POPULAARTEADUSLIK SARI

G. V. BJALOBŽESKI

LUMI JA JÄÄ

4/24473

A-165581

G. V. BJALOBŽESKI

LUMI JA JÄÄ

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1954

Originaali tiitel:

Г. В. Бялобжеский

Снег и лёд

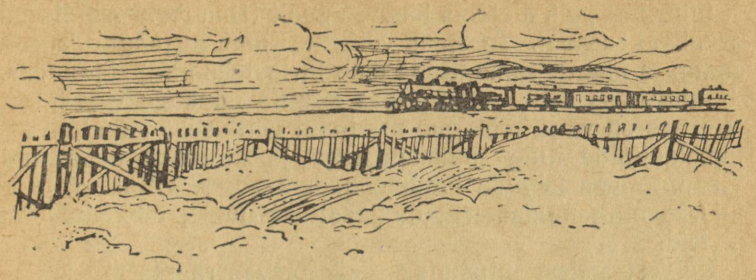
Издание второе

Государственное издательство
Технико-теоретической литературы
Москва 1952

Tõlkinud A. Ravel

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
24473



SISSEJUHATUS

Meie kodumaa on suurim riik maailmas. Tema pindala ületab 22 miljonit ruutkilomeetrit. See on ligikaudu üks kuuendik kogu maakera maismaast.

Tunduv osa sellest hiiglasuurest territooriumist asub põhjapoolsetel aladel. Ainuüksi polaarjoone taga asetseb maa-ala, mis ulatub 7200 km läänest itta ja 1200 km lõunast põhja.

Talv on enamikus rajoonides kauakestev ja karm. Nii kestab ta ühel neljandikul meie territooriumist üle kuue kuu, poolel üle viie ning kolmel neljandikul üle nelja kuu. Leidub kohti, kus lumikatte paksus ületab inimese pikkuse. Mõnedes rajoonides, näiteks Jakuutias, sajab tunduvalt vähem lund, kuid seevastu esinevad väga käredad pakased (rohkem kui 50° alla nulli). Obi ja Jenissei alamjooksul möllavad lumetuisud sageli mitu ööpäeva järjest ning sellise jõuga, et inimesed ei välju majadest, kartes tuisus eksida ning külmuda. Võitlus loodusega on niisugustes tingimustes erakordselt raske.

Vaatamata sellele vallutavad nõukogude inimesed edukalt karme piirkondi, mis kuni Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini olid peaaegu läbi uurimata. Kaugetes põhjapoolsetes ääremaades kaevandatakse nüüd sütt ja naftat, on ehitatud raudteed ja tööstusettevõtted ning kerkinud uued linnad. Igal aastal sooritavad laevade karavanid reise mööda Suurt Põhja-mereteed, mida veel mõned aastakümned tagasi peeti regulaarseks laevaliikluseks kõlbmatuks.

Inimene õppis ületama looduse poolt tema teele veeretatud arvukaid raskusi. Ta õppis võitlema lume ja jääga. Veelgi enam: ta muutis lume ja jää oma liitlasteks ning sõpradeks.

Juhtiv osa selles valdkonnas kuulub nõukogude teadlastele, kes on välja töötanud meetodid võitluseks ähvardavate lumelaviinide ning -ummistustega ja kindlaks määranud viisid, kuidas koguda lund põldudele nende viljakuse tõstmiseks ning kuidas ehitada jääst laoruume, ülekäigukohti ja teid.

Kõigest sellest jutustatakse käesolevas raamatukeses.

I

KUIDAS TEKIVAD LUMI JA JÄÄ

LUMEHELVESTE TEKKIMINE

Looduses toimub vee katkestamatu ringkäik. Aurudes jõgede, järvede ja merede pinnalt, niiskest mullast, rohult ning puude ja põõsaste lehtedelt, tõuseb ta veeauruna ülemistesse õhukihtidesse, tiheneb pilvedeks ning langeb seejärel maapinnale, voolab jõgedesse ja meredesse, nõrgub mullasse, imendub taimedesse ja aurub uuesti. Sõltuvalt tingimusist võib see katkematu protsess kulgeda mitut viisi: kord langeb maale vihm, kord rahe, kord lumi. Et mõista nende nähtuste põhjust, tutvume mõningate vee omadustega.

Vesi võib esineda nii vedelikuna ja gaasina kui ka tahke ainena. Normaalsel õhurõhumisel ja temperatuuril 0°—100° esineb vesi vedelikuna.

Kui vett jahutada kuni 0°-ni, muutub ta jääks. 100° on vee keemistemperatuur. Vesi aurustub igasugusel temperatuuril, kuid 100° juures toimub see väga intensiivselt ja kogu vedeliku mahu ulatuses — vesi keeb. Kõrgemate temperatuuride ja normaalse õhurõhumise puhul võib vesi esineda ainult auruna.

Veeaur on nähtamatu. Valged pilvekesed, mida näeme keeva veega täidetud teekannu kohal, kujutavad endast mitte auru, vaid üliväikesi veepiisakesi, mis on veeauru tihenemise ehk, nagu öeldakse, k o n d e n s e e r u m i s e tagajärjeks. Kui talvel tuua väljast tuppa külm metallese, tõmbub see higiseks. See on samuti toas leiduva veeauru kondenseerumise tagajärg.

Kuidas toimub kondenseerumine?

Õhk ei või sisaldada piiramatul hulgal veeauru. Mida soojem on õhk, seda rohkem veeauru võib temas leiduda, kuid igasuguse temperatuuri juures saabub hetk, kus õhk muutub küllastatuks: 10° juures võib 1 m³ õhku sisaldada mitte rohkem kui 9,5 g auru, 20° juures aga mitte rohkem kui 17 g. Veeauru hulga edasisel suurenemisel muutub õhk ülekküllastatuks, s. o. siirdub sellisesse seisundisse, kus piisab kõige väiksemast põhjusest, et aur hakkaks tihenema veepiisakesteks. Sama toimub ka küllastatud õhu jahenemisel. Madalamatel temperatuuridel piisab küllastamiseks väiksematest auruhulkadest ning seepärast muutub õhk jahenedes ülekküllastatuks.

Täiesti puhast õhku saab küllalt tugevasti üle küllastada, kuid atmosfääri õhk ei ole kunagi absoluutselt puhas: temas leidub alati hügroskoopilisi tolmukübemeid (s. o. tolmukübemeid sellistest ainetest, mis on võimelised külge tõmbama ning endasse imema õhuniiskust), mitmesuguste soolade kristalle ja teisi üliväikesi osakesi. Neid nimetatakse kondensatsioonituumadeks. Auruosakesed tõmbuvad kergesti nende külge ja tihenevad, moodustades tuumade ümber ülekküllastatud õhus kiiresti kasvava veekirme.

Mitte alati ei kondenseeru aur jahenemise puhul veeks. Teatud tingimustel võib ta kohe muutuda jääkristallikesteks. See sõltub auru rõhust ja õhu temperatuurist.

Iga gaas avaldab temas olevatele esemetele rõhku. Merepinna tasemel näiteks rõhub õhk meile jõuga, mis vastab 760 mm kõrguse elavhõbedasamba kaalule. Ka veeauru rõhku mõõdetakse tema poolt tasakaalustatud elavhõbedasambakese kõrgusega (joon. 1).

Kui aururõhk on väiksem kui 4,6 mm elavhõbedasammast, muundub jahtumisel alla 0° ülekküllastuse saavutanud aur jääkristallikesteks, muutumata eelnevalt veeks. Kui aga aururõhk ületab 4,6 mm, tiheneb aur algul vedelikuks, mis sõltuvalt edasisest jahenemisest külmub ja muutub jääks.

Joon. 1. Veeaur rõhub torukeses asuva elavhõbeda pinnale.

Atmosfääri ülemistes kihti-

des on veeauru rõhk väiksem kui alumistes: 3 km kõrgusel näiteks on õhku küllastava auru rõhk peaaegu neli korda, 5 km kõrgusel aga kümme korda väiksem kui merepinna tasemel. Nõukogude Liidu Euroopa-territooriumi keskosa kohal langeb aururõhk suvel juba 4—4,5 km kõrgusel 4,6 millimeetrini. Tähendab, juba selles kõrguses on võimalik auru muutumine jääkristallikesteks.

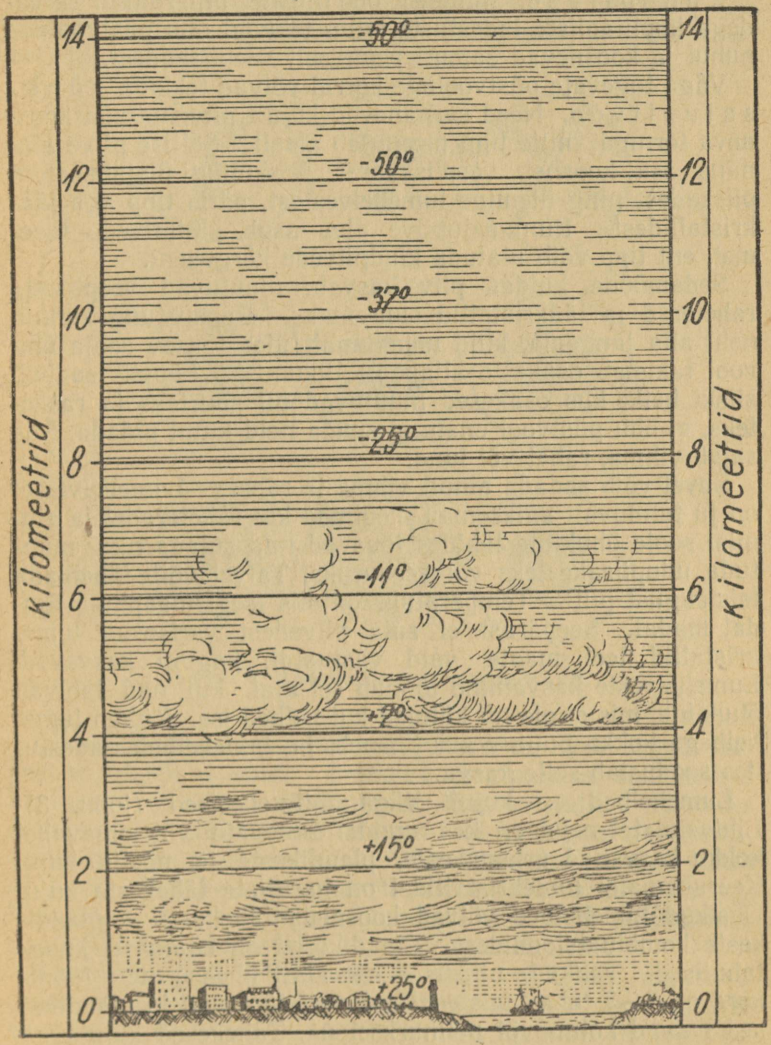
Sedasama võib öelda ka temperatuuri kohta. Õhutemperatuuri jaotus atmosfääris kõrguse järgi palaval suvepäeval on näidatud joonisel 2. Samal ajal kui päris maapinnal temperatuur ulatub 25°-ni, valitseb 12—14 km kõrgusel niisamasugune külm nagu maapinnal kõige käredama pakasega.

Maapinnalt tõusev soe õhk viib enesega kaasa veeauru. Sedamööda, kuidas õhk tõusmisel jaheneb, läheneb ta üha rohkem küllastusseisundile. Lõpuks algab teatud kõrguses kondenseerumine ja õhus tekivad üliväikesed veepiisad. Need moodustavad alumise pilvekihi. Õhk koos temas säilinud auruga jätkab tõusmist. Kui õhuvool on tugev, võib ta endaga üles kaasa viia ka moodustunud veepiisad. Jõudnud selliste atmosfäärikihtideni, mille temperatuur on alla 0°, jahenevad veepiisad veelgi rohkem, ülejahenevad ja lõpuks külmuvad. Külmunud veepiisakestele hakkavad sadestuma ja seal külmuma teised, altpoolt tõusvad veepiisad. Selle tulemusena tekivad meile kõigile hästi tuntud jääkuulikesed — raheterad.

Aur muutub veepiisakesteks ainult neis atmosfäärikihtides, kus aururõhk ületab 4,6 mm. Atmosfääri kõrgemates kihtides muutub aur kohe jääkristallikesteks — lumehelveste algmeteks, nõndanimetatud t e e m a n d i t o l m u k s. Seda protsessi nimetatakse s u b l i m a t s i o o n i k s. Auru sublimeerumiseks nagu kondenseerumisekski on tingimata vajalik, et õhus leiduks üliväikesi tahkeid osakesi — sublimatsioonituumi, millele aur võiks sadestuda.

Nii vihm kui ka rahe ja lumi tekivad järelikult veeauru jahenemise tagajärjel. Et jahtumisprotsess kulgeb atmosfääris mitmel viisil, siis ei ole ka pilved oma koostiselt ühesugused.

Ülemiste õhukihtide pilved, mis on õrnade valgete kiudude või sulgede sarnased ja kannavad seepärast k i u d p i l v e d e nimetust, koosnevad peamiselt jääkristallidest. Kiudpilved asuvad rohkem kui 6 km kõrgusel.



Joon. 2. Temperatuuri jaotus atmosfääris.

Alumistes õhukihtides asuvad uduvöötidega sarnanevad kihtpilved, mis põhiliselt koosnevad veepiiskadest. Kihtpilvede kõrgus ei ületa tavaliselt üht kilomeetrit.

Rünkpilved, milledel on ilusate ümardatud servadega kuplitaoliste ladestuste kuju, tekivad õhu püstvoolude puhul ja koosnevad samuti peamiselt veepiiskadest.

Väga tugevate püstvoolude korral võivad tekkida rünksajupilved. Need sarnanevad kujult pilvemassist koosneva torniga, mille tipp meenutab alasit. Sellise pilve alumine osa koosneb veepiiskadest, keskmine ülejahenenud piiskadest ning ülemine lumehelvestest, päris tipp aga jääkristallidest. Rünk-sajupilve alus asub kihtpilvede tasemel, ent tipp võib ulatuda kiudpilvede kõrguseni.

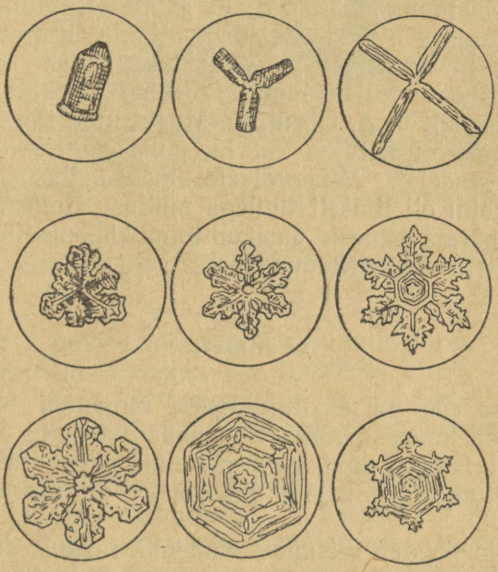
Sedamööda, kuidas pilv kasvab, muutuvad veepiisad, raheterad ja jääkristallid suuremaks. Raskustung sunnib neid alla langema, kuid maapinnalt üles tõusev sooja õhu vool takistab osakeste allapoole liikumist. Lõpuks saabub siiski hetk, kus osakesed muutuvad nii suurteks ja rasketeks, et õhu püstvool enam ei suuda neid kinni pidada. Siis sajab vihma, rahet või lund.

Suvel võib sadada ainult vihma ja rahet. Lumehelvestel on ju tunduvalt väiksemad mõõtmed kui raheteradel ja alumisi sooje õhukihte läbides jõuavad nad sulada ning muutuda udupiisakesteks või veeauruks. Talvel võib täheldada teistsugust pilti. Temperatuur on siis isegi maapinna ligidal madal. Seepärast ei sula pilvedest varisevad lumekristallid teel maale, vaid vastupidi, koguni kasvavad. Lumehelveste kasvamine toimub sel ajal, kui nad läbivad õhukihte, mis ei ole nii külmad kui helbed ise. Külma lumehelbega kokku puutuv aur tiheneb ja lumehelbele sadestudes soodustab selle kasvu.

Lumehelbed on kujult väga mitmekesised (joon. 3). Lihtsaimatel neist on kas eraldi esinevate või omavahel kokku kasvanud prismakeste, plaadikeste ja nõelte kuju. Keerukamatel lumekristallidel on haruliste tähekeste kuju. Üksikud lumehelbed võivad koosneda tähekeste ja plaadikeste kombinatsioonidest. Plaadikesed on enamasti kuuetahulised. Tahkude pikkus ei ole alati ühesugune. Mõnikord on 2—3 tahku teistest tunduvalt lühemad ja plaadikesed näivad kolm- või nelinurksetena. Tähekesed kujutavad endast plaadikesi, mille nurkade külge on kasvanud harulised kristallid.

Lumekristallide kuju sõltub õhu temperatuurist ja temas

sisalduva veeauru hulgast. Temperatuuridel, mis on lähedased 0°-le, langeb kõige sagedamini alla tugevasti harunenud tähekeste kujulisi, madalamatel temperatuuridel aga väikesi plaadikesi, prismasid ja nõelu meenutavaid lumehelbeid.



Joon. 3. Lumehelbed mikroskoobi all.

0°-le lähedase temperatuuri juures on õhk sageli veeaurust üleküllastatud. Sellistes tingimustes lumehelbed kasvavad kiiresti ja ebaühtlaselt; lumekristallide nurkades moodustuvad sarvekesed, mis seejärel hakkavad harunema, andes helbele tähekese kuju. Väga tugevate pakaste puhul ei kasva lumehelbed peaaegu üldse. Seepärast näemegi käredate külmade ajal mõnikord päikese käes sätendamas kõige lihtsamaid kristalle — nn. teemanditolmu.

