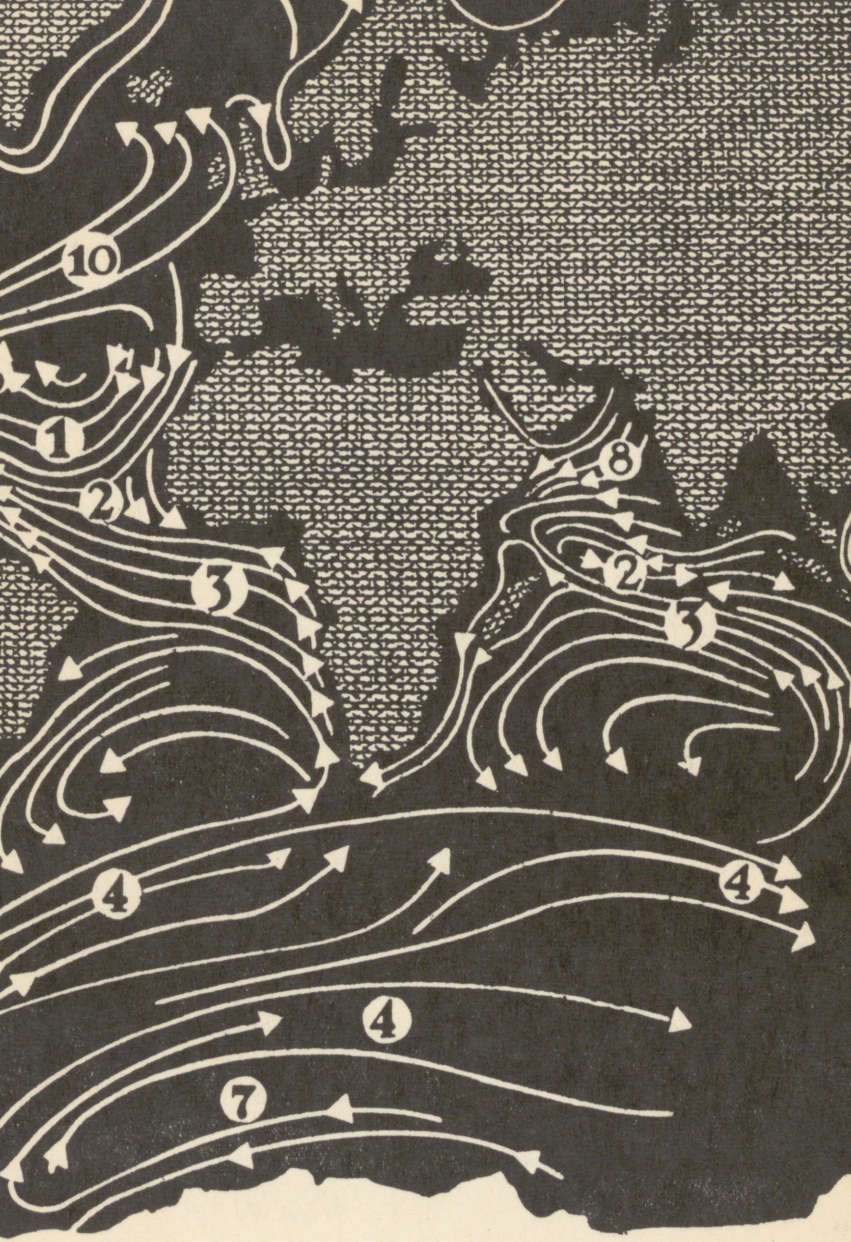
H. HANKE

seitsmes kontinent



Maailmamere pinnahoovused

1 – Põhja-Ekvatoriaalhoovus; 2 – Ekvatoriaalne vastuhoovus;
3 – Lõuna-Ekvatoriaalhoovus; 4 – Läänetuulte hoovus;



5 – Arktiline konvergents; 6 – Subtroopiline konvergents;
7 – Polaarhoovused; 8 – Mussoonhoovused; 9 – Florida hoovus;
10 – Golfi hoovus.

A-30165

H. HANKE

SEITSMES KONTINENT

TÕLKINUD A. TUNGAL

KIRJASTUS „VALGUS" · TALLINN 1969

55
H 15

Originaali tiitel:
Dr. Helmut Hanke
DER SIEBENTE KONTINENT
Verlag Neues Leben Berlin 1962

Kaane kujundanud H. Viires

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

2–9–6
33–69

PROLOOG

Kolm neljandikku meie planeedist on kaetud veega. See tohutu ala moodustab juba ise omaette „kontinendi".

