igal pool käis töö, kõikjal arvutasid ja kalkuleerisid inimesed mitte ainult seda ilma, mis tuleb, vaid ka seda, mida on tarvis luua.

Vaadake, mida ma kujutlesin, kuulates õpetlase jutustust.

Ning ma nägin selgesti eesseisvat aega, mil taltsutatud loodusjõud muutuvad inimesele kõiges kuulekaks.

Ta annab pilvedele märku — ja need ruttavad kutse peale ta juurde.

Ta annab märku merele — ja tormid vaikivad ta ainsast käeviipest.

Ta pöördub kõrve poole — ja kõrb kattub lillede ja puuviljade vaibaga.

Inimene-hiiglane, kommunistliku ajastu inimene, hakkab valitsema loodusjõude nagu looduse täisõiguslik peremees.

Sisukord.

Lk.

Mis raamat see õieti on? 3

Esimene peatükk. «Tema kõrgus» Ilm.

Mis juhtub, kui unustatakse ilm? 7
Kui Ilm ei ole tujus 10
Silm silma vastu 15
Kaitse ja pealetung 19

Teine peatükk. Nähtamatutest.

Nähtamatu 23
Mõistatused, mida inimesed mõistatasid tuhandeid aastaid 30
Vesi sunnitakse tööle 33
Ilmast, nõidadest ja tähtedest 35
«Kaubandustuultest» ja «hobulaiustest» 40

Kolmas peatükk. Kuidas nähti nähtamatuid.

Nähtamatu asetatakse kaalule. Nähtamatule pannakse kraadiklaas 43
«Ilmaklaas» 49
Teaduse sõbrad 52
Esimestest vene hüdroloogidest ja meteoroloogidest 54
Ilma portree 58

Neljas peatükk. Tuulte ja tormide seadused.

Teine võti vana mõistatuse lahendamiseks 61
Maa ja meri mängivad palli 64
Ilma maastik 65
Tuulte ja tormide seadused 67
Vene meteoroloogid sammuvad esireas 70
Meremeeste teadus 73
Ühe meteoroloogi saatus 77

Viies peatükk. **Kolm maailma.**

Lk.

Vaateväli 85
Maapealses maailmas 93
Veealuses maailmas 104
Maa all ja maa peal 112

Kuues peatükk. **Planeedi masin.**

Masina joonis 119
Mandri keskküte 123
Ohumassi elu ja seiklused 126
Kujutletavatest ja tõelistest hädadest 131

Seitsmes peatükk. **Tuhandete silmadega.**

Kuidas inimene õppis jälgima loodusjõude 136
Vaatleja läheb vaatlusväljakule 141
Teated jooksevad 147
Ilm õpib kirjutama 151
Kolmas mõõde 153
Inimestest ja jõgedest 161

Kaheksas peatükk. **Jõgedest, meredest, lumistest tippudest.**

Kurbmäng jõel 166
Jõgi vastab küsimustele 171
Sinine meri 175
Lumistest tippudest 184
Robinsonist automaat 189

Üheksas peatükk. **Reis homsesse.**

«Homme Moskvas...» 197
Sünoptik vaatab kaardile 201
Rongidest ja tsüklonitest 208
Tuleviku ettenägemine 212
Suurest ja Väikesest Ilmast 215
Mehhaaniline mälu 221

Kümnes peatükk. **Tormide ja üleujutuste ettearvutamine.**

Tõusude ettearvutamine 225
Lahing kolmepäise koletisega 227
Jõe matemaatika 235
Minevik ja tulevik 243
Teated ruttavad 246

Üheteistkümnes peatükk. **Rahu- ja sõjapäevil.**

Lk.

Sõda jõgedega 249
Plaan ja loodusjõud 252
Teadus ja ehitamine 254
Kunst kõike teada 256
Kaart ja paikkond 261
Loodusjõud vaenlasena ja sõbrana 265
Hüdrometeoroloogiline sõda 272

Kaheteistkümnes peatükk. **«Tõrksa» taltsutamine.**

Neli loodusjõudu 277
Näitejuht või pealtvaataja 288
«Planeet» laboratooriumis 290
«Jõed» laboratooriumis 293
Jää laboratooriumis 297
Meteoroloogide linn 300
Udude torn 303
Veel üks — viimane — ennustus 308

Kaanejoonise valmistanud
J. Linnat.
Vastutav toimetaja
V. Leede.
Keeleline toimetaja
E. Uuspõld
Tehniline toimetaja
I. Rammi.

Ladumisele antud 6. X 1949.
Trükkimisele antud 19. XII 1949.
Paber 67×95. 1/16. Trükiarv 3500.
Trükipoognaid 20¼. MB 05292.
Trükikoda „Tartu Kommunist",
Tartu, Ülikooli 21/23. Tellimise
nr. 2173.

На эстонском языке.
М. Ильин, Человек и стихия.

Hind rbl. 7.80

Rbl. 7.80

A-18

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00211733 3