Lumekristallide mõõtmed on väga väikesed: enamasti moodustavad nad murdosa millimeetrist. Kui õhu temperatuur on 0° ümber, võivad kristallid langemisel liituda kuni ühesentimeetrise läbimõõduga lumeräitsakaiks. Üksikutel juhtudel võivad tekkida ka suuremad räitsakad. Nii näiteks langes 4. detsembril 1892. aastal Saksimaal lumeräitsakaid, mille läbimõõt ulatus 12 sentimeetrini. Tuulega õrnad

lumehelbed murduvad ja purunevad ning maale langevad kristallide väikesed killud.

Lumi ei ole alati valge. Esineb juhtumeid, kus sajab punast, kollast, sinist ja musta lund.

Punast lund sadas Saksamaal Heidelbergi linna ligidal, samuti Gröönimaal. Ilmnes, et esimesel juhul oli lume värvus tingitud rauda sisaldava tolmu lisandist, teisel juhul aga üliväikestest punastest vetikatest koosnevast lisandist lumes. Kollast lund nägi Siberis kuulus vene geoloog, akadeemik V. A. Obrutšev. Musta lund täheldati Šotimaal. Lume nii kollane kui ka must värvus oli samuti tingitud lisandeist. Mineraalsete ainete kollase- ja mustavärviline tolm oli ilmselt tuulega mullast atmosfääri tõstetud, kuna pärast esinesid üksikud tolmukübemed lume tekkimisel kondensatsioonituumadena.

LUMIKATE

Lumikate, mis on tekkinud maale langenud lumehelvestest, ei jää muutumatuks. Äsjasadanud lumi moodustab maapinnal koheva kihi, kuid mõne aja pärast ta tiheneb ja võib muutuda nii vastupidavaks, et ei murdu inimese raskuse all.

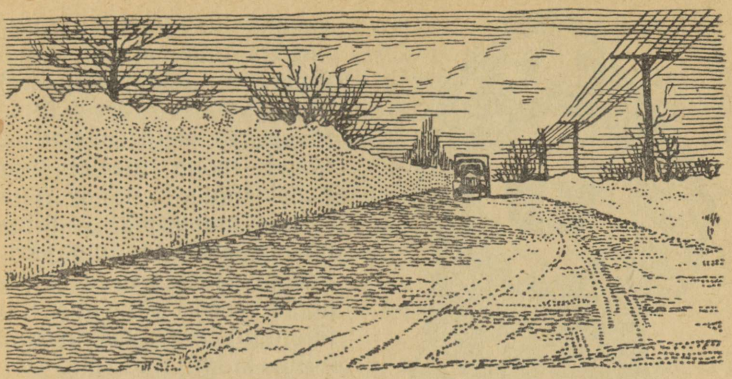
Lumikate tiheneb seismisel omaenda raskuse toimel. Ka tuisud tihendavad lund. Tuulest edasi kantud lumehelbed paiskuvad jõuga vastu lumikatte pinnakihti ja suruvad seda kokku.

Samuti tiheneb lumi sulailmade ajal. Lumikatte sulamisele järgneb tavaliselt külmumine; siis toimub jälle sulamine ja uuesti külmumine. Lõpptulemusena külmuvad üksikud kristallid kokku ja lumi kattub jääkoorikuga.

Talve lõpul, soojemate ilmade saabudes, kahaneb lumikate jõudsalt aurustumise arvel. Eriti tugevasti aurustub lumi selgetel kuivadel tuulistel päevadel.

TUISUD

Tunduvalt muutub lumikate tuiskude ajal. Kohev, värskelt sadanud lumi hakkab tuule mõjul edasi kanduma ja teises kohas ladestuma juba esimeste puhangute juures. Selgetel talvepäevadel võib mõnikord isegi suures kaugu-



Joon. 4. Tuisu tagajärjel tekkinud hangedest puhastatud autotee.

ses märgata põlde mööda liikuvaid lumeviire. Lumi otsekui suitseb neis kohtades, kus liiguvad viirud. Tugevama tuule puhul näib, et lumeväljale on laotunud tihe valge loor. See on p i n n a t u i s k, mida rahvakeeles tuntakse ka «s a l a t u i s u» nime all.

Vastavalt tuule tugevnemisele tõuseb tema poolt edasi kantav lumi ikka kõrgemale ja kõrgemale ning kaugus kattub uduvinale sarnaneva lumelinikuga, milles loogeldes liiguvad väheldased keerised. Sellist nähtust nimetatakse m a d a l t u i s u k s.

Madaltuisuga kaasneb sageli lumesadu. Tekib ü l d t u i s k. Silmi pimestades sööstavad kõikjalt esile tihedad lumemassid. Tuul raevutseb, kiiresti kasvavad hanged.

Tuisud kannavad ühest kohast teise määratu suuri lumehulki. Lumi tuiskab kinni raudteed ja automagistraalid. Lumeummistuste kõrvaldamine tekitab mõnikord suuri raskusi. Joonisel 4 on kujutatud autotee pärast selle puhastamist: vaadake, kui palju lund tuli teelt kõrvale loopida.

Lagedatel tasandikualadel saavutavad lumetuisud suure jõu. Insener N. J. Dolgov on kirjeldanud tuisku, mis puhkes Donbassis 1907. aasta jaanuaris. Tuisuga kaasnes tihe lumesadu. Külma oli ligi 30° ja puhus tugev tormine tuul, mille kiirus oli 22—29 meetrit sekundis. Sellise kiiruse juures moodustab tuule rõhk pinna ühele ruutmeetrile 40—50 kg; see tähendab, et tuul rõhub vastutuult liikuda püüdvale rändurile jõuga, mis võrdub ligikaudu poolega inimese

Joon. 5. Purgaa poolt tekitatud jäämask.

kehakaalust (sellise tugevusega tuul paiskab sageli ümber telegraafiposte). Tuisk kandis säärast lumemassi, et isegi päeval ei olnud mõne meetri kaugusel midagi näha. Tuul kiskus maha piki raudteeliini püstitatud lumevärad ja paiskas need teisele poole teed või purustas täielikult koos teivastega, mille külge nad olid seotud. Paljudes kohtades tekkisid raudteel tugevad ummistused: lumehanged olid nii massiivsed, et rongiliiklus katkes. Osa ronge jäi seisma jaamades, osa põldude vahel, kus torm neid tabas. Lähedaste külade elanikud, kes olid tormi ajal stepis, külmusid.

N. J. Dolgov kirjutas, et hingata oli selles tuisus väga raske: «Õhk lendab huultest mööda ja kopsudes ära tarvitatud õhu vahetus muutub raskeks. Seepärast ilmneb intensiivne soov sisse hingata värsket õhku, kuid samal ajal suu tahtmatult sulgub õhu ebatavalise külmuse tõttu. On võimatu läbida 10—15 sammu hingeldamata ja peatumata õhupuudusest ning kopsude üle jõu käivast pingutusest.»

5. detsembril 1906. aastal rebis tuul Pologi jaamas, mis asub samuti Donbassis, ühe sellise lumetormi ajal maha katused ning kiskus pärani majade uksed. Jaama teedelt puhus tuul ära 3000 m^3 liiva, kandes selle 60 m kaugusele.

Veelgi metsikumad tuisud möllavad polaartundrates. Sealsed elanikud nimetavad lumetuisku p u r g a a k s.

Purgaa on tavaliselt nii tugev kui ka kauakestev. Sellise lumetormi ajal ei saa inimesed töötada lageda taeva all ning sageli ei lahku nad üldse oma elamuist, kartes eksida ning külmuda. Kui lumi on purgaa ajal pisut niiske, mätsib ta inimese näo või looma pea üleni kinni ning muutub seejärel jääks; jääkiht kasvab kiiresti, moodustades jäämaski,

mis tihedalt liibub nahale, habemele, kulmudele ja ripsmetele (joon. 5). Et vältida lämbumist ja säilitada võimalust nägemiseks, tuleb näole kogunevat jääd lakkamatult lahti murda, mis on aga äärmiselt valus. Mõnikord nõrkevad rändurid võitluses üha kasvava jäämaskiga ja lämbuvad.

Pealtnägijate jutustuste järgi hõõrdusid purgaa ajal jäätunud lumekübemekeste löökidest katki köied ja koerterakendi roostes ketid poleerusid läikivaks, kuna puidust esemetele ilmusid sisseuuristatud mustrid (puidu pinnakihi õrnemad osad olid rohkem kui 3 mm sügavuseni lume poolt otsekui välja kraabitud).

Tundras asuvate meteoroloogiajaamade vaatlejad seovad purgaa ajal oma aparaatide juurde minnes enese ümber nööri, mille üks ots on kinnitatud lähtekohta, et mitte kaotada teed; mõnekümne meetri pikkuse tee käimiseks kulutavad nad mõnikord üle tunni. On teada juhtum, kus tuul kandis vaatleja, kes ei võtnud tarvitusele ettevaatusabinõusid, jaamast 150 meetri kaugusele, ja ainult suure vaevaga õnnestus tal tagasi pöörduda.

LAVIINID

Lumetuisud on üheks laviinide tekkimise põhjuseks mägedes. Laviiniks ehk lumeveermeks nimetatakse mäelt libisema hakanud ja mööda nõlva alla tormavat lumemassi.

Mägede nõlvadelt lahti rebenedes kasvavad laviinid vastavalt langemisel läbitud maa pikkusele ja hävitavad oma teel kõik takistused. Mäestikuorgudesse paiskudes põhjustavad nad sageli suuri purustusi: muudavad rusudeks majad, ummistavad teed, sulustavad jõed ja kanalid, rebivad puruks telegraafi- ja elektriliinid. Tihti on laviini langemine seotud inimohvritega.

1908. aastal lõpetasid prantsuse insenerid, kes rajasid raudteed, mägihotelli ehitamise Hoppensteini asula ligidal Šveitsis. Mitte tundes kohalikke tingimusi, ei omistanud nad tähelepanu sealsete elanike hoiatustele, et selles rajoonis esineb sageli laviine. 29. veebruari õhtul 1908. aastal mäest alla paiskunud laviin hävitas hotelli täielikult. Hotellis asunud 30 inimesest hukkusid õhulainest lämmatatuina 12.

Lõuna-Osseetias (Kaukaasias) hävines 14. veebruaril 1932. aastal laviini läbi Arašendi küla.

Oma langemise iseloomu järgi jagunevad laviinid ossoovideks, rennilisteks laviinideks ja hüppavateks laviinideks. Ossoovid libisevad enam-vähem ühtlase kihina mööda mäenõlva alla. Rennilised laviinid liiguvad kiiresti tormavate lumejõgedena piki mäenõlvas leiduvaid nõgusid, kogunedes hiiglasuurte kuhilatena mäejalamile. Hüppavad laviinid paiskuvad orgudesse õhust, otsekui sooritades hüppeid mägede astanguilt.

Rabe ja kohev lumi moodustab kuivi laviine, mis langemisel tugevasti pihustuvad, meenutades kiiresti alla tormavat suurt lumepilve. Märjast lumest, mis kergesti kleepub kamakateks (mõnikord võib säärasest lumest isegi vett välja pigistada), moodustuvad märjad laviinid; need ei pihustu ja kihutavad alla tiheda pudrusarnase massina.

Laviinide mõõtmed on väga erinevad.

Keskmise suurusega laviini maht on umbes 100'000 m³. Kui lumi sellises laviinis on vett täis imbunud, siis kaalub iga tema m³ kuni 800 kg ja seega võib kogu laviini kaal ulatuda 80 000 tonnini. Säärasel laviinil on ligikaudu niisama suur maht kui 10—15 kuuekorruselisel majal ja ta kaalub umbkaudu niisama palju kui 30—40 laaditud kaubarongi. Kuid esineb veelgi suuremaid laviine.

Geograafiateaduste doktor G. K. Tušinski, kes on palju tegelnud laviinide uurimisega, märgib, et 1944. a. märtsis-aprillis täheldas ta laviine mahuga 500 000—1 000 000 kuupmeetrit.

Laviinide langemise kiirus võib samuti olla erinev. Mõned laviinid libisevad alla aeglaselt, liikudes kiirusega 3—4 km tunnis nagu jalakäija, kes käib keskmist sammu. Teiste laviinide kiirus ületab kiirrongi kiiruse, moodustades 80—90 km tunnis. Aastal 1870 aga sööstis Alpides laviin mäenõlvast alla kiirusega 350 km tunnis. Suurimaid kiirusi täheldatakse tavaliselt kuivast lumest koosnevate, kõige väiksemaid märgade laviinide juures. Laviinide langemise kiirust mõjustavad ka nõlva järskus, laviini suurus ja takistus, mida tema liikumisele osutab nõlva pind. Mida järsem on nõlv ja mida suurem laviin, seda suurema kiirusega ta liigub. Kaljused eendid nõlva pinnal, mets ja teised takistused aeglustavad mõnevõrra laviini liikumist.

Laviinide suured langemiskiirused ja määratud mõõtmed on põhjuseks nende poolt tekitatud purustustele. Purustuste esilekutsujaks võib olla laviini vahetu löök vastu takistust.

Peale selle tekitab laviin hiiglasuure õhulaine, mis võib põhjustada hävingut küllaltki märkimisväärsel alal isegi sel ajal, kui lumemasside eneste liikumine on juba lakanud. Õhulaine paiskab ümber hooned ning murrab pilpaina maha kahesaja-aastased puud, moodustades metsas sihte. Insener B. N. Statkovski kirjelduse järgi lumeveerme ajal

Joon. 6. Lumekarniisid mäeahelike harjadel.

Kazbekil 1832. aastal «hukkusid elanikud juba enne lumemasside orgu jõudmist, kusjuures nii inimesed kui ka kariloomad kandusid õhulaine mõjul eri suundades läbi õhu».

Miks siis tekivad laviinid?

Lumesadude tagajärjel kuhjub järskudele mäenõlvadele suurel hulgal kohevat lund. Tuisud kannavad lund ühest kohast teise, kusjuures mäeahelike harjadele tekivad nõlva kohal rippuvad sirmitaolised moodustised — lumekar-

niisid (joon. 6). Need sirmid kasvavad aja jooksul ja langevad lõpuks alla.

Laviini langemise võib esile kutsuda ka sula. Sulailma puhul lumi küllastub veega ja temas tekivad otsekui veega õlitatud tasapinnad. Neid tasapindu mööda võivad ülemised lumekihid kergesti alla libiseda.

Tuisud ja sulailmad võivad seega olla hoiatuseks laviini langemise võimaluse kohta.

Palju vähem märgatavaks ja seepärast hoopis kardetavamaks lumeveerme tekkimise põhjuseks on lumemassiivi ümberkristalliseerumine. Lumikattes toimub peaaegu alati veeauru liikumine. Alumistest kihtidest, mis puutuvad kokku maapinnaga ja on seetõttu soojemad kui pealmised kihid, kerkib aur üles. Lumikatte ülemistes, külma õhuga kokku puutuvates kihtides aur tiheneb, kutsudes esile lumekristallide kasvamise ja muutumise — ümberkristalliseerumise. Harilikult on lumekübemed võimelised omavahel seostuma. Just sellepärast osutubki võimalikuks sirmitaoliste moodustiste tekkimine majade katustel ja niiske lume kokkurullimine suureks kamakaks. Ümberkristalliseerumise tulemusena aga muutub lumi rabedaks massiks, mille osakeste vahel ei ole mingisugust seost. Säärane mass võib liikuma hakata kõige tühisemal põhjusel: laviini langemise võib esile kutsuda isegi inimese või looma karje.

JÄÄLIUSTIKUD

Laviinide, tuiskude ja lumesadude tagajärjel koguneb mägede keskel asuvatesse häiludesse[1] väga suurel hulgal lund. Lumekihi paksus võib siin ulatuda üle 100 meetri. Omaenda raskuse mõjul ja pinnakihtide sulamise tõttu muutub lumi algul firniks ehk sõmerlumeks — teralise struktuuriga jäätunud lumeks, seejärel poorseks jääks — õhumulle täis lükitud tihkeks massiks, ning lõpuks, kui õhk ülemiste jääkihtide rõhumise all lõhede kaudu eemaldub, helesiniseks gletšerijääks (sõna gletšer tähendab jääliustikku). Mägede nõlvadele kogunedes liituvad jäämassid omavahel ja toimub imetlusväärne nähtus — jää hakkab voolama. Nii tekivad jääliustikud.

Me oleme harjunud pidama jääd tahkeks aineks ja kujut-

[1] Häil — katlataoline järsuveeruline sulglohk. *Tõlk.*

Joon. 7. Jääliustik.

lus sellest, et jää võib voolata, näib meile seepärast kummalisena. Plastilisus (voolavus) on aga jääle iseloomulikuks omaduseks. Selles on võimalik veenduda lihtsa katse abil: võtke lapergune jääpank ja asetage see otstega kahele toele; jääpanga keskele paigutage väheldane raskus; temale paigutatud koormise ja iseenda raskuse mõjul kooldub jääpank mõne aja pärast alla (hakkab voolama).

Jääliustik libiseb piki mäestikuorge alla, moodustades hiiglasuure jääkeele (joon. 7). Keele pikkus ulatub vahel mitmekümne kilomeetrini. Jääliustiku liikumise kiirus on väga väike, kõigest 1—5 meetrit ööpäevas.

Vaatamata oma plastilisusele katkeb jää venitamise toimel, millele ta allub liustikusängi loogetel ja järskudel käänakutel. Jääliustikus tekivad arvukad lõhed. Need lõhed kujutavad endast suurt ohtu rändureile, sest äsjasadanud lumi muudab nad märkamatuks. Lõhede laius ulatub sageli 1—2 meetrini, sügavus aga 100 meetrini ja üle selle. 1820. aastal hukkusid liustikulõhes vene arst Gamel ja tema kaaslased, kes tõusid Mont Blanc'ile Alpides. Üheteistkümnest inimesest õnnestus pääseda ainult kolmel. Ülejäänud kadusid jäljetult sügavasse lõhesse ja mattusid

Joon. 8. Liustikulaud.

sissevarisenud lume paksu kihi alla. Neljakümne ühe aasta pärast kandis jääliustik nende põrmu alla orgu, kus nad ära tunti ühe ellujäänud juhi poolt.