Merepõhi on veelgi ebatasasem kui kuumaastik. Süvamere nõod sarnanevad hiiglakõrbetega, mida palistavad kilomeetrite sügavused kuristikud. Teisal kõrguvad mäeahelikud, millele maismaal võrdseid ei leidu.

Aastatuhandeid on inimene kartnud seda loodusjõudu, millest ta isegi ei teanud, et see kogu elu häll on kord temagi hälliks olnud.

Me teame, et inimkonna tulevik on veega rohkem seotud kui maaga, sest meri on peaaegu ammendamatu tooraine-, toidu- ja energiaallikas.

Tänapäeval kasutab inimene ainult murdosa sellest varaaidast: kalapüügilaevade võrkudesse satub vaevalt üks protsent mere hõbedasest saagist. Merepõhja all peituvate naftarikkuste kasutuselevõtt alles algab ning broomi- ja magneesiumitootmisega seitsmendal kontinendil on tehtud sealsete toorainevarude ammutamisel alles esimesi samme.

Sellegi poolest on kätte jõudnud mere ajastu. Inimkonna pidurdamatult kasvavad vajadused sunnivad ookeanide poole pöörduma. See avab kõigile meie elualadele ja majandusele hiilgavad perspektiivid.

Käesolev raamat kirjeldab neid tohutuid pingutusi, mida on tehtud senini ja tuleb teha edaspidi, et avastada seitsmenda kontinendi viimased saladused ja tema alistamine lõpule viia.

ME TULEME MEREST

KOGU ELU HÄLL

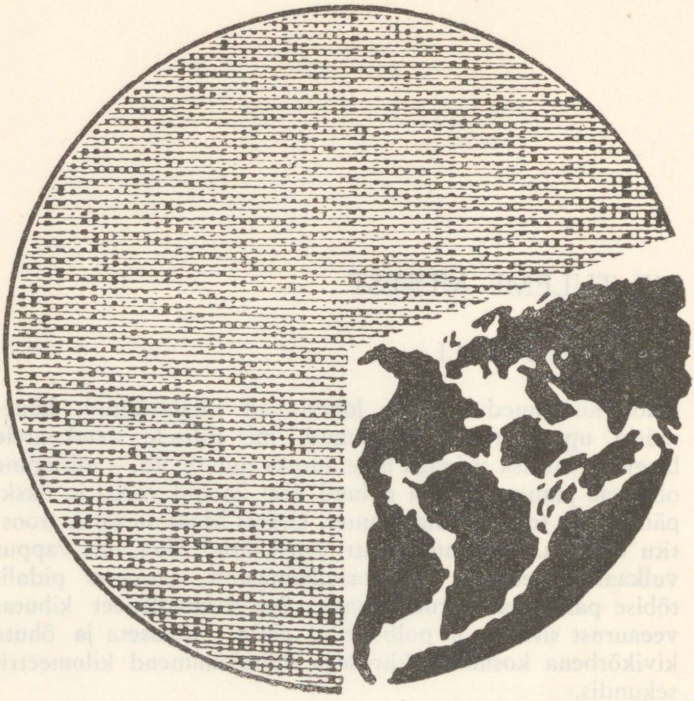
Kaos, kottpimedus, mida lõhestavad hiiglavälgud, kõuemürin, uputavad vihmavalingud, mis tulisele maakoorele langedes hirmsa sisinaga jälle auruks muutuvad, – niisugune oli meie planeet, kui ta polnud veel kaetud veega ja ükski päikesekiir teda ei valgustanud. Ürgsel Maal oli üpris troostitu välimus. Arvutute kraatritega kaetud Maa, mis vappus vulkaanipursetest ja meteooritabamustest, sarnanes pidalitõbise paisetega kaetud kehaga. See surmaplaneet kihutas veeaurust sisiseva ja pulbitseva, eluta, valguseta ja õhuta kivikõrbena kosmoses kiirusega kolmkümmend kilomeetrit sekundis.

KUI OOKEANID VEEL MAA KOHAL HÕLJUSID

Meri kujunes gaaside segust: vesinikust, hapnikust ja metaanist. Vesinikku, samuti ka hapnikku oli ürgatmosfääris ainult piiratud hulgal. Oletatakse, et suurem osa sellest kõige kergemast elemendist, millest hiljem tekkisid kõik ülejäänud, lendus meie planeedi alguspäevil maailmaruumi. Sellest jäi järele ainult väike osa, mis ürgatmosfääris samuti tühisel hulgal leiduva hapnikuga teatud tingimustel reaktsiooni astus ja veeauruks muutus.