Alla libisedes teeb jääliustik suurt ning mitmekesist tööd. Ta poleerib siledaks kaljud ja tasandab orupõhja, mida mööda ta liigub. Oma pinnal ja jäämassiivi sisemuses kannab ta kruusa, väikesi kivikesi ja suuri rahne. Sageli kattub jääliustik sellise rusumassiga, et selle alla kaob täielikult jää pealispind.

Jääliustiku pinda katvad kivid kutsuvad esile huvitavaid nähtusi. Kui kivi on väike, soojeneb ta päikese mõjul kiiremini kui teda ümbritsev jää. Seda soodustab ka kivi tume värvus (tumedavärvilised esemed neelavad päikesekiiri märksa suuremal määral kui heledavärvilised). Soojenenud kivi all sulab jää kiiremini kui ülejäänud pinnal ja kivi hakkab tungima jää sisemusse, moodustades süvendi, mis ülalt täitub veega. Selliseid süvendeid nimetatakse liustikukannudeks. Kui aga jääliustiku pinnal lamab suur rahn, ei jõua see päeva jooksul tervikuna soojeneda ja kaitseb enda all olevat jääd sulamise eest. Rahnu ümbritsev jää sulab kiiremini, tema pind alaneb ja mõne aja

pärast seisab rahn jääsamba tipus. Tekib liustikulaud (joon. 8).

Kõrgel mägedes on nii külm, et lumikate püsib seal aasta ringi. Mägede jalamile lähemal püsib lumi ainult talvel, kadudes suveks. Selle ala piiri, kus lumi püsib kogu aasta vältel, nimetatakse igilume piiriks. Igilume piirist madalamale laskunud jääliustiku ots sulab järk-järgult, ladestades kaasatoodud kivid, liiva ja savi.

JÄÄMÄED

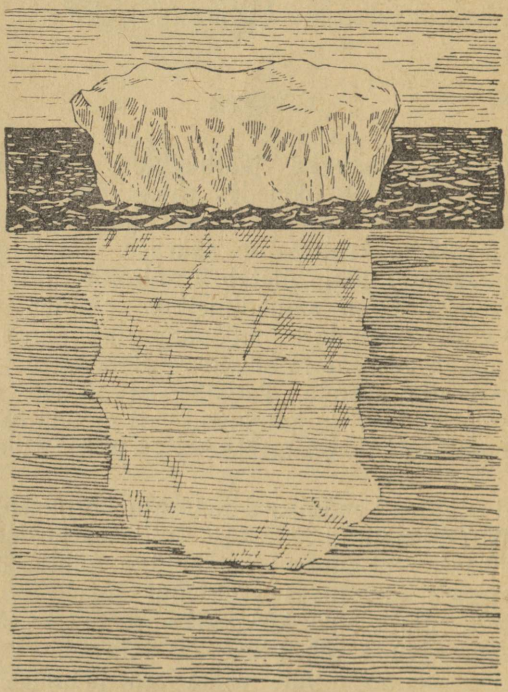
Polaarmaades laskuvad jääliustikud vahetult merre. Antarktises ja Arktise mõnedes rajoonides on määratud maismaa-avarused tervenisti kaetud hiiglasuuri jääkilpe moodustava jääga. Arktises on säärase jääkilbiga kaetud Gröönimaa, mille pindala ületab 2 miljonit ruutkilomeetrit, Antarktises aga kogu samanimeline manner pindalaga 11 300 000 km². Tõusude ja mõõnade ning samuti ka tormide ajal püüab vesi merre laskuvate liustike otsi kord kergitada, kord alla suruda. Tagajärjeks on see, et liustike küljest murduvad lahti ja kanduvad vett mööda eemale suured jääpangad, mida nimetatakse jäämägedeks (joonis 9).

Jäämäed ulatuvad mõnikord määratu kõrguseni. Gröönimaa rannikul on nähtud jäämäge, mille veepealse osa kõrgus oli 149 m. Veel suuremat jäämäge nähti 1904. aastal Atlandi ookeani lõunaosas Falklandi saarte juures; selle üle veepinna ulatuvaks kõrguseks määrati 450 m. Et mõista nende arvude tähendust, on vaja silmas pidada, et üle veepinna kerkib ainult väike osa jäämäest; $^3/_4$—$^5/_6$ temast asetseb vee all. Üle veepinna kerkimise ulatus sõltub sellest, kui tihe on jää, millest koosneb jäämägi. Külmumisel vesi paisub, mistõttu jää tihedus on väiksem vee tihedusest. Peale selle on jäämäe sisemuses õhku. Seepärast on mäge moodustav jää mereveest tunduvalt kergem. Mida väiksem on jää tihedus vee omaga võrreldes, seda suurem osa jäämäest kerkib üle merepinna.

Ka jäämägede poolt hõivatav pindala on mõnikord väga suur. 1854. aastal kohati Atlandi ookeanis jäämäge, mille laius oli 75 ja pikkus 120 km, ning 1894. aastal nähti Uus-Meremaast lõuna pool jäämäge pikkusega 130 km.

Kohtumised jäämägedega on äärmiselt ohtlikud merel

sõitvatele laevadele. 1912. aastal hukkus Atlandi ookeanis kokkupõrkel jäämäega aurik «Titanic», mis sooritas oma esimest merereisi. «Titanic» oli oma aja suurim reisijatelaev. Tema pikkus ulatus üle 250 meetri ning veeväljasurve moodustas 46 000 tonni. Laevakompanii presidendi nõudmisel, kes börsispekulatsiooni huvides soovis püstitada kii-



Joon. 9. Jäämägi.

rusrekordit, valis «Titanic'u» kapten, et lühendada teed, kindlaksmääratud marsruudist palju põhjapoolsema kursi ja sattus jäämägedest ohustatud rajooni. Aurik arendas suurt kiirust ja ei suutnud seetõttu öösel hoiduda kokkupõrkest ettejuhtunud jäämäega. Jäämäe veealune etteküündiv osa lõikas läbi «Titanic'u» parda ninast kuni kaptenisillani.

Aurik vajus põhja enne, kui talle jõudsid appi rutata teised laevad. Tragöödiat suurendas veel see, et «Titanic'ul»

oli vähe päästepaate. Olemasolevad paadid suutsid mahutada 900 inimest, samal ajal kui «Titanic'ul» asus 2358 inimest (1455 reisijat ja 903 meeskonnaliiget).

Peale selle läks osa paate põhja. Ühed neist suruti ujuvate jääpankade vahele, kuna teised kisti kaasa «Titanic'u» põhjavajumisel tekkinud veekeerise poolt. Mõni tund pärast kokkupõrget kohale jõudnud auriku «Karpaatia» poolt võeti paatidest pardale ning päästeti 868 inimest, kuna ülejäänud 1490 hukkusid.

MEREJÄÄ

Jäämägede taolised kolossaalsed jääpangad satuvad merre ainult maismaalt. Vahetult meres moodustunud jääl on väiksem paksus, kuigi ta katab suuri alasid. Merejää moodustab peamise massi meres leiduvast jääst.

Kuidas tekib meres jää?

Õhu temperatuuri langemisel jahenevad ka merevee pindmised kihid. Et tekiksid esimesed jääkristallikesed, peab vesi algul jahtuma mõnevõrra allapoole külmumistemperatuuri; sellist vett nimetatakse ülejahutatuks. Täiesti puhast, näiteks laboratooriumis spetsiaalselt puhastatud vett võib ülejahutada isegi kuni miinus 20°-ni. Vee tugev ülejahenemine esineb ka atmosfääris. Nii täheldati näiteks ühel Antarktise-ekspeditsioonil neljakümnekraadise pakasega üliväikestest veepiisakestest koosnevat udu. Merede, jõgede, tiikide ning järvede vees aga sisaldub alati suur hulk mitmesuguste lisandite üliväikesi tahkeid osakesi. Ülejahutatud vesi on väga ebapüsivas olekus; niipea kui vee temperatuur langeb allapoole külmumispunkti, algab tahkete osakeste ümber kohe kristalliseerumine. Seepärast ülejaheneb vesi looduslikes tingimustes ainult tähtsusetul määral, kõigest 0,1—0,2° võrra.

Üksikud tekkinud jääkristallid suurenevad järk-järgult, kasvavad kokku ja merepinnale ilmub tinahall kirme, mida nimetatakse jäärasvaks.

Õhu temperatuuri edasisel langemisel kattub merepind õhukese sätendava jääkoorikuga — klaasjääga, mis puruneb liikuva laeva nina ees iseloomuliku «klaasise» helinaga. Klaasjää tekib ainult siis, kui meri on vaikne. Kui aga meri on rahutu, moodustavad jäärasva kokkukasvanud kristallid üles pööratud servadega lamedaid

ümmargusi jäätükke, mis oma kujult meenutavad taldrikuid. Sellist jääd nimetatakse t a l d r i k j ä ä k s.

Esialgne õhuke hajujää liitub järk-järgult ja muutub paksemaks, moodustades mere jääkatte mitmesuguseid liike.

Saarte ja mandrite randu palistavat liikumatut jääd nimetatakse k i n n i s j ä ä k s. Kinnisjää tekib talvel, saavutades ligi kahemeetrise paksuse. Kevadel ta sulab, puruneb vee liikumise toimel ja kandub avamerele.

Üksikud pangad ja jääväljad, mis on tekkinud meres kas iseseisvalt või kinnisjää rusudest, moodustavad a j u j ä ä.

Arktilise basseini jääde peamise massi kujundavad mitmeaastased p a a k j ä ä d. Nad koosnevad hiiglasuurtest jääväljadest, mis on üksteisest eraldatud väheldaste lahvavee-aladega [1].

Sellised väljad moodustuvad avamerel õhukesest jääst ja muutuvad järk-järgult paksemaks jää juurdekülmumise tõttu alt ning jääpankade üksteisele kuhjumise tulemusena jääväljade kokkupõrgete puhul.

Paakjääd suve kestel ära ei sula ning võivad seepärast püsida palju aastaid, kui ainult merehoovused ei kanna neid lõunapoolsetesse vetesse.

Võrdlemisi tasased alad vahelduvad paakjää väljadel piirkondadega, mis on kaetud serviti paiskunud ja üksteise peale kuhjunud pankadega — r ü s i j ä ä g a. Rüsistumise põhjuseks on jääväljade kokkupõrked; jääpankade servad pudenevad seejuures ja hõõrduvad väikesteks tükkideks ning jääpudruks, kuna üksikud kamakad sukelduvad jää alla või kuhjuvad kokkupõrganud pankade servadele. Rüsijää kõrgus võib ulatuda 3—5 meetrini. Üksikutel juhtudel tekivad paakjää väljadel terved jääkünkad kõrgusega kuni 10 meetrit.

Rüsistumisega kaasneb tugev müra. Jäälõhkuja «Georgi Sedov» kapten K. S. Badigin kirjeldab rüsistumist järgmiselt:

«Mere kohal kajas põrgulik müra. Jääväljad põrkasid raginal kokku, nende küljest murdunud tükid käändusid kummuli ja tungisid vile ning sisinaga üksteise otsa. Ajuti kajasid valjud, kuulipildujavalangutega sarnanevad raginad. Siis mürises kanonaad, nagu oleksid kuskil üsna lähe-

[1] L a h v a v e s i — jäävälju üksteisest eraldav vaba vee ala. *Tõlk.*

dal kõmmutanud kaugelaskesuurtükkide patareid. Ja järsku saabunud vaikuses kajas jälle üksteise peale roomavate jääplaatide terav vile.»

Merejääl on huvitav omadus: juba tekkimisel on ta mereveest tunduvalt vähem soolane. Edasisel eksisteerimisel magestub jää üha rohkem, muutudes lõpuks kõlblikuks toidu valmistamiseks.

Miks siis toimub jää magestumine?

Me kõnelesime juba, et merevee külmumisel tekivad algul üksikud jääkristallikesed. See on mage jää, sest jahtumisel siirdub tahkesse olekusse ainult vesi, kuna soolad jäävad lahusesse. Sedamööda, kuidas jääkristallid kasvavad ja liituvad, kontsentreeruvad merevees lahustunud soolad kristallide vaheruumidesse, moodustades jää sisemuses otsekui soolvee rakukesi. See soolvesi valgub kristallide tahke mööda järk-järgult allapoole ja külmuv mass muutub üha magedamaks. Kui õhu temperatuur on väga madal ja kristallide kokkukasvamine toimub kiiresti, jõuab ainult vähe soolvett alla valguda ning tekkiv jää on soolasem.

Jää soolsus sõltub ka tema struktuurist. Vaikse vee külmumisel tekib tihe n õ e l j a struktuuriga jää, mis koosneb korrapärastest kuuetahulistest prismadest. Kui aga meri on külmumisel rahutu, moodustub u r b n e, segipaisatud nõeltest, plaadikestest ja teradest koosnev jää. Et urbses jääs on rohkem sisemisi tühikuid kui nõeljas, siis sisaldab ta rohkem soolvett ja on seepärast suurema soolsusega.

Merejää edasisel eksisteerimisel valgub soolvesi järk-järgult lõhede kaudu sisemistest rakukestest alla ja jää võib lõpuks täiesti magedaks muutuda. Esimeses järjekorras magestuvad jääväljast kõrgemal olevad rüsijää osad.

JÕEJÄÄ

Järvedes, tiikides ning teistes seisva veega või väikese voolukiirusega veekogudes, nagu näiteks läbivoolujärvedes, tekib jää pinnal. Algul, vastavalt õhu temperatuuri langemisele, muutuvad ülemised veekihid jahtumise tagajärjel alumistest tihedamateks ja raskemateks. Jahtunud kihid laskuvad seetõttu alla ja nende asemele tõusevad alt soojemad. Mage vesi saavutab kõige suurema tiheduse temperatuuril + 4°. Edasisel jahtumisel hakkab vesi paisuma, mille tagajärjel iga tema ruumalaühik muutub üha kerge-

maks. Ülemised veekihid ei lasku nüüd enam alla, vaid jäävad pinnale, ülejahenevad ja kattuvad vähehaaval õhukese jääkihiga. Õhu edasisel jahenemisel muutub jää järk-järgult paksemaks.

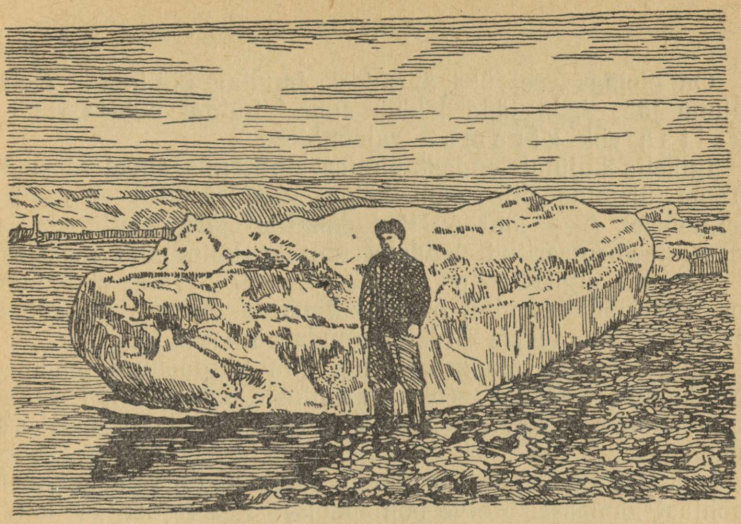
Jõed külmuvad kinni teisiti. Tänu sellele, et vesi jões allub pöörisvooludele, seguneb ta hästi. Seepärast langeb jões vee temperatuur enam-vähem ühtlaselt seni, kuni kogu vesi on jahtunud miinus 0,1—0,2 kraadini. Jahtumise tulemusena ilmuvad vette üliväikesed jäänõelad, millede hulk üha kasvab. Nõelad külmuvad algul kokku suurteks kristallideks ning seejärel väikesteks jäätükikesteks (jäärasvaks), mis kogunevad jääkoorikuna kallaste äärde ning lahesoppidesse, moodustades nn. k a l l a s j ä ä, või ujuvad hajujääna piki jõge. Jääkoorikud liituvad järk-järgult omavahel, moodustades jääpanku. Lõpuks külmuvad jääpangad kokku jääväljaks ja jõgi tõmbub jäässe.

Jääkatte tase jõel ei jää talve kestel muutumatuks. Vihma sajab talvel väga harva ja külmal ajal voolab vett jõkke ainult allikatest ning lisajõgedest. Vastavalt veehulga kahanemisele jões vajub jääkate alla ning kooldub. Sulailmade puhul voolab jõkke lume sulamisel tekkinud vett. Tungides lõhede, lahvanduste ja lisajõgede kaudu jää alla, tõstab ta vee taset jões. Jääkate kerkib koos veega ja võib isegi koolduda ülespoole, omandades kumera vormi.

Kevadel, päikese, sooja tuule ja vihma mõjul, hakkab jääkate pealtpoolt lagunema. Samal ajal surub lume sulamise tagajärjel tõusnud vesi jääle ja püüab teda purustada alt. Jõgede vabanemine ja jääminek võib olla mitmesugust laadi.

Lõunast põhja voolavatel jõgedel jääb jääkate alamjooksul veel tugevaks, kui ülemjooksul juba algab tugev sulamine ja vee juurdevool suureneb. Vesi ei saa jões jääkatte all takistamatult voolata, ta kergitab jääd kõrgemale ja sööstab pärivoolu alla — algab jääminek. Sellise jäämineku kaasneb kiire veetõus, mistõttu see võib osutuda väga ohtlikuks sildadele.

Põhjast lõunasse voolavatel jõgedel aga toimub sulamine jõe alamjooksul varem kui ülemjooksul. Sooja ilma mõjul hakkab jääkate lagunema, kusjuures jää sulab kõige kiiremini kallaste ligidal, sest pinnas soojeneb tugevamini kui vesi. Piki kaldaid moodustuvad niinimetatud j ä ä v a b a d k a l l a s r i b a d — jääkatte ja kalda vahelised veeribad.



Joon. 10. Jääminekul kaldale paisatud jääpank.

Kui ülemjooksult hakkab pärale jõudma sulamisel tekkinud vesi ja veeseis jões tõuseb, kerkib jääkate takistusteta üles. Kohalt nihkunud jää ujub jõge mööda alla, pudenedes võrdlemisi rahulikult üksikuteks pankadeks.

Jääminek on ülev ja kaunis vaatepilt. Kokku põrgates, purunedes ja üksteise peale kuhjudes ujuvad valged jäälahmakad piki jõge, kord sukeldudes, kord uuesti veepinnale tõustes.

Jõejää võib saavutada märkimisväärse paksuse, mis ulatub 2—2,5 meetrini. Joonisel 10 on näidatud jääminekul kaldale paisatud jääpank.

Kui võtta arvesse seda, et üksikute jääpankade pindala ulatub 100 ruutmeetrini ja üle selle, siis võib kujutleda, kui võrd tugevaid lööke nad võivad anda sildade jääpukkidele [1] ja tugedele. Selliste mõõtmetega jääpank kaalub ligi 150 tonni ja võib liikuda jooksva inimese kiirusega.

[1] Jääpukk — spetsiaalne ehitus silla juures jääkahjustuste vältimiseks. *Tõlk.*

On olemas veel üks äärmiselt huvitav jääliik — maa-alune jää. Seda jääd leidub suurel hulgal põhjas, igikeltsa ehk kirsmaa rajoonides.

Igikelts kujutab endast pinnasekihti, mis suvel ei sula. Tema ülemine piir asub kõige sagedamini 1—2 meetri sügavusel. See kiht on läbi põimitud jääkristallidega ja nagu tsementeeritud nendega ühtseks külmunud massiks.

Nimetus «igikelts» on tinglik. Ei tule arvata, et pinnas on neis kohtades alati olnud külmunud. Allpool jutustame sellest, kuidas tekkis «igikülmunud» pinnasekiht.

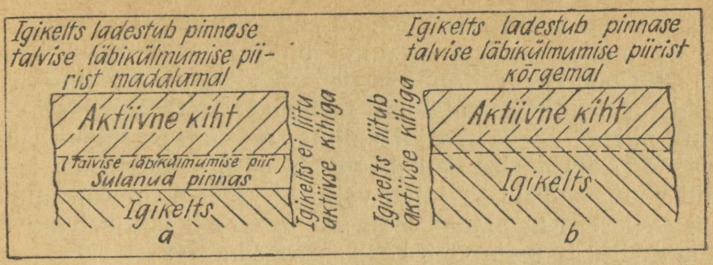
Igikelts võtab maakeral enda alla hiiglasuure pindala. Nõukogude teadlase, geoloogiateaduste doktori M. I. Sumgini andmete järgi moodustab ta 20—25% kogu maakera maismaast.

Igikeltsa poolt põhjapoolkeral hõivatud pindala kahaneb põhjast lõunasse. Kõige põhjapoolsemates rajoonides laiub igikelts ilma mingisuguste katkemisteta määratutel maa-aladel. Lõuna pool hakkavad keset igikeltsast haaratud laialdasi alasid esinema enam või vähem ulatuslikud tavalise, mittekülmunud ehk, nagu seda nimetatakse, sulanud pinnasega piirkonnad, mis meenutavad saari meres. Ning lõpuks, igikeltsast hõivatud maa-ala lõunaosas esineb külmunud pinnas ise üksikute saartena keset sulanud pinnase laialdast ala.

Niisama mitmekesine on igikeltsa ladestumine sügavuse järgi. Mõnedes rajoonides mõõdetakse igikeltsa lademe paksust sadade meetritega. Teistes rajoonides, mis moodustavad suurema osa igikeltsast hõivatud maa-alast, ulatub tema paksus mõnekümne meetrini, samal ajal kui selle maa-ala piiridel igikeltsa paksust mõõdetakse ainult meetritega.

Igikülmunud pinnase peal asetseb kiht, mis igal suvel sulab, talvel aga külmub uuesti. Seda kihti nimetatakse aktiivseks kihiks. Kui igikeltsa ülemine piir asub sügaval, ei tarvitse aktiivse kihi talvise läbikülmumise alumine piir ulatuda igikülmunud massi pinnani ja nende vahele jääb sulanud pinnase vahekiht (joon. 11, *a*). Kui aga igikelts algab juba väikeses sügavuses, siis ühineb ehk liitub talvel läbikülmuv pinnasekiht igikeltsaga (joon. 11, *b*).

Kõige tõenäolisema seletuse igikeltsa tekke kohta on andnud M. I. Sumgin. Tema arvates kujunes igikelts selle taga-



Joon. 11. Aktiivse kihiga liituv (*b*) ja mitte liituv (*a*) igikelts.

järjel, et rajoonides, kus teda praegu leidub, andsid maapinna kihid pika aja vältel aastast aastasse talvel ära rohkem soojust, kui nad seda suvel juurde said.

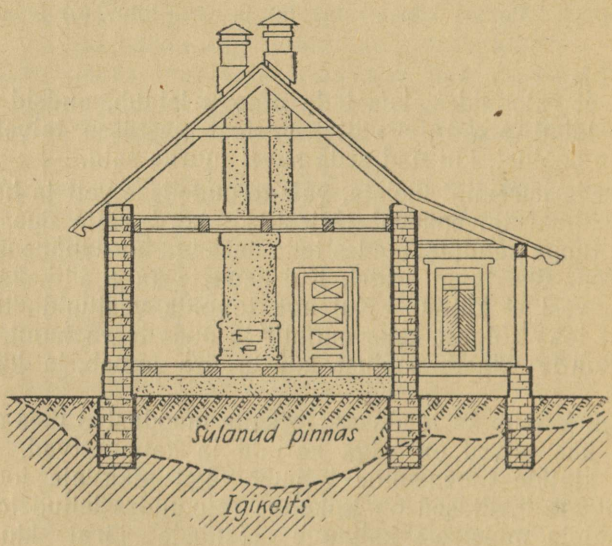
Et seda paremini mõista, valage pudelisse vett ja hakake seda külmal talvepäeval järjestikku kord välja õue, kord tagasi tuppa kandma, hoides teda õues iga kord mõne minuti ning toas ühe tunni kestel. Kui kaua te ka ei jätkaks oma katset, vesi ei külmu. Kui aga toimida vastupidi, hoides pudelit toas kõigest kaks minutit ja õues terve tunni, saab vesi juurde vähem soojust, kui ta ära annab, ja külmub lõpuks.

Sama toimub ka looduses. Igikelts moodustus neis rajoonides, kus talved on väga karmid ja kauakestvad. Maapinna kihtide jahenemine toimus väga pika aja jooksul. Nõukogude teadlased on igikeltsa rajoonides leitud loomakorjuste ja muistsete kalmude jäänuste järgi kindlaks määranud, et igikülmunud kihtide vanus ulatub üle 2000 aasta.

Igikeltsal on huvitav omadus: igale maapinnal teostatud tööle vastab ta elusolendi tundlikkusega. Lumme tallatud teerada, pinnasesse kaevatud kraav, niidule paigutatud heinakuhi, maasse püstitatud post, põldu mööda laiali loobitud risu — kõik see kutsub esile igikeltsa taseme tõusmise või laskumise. Mistahes ehitus rikub igikülmunud kihi kindlakskujunenud temperatuurirežiimi ja mõjutab tema stabiilsust.

Kujutlege näiteks, et piirkonda, kus igikelts läheneb maapinnale, on ehitatud maja. Maja takistab külma juurdevoolu igikeltsale atmosfäärist. Peale selle kütavad majas elavad inimesed ahju ja soojus kandub üle igikeltsale. Külmunud

kihi ülemine piir hakkab taanduma, moodustades maja all olevas mullas midagi sulanud pinnasega täidetud kausi taolist (joon. 12). Pinnas selles «kausis» võib tugevasti küllastuda igikeltsa sulamisel tekkinud veest. Tugevasti vettinud pinnas on väga ebastabiilne; meenutage näiteks, kui raske on käia mööda savikat mulda pärast ränki ning kestvaid vihmasadusid — jalad vajuvad veest pehmeks lignenud savisse. Kui pinnas maja all tugevasti vettib, vajuvad seinad viltu ja maja võib kokku variseda.



Joon. 12. Igikeltsa sulamine hoone all.

Nõukogude geofüüsik V. G. Petrov, kes on palju tegelnud igikeltsa uurimisega, kirjutab, et igikeltsa piirkonnas asuva majaga, milles ta elas 1928. aastal, juhtus järgmine lugu: «Maja ragises tugevasti, otsekui valmistudes kokku varisema; langes krohvitükke, lauad vaheseintes nihkusid paigalt; uksed kas ei mahtunud piitade vahele või pigistati nende vahele kõvasti kinni; vene ahi eemaldus seinast ja seinapalkide vahele ilmusid lõhed, milledest paistis välisvalgust.»

On teada juhtum, kus igikeltsa sulamise tagajärjel purunes leivatööstus. Pinnas leivatööstuse all muutus nii vede-

laks, et terve leivaküpsetusahi vajus tema alla tekkinud soiselt õõtsuvasse pinnasesse.

1901. aastal hävines ühes igikeltsa piirkonna linnadest raudteetöökoja hoone. Ehituse seinad vajusid ja nendesse tekkisid lõhed. Töökoja ümberehitamisel ilmnes, et mõnede tsehhide all oli pinnas nii vedel, et seda võis ämbritega välja tõsta.

JÄÄPEALSED JA KELTSAPEALSED

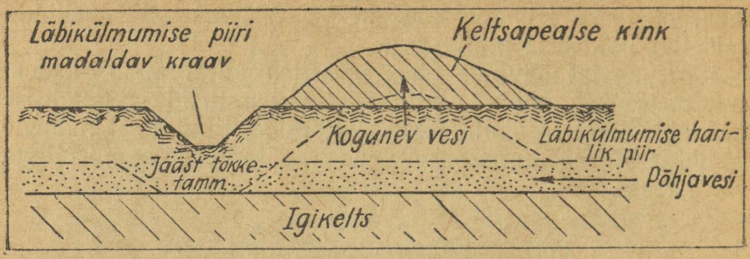
Üheks kõige omapärasemaks nähtuseks, millega tuleb kokku puutuda igikeltsa piirkonnas, on jääpealsed ja keltsapealsed.

Võite te kujutleda neljakümnekraadise pakasega üle kallaste tõusnud ja jõeorgu üle ujutavat jõge? Või hiiglasuurt jääkinku, mis suvel kolmekümnekraadise kuumusega kerkib mitme meetri kõrgusele lopsakalt õitsvas orus? Taolised pildid võivad näida haiglase kujutlusvõime viljana. Ometi osutuvad sellised «imed» igikeltsa piirkondades reaalsuseks.

Kui need nähtused esinevad jõgede jääkattel, siis nimetatakse neid j ä ä p e a l s e t e k s; nad tekivad jääkatte paksuse tugeva suurenemise tagajärjel. Sel juhul jääb vee jaoks liiga kitsas vooluava, ta ei pääse läbi ahenenud jõesängi ja surutakse jää pinnale. Jääd mööda laiali valguv vesi, puutudes kokku külma õhuga, külmub. Möödub mõni aeg ja vesi murrab enesele jälle tee jääkatte pinnale. Selline protsess kordub talve jooksul mitu korda ja jõele võib kasvada kõrge jääkink.

Jääkingud lõhkevad sageli suure jõu ja mürinaga. Jääpealsest paiskuvad välja jäätükid ja sisemusse kogunenud vesi. 28. märtsil 1928. aastal täheldas V. G. Petrov jääkingu lõhkemist ühel jõel. Lõhkemise jõud oli nii suur, et jääpealsest paiskusid välja hiiglasuured jääpangad kaaluga kuni poolteist tonni. Pinnale paiskunud võimas veevool haaras pangad ja tormas piki jõge alla, viies ära silla jõega lõikuval autoteel. Vesi valgus laiali 75 meetri laiuse ja 5 kilomeetri pikkuse ribana. Lõhkemisega kaasnes heli, mis meenutas kahuripauku, kuna veevoolu poolt eemale kantud jääpangad mürisesid nagu liikuv raudteerong.

Jõe kohal, kus on jääpealne, püsib tavaliselt udu; jääpealse vesi kohalike elanike väljenduse järgi «keeb», mee-



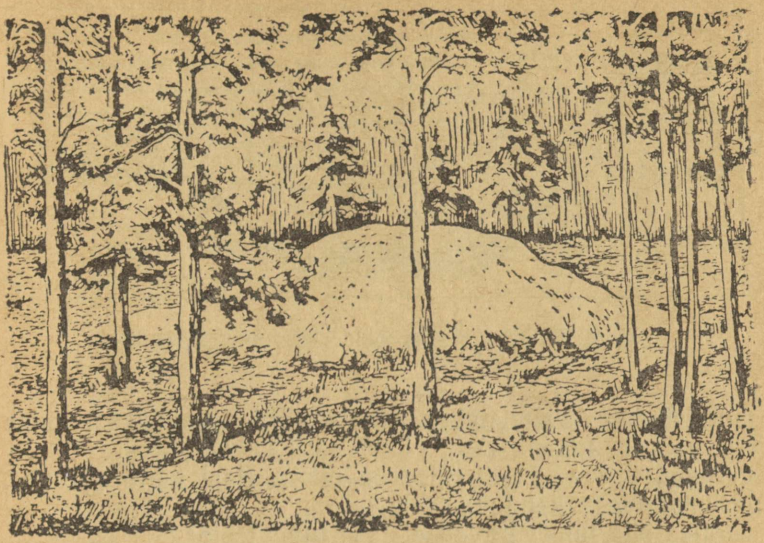
Joon. 13. Keltsapealse tekkimine.

nutades kuumaveeallikat, mille kohale kerkib aur. See nähtus seletub sellega, et jääpealse vee temperatuur on lähedane 0°-le, samal ajal kui õhu temperatuur jääpealse kohal on talvel miinus 30—40°. Jääpealse veest eralduv aur tiheneb uduks samuti, nagu tavalise toatemperatuuri juures tiheneb uduks aur kuuma veega täidetud klaasi kohal.

Analoogilised nähtused esinevad mitte ainult jõgedel, vaid ka kohtades, mis on kaugel jõgedest, jõekestest ja ojadest. Sel juhul nimetatakse neid keltsapealseteks ja nende moodustumine on näidatud joonisel 13. Kujutleme, et maasse on kaevatud kraav. Talvel külmub aktiivne kiht kraavi all sügavamalt läbi, võib liituda igikeltsaga ja moodustada jääst tõketammi. Kui igikeltsa kohal ladestuvas sulanud pinnases voolab põhjavesi, hakkab see jääst tõketammini jõudes kogunema ja otsima enesele väljapääsu pinnale. Algul muld kraavi juures pundub aeglaselt ja moodustub kink, mille sisemuses asub jää koos veega. Kink suureneb järk-järgult ja lõpuks praguneb. Lõhedest välja voolav vesi külmub kiht kihi järel ja kraavi juurde kerkib jääkünga s. Sellised künkad on nagu jääpealsedki võimelised raginaga lõhkema, paisates välja vett.

Soojade ilmade saabudes vajuvad jääkingud järk-järgult kokku ja hävivad. Nendesse kogunenud vesi uhub enesele läbi ümbritseva sulanud pinnase väljapääsu, kinkude võlvid sulavad ja vajuvad sisse ning lõpuks jäävad endiste kinkude kohale ainult ärauhutud ja lõhenenud mullalasud. Kui aga keltsapealne on väga suur, ei sula ta suve jooksul täielikult.

Suured keltsapealsed moodustuvad neis kohtades, kus maapinnale voolavad allikad (joon. 14), eriti kui vooluhulk neis allikates on suur. On teada keltsapealseid, mis hõlma-



Joon. 14. Metsas allika kohale tekkinud keltsapealne.

vad talvel kümnetesse ja isegi sadadesse ruutkilomeetritesse ulatuvaid pindalasid, saavutades kohati kuni kaheksameetrise paksuse.

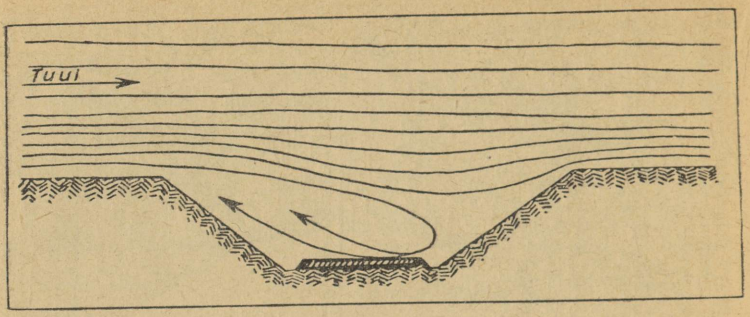
II

KUIDAS INIMENE VÕITLEB LUME JA JÄÄGA

LUMEUMMISTUSED

Suurt kahju tekitavad riigile lumeummistused. Lumeummistusteks nimetatakse massiivseid lumehangi, mis tekivad lumetormide ja tuiskude puhul raudteedele ja automagistraalidele. Lumehanged katkestavad rongide ja autode liikluse, takistades veoste, posti ja reisijate kohaletoimetamist.