Ometi jätkus sellest „tühisest hulgast" vesinikust ja hapnikust, et katta veega kaks kolmandikku meie planeedi pinnast. Kui maakoore temperatuur alanes 370 kraadini, kondenseerus atmosfääris auru kujul hõljuv meri. Esmakordselt meie planeedi ajaloos hakkas vihma sadama. See sadu oli isesugune. Kõik taevaluugid olid aastakümneid valla.

Ainult ebatavaline, väga pikka aega kestev veevaling, mida vaevalt vihmaks võis nimetada, oli võimeline tekitama Maailmamerd. Kuna Maa pind oli veel väga kuum, tekkisid algul arvatavasti ühtelugu plahvatusetolised aurumised. Isegi



Joon. 1. Maismaa ja mere jaotus.

siis, kui see kriitiline punkt oli ületatud, sarnanes ürgmeri veel kaua hiiglakatlaga, kus auras keev vesi.

Vesiniku ja hapniku suhteliselt „tühine" hulk ürgatmosfääris oli pärast Maa pinna jahtumist lausa õnnistuseks, sest muidu oleks maakera kogu ulatuses kattunud kilomeetripaksuse veekihiga. Üsna kahtlane, kas niisuguses vedelas keskkonnas oleks võinud areneda inimene, sest teatavasti on taimse ja loomse elu spetsialiseerumine seotud maismaaga.

Tänu tuntud saksa geoloogi H. Stille uurimistöödele teame, et aguaegkonna alguseks oli maismaad maakeral rohkem kui kunagi. Planeedi pind koosnes tookord „suurmaismaast" (Megagäa) ja ürgookeanidest, kuhu kuulusid Vaikne ookean, Lõuna- ja Põhja-Atlant ning Põhja-Jäämeri. Nende pind laienes kratogeeni lagunemise tagajärjel. See protsess põhjustas ka suhteliselt noore India ookeani tekkimise. Viimane moodustus hiiglasliku lõunakontinendi Gondwana osade aeglase vajumise tõttu. See kontinent ulatus Austraaliast Aafrikani ning sealt edasi Lõuna-Ameeri-

kani. India ookeani moodustumine, mis kestis kokku 300 miljonit aastat, lõppes alles hiliskriidiajastul. Siin oli tegemist maismaa äärmiselt aeglase vajumisega, mis oli umbes 0,02 mm aastas.

Kuidas siis tekkis elu meie planeedil?

Neis pulbitsevais, pimedusse mattunud ürgookeanides polnud veel mingit elu, sest kogu maapealne elu on seotud väga kuumakartlike süsinikuühenditega. Peale mõõduka temperatuuri olid elu tekkimiseks vajalikud ka muud eeldused atmosfääris ja vees. Arhaikumis (ürgaegkonnas) ja proterosoikumis (aguaegkonnas) polnud atmosfääris enam jälgegi vabast hapnikust. Praegune atmosfäärihapnik, mida õhus on 20,95 protsenti, tekkis hilisemail ajastutel. See hakkas kujunema 700 miljonit aastat pärast elu tekkimist meres, kui sinivetikad hakkasid tegema imet, kahandades fotosünteesi abil tugevat süsihappesisaldust atmosfääris. Taimed omastasid süsiniku ning tekkis vaba hapnik, mis on loomade eluks vajalik. Niisiis on organismid aja jooksul muutnud maakera pinda, kus nende jäänused koos mineraalsetetega moodustasid ürgse maismaa kohal üha uusi kontinente. Organismid muutsid peale selle ka Maa atmosfääri keemilist koostist, soodustades elu levikut.

HIIDMOLEKULIDEST KOATSERVAATIDENI

Enne aga kui see teoks sai, moodustusid ürgookeanide üksikutes osades esimesed lihtsad aminohapped, valgu koostisosad. Nad tekkisid veepinna ning ammoniaaki (lämmastiku ja vesiniku ühendit), metaani, vesinikku, süsinikoksiidi ja väävelvesinikku sisaldava ürgatmosfääri vahel. Neist ühenditest koosneb näiteks praegugi jääga kaetud Jupiteri atmosfäär.