Võitluseks ummistustega tuntakse mitmesuguseid viise. Ühe teravmeelsemaist ning lihtsamaist viisidest ummistuste vastu võitlemiseks leiutas 1863. aastal vene insener Titov. Titov soovitas asetada piki kinnituisatavat teeosa



Joon. 15. Õhu pöörisvoolude tekkimine süvendis.

puuliistudest valmistatud võretaolised kilp-tõkked, mida tänapäeval nimetatakse lumeväravateks. Lumeväravad peavad kinni tuisuvoo poolt edasi kantava lume, laskmata seda kanduda teele.

Miks siis lumeväravad ei lase lund teele?

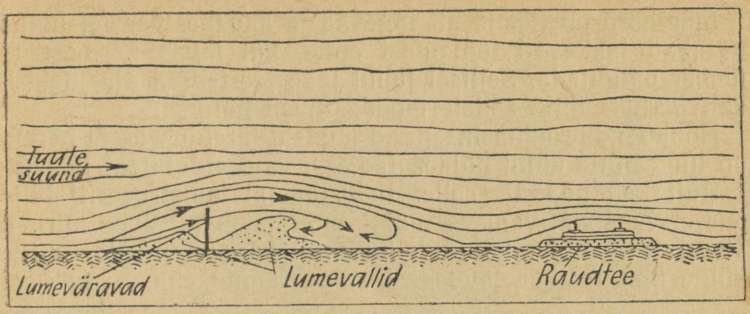
Õhuvool võib lund enesega kanda ainult selle hetkeni, kus tema kiirus ei ole alla 2,5—3 meetrit sekundis. Ummistused tekivad tuisuvoo kiiruse vähenemise tagajärjel. Läbides näiteks teesüvendeid, tuisuvoog avardub, kaotab osa oma kiirusest ning ladestab kaasatoodud lume. Et eelöeldut paremini mõista, tuletame meelde, et jõesängide kitsenedes veevool jõgedes kiireneb, avardumise puhul aga aeglustub, kusjuures aeglustunud vooluga kohtades settivad muda- ja liivaosakesed, mida jõevesi seni endaga kaasas kandis.

Peale selle on kindlaks tehtud, et süvendeis tekivad õhu pöörisvoolud (joon. 15). Osa õhujoast pöördub tagasi ning põrkab kokku tuisuvooga, vähendades veelgi rohkem selle kiirust ja seega intensiivistades lume ladestumist.

Lumeväravad kahandavad tuisuvoo kiirust enne selle jõudmist teesüvendini. Õhuvoolu tee lumeväravate läheduses on näidatud joonisel 16. Osa voolust paindub, suundudes üle lumevärava, kuna osa kulgeb läbi võrevahede.

Läbi võrevahede kulgenud osa õhuvoolust avardub ja kaotab oma kiiruse. Seda soodustab tagasisuunduvate keeriste tekkimine üle tõkke paindunud vooluosas. Lumeväravate ees ning taga tuisuvoo kiirus langeb ja lumi ladestub väljaulatuva nokataolise harjaga vallina.

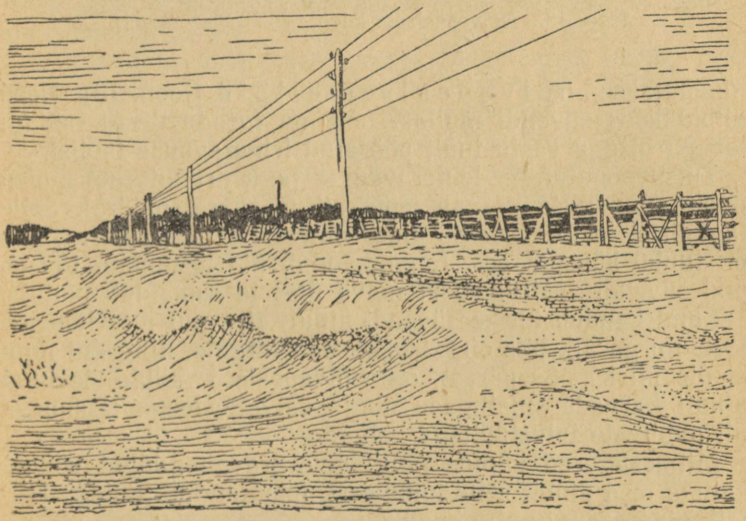
Lumeladestused lumeväravate juures on näidatud joonisel 17.



Joon. 16. Ohuvoolu tee lumeväravate läheduses.

Ka piki teed istutatud puud ja põõsad vähendavad tuisuvoo kiirust ning lumi ladestub enne teele jõudmist.

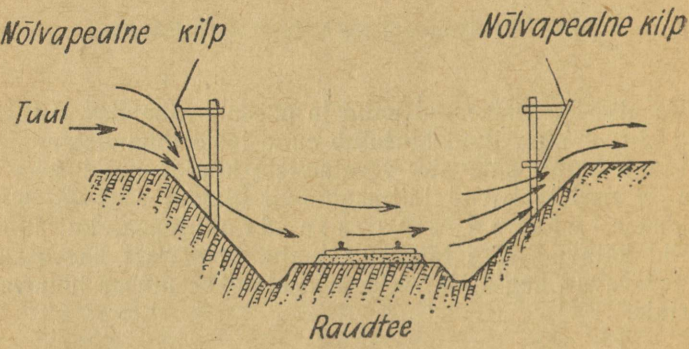
Lund kinni pidavate võretaoliste kilpide puuduseks on see, et nad lakkavad täitmast oma funktsioone või, nagu öeldakse, e l a v a d o m a a j a ä r a niipea, kui lumevallid katavad võre täielikult kinni. Seepärast kaevatakse lumeväravad aeg-ajalt välja ja asetatakse ümber lumevalli harjale.



Joon. 17. Lumeladestused lumeväravate juures.

Mõnikord on tuisud nii tugevad ja kauakestvad, et lumeväravad lakkavad töötamast enne, kui läheb korda neid ümber paigutada. Sellisel juhul jääb tee teatud aja jooksul kaitsmatuks ning sellele moodustuvad hanged.

Nõukogude raudteeinsenerid jõudsid järeldusele, et parem on lund mitte kinni pidada tee ees, vaid aidata tal takistamatult kanduda üle selle. 1930. aastal konstrueeriti kilp, mis ei vähenda, vaid vastupidi, suurendab tuisuvoo kiirust. Teesüvendi nõlvadele püstitatakse kõrged postid, mille külge kinnitatakse laudadest kaldekraanid ehk, nagu neid



Joon. 18. Nõlvapealsete kilpide töötamise skeem.

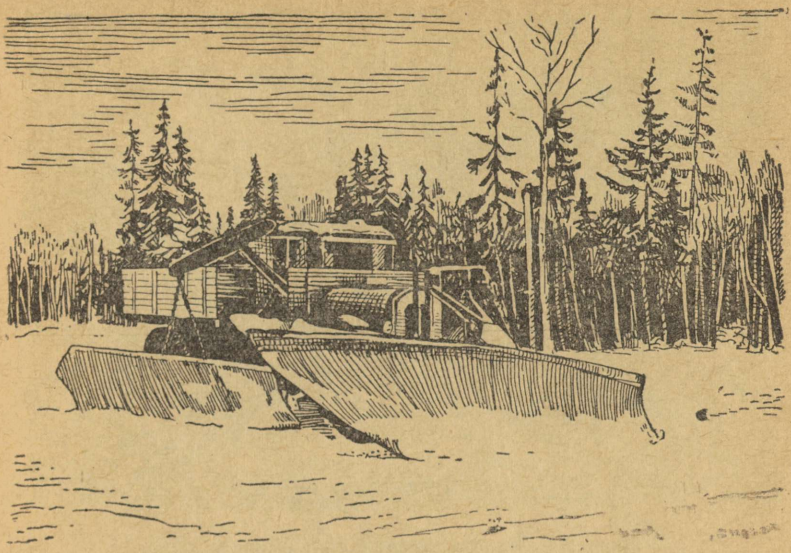
nimetatakse, n õ l v a p e a l s e d k i l b i d (joon. 18). Need kilbid koos süvendi mullast nõlvaga moodustavad midagi laiema otsaga vastu tuult pööratud lehteravause taolist.

Tuisuvoog tungib lehteravausse ja lehtri kitseneva otsa poole suundudes kasvab tema kiirus suurel määral. Selle tagajärjel tekib süvendis pidev õhuvool samas suunas, mis on tuulel süvendi ees. Lumi kandub üle teetammi, tõuseb piki süvendi vastaspoolset nõlva üles ja eemaldub põllule.

Lumi kandub üle teesüvendi ainult siis, kui tuul läheneb teele nurga all, mis on lähedane täisnurgale, ning kui lumi ei ole niiske. Seepärast on nõlvapealsed kilbid levinud ainult harvade sulailmade ning püsivate, teega täisnurga all puhuvate talvetuultega kohtades.

Mitmesugused kilpide ning lumeväravate tüübid võivad kaitsta teed ainult selle lume eest, mis kandub tuulega küljelt, ning sedagi mitte täielikult.

Ülalt teele langeva ning lumeväravate poolt läbi lastud



Joon. 19. Auto ette kinnitatud sahk-lumepuhasti.

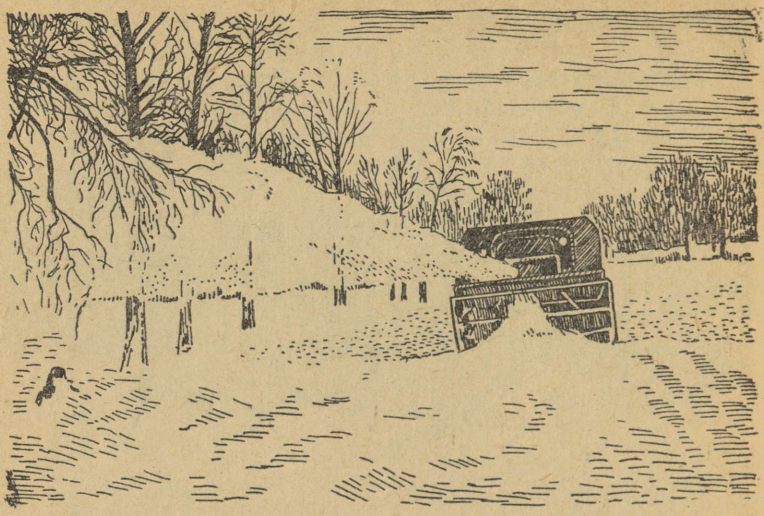
lume eemaldamiseks kasutatakse mitmesuguseid seadeldisi ning masinaid.

Lihtsaimaks maanteede lumest puhastamise seadeldiseks on traktori või auto külge haagitud puust kiilusarnane kolmnurk. Kui kolmnurka veab auto, tuleb puhastamine läbi viia seni, kuni teel on veel vähe lund. Traktor aga läbib ka paksu lumekihi. Selline kiilukujuline seadeldis eemaldab lume teelt, kogudes selle vallidena mõlemale poole teed.

Täiuslikumad lumepuhastid valmistatakse suurte metallist sahkade kujulistena; need haagitakse auto või traktori ette, kuna kõrvale kinnitatakse veel metallist tiib, mis nihutab lume kaugemale (joon. 19).

Samasuguseid lumepuhasteid, ainult palju võimsamaid, kasutatakse raudteedel.

Lund teelt kõrvaldades lükkavad nii sahk-lumepuhastid kui ka kolmnurgad selle vallidena tee kõrvale. See on tülikas, sest lumevall võib kasvada väga suureks ja teda on raske kaugemale lükata, eriti siis, kui lumi külmub ning jäätub. Peale selle peavad säärased vallid nagu lumevära-

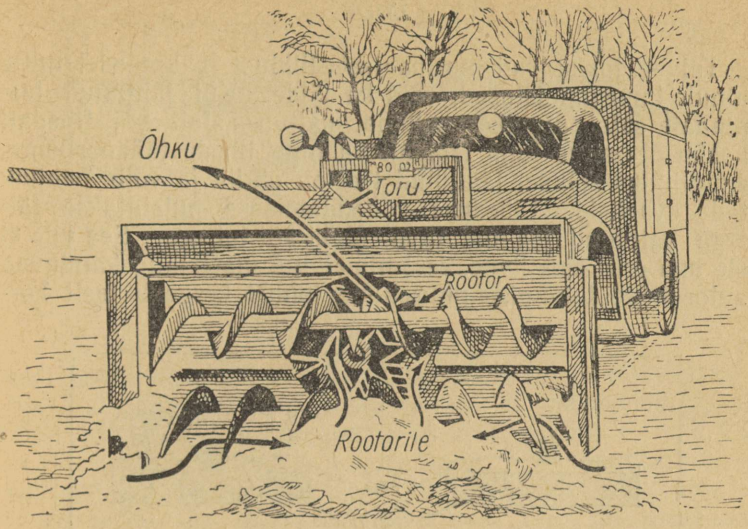


Joon. 20. Rootor-lumepuhasti töötamas.

vadki kinni tuiskude poolt edasi kantavat lund ja võivad põhjustada tee veelgi rängema kinnituiskamise. Seepärast eemaldatakse vallid spetsiaalse lumepuhastiga, mis heidab lume läbi õhu kuni 25 m kaugusele (joon. 20). Niisugust seadeldist nimetatakse r o o t o r - l u m e p u h a s t i k s. Võimas rootor-lumepuhasti heidab lund tiheda lehvikukujulise joana ja eemalt näib, nagu liiguks piki teed masin, mille kohal püsib valge suitsupilv. Maanteedel tarvitatava rootor-lumepuhasti töö on näidatud joonisel 21. Kaks spiraalset kruvi, mis on kujult samasugused kui hakkmasinates kasutatavad spiraalvõllid, haaravad lume ja toimetavad selle pöörlevale kettale, mis on varustatud labadega. Ketas, mida nimetatakse r o o t o r i k s, pöörleb suure kiirusega, haarab lume ja paiskab selle õhku toru kaudu, mida võib pöörata ühele või teisele poole.

Veelgi võimsamaid, vedureile monteeritud rootor-lumepuhasteid kasutatakse raudteede puhastamiseks lumest.

Esimesed rootor-lumepuhastid maailmas leiutati Venemaal. 1879. aastal demonstreeris Vladikavkazi raudtee masinist Berens Mineralnõje Vodõ jaamas tema poolt leiutatud rootor-lumepuhasti mudelit. Tema lumepuhasti kujutas endast veduri ette kinnitatud pöörlevat trumlit. Trum-

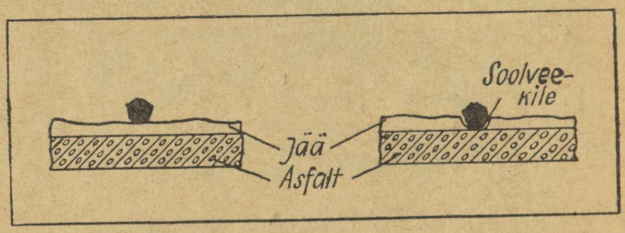


Joon. 21. Rootor-lumepuhasti töötamise skeem.

mel oli varustatud metallist labadega, mis haarasid lume ja paiskasid selle teelt kõrvale.

Teist tüüpi lumepuhasti, millel olid suured labad lume laialiloopimiseks, leiutas 1878. aastal vene leidur-iseõppija Lobatševski. «Privileegi» oma leiutisele sai leidur 1879. aastal ja lumepuhasti valmis 1882. aastal. Leiutise elluviimisega seotud tüli ja vaev aga laostas Lobatševski tervise ja ta suri varsti pärast lumepuhasti valmisehitamist. Pärast leiduri surma meelitas keegi kaval seikleja tema pärijatelt välja lumepuhasti joonised ja sõitis Ameerika Ühendriikidesse, lubades seal hankida patendi Lobatševski nimele. 1885. aastal kerkisid Ameerikas esile Leslie rootor-lumepuhastid, mida kasutati raudteedel ja millel oli Lobatševski lumepuhastiga võrreldes ainult veidi muudetud konstruktsioon, kuid mis üldiselt baseerusid samal tööprintsiibil. Kadunud seikleja kohta ei saadud enam mingeid teateid.

Talvel takistavad normaalset liiklust maanteedel mitte ainult lumeummistused, vaid ka jäide. Kui jahtunud teepinnale sajab peenikest vihma, kattub asfalt või tihedalt kokku pressitud lumi läbipaistva ning libeda jääkoorikuga. Autoliiklus sellisel jäätunud teel on ohtlik ja võib põhjustada avariisid. Libeduse vähendamiseks puistatakse jäitega kattunud tee üle liiva, šlaki või tuhaga. See viis ei ole aga eriti efektiivne, sest nimetatud materjalid kanduvad autorataste liikumise ning tuule toimel kergesti teelt kõr-



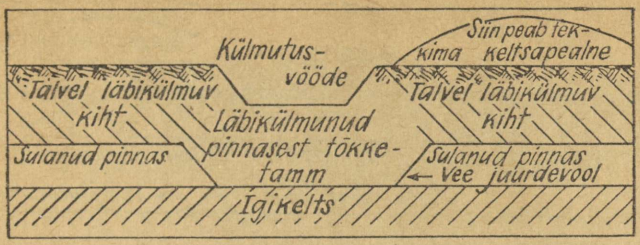
Joon. 22. Liivatera vajumine jääkihti.

vale. Selle vältimiseks segatakse liiv või šlakk soolaga. Sool tõmbab külge niiskust ja lahustub ning liivateradel moodustub soolveekile, millel on madalam külmumistemperatuur kui harilikul veel (kui soolvesi sisaldab 200 grammi soola ühe liitri vee kohta, on tema külmumistemperatuur võrdne miinus 16°-ga). Soolveest niiskunud liivatera on kokkupuutes jääga ja kui õhu temperatuur on kõrgem tekkinud soolvee külmumistemperatuurist, hakkab jää liivatera all sulama. Liivatera vajub jäässe tekkinud väheldasse lohku ja püsib seetõttu kindlalt jääpinnas (joon. 22).

VÕITLUS KELTSAPEALSETE JA JÄÄPEALSETEGA

Tunduvalt suuremaid raskusi kui harilik jäide valmistavad teedel keltsapealsed.

Aastatel 1942—1943 ehitati Ameerikas läbi Alaska ning Kanada kulgev autotee. Ameerika inseneridel puudusid küllaldased kogemused võitluses keltsapealsetega ja tee ehitamisel ei näinud nad ette, et võivad tekkida keltsapeal-



Joon. 23. Külmutusvööde.

sed. Juba esimesel talvel muutus tee peaaegu läbipääsmatuks. Jääpealsete tekkimise tagajärjel purunesid sillad ning kohati kattus tee paksu jäävaibaga või ujutati üle veest. Tekkinud kahju oli väga suur. Tee parandati, kuid rohkem kui 470 miili ulatuses tuli muuta tema asendit ja peale selle võtta tarvitusele suur hulk kulukaid abinõusid võitluseks keltsapealsetega.

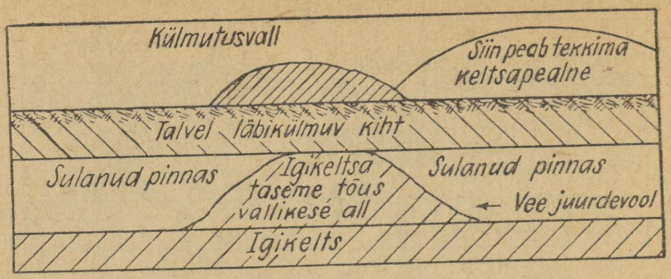
Nõukogude inseneridel on rikkalikke kogemusi võitluses keltsapealsetega. Real juhtudel kasutavad nad selleks otstarbeks neidsamu looduslikke protsesse, mis tekitavad keltsapealseid.

Väga teravmeelseks abinõuks võitluses keltsapealsetega on k ü l m u t u s v ö ö t m e d. Küllalt suurde kaugusse teest kaevatakse kraav või lihtsalt eemaldatakse sammal ja põõsad, paljastades sellega mulla (joon. 23). Selle tagajärjel laskub ülemise kihi läbikülmumise piir allapoole ja läbikülmunud pinnasest tekkinud tõkketamm takistab vee pääsu teele. Vesi tungib maapinnale ja moodustab keltsapealse teele ohutus kohas.

Tõkketammi võib pinnases luua ka teisel teel — tõstes kõrgemale igikeltsa enda taset.

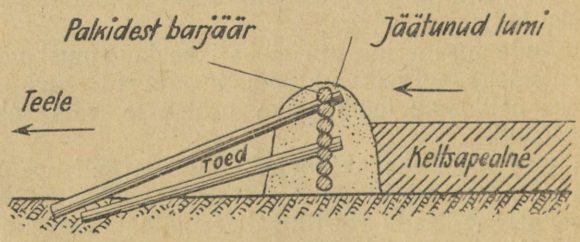
Selleks otstarbeks rajatakse külmutusvall, kuhjates maapinnale, kui pinnas varakevadel veel ei ole sulanud, väheldase turba- või mullavalli (joon. 24). Külmutusvall takistab soojuse tungimist mullasse ja pinnase sulamist suvel. Tänu sellele tõuseb igikeltsa tase kõrgemale ja liitudes aktiivse kihi alumise piiriga, moodustab külmunud pinnasest tõkketammi.

Võitluseks keltsapealsetega kasutatakse ka spetsiaalseid valle ja palkidest barjääre (joon. 25), mis tõkestavad keltsapealsete edasitungimist ja ei lase neid kogu talve



Joon. 24. Külmutusvall.

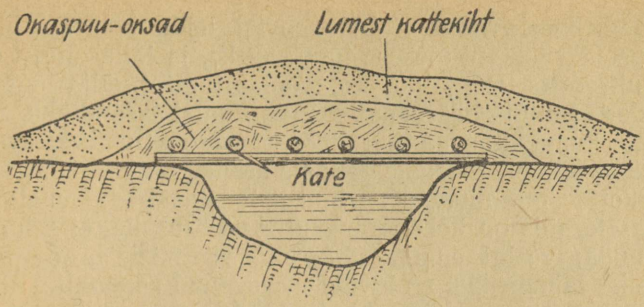
jooksul jõuda teeni. Suurema vastupidavuse saavutamiseks puistatakse palkidest barjäärid üle lumega, mis seejärel küllastatakse veega ja muudetakse vastupidavaks jäätunud seinaks. Mõnikord maakoht kuivendatakse: keltsapealset toitev põhjavesi juhitakse kraavide kaudu kõrvale.



Joon. 25. Keltsapealse-vastane tõke.

Et jõel ei tekiks jääpealset, selleks jõesäng soojustatakse, s. o. kindlustatakse külma vastu. Piki jõekaldaid istutatakse põõsad või laotakse rohumättad. Väikeste jõekeste ja ojade voolusängid kaetakse neis kohtades, mis on ohtlikud jääpealsete tekkimise poolest, lattide, hagude ja tuulest murtud puudega või okaspuu-okstega; soojustamine toimub seejuures peamiselt lume arvel, mis laskub sellisele kattele ja kaitseb jõekest külmumise eest (joon. 26). Et säärane soojustamine on võrdlemisi kulukas, rakendatakse seda ainult sildade läheduses.

Kui jõesäng on külma vastu kindlustatud, ei saa jõel tekkida paksu jääkatet. Mõnikord ei külmu soojustatud jõed talvel üldse. V. G. Petrov kirjeldab looduse enda poolt soojustatud jõge (joon. 27) järgmiselt:



Joon. 26. Jõesängi soojustamine katte ehitamise teel.

«Algul te lähete mitu kilomeetrit mööda tihedat lehtpuumetsa; äkki lõpeb mets ja teie pilgu ees avardub kõrbetaoline lumelagendik kauge metsa raamis; lähedal on ainult siin-seal näha üksikuid kuuski; sügav lumi on maskeerinud külmumatu jõekese ja teda on raske pilguga tabada; kogunud julgust, laskute rinnust saadik lumme,

Joon. 27. Külmumatu jõeke.

peaaegu meeleheitele viidud soovist leida kas või mingi-suguseidki jõe või jõekese tundemärke, ja jälle täiesti ootamatult, otse teie jalge ees, voolab lumest välja jõgi ning lookleb lõputute käärudena mööda lumist tasandikku. Teid rabab kummaline ja harukordne vaatepilt: jõeke voolab nagu suvel, ent roheliste kallaste asemel on kõrgeid valgeid sulgkotte meenutavad pehmed lumehanged; vaatamata pakasele, mis on kohane Jakuutia veebruarile, ei taha jõgi külmuda; veelgi enam, läbi selge vee näete te jõe põhjas rohelist taimestikku — kividele kasvanud sammalt.»

V. G. Petrovi arvates ei külmu see jõgi seepärast, et paks lumikate kallastel võimaldab pinnasel säilitada võrdlemisi kõrget temperatuuri. Kallastelt kandub soojus omakorda edasi veele.

Lumi ise on oma olemuselt üks parimaid kaitsevahendeid külma vastu. See näib kummalisena, sest meie tavalised kujutlused lumest on seotud külma-aistinguga. Lumi on aga väga halb soojusjuht: ta laseb halvasti läbi soojust mullast ning külma atmosfäärist. Mida kohevam on lumi, seda paremini ta kaitseb maad külmumise eest.

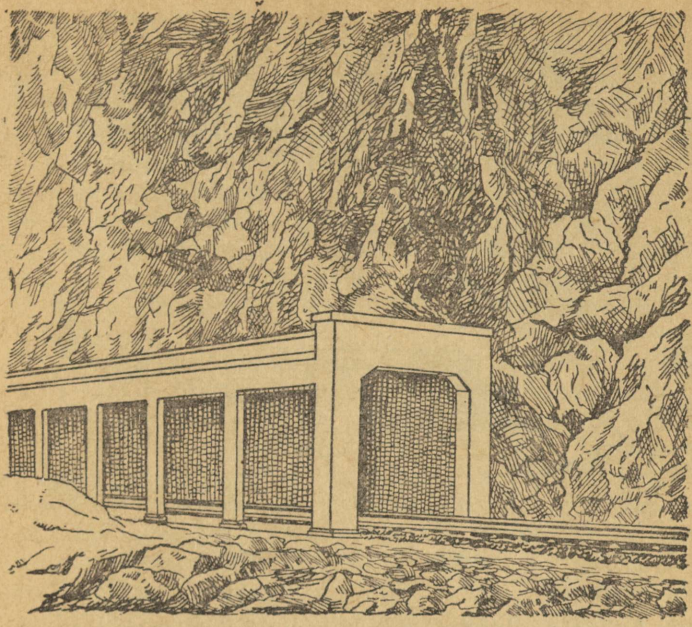
Lume omadust hästi soojust kinni hoida kasutavad näiteks neenetsid: kui neil käreda pakase ajal tuleb ööbida lageda taeva all, rajavad nad oma öölaagrid lumehange.

LAVIINIDE VASTU VÕITLEMISE ABINÕUD

Mäestikurajoonides on tõsiseks hädaohuks laviinid. Võitluseks laviinidega ehitatakse nõlvadele, mida mööda nad laskuvad, tugimüüre, püstitatakse planke ja põimitud tarasid või kaevatakse laviinivastaseid kraave. Sellised ehitused moodustavad tugipunkti mäenõlval lasuva, tõkkele lähima lumekihi jaoks, millega kõrvaldatakse selle allalibisemise võimalus. Peale selle võivad need tõkked peatada langeva laviini, mis on tekkinud kõrgemal nõlvakul asetsenud lumekihi varisemise tagajärjel.

Kaitseks laviinide vastu ehitatakse mäestikuteedele puust varjendeid ning kivi- ja raudbetoon-galeriisid (joon. 28), samuti tunneleid. Need ehitused annavad teele varju, kaitstes teda kuitahes suurte laviinide vastu ja muutes läbisõidu ohutuks.

Laviinide teele püstitatakse sageli kivist või betoonist laviinimurdjaid (joon. 29). Põrgates vastu murdjat, muu-



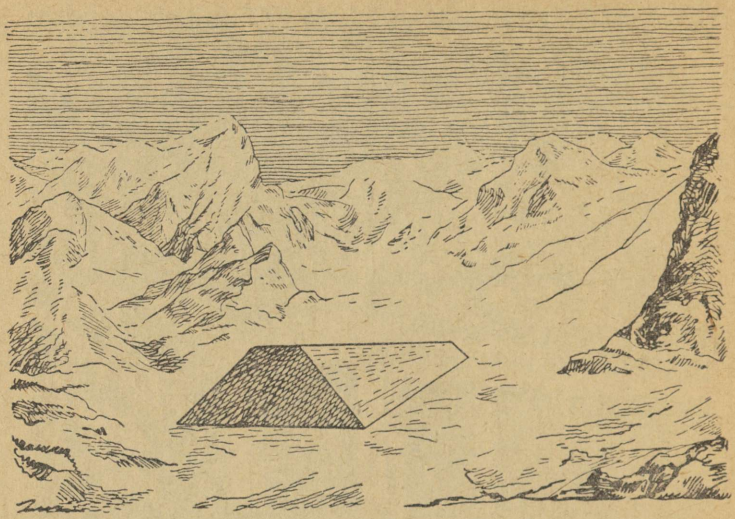
Joon. 28. Laviinivastane galerii.

dab laviin oma suunda, mille tulemusena ta juhitakse mõnda külgkuristikku või kusagile mujale, kus tema langemine ei tekita kahju.

Heaks takistuseks laviinile on tihe mets. Seepärast on laviiniohtlikes maakohtades metsa raiumine keelatud; mägede nõlvadele istutatakse isegi spetsiaalseid kaitsemetsi.

Et nõrgendada laviinide toimet, kutsutakse nende varisemine kunstlikult esile sel ajal, kui kuhjuvad lumemassid on veel mahult väikesed. Lumemasse tulistatakse miinipildujatest või tekitatakse plahvatusi neis kohtades, kus lumi kuhjub.

Suurt tähtsust võitluses laviinidega omab Nõukogude Liidus organiseeritud spetsiaalsete laviinijaamade töö. Laviinijaam uurib põhjusi, mis kutsuvad esile laviinide tekkimist antud rajoonis, selgitades ühtlasi laviinide peatset langemist tähistavaid tundemärke. Laviinijaamade materjale kasutades on võimalik valida kõige ohutumat



Joon. 29. Laviinimurdja.

kohta hoonete, sildade, teede ja muude ehituste jaoks, samuti enam-vähem täpselt ette aimata laviini langemise aega.

LAGUNEVA JÄÄ LÄBILASKMINE

Lühiajalist, kuid väga pingutavat võitlust jääga tuleb pidada kevadel jäämineku ajal.

Jääminek võib tekitada tõsiseid vigastusi sildadele ning mõnikord kogu silla isegi purustada. Jäälagunemise ajal jõge mööda ujuv jää annab sillatugedele tugevaid hoope ning võib suure veetõusu puhul vigastada ka silla kandekonstruktsiooni. Mida suurem on jääpank, seda tugevam ja ohtlikum on tema löök. Seepärast peenendatakse lagunev jää võimalikult väikesteks tükkideks, et ta pääseks silla alt vabalt läbi ja et tema löögid oleksid nõrgemad. Selleks otstarbeks ehitatakse sildade ette vastu jõe voolu spetsiaalsed seadised — j ä ä p u k i d, millede esiosad on veerjad, vildakate tahkudega. Jääpukile sattudes murduvad jääpangad iseenda raskuse toimel. Peale selle tükeldatakse jääd lõhkeaine abil, asetades ujuvatele jääpankadele toolipakikesi.

Suureks hädaohuks sildadele on j ä ä s u l u d. Jääsulg tekib sel juhul, kui ujuvad jääpangad, kohates oma teel mingit takistust (kitsenenud jõesäng, järsk käänak, kärestikud, põhjavajunud laev, juurtega välja rebitud puude kuhjum jne.), peatuvad järk-järgult kogu jõe laiuses. Järgnevad jääpangad kuhjuvad peatunud jääpankade peale ning jääsulg kasvab kiiresti. Kuhjuvate jääpankade raskuse all vajub tekkinud pais põhja, ummistades kogu jõesängi. See viib veeseisu tugevale tõusmisele. Mõnedes jõgedes kutsuvad jääsulud esile veeseisu tõusu 15—20 meetri võrra üle talvise taseme, põhjustades tugevaid üleujutusi.

Kui vesi murrab läbi jääpankadest paisu, sööstab ta piki jõge alla sellise jõuga, et sillad ei suuda tema löökidele vastu pidada. 1909. aastal tekkis Angara ja Jenissei ühtumiskohal jääsulg, mis seejärel murdus; läbimurrukohta kisti kaasa läheduses talvitavad laevad; mitu laeva hukkus.

Jääsulud tuleb tingimata purustada võimalikult vara, kõige parem juba nende tekkimise algul. Harilikult lastakse nad õhku, asetades jääle toolipakikesi. Viimasel ajal purustatakse jääsulge ka lennukipommide allaheitmise teel.

JÄÄLÕHKUJAD

Veelgi karmimat võitlust peavad inimesed merejääga. Juba vanal ajal kõitsid vene rändurite tähelepanu Arktise veed. Julged uurijad otsisid Arktises uusi maid ja uusi lühemaid mereteid ühenduse pidamiseks üksikute maade vahel, kuid Arktis ei paistnud silma suure külalislahkuse poolest.

1912. aastal asus vahva vene meremees G. J. Sedov laeval «Foka» teele Franz Josephi maa piirkonda, kavatsedes kasutada seda saart baasina Põhjapooluseni jõudmiseks. Kohtunud läbipääsmatute jääväljadega, jäi «Foka» talvitama, kuna Sedov ise läks jääd mööda Põhjapooluse suunas ja hukkus teel.

Niisama traagiline saatus tabas G. L. Brussilovi ekspeditsiooni. Brussilovi sihiks oli läbida Põhja-Jäämeri kuni Vaikse ookeanini ja ta purjetas Peterburist välja 1912. aastal laeval «Svjataja Anna». 1912. a. oktoobri algul suruti «Svjataja Anna» jääpankade vahele kinni ja sellest momen-

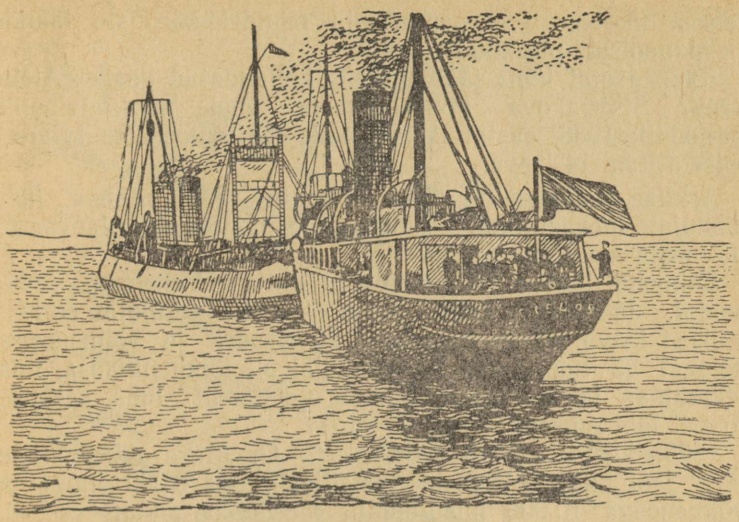
dist algas tema triivimine[1], mis kestis ligi kaks aastat. Laeval lõppesid toiduainete tagavarad ning meeskonna keskel puhkesid haigused. 1914. aasta aprillis lahkusid 14 meeskonnaliiget eesotsas tüürimehe V. I. Albanoviga laevalt ja suundusid kelkudega «Suurele maale». Mandrile jõuda ning pääseda õnnestus ainult kahel. «Svjataja Anna» ja temale jäänud meeskonnaliikmete (13 inimest) saatus on teadmata; tõenäoliselt muljuti laev jääpankade vahel puruks.