Kestvate põrgulike ürgäikeste tugevad elektrilaengud koos intensiivse, veeaurudest läbitungiva kosmilise kiirgusega andsid valgu koostisosade sünteesiks vajalikku energiat. Aastatuhandeid kogunes meres see primitiivne valk, kuni ta saavutas kontsentratsiooni, mis tegi võimalikuks keerulisemate struktuuride kujunemise.

Nüüd on biokeemikutel õnnestunud matkida elu iseteket laboratooriumis, mõjutades metaani, ammoniaagi, vesiniku ja süsinikoksiidi segu pidevalt tehisvälkudega. Seeläbi saadakse mitmesuguseid aminohappeid, mis koguni polümeriseeruvad suurteks proteiini molekulideks. Kuivõrd õnnestunud on see matkimine, näitab tõsiasi, et need kunstlikud valgu koostisosad lagunevad looduslike fermentide mõjul ja bakterid õgivad neid ahnelt.

Umbes samalaadselt toimus ka valgu koostisosade polümeriseerumine ürgookeanides. Kuna selle protsessi kiirendamiseks polnud tollal mingeid katalüsaatoreid, mida kasutatakse moodsas keemias, siis kestis see miljoneid aastaid. Ent aeg ei olnud piiravaks teguriks elu tekkimisel, samuti muude looduse loomisaktide juures.

Selle protsessi algul olid orgaanilised ained lahustunud soolases merevees ja jagunenud seal ühtlaselt. Teatud kontsentratsiooni juures hakkasid valgu molekulid ühinema ja ümbritsevast veest eralduma otsekui õlitilgad. Niisuguseid eraldunud tilku nimetatakse koatservaatideks.

Koatservaadid ei kujuta endast veel elu, kuid nad on esimeseks sammuks selle tekkimise poole. Hilisem soola eemaldumine andis koatservaatidele võime suure keemilise aktiivsusega reageerida, mis oli oluline elu arenguks. On ju valgud ideaalselt kohastunud ainevahetusprotsessideks, milleta pole mõeldav elu.

Katseliselt on kindlaks tehtud, et sültjad koatservaaditilgad arenevad kõige paremini kaaliumkloriidi lahuses. Ürgookeanides aga oli kaaliumkloriid peamine sool. Alles palju aega hiljem, kui lõppes maakoore soolade leostumine, saavutas naatriumkloriid ülekaalu.

Koatservaaditilkadel on elusa mateeria oluline eelis: teatud suuruses nad jagunevad. Järelikult nad paljunevad.

Seni pole veel õnnestunud lõplikult kindlaks teha, kuidas astuti lõplik samm koatservaaditilkadest elusrakuni.

LEIDLIKUD SINIVETIKAD

Uusimad andmed on kinnitanud ainult seda fakti, et esmakordselt tekkis orgaaniline elu ürgookeanides arhaikumi esimesel poolel, 3 miljardit aastat tagasi, niisiis märksa varem, kui seda hiljaaegu arvati, ja et eelnev periood pidi olema kestnud vähemalt 500 miljonit aastat. Kindel on ka see, et keskkonna teatud muutused tingivad loodusliku valiku toimel elu arengu lihtsamatest kõrgemate vormide suunas.

Algul ei olnud ürgookeanides mingit temperatuuri ega kliima erinevust ning neid soojendas ühtlaselt tuline maakoor, hiljem aga algas vee pikaldane jahtumine. Peale selle kasvas soolasisaldus Maailmameres, tekkisid hoovused ning peale öö ja päeva vaheldumise hakkasid mõjuma ka aastaajad.

Neis karmimaks muutunud tingimustes said ellu jääda vaid väga kohanemisvõimelised olendid. Ürgsed süsinikuühendid, nagu aminohapped, spontaanselt tekkiv metaan

ja ammoniaak – esimeste ainevahetajate toidu- ja keemilise energia allikad – jäid napiks. Elu areng seisis seega ühe oma ohtlikuma kriisi ees.

Ainult seda kriitilist olukorda silmas pidades on võimalik mõista sinivetikate tähtsust elu arenemisele meie planeedil. Üksnes biosünteesi tõttu sai võimalikuks kõigi vee- ja õhuookeani rikkuste, soolade, mineraalide, vesiniku, süsiniku jne. kasutamine elu tekkimisel ja levimisel. Kuna vett ja õhku on alati olnud suurel hulgal, ei takistanud sestpeale enam miski orgaanilise aine piiramatut levikut Maal. Süsivesikute tekkimine veest ja õhu süsihappegaasist päikesevalguse toimel oli suurim ja eluliselt tähtsaim sündmus, mis kunagi Maal on aset leidnud. Inimene on veel seniajani orjalikus sõltuvuses taimedest, kes varustavad teda toidu ja energiaga.

Orgaaniliste ainete süntees taimedes toimub klorofülli abil, mida laboratoorselt õnnestus saada alles hiljuti.

Elu imeteldav mitmekesisus on tingitud eelkõige valgu koostisosade piiramatust reaktsioonivõimest. Makromolekulaarkeemia isa Hermann Staudingeri arvestuste järgi võis tollal tuntud 20 aminohappest saada teoreetiliselt 10^{1278} valkkeha (polüpeptiidi). Võrdluseks märgime, et kõik ookeanid koosnevad „ainult" 10^{46} vee molekulist!

MERETAIMED VALLUTAVAD MAISMAA

Kaks ja pool miljardit aastat tagasi piirdus elu merega. Alles märksa hiljem, nimelt ülemsiluris (gotlandiumis), umbes 400 miljonit aastat tagasi, tegid vetikad arvatavasti katset lahkuda kaitsvast veest. Ja on üllatav, et see katse tõesti õnnestus.

Kambriumis või alamsiluris läksid mereranna murdlainevööndis elutsevad rohevetikad, kes olid juba harjunud selle vööndi taimede vahelduva režiimiga, lõpuks kahepaikselt eluviisilt üle maismaa-eluviisile. Me ei tea, kui tihti ebaõnnestus see taimede hüpe padumerest rannale ja sealt kaugemale maismaale. Ometi võib ligikaudu kujutleda selle heitluse ulatust, kui vaadelda taimede ägedat võitlust kitsal piirialal maa ja mere vahel Läänemere või mõne teise mere rannikul.

Kui mõõtmatult raskem pidi olema tungida nii ebasõbralikku tsooni merevetikail, kes olid harjunud hoopis teistsuguste elutingimustega!

Merevetikaid ootasid maismaal ebatavalised „ülesanded". Neil tuli kohastuda uue ümbrusega ja teha läbi kõik arengu-
järgud, et paljastest ning äärmiselt lihtsatest, ilma juurte

ja lehtedeta soontaimedest – koldadest, osjadest ja sõnajalgadest – kujuneda võsude, lehtede ja juurtega varustatud taimedeks.

Selle protsessi kestust näitab asjaolu, et üksnes vetikalaadselt primitiivsete psilofüütide maailmavalitsus kestis terve botaanilise ajastiku. Möödus ligikaudu 250 miljonit aastat, enne kui kasvasid esimesed kivisöeajastu metsad kümne kuni kahekümne meetri kõrguste puudega, mis hiljem uppusid ja muutusid kivisöeks. Nende soomuseliste hiiglapuude omapärane väliskuju oli tingitud algelisest veejuhtimissüsteemist. Alles 200 miljonit aastat hiljem tekkisid kuival pinnasel okaspuumetsad, kuid veel sellalgi olid suured maismaa-alad taimkatteta.

Okaspuumetsade ilmumisega kriidiajastu teisel poolel lõppes maismaa vallutamine taimede poolt. Sellele järgnevas tertsiaaris esines maakeral juba kõik see taimestik, mis määrab nüüdki kontinentide halja rüü. Praegusel kujul on Maa õitsenud juba 60 miljonit aastat. Pidev taimkate – metsad, niidud ja stepid – eksisteerib juba 30 miljonit aastat, pruunsöe tekkimisest peale.

AINURAKSED ELAVAD IGAVESTI

Enne kui taimed vallutasid maismaa, ilmusid meres esimesed loomariigi esindajad, kelle areng algas samuti äärmiselt lihtsatest vormidest.

Proterosoikumi, võib-olla isegi arhaikumi mere pinnal olid ainuraksetest kujunenud horisontaalsed rakukolooniad. Järgmine aste oli tillukeste, vabarnakujuliste organismide tekkimine. Neil oli otsustav tähtsus kogu edasisele bioloogilisele arengule, sest nende kehas leidus juba õõs. „Varsti" pärast seda kujunes esimene algeline rakkudevaheline tööjaotus seede-, sugu- jt. rakkudeks. Pikkamööda spetsialiseerusid ka paljunemisorganid.

Ainuraksed ühendavad endas kõik elufunktsioonid, sealhulgas ka soojätkamisfunktsioonid, seega nad on praktiliselt surematud, sest niisugusest organismist ei jää järele midagi elutut. Rakkude jagunemisel muutub ta täielikult järeltulijaiks (tütarrakkudeks). Seevastu elavad hulkraksete sugulisel paljunemisel uues indiviidis edasi ainult selleks funktsiooniks spetsialiseerunud idurakud, kusjuures neil on veel tähelepanuväärne, tänapäeval lõpuni lahendamata omadus pärandada oma keemilist struktuuri.

Järgmine etapp meie merevahust sündinud esivanemate arengus oli üleminek kerakujulistest hulkraksetest nõndanimetatud ainuõõsseteks; kammloomade ja merirooside

(aktiinide) vastsete ilmumine oli otsustavaks etapiks loomariigi edasises arengus.

Nendel mereelanikel kujunesid juba lihaste alged, kui selle all mõista kohevaid võrgutaolisi rakkude ühendeid. Uusi elulisi funktsioone võisid täita ainult erilised lihase molekulid, sest igasugune lihaste töö eeldab selle „materjali" suurt elastsust, liikuvust ja tugevust, millega ta on seotud. Keemilise energia muundumine tööks toimub tõenäoliselt veelembestes valgu molekulides, kus difundeeruv aine eriti kergesti võib astuda vastastikusesse toimesse energiat muundavate organellidega.

Seoses sellega on tähelepanuväärne katse, mille sooritas hiljuti šveitsi keemik Kuhn niidikujulise sünteetilise lihasega, milleks oli võetud kaks erinevat kõrgmolekulaarset ühendit. See keemiline moodustis tõmbus kahe temale järgemööda mõjuva keemilise vedeliku toimel vaheldumisi kokku ja lõtvus.

Ainuõõssetel oli olemas veel algeline närvisüsteem, suuava ja üksikuteks osadeks jaotunud siseõõs, mis oli ettevalmistuseks uute elundite ilmumisele. Järgmine otsustav etapp oli veresoonte tekkimine soole lähikonnas. Veri võttis endale osa ülesannetest, mida seni täitis organismist läbivoolav merevesi.

See oli suur samm edasi, sest nii vähenes loomorganismi vahenditu sõltuvus väliskeskonnast. Vastasel juhul poleks loomad suutnud maismaal uut eluruumi vallutada. Paralleelselt vereringe moodustumisega täiustus ka närvisüsteem.

Juba kammloomade juures hämmastab mitmete närvirakkude ühinemine algeliseks meeleliistakuks, millest hilisemate liikide juures kujunes aju. Esimestena vallutasid mere ussilaadsetest organismidest arenenud selgrootud molluskid, kes hiljem loovutasid oma võimu trilobiitidele, tänapäeval väljasurnud koorikloomadele. Molluskid ja koorikloomad kuuluvad seega kõige varajasemate mereelanike hulka. Kaua aega enne kalade tekkimist olid nad ookeanide „isandad".

Lõpusepilud astuvad esmakordselt areenile nõndanimetatud teissuustel, kes kujutavad endast järgmist astet kehaõõnega loomade arengus. Neil on teatud kohtades kuhjunud hulganisti peeni veresooni, mille kaudu omastatakse merevees lahustunud hapnikku.

Selgepiiriliste seljanärvide olemasolu võimaldab vaadelda teissuuseid kui selgroogsete otseseid esivanemaid. Veel praegugi eksisteerib madalmere liivas elav muuseumieksponaat süstikkala, kes kuulub keelikloomade hõimkonda. Teissuusete pingul seljakeeliku alusel kujunesid elu järgnevatel arengujärkudel selgroog ja sisetoes.

Kaladel on juba olemas mitmed tähtsad elundid, nagu pea, viieosaline aju (peaaju ise eristus seljaajust), süda ja uimed. Kalad avavad vertebraatide ehk selgroogsete aja. Kalade valitsusaeg algas kõigest 250 miljonit aastat tagasi, kui meri oli juba miljardeid aastaid vana.

Kõlab uskumatuna, et niisugusest abitust olendist nagu lõugadeta suuga silm võis areneda mere ohtlikumaid röövkalu – hai, kes on kohastunud toitumisega teistest elusolenditest.

ESIMENE JALAKÄIJA OLI KALA

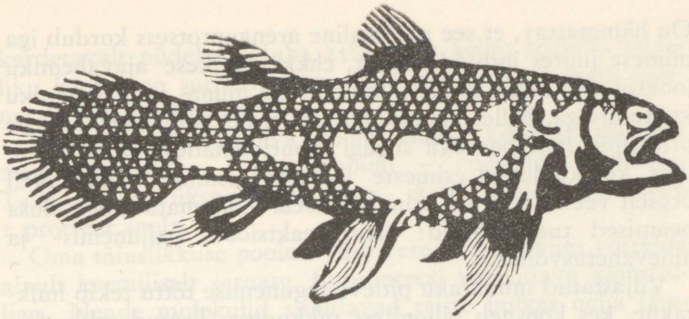
Otsustava tähtsusega biogeneetilises arengus ainuraksetest inimeseni oli uimede ilmumine. Esialgselt narmaid meenutavates moodustistes, nagu need tänapäeval veel süstikkalal esinevad, oli kätketud kõik – isegi meie jalad, kui uskumatult see ka ei kõlaks. Kuid enne seda kujunesid neist kalade paarilised rinna- ning kõhuuimed. Paarilisus oli siinjuures väga oluline. Siit viib otsetee vabade uimekiirteni, mille abil veel kaasajalgi liiguvad mööda merepõhja mõningad kalaliigid, nende hulgas merikukk.

Juba devonis, seega 260–300 miljonit aastat tagasi, eksisteerisid vihtuimsed kalad. Niisugune inimesepikkune viiekümnekilone kala oli ainulaadse tähtsusega elu edasisele arengule. Just tema sooritas hulljulge „hüppe" merest maismaale, mida võimaldasid hoovalaadsed paarilised rinna- ja kõhuuimed.

Vihtuimsed kuuluvad meie esivanemate väljapaistvamate esindajate hulka. Nende „dessanti" maismaale ei saa me siiski vaadelda vabatahtliku aktina. Pigem oli see tingitud välistegurite mõjust.

Võis juhtuda, et mingi laht, kus elutsesid mõned eksemplarid, eraldus avamerest veealuse maavärina või hoovusest tingitud setete kuhjumise tõttu. Mõne aja pärast jagas see endine merelaht kõigi nende siseveekogude saatust, mida ei toida sissevoolavad jõed: vesi muutus üha hapnikuvaesemaks, veetase langes ikka enam ning lõpuks tekkis soo. Hapnikunappuse ja üha madalamaks muutuva veepinna tõttu olid vihtuimsed sunnitud kohastuma uute tingimustega: lõpused ei suutnud enam hankida eluks hädavajalikku hapnikku ning muutusid kasutuks. Selle asemel kujunes ujupõis kopsuks. See ümberkujunemine pidi kestma väga pikka aega.

Tahtmatult lõksu sattunud vihtuimsetel kujunesid välja lihaselised uimed, sest need kalad pidid korduvalt ette võtma retki üle rannamadalate, et sügavamatesse kohtadesse



Joon. 2. Vihtuimne kala, kes on vaheastmeks mere- ja maismaaselgroogsete vahel. Kahest paarist viie kiirega paarilisest uimest arenesid kahepaiksete, hiljem kõigi maismaaselgroogsete jäsemed.

sattuda. Sel viisil arenesid vihtuimsetest amfiibid, kahepaiksed, kes võivad elada ühtaegu nii maal kui vees, nagu tänapäeval konnad. Kui täiskasvanud kahepaiksed hingavad kopsudega, siis nende veel täielikult veest sõltuvad vastsed hingavad lõpustega.

Vihtuimsete ja ürgkahepaiksete sugulust tõendavad ülemdevonist pärinevad leiud. Mõlemail on palju ühist koljukaane ja õlavöö ehituses.

Vahetult kahepaiksetest arenesid roomajad, kes eluks ja soojätkamiseks ei vajanud enam veekeskkonda. Nende järeltulijad kooruvad maismaal. Puht-maismaaeluga kohastumise protsess saavutas oma haripunkti imetajate ilmumisega.

Kuid ka kõrgelt arenenud olendites, isegi inimeses, on vihtuimsed jätnud märgatavaid jälgi, ja mitte üksnes kopsu kujunemise tõttu. Sellega seoses peame me veel kord biogeneetika valgusel uurima kalade nii tähtsaid elundeid nagu uimed. Kõhrest või luust tugielemendist ja lihastest koosnevad rinna- ja kõhuuimed võimaldavad hoova põhimõttel liikuda kõval substraadil. Siit saab alguse nelja jala, inimesel aga kahe käe ja kahe jala süsteem.

On üllatav, et kõrgemal arenguastmel oleval imetajal, inimesel, on sõrmede ja varvaste arvu näol seni säilinud vihtuimsete kalade viie kiire süsteem, sellal kui isegi kõigil tänapäeval elavatel kahepaiksetel, samuti ka paljudel imetajatel on eesjäsemetel ülimalt neli varvast.

Kuid just see konservatism jäsemete ehituses on aidanud inimesel töö abil võita erilise koha kõigi elusolendite seas. Pöidla erilise asendi tõttu muutus käsi haaramiselundiks.

Kõigest sellest ilmneb selgesti, et inimene pole jumaliku loomisakti produkt, vaid pika esivanemate rea noorim liige.

On hämmastav, et see pikaajaline arenguprotsess kordub iga inimese juures individuaalselt, ehkki lühikese ajavahemiku jooksul. Nii algab inimese loote areng muna- ja seemneraku kohtumisega. Selles staadiumis ei erine tulevane inimene printsipiaalselt peaaegu sugugi viburloomadest ja amööbidest, kes kuuluvad esimeste loomorganismide hulka. Neil ürgseil vee-asukail on primitiivsusele vaatamata kõige elusa peamised tundemärgid: ärritusreaktsioon, paljunemis- ja ainevahetusvõime.

Viljastatud munaraku pideva jagunemise tõttu tekib hulkrakne, kes koosneb biljonitest rakkudest. Teatud rakkudest kujunevad kindlad elundid. Seejuures konstrueerib loodus mõnd aega üllataval kombel ürgse bioloogilise plaani järgi. Kõigi kõrgemate selgroogsete loodetel on süda, hingamissüsteem ja veresoonkond algselt ehitatud nagu kaladel. 12 ja 15 päeva vanusel inimese lootel tekivad lõpusepilud, mis 14 päeva pärast täielikult taandarenevad.

Me oleme loodusele tänulikud selle „harjumuse jõu" eest, mida ta ilmutab sel puhul mõneks päevaks. See kinnitab veel kord väidet, et me tuleme merest.

MEIE SOONTES VOOLAB SOOLANE VESI

Missuguseid uusi seiklusi elasid üle meredesertöörid? Oli kulunud peaaegu 300 miljonit aastat sellest ajast, millal mereorganismid maismaale astusid. Tundes jalge all kindlat pinda, hakkasid nad suhteliselt kiiresti eemalduma mere elust. Juba roomajad munesid maismaal, muutudes seega, vastupidiselt kahepaiksetele, soojätkamisel välisest veest sõltumatuks. Intensiivsema ainevahetuse, kõrgema kehatemperatuuri ning suure ja väikese vereringe olemasolu tõttu võisid selgroogsed levida üha suurematel maismaa-aladel ning tungida isegi ebasõbralikele aladele.

Pärast kümneid miljoneid aastaid kestnud kahepaiksete ja roomajate valitsusaega ilmusid nüüd juba 60 miljoni aasta kestel karihiiretaolised putuktoidulised ürgimetajad, kes pärinevad roomajaist, opossumilaadsed rotid, hobuste esivanemad – tapiirid, lõvid, elevandid, ahvid ja lõpuks inimene.

Ent siiski kannavad kõik maismaaelanikud veel tänapäevalgi mere sünnimärki. Iga uus olend alustab oma elu miniatuurses ookeanis – emaüsas. Üks ilmsemaid tõendeid meie merelisest päritolust on vee- ja soolakogus meie kehas. Meie keha koosneb 63 protsendist, meie veri aga 92 protsendist veest, sellest hinnalisest mere pärandist, mis peab pidevalt uuenema, muidu muutuksid meie keha mahlad elu-

kardetavalt püdelaks. Juba 25% meie kehas leiduva vedeliku kaotus on surmav. Isegi meie higi soolane maik meenutab veel kord merd.

Kehamahlades leiduva soola elulist tähtsust tõendab meie vere valgu – hemoglobiini – imesteldav püsivus. Ta ei lagune üksnes sellepärast, et ta sisaldab peaaegu 1 protsent soola.

Oma täiuslikkuse poolest võib vere hemoglobiini võrrelda ainult keemiliselt sarnase, fotosünteesi vahendava klorofülliga. Nende molekulid sisaldavad