Suur arv vene ja välismaa teadlasi on eluga maksnud katse eest tundma õppida Arktist.

Uus ajajärk Arktise uurimises ja tundmaõppimises algas pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni. Esmakordselt muutusid polaaruurimised oma riisikol tegutsevate üksikuurijate isiklikest asjadest riiklikeks asjadeks. Arktisesse suunduvaid ekspeditsioone varustatakse meie maal kõige täiuslikuma tehnikaga ning neid organiseeritakse kõige hoolikamalt. Tänu sellele on nõukogude uurijad saavutanud erakordseid tulemusi. Keegi meist pole unustanud kuulsa «Põhjapooluse»-nimelise teadusliku jaama triivimist jääpangal. 21. mail 1937. aastal toimetasid lennukid ekspeditsiooni Põhjapoolusele ja maandasid ta jääle. 274 päeva jooksul teostas ekspeditsioon vaatlusi, asudes triivival jääpangal, mis läbis selle aja jooksul 2100 km pikkuse tee. Ekspeditsiooni poolt koguti erakordselt väärtuslikke teaduslikke materjale. Tõestati, et Põhjapooluse piirkonnas ei ole saari. Ekspeditsiooni liikmed uurisid merepõhja reljeefi oma triivimise teel ning jää ja merevee ülemiste kihtide liikumist ja teostasid arktilistel laiustel väärtuslikke meteoroloogilisi vaatlusi.

Nõukogude arktiseuurijate teiseks väljapaistvaks võiduks on jäälõhkujaks kohandatud auriku «Georgi Sedovi» triivimine. 1937. aasta septembris jäid nõukogude aurikud «Georgi Sedov», «Sadko» ja «Malõgin» Laptevite meres jäässe kinni. Kõik kolm laeva triivisid koos kuni 1938. aasta suveni, millal jäälõhkuja «Jermak» vabastas «Sadko» ja «Malõgini» jäävangistusest. Aurikut «Georgi Sedov» ei õnnestunud vabastada, sest tema rooliseadeldis oli korrast ära. «Sedov» triivis poolteist aastat. 1940. aasta jaanuaris päästeti ka tema võimsa jäälõhkuja «Jossif Stalini»

[1] Triivimiseks nimetatakse laeva kõrvalekaldumist kursist tuulte või vooluste toimel.



Joon. 30. Jäälõhkujaks kohandatud aurik «Georgi Sedov» ja jäälõhkuja «Jossif Stalin» pöörduvad tagasi kodumaale.

poolt (joon. 30). Triivimise ajal läbis «Sedov» 6100 km. Sedovlased teostasid terve rea kõrgeväärtuslikke vaatlusi ja päästsid peale selle oma laeva jää hukutavast ahistusest. Merejää uurija professor N. N. Zubov kirjutab selle kohta järgmist:

«Võttes arvesse esimesel talvitamisel, mis nii tugevasti rikkus laeva rooliseadeldise, saadud kogemusi, pöörasid sedovlased erilist tähelepanu laeva hoidmisele. Esiteks tugevdasid nad võimaluste piires laeva korpust ja teiseks, mis veelgi tähtsam, töötasid välja erilise taktika võitluseks jää surve vastu lõhkeainete abil. Talvel, kui jääpankade ahistav surve tähendas kõige suuremat ohtu, olid pardal alati valmis ammonaalilaengud ning laeva ümber ette valmistatud augud lõhkeaine paigutamiseks. Laengud olid määratud pardale rõhuvate jääväljade teravate nurkade purustamiseks ja laeva ümber omapärase jääkildudest padja moodustamiseks, mis palju ühtlasemalt jaotas peale-tungivate jäävallide survet.»

Visa, plaanipärane ja igakülgne Arktise uurimine andis võimaluse tundma õppida ja laevasõiduks ära kasutada Suurt Põhja-mereteed. See tee on tunduvalt lühem igast

teisest mereteest Euroopa-Aasia mandri äärmiste lääne- ja idapoolsete punktide vahel.

1932. aastal läbis jäälõhkujaks kohandatud aurik «Aleksandr Sibirjakov» Põhja-meretee ühel navigatsiooniperioodil; 1936. aastal läbisid selle tee vahepealse talvitamiseta juba 14 laeva.

Arktise vallutamine oleks võimatu ilma võimsa jäälõhkujate-laevastikuta. Nõukogude jäälõhkujate-laevastik on parim maailmas.

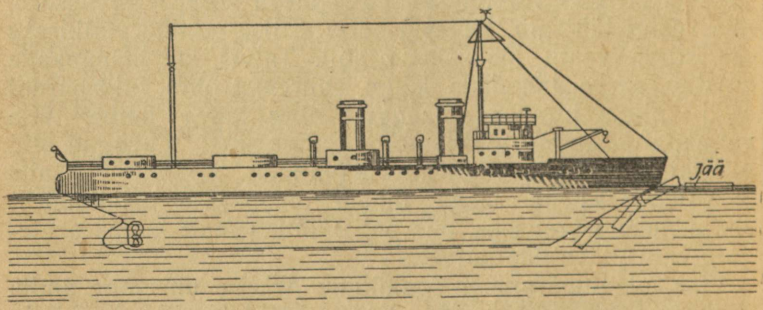
Esimene jäälõhkuja maailmas ehitati Venemaal 1864. aastal. Jäälõhkuja kandis nime «Piloot» ja kujutas endast väikest laeva pikkusega umbes 20 meetrit ja võimsusega kõigest 85 hobujõudu. Jäälõhkujal oli tömp ninaosa, mis võimaldas laeval jääle roomata ja temast oma raskuse toimel läbi murda.

1899. aastal ehitati admiral S. O. Makarovi jooniste järgi jäälõhkuja «Jermak» veeväljasurvega 8 000 tonni ja võimsusega 10 000 hobujõudu. «Jermaki» pikkus on 93, laius 22 meetrit.

«Jermak» oli kaua aega võimsaimaks jäälõhkujaks maailmas. Käesoleval ajal leidub veelgi võimsamaid jäälõhkujaid, mis on varustatud kõige vajalikuga meresõiduks Arktises.

Jäävälja purustamine jäälõhkuja poolt toimub laevanina ehk käila roomamisel jääle, nii et ta avaldab jääle survet ülalt. Et see võiks toimuda, tehakse käila veealune osa veerjas (joon. 31).

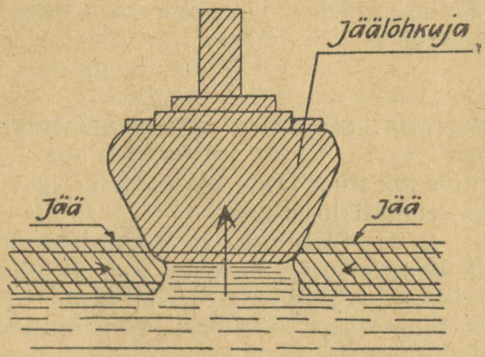
Jäälõhkuja töötab järgmiselt: laevanina tõukab vastu jäävälja ning laev roomab jääle, murdes selle oma raskuse



Joon. 31. Jäälõhkuja töö.

all tükkideks. Jäävälja purunemisel laskub laev harilikku tasakaaluasendisse ning kiirendab käiku. Põrgates uuesti vastu jäävälja, roomab laevanina jälle jääle ning purustab selle jne.

Mõnedel jäälõhkujatel on käilaosas laevakruvi. Kruvi suunab jääpangale võimsa, uuristava ning purustava veejoa. Jäälõhkuja «Jermakiga» töötamisel saadud kogemused aga näitasid, et Arktise tingimustes, kus jääl on suur paksus, murdub käilakruvi sageli. Mõnikord vigastub ka käil ise selles kohas, kus kruvi väljub laeva korpusest. Seepärast nõukogude jäälõhkujail ei ole käilakruvi.



Joon. 32. Jää toime munajate parrastega jäälõhkujale.

Jäälõhkuja spetsiaalseteks seadisteks on käilaossa, ahtrisse ja parrastele asetatud tsisternid. Täites ning tühjendades ühtesid või teisi tsisterne, on võimalik kiiresti ümber asetada laeva raskuskeset, muuta tema kallakut ning isegi õõtsutada laeva tugevamate löökide andmiseks jääle. Laeva jääle roomamise eel tühjendatakse käilatsisternid; tänu sellele kerkib laeva esiosa kergemini üles. Pärast seda, kui laev on roomanud jääle, pumbatakse vesi ahtritsisternidest kiiresti üle käilaossa ja jää purustamine toimub suurema jõuga. Tsisternide kiireks tühjendamiseks ja täitmiseks varustatakse jäälõhkuja võimsate pumpadega.

Jäälõhkuja korpus peab olema eriti vastupidav, et taluda jää muljuvat toimet. Tema pardad tehakse tavaliselt munajad, mistõttu laeva ahistavad pangad ei saa teda puruks

muljuda, vaid tõukavad teda ainult ülespoole (joon. 32).

Et jäälõhkujal tuleb purustada tihedat ning paksu jääd, on tema liikumiskiirus väga väike, kõigest 2—6 km tunnis; kui jää on väga suure paksusega, võib laeva kiirus olla veelgi väiksem.

Peale jäälõhkujate kasutatakse ka *jäämurdjaid*, mis purustavad jääd käilaosa vahetu läbistava löögiga. Jäämurdjate käilaosa tehakse eriti vastupidav ning varustatakse mõnikord spetsiaalse seadisega jää purustamiseks, nn. jääsahaga.

Jäämurdjad ei saa töötada nii rasketes tingimustes kui jäälõhkujad, mistõttu neid kasutatakse peamiselt purustatud jääs. Selline jääsupp võib olla väga tihe, kuid mitte kokku külmunud.

VÕITLUS LENNUKITE JÄÄTUMISE VASTU

Jää püstitab takistusi mitte ainult maa- ja veetranspordile, vaid ka lennuliiklusele.

Me teame, et vesi võib esineda ebapüsivas ülejahutatud olekus. Kui lennuk sukeldub lennu ajal ülejahutatud veetilkadest koosnevatesse pilvedesse, külmuvad veepiisakesed lennuki tiibu ning korpust mööda laiali valgudes kiiresti ja lennuk hakkab jäätuma.

Jäätumine võib toimuda ka siis, kui lennuki enda välispind on tugevasti jahutatud. Kui selline lennuk satub külma vihma vööndisse või pilve, mille temperatuur on ainult veidi üle 0°, kattuvad tema tiivad, saba, propeller ning teised osad jääga. Et sellest aru saada, tuletage meelde, mis juhtub, kui puudutate pakase ajal märja käega ukse metallist käepidet. Käsi külmub silmapilkselt metalli külge.

Lennuki või õhupalli jäätumine võib põhjustada avarii. 11. juulil 1899. aastal lendas õhupallil Põhjapooluse suunas välja ekspeditsioon rootsi maadeuurija Andrée juhtimisel. Ekspeditsioon kadus jäljetult. Alles 33 aastat hiljem leiti õhupalli jäänused. Leitud päevikute ja kirjade järgi tehti kindlaks, et õhupall sooritas hädamaandumise jääle Teravmägedest kirde suunas, sest õhupalli kest kattus paksu jääkihiga. Ekspeditsiooni liikmed asusid jalgsi mööda jääpanku tagasiteele, kuid ükski neist ei jõudnud mandrini.

Ka kuulsate nõukogude lendurite Tškalovi, Baidukovi ja

Beljakovi lennu ajal marsruudil Moskva—Uddi saar hakkas lennuk jäätuma. Tiibade ääred, klaasid ja lennuki väljaulatuvad osad kattusid jääga. Mõne aja pärast hakkas mootor korrapäratult töötama ning lennukis tunti värinaid ja lööke. Lendureil tuli laskuda madalamale.

Jää tekkimine suurendab õhulaeva kaalu. Eriti ohtlik on see dirižaablite[1] ja aerostaatide[2] puhul.

Lennukile ei ole kaalu suurenemine eriti ohtlik, kuid seda ohtlikum on jäätumise puhul ilmnev lennuomaduste halvenemine. Kõige sagedamini kasvab jää ebaühtlaste nukkide ja konarustena tiiva esiserva külge. Ebatasasustest mööda voolavas õhus tekivad keerised, mis põhjustavadki lennuki lennuomaduste halvenemist.

Võitluseks jäätumisega kasutatakse mitmesuguseid *jäätumisvastaseid vahendeid*.

Vedelad jäätumisvastased vahendid kujutavad endast vee külmumistemperatuuri madaldavaid vedelikke (kõige sagedamini piirituse ja glütseriini segu). Vedelik juhitakse spetsiaalsete torude kaudu propellerilabade pinnale või lennukikabiini akendele. Jää hakkab sulama ja murtakse lahti õhuvoolu poolt.

Mehaanilisi jäätumisvastaseid vahendeid kasutatakse jää kõrvaldamiseks juhtpindadelt ja tiibade esiservadelt. Nad kujutavad endast õhukesi kambriteks jaotatud kotitaolisi kummist katteid. Nende katetega ümbritsetakse jäätumisele vastuvõtlikud kohad. Jäätumise puhul pumbatakse katetesse õhku, kambrid paisuvad järjestikku ning purustavad kattel tekkinud jääkooriku.

Soojuslikud jäätumisvastased vahendid kõrvaldavad jää lennuki jäätuvate osade soojendamise teel. Piloodi kabiinile tehakse kahekordsed aknad ja neid soojendatakse elektrivoolu abil, mis kulgeb piki aknaklaaside vahele tõmmatud metalljuhtmeid. Aknaklaaside ja tiibade servi võib soojendada ka sooja õhuga, mis suunatakse jäätuvasse kohta spetsiaalsete õhujuhtmete kaudu.

Suurt abi osutab lendureile võitluses lennukite jäätumisega lennuvälja meteoroloogiline teenistus.

---

[1] *Dirižaabel* — tilgakujulise ehituse ning kõva või poolkõva konstruktsiooniga juhitav õhulaev, rahvakeeles tuntud tsepeliini nime all. *Tõlk.*

[2] *Aerostaat* — lihtsat tüüpi õhulaev, rahvakeeles tuntud õhupalli nime all. Kuulub nagu dirižaabelgi õhust kergemate lennuaparaatide hulka. *Tõlk.*

TRÜ Raamatukogu

Väljalennu eel antakse lendurile leht, millel on näidatud ilmastikuolud eelseisval teel, pilvituse iseloom ja piirkonnad, kus on võimalik lennuki jäätumine.

Seni kõnelesime inimese võitlusest lume ja jääga, kuid lumi ja jää toovad paljudel juhtudel ka suurt kasu. Sellest räägime käesoleva raamatukese viimases osas.

III

LUMI JA JÄÄ INIMESE SÕPRADENA

LUMI KAITSEB PAKASE EEST

Lumi juhib halvasti soojust. Seda lume omadust kasutatakse põllumajanduses laialdaselt külvide kaitseks.

Väga suurt tähtsust omavad meie rahvamajanduses taliviljakultuurid. Kujutlegem, mis juhtuks, kui põldudel ei oleks lumikatet. Me teame, et talvel esineb sageli kolmekümne- ja rohkemakraadiseid pakaseid. Sääraste pakaste ajal on mulla temperatuur selles sügavuses, kus hakkavad arenema teraviljataimede eod [1], ligi 20° alla nulli. Talioder hukkub juba —12° juures; —15° juures võib hukkuda talinisu ning —18° juures rukis.

Kui aga maapind on kaetud lumega, on pinnase temperatuur kolmekümnekraadise pakasega 15 sentimeetri paksuse lumikatte puhul —10°, 50-sentimeetrise lumikatte puhul aga kõigest —3°. Lumikate päästab taliviljad külmumisest.

Ent mitte alati ei ole lumikatte paksus põldudel küllaldane, et kaitsta maapinda tugeva läbikülmumise eest. Talvised tuuled puhuvad lume minema, kandes teda jäärakutesse ning lohkudesse. Seepärast on paljudes kohtades vajalik koguda lund põldudele kunstlikult.

Lume edasikandumist tõkestatakse lumeväravate, lumemüüride ja vallide, samuti ka nn. k u l i s s i d e abil. Viimasteks nimetatakse hao-, oksa- ja õlekubude ning päevalille-, maisi- ja teiste taimede varte ridu. Mõnikord jäetakse nende taimede varred lihtsalt koristamatult põldudele, mõnikord torgatakse nad vajalikes kohtades veel mitte külmunud maasse. Need takistused vähendavad tuule kii-

[1] Umbes 2 cm sügavuses maapinnast.

rust tuiskude ajal ja seega peavad edasikantava lume kinni.

Lume kogumine põldudele mitte ainult takistab mulla läbikülmumist, vaid kaitseb taimi ka kasvu enneaegse alustamise eest kevadel. Kevadiste sulailmade ajal hakkavad taliviljad neil maatükkidel, kus lund on vähe või see puudub hoopis, kasvama. Pärast sulailma võib tulla pakane ja eod võivad hukkuda. Seevastu nendes kohtades, kus põllul on palju lund, soojeneb muld hilinemisega ja taliviljataimede kasvamine algab hiljem.

Lume kogumine aitab mullas luua ka niiskusevaru, mis on eriti tähtis põua- ja poolpõuarajoonides. Et saada suvinisupõllu ühelt hektarilt saagina 25 tsentnerit teri ja 35 tsentnerit põhku, on iga hektari kohta vaja ligi 2500 tonni vett. Sademed, mis langevad põuarajoonides vegetatsiooniperioodil, annavad ainult 1000—1500 tonni vett hektari kohta. Puuduv niiskusehulk tuleb katta talvel põldudele kogutud lumevarude arvel. Peale selle imeb muld kevadel endasse niiskust seda paremini, mida vähem ta on läbi külmunud. Tähendab, lumikate mitte ainult kaitseb mulda tugeva külmumise eest, vaid soodustab ka niiskuse kogunemist temasse. Paksu lumekihi sulamisel tekkiv vesi imbub sügavale mulda. Kõrsviljade kasvamise ja küpsemise ajal toidab sügavale mulda kogunenud niiskus taimi ja võimaldab neil paremini taluda põuast suve.

Lume kogumine põldudele on kõige laialdasemat levikut leidnud meie maal; seda kasutatakse kümnetel miljonitel külvipinna hektaritel. Selle meetodi abil saavutavad põllumajanduse eesrindlased suuri ja püsivaid saake.

1948. aastal võtsid NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee vastu ühise otsuse üksteisega lõikuvatest laiadest metsaribadest koosneva hiiglasuure metsaistanduste võrgu loomise kohta Nõukogude Liidu Euroopaosa lõunapiirkondade stepirajoonides. Need istandused peavad vältima kuivade ja kuumade stepituulte kuivatavat toimet. J. V. Stalini initsiatiivil loodud põllukaitse-metsaribade võrk aitab ka kinnistada lund põldudele. Nõrgendades tuulte toimet, takistavad põllukaitse-metsaribad lume ärapuhumist talvel ja mulla kuivamist suvel.

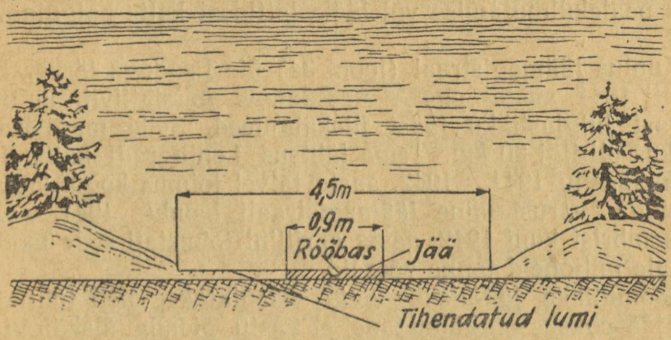
Jää toob inimesele mitte vähem kasu kui lumi. Teda kasutatakse laialdaselt toiduainete säilitamiseks, samuti arstiteaduses ja tööstuses. Igal aastal kogutakse jõgedelt, järvedelt ja tiikidelt varuks suur hulk looduslikku jääd. Looduslik jää ei ole aga alati küllalt puhas ning peale selle läheb tema transportimine liiga kulukaks. Seepärast valmistatakse jääd suurtes kogustes kunstlikult. Seda tehakse näiteks talvel vee laialipritsimise teel voolikutest (tema kiiremaks jahutamiseks) spetsiaalsetele platsidele; nii valmistatakse mitme meetri kõrgusi jäävirnu.

Jääd valmistatakse ka plaatide ja plokkidena spetsiaalsetes paakides — nn. jäägeneraatorites. Paagid täidetakse tugevasti jahutatud soolveega (keedusoola või kaltsiumkloriidi lahusega), millesse asetatakse terasvormid veega. Nagu teame, külmub soolalahus tunduvalt madalama temperatuuri juures kui mage vesi. See võimaldab säilitada jäägeneraatorites temperatuuri miinus 10°, mistõttu vormides olev vesi külmub mõne tunni jooksul. Vormid võetakse lahusest välja ja pannakse lahtisulatamise eesmärgil lühikeseks ajaks sooja vette; siis võetakse vormid veest ja keeratakse kummuli. Jääplokid eralduvad kergesti seintest ja libisevad külmutusvormidest välja.

Suurt levikut on leidnud nn. «kuiv jää». Te olete jäätisemüüjate kastides arvatavasti näinud valge tahke aine tükikesi, mis pigemini meenutavad väga tihedat lund kui jääd. Ning tõepoolest, see ei olegi jää, vaid süsihappegaas, mis on suure rõhu all ja tugeval jahutamisel viidud tahkesse olekusse. Süsihappegaasi muutmiseks «kuivaks jääks» rakendatakse talle 70-atmosfäärist rõhku ning jahutatakse teda samaaegselt tugevasti. Selle tagajärjel siirdub süsihappegaas vedelasse olekusse. Seejärel lastakse vedelat süsihappegaasi aurustuda, mille saavutamiseks antakse talle võimalus tugevasti paisuda, vähendades rõhku kuni 1 atmosfäärini. Selle juures toimub edasine jahtumine ja süsihappegaas muutub tahketeks, lund meenutavateks kristallideks. Sel viisil tekkinud kunstlik lumi pressitakse kangikesteks ning saadakse kuiv jää. [1]

1 Üksikasjalisemaid andmeid kuiva jää kohta leiate populaarteaduslikust brošüürist: Н. С. Комаров, Искусственный холод. Гостехиздат, 1950.

Jääd kasutatakse mitmesugusteks ehitusteks. Põhjapoolsetes rajoonides on laialdaselt levinud jääteed. Me kõik teame, et jää on väga libe: kui palju lõbu pakub nii lastele kui ka täiskasvanuile talvel uisutamine. Jääteed annavad võimaluse seda jää omadust ära kasutada juba mitte enam lõbuks, vaid tähtsate majanduslike ülesannete lahendamiseks. Põhjarajoonides, kus neid ehitatakse, leidub suurel hulgal järvi ja soid. Harilike teede ehitamine on sellistes tingimustes seotud suurte raskustega ning läheb väga kulukaks. Jääteed võib aga ehitada kiiresti ja odavalt.



Joon. 33. Jäätee.

Jäätee ehitamiseks tihendatakse algul kobestajate ning rullide abil lumeriba, mis on ette nähtud teetammiks. Seejärel lõigatakse tihendatud lumesse rööbas, mis valatakse tsisternidest veega üle. Lõpuks antakse sellele vormimisree abil vajalik kuju ja tee on valmis (joon. 33).

Sellist rööbasteed mööda veavad võimsad traktorid kerge vaevaga haakeregesid metsamaterjaliga ning muude rahvamajandusele vajalike kaupadega.

Millega siis seletub jää libedus? Huvitav on märkida, et krobeline ning konarik jää on peaaegu libedam kui peegelsile. Tähendab, asi ei seisa sileduses, vaid milleski muus. Nõukogude teadlane K. B. Veinberg tõestas, et jää libedus on soojuse eraldumise tagajärjeks reejalaste hõõrdumisel vastu jääd. Sellist soojuse eraldumist leiame igasuguste hõõrduvate pindade juures.

Proovige näiteks jõuga hõõruda teineteise vastu kaht puutükki: teie poolt tehtud töö muundub soojuseks ning puutükid soojenevad. Reejalaste hõõrdumisel vastu jääd eralduv soojus paneb jää sulama, moodustades õhukese veekile, mis etendab määrde osa. See määre muudabki jää libedaks.

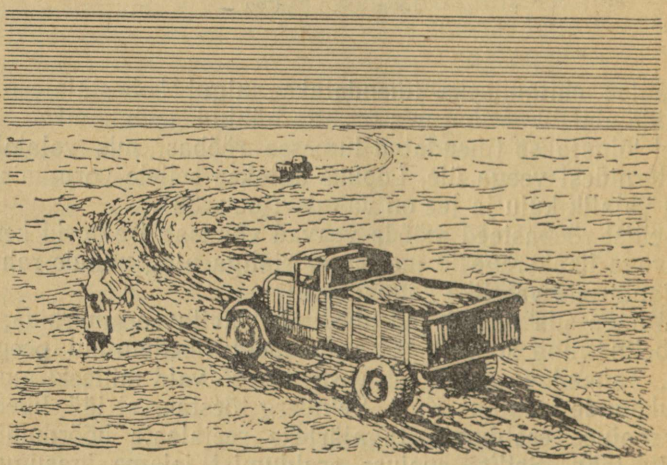
JÄÄ-ÜLEKÄIGUTEED

Jääd kasutatakse ka ülekäiguteedena jõgedest ja järvedest. Ülekäiguteid võib rajada vahetult jõgede ning järvede jääle, kui jää paksus on küllalt suur.

Vajaduse korral võib loomulikku jääd tugevdada kunstliku pealekülmutamise või jääle lattidest katte paigutamise teel.

Kuulus jäämagistraal (joon. 34) üle Laadoga järve, mis rajati 1941. aastal sm. A. A. Ždanovi initsiatiivil, kujutas endast hiiglaslikku jääst ülekäiguteed. Selle magistraali pikkus oli ligi 30 km. Tema tähtsus Leningradi kaitsmisel oli määratu: 1941.—1942. aasta talvel toimus kogu kangelaslinna varustamine jäämagistraali kaudu. 1941. aasta detsembrist kuni 1942. aasta aprillini toimetati seda mööda kohale miljoneid tonne veoseid.

Loomulikke jää-ülekäiguteid kasutatakse neil juhtudel, kui jää paksus on küllaldane, et vastu pidada ülekäiguteel



Joon. 34. Jäämagistraal üle Laadoga järve.

liikuvate autode raskusele. Kui jää paksus osutub mittekülla1daseks, siis tugevdatakse ülekäiguteed kunstliku pealekülmutamise teel. Selleks eemaldatakse ülekäiguteelt lumi ja külma õhu poolt jahutatav jää hakkab altpoolt paksenema. Kui seegi osutub mittekülla1daseks, võib ülekäiguteed paksemaks muuta pealt. Selleks roogitakse ülekäigutee vajalikus laiuses puhtaks, kühveldades lume tee äärde vallidesse. Pärast seda valatakse lumes moodustunud mollikujuline süvend veega üle tuletõrjevoolikust, mille otsa kinnitatakse spetsiaalsed pihustid. Kui ülekäigutee peab kandma väga raskeid masinaid, laotakse jääle puust kate, mis jaotab rõhumise suurele pindalale, samuti nagu suusad kannavad lumele üle suuskadel liikuva inimese raskuse, laskmata tal vajuda lumme.

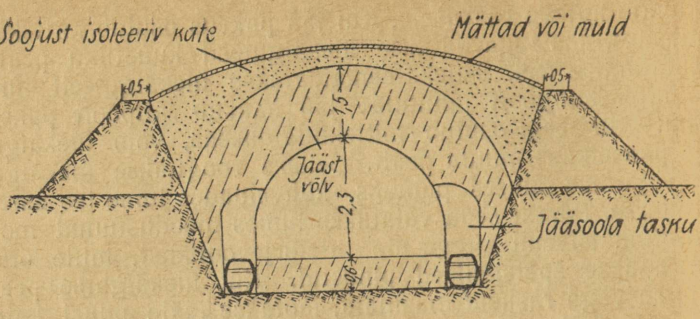
JÄÄST HOONED

1740. aastal otsustas keisrinna Anna Peterburis ajaviiteks naita õukonnanarri ühega oma seltsidaamidest. Pulmadeks ehitati tõeline jäämaja, mis oli 16 m pikk, 5 m lai ja 6 m kõrge. Jääplaadid, millest laoti maja seinad ja põrand, valati üle veega, mis pärast külmumist liitis plaadid kokku. Maja ees seisid kuus jääst kahurit ja kaks müüsrit, peavärava juures aga kaks delfiini, kelle suust purskas põlev nafta. Maja katus oli kaunistatud jääst raidkujudega. Hoone mõlemal küljel kõrgusid püramiidid ajanäitajate ning laternatega. Püramiidide ligidal seisis jääst elevant, kelle londist purskas põleva nafta tontään, nende kõrval aga jääsaun, mida köeti õlgedega.

Nagu näeme, võib jää vastavates tingimustes olla ehitusmaterjaliks.

Põhjarajoonides püstitatakse jääst mitmesuguseid, peamiselt majandusliku tähtsusega ehitusi.

Käesoleval ajal ehitatakse jääst laoruume köögivilja ja teiste toiduainete säilitamiseks. Nõukogude teadlase M. M. Krõlovi süsteemi jääst ladu (joon. 35) ehitatakse maa sisse; tal on jääpõrand paksusega 65 cm ja jääst seinad ning võlv paksusega 1,5 meetrit. Et selline ladu ei puruneks, tuleb teda kaitsta sooja õhu eest. Seepärast kaetakse jääst võlv pealt üleni turba, sambla, okaspuu-okste või šlaki ja saepuru seguga. Sellise katte peale asetatakse rohumättad või puistatakse mullakiht. Kate ei lase atmosfääri soojust suvel jääst võlvini tungida.



Joon. 35. Krõlovi süsteemi jääst ladu.

Teatud hulk soojust tungib aga siiski lattu, sest sinna toodud toiduained loovutavad jahenedes oma soojuse jääle. Peale selle kandub suvel soojust sisse uste avamise ajal. Kogudes endasse seda soojust, võib jää sulada. Võlvi ning seinte sulamine võiks ohustada ladu tervikuna. Et seda takistada, kasutatakse laos jahutamist jää ja soola segu abil. Jääst seintesse tehakse nn. «jääsoola taskud» — nišid, kuhu paigutatakse jää ning soolaga täidetud vaadid. Me teame juba, et kui puistata jääle soola, sulab ta sellise temperatuuri juures, mille juures soolaga ülepuistamata jää jääb tahkesse olekusse. Selleks aga, et jääd sulatada, on vaja anda talle teatud hulk soojust (80 kilokalorit iga kilogrammi jää sulatamiseks). Laoruumi «jääsoola taskutes» asetsev jää püüab õhust kinni soojuse. Seepärast püsib laos vajalik temperatuur ja jääst võlv ning seinad ei sula.

Talvel õhustatakse ladu uste avamise teel ja spetsiaalselt läbi jäävõlvi rajatud avauste kaudu ning ladu jaheneb veelgi rohkem.

Seda laadi ladusid võib ehitada NSV Liidu Euroopa-osa põhja- ning keskrajoonides, Uraalis, Siberis ja Kaug-Idas.

LÕPPSÕNA

Jutustasime lugejale sellest, millisel kujul esinevad lumi ja jää looduses, kuidas inimene võitleb nendega ning kasutab lund ja jääd oma vajadusteks. Mitte kohe ei leitud abinõusid võitluseks lume ja jääga. Palju inimelusid on nee-

lanud hirmuäratavad laviinid; lumetormid peatasid liikluse raudteedel terveteks päevadeks; julgete uurijate laevad triivisid polaarjääs lootuseta kunagi jõuda maismaani.

Karm võitlus jätkub ka praegu. Kui istute talvel soojas toas, kuna loodus akna taga mattub valgesse lumetuisku, sõidavad maanteedele ning raudteedele lumepuhastid. Nad kihutavad läbi tuisu kõrvaldama lumeummistusi, et teid mööda saaks takistamatult ning õigeaegselt kohale toimetada veoseid, posti ja reisijaid.

Mõnikord katkeb mäestikupiirkondades mõneks tunniks telegraafi- või telefoniühendus. Kärsitu abonent, rahulolematu ühenduse katkemisega, ei tea, et mägedelt langes alla laviin ning rebis puruks mitusada meetrit telegraafiliini. Samal ajal aga ronivad julged sidetöölised üles mööda mäenõlvu, püstitavad uuesti postid ning tõmbavad neile uued juhtmed.

Nõukogude Arktise meredes murravad võimsad jäälõhkujad kindlalt teed läbi jää, viies enda järel laevade karavane. Need laevad toimetavad veoseid kaugetesse sadamatesse Nõukogude Liidu põhjaosas ning põhjapoolsetele saartele, kus neid kärsitusega ootavad talvitajad, kes on pikaks ajaks mandrist lahutatud.

Olles õppinud võitlema lume ja jääga, saavutasid inimesed suure võidu looduse üle. Kõige suuremat edu õnnestus saavutada nõukogude teadlastel. Nende edusammude põhjus seisab sotsialistliku majandussüsteemi eelistes, mis võimaldab teaduslikke uurimisi läbi viia plaanipäraselt ja organiseeritult.

Aruandekõnes ÜK(b)P Keskkomitee tööst partei XIX kongressile ütles sm. G. M. Malenkov: «Meie võimas kodumaa on oma jõudude õitsengus ja läheb uutele edusammudele. Meil on olemas kõik vajalik täieliku kommunistliku ühiskonna ülesehitamiseks. Nõukogudemaa loodusrikkused on ammendamatud. Meie riik on tõestanud oma võimet kasutada neid määratu suuri rikkusi töörahva kasuks.»

Töö nende piirkondade vallutamise alal, mis palju kuid aastas on lume- ning jääkatte all, on meie riigile äärmiselt tähtis. Ta moodustab osa sellest üldisest hiiglasuurest looduse ümberkujundamise tööst, mida meie maal teostatakse suure Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei juhtimisel.

SISUKORD

Sissejuhatus 3
I. Kuidas tekivad lumi ja jää 4
Lumehelveste tekkimine 4
Lumikate 10
Tuisud 10
Laviinid 13
Jääliustikud 16
Jäämäed 19
Merejää 21
Jõejää 23
Igikelts 26
Jääpealsed ja keltsapealsed 29
II. Kuidas inimene võitleb lume ja jääga . . 31
Lumeummistused 31
Jäide 38
Võitlus keltsapealsete ja jääpealsetega 38
Laviinide vastu võitlemise abinõud 42
Laguneva jää läbilaskmine 44
Jäälõhkujad 45
Võitlus lennukite jääturnise vastu 50
III. Lumi ja jää inimese sõpradena 52
Lumi kaitseb pakase eest 52
Kunstlik jää 54
Jääteed 55
Jää-ülekäiguteed 56
Jääst hooned 57
Lõppsõna 58

Toimetaja R. Toming
Tehniline toimetaja H. Kohu
Korrektor Ü. Rattur

Ladumisele antud 16. X 1954. Trükkimisele antud 9. XI 1954. Trükiarv 7000. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 3,75. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 3,07. Arvutuspoognaid 3,14. MB-17998. Trükikoda „Pioneer", Tartu, Kastani 38. Tellimise nr. 2185.

На эстонском языке.

Hind 95 kop.

2—5

95 kop.

A-16558

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00347864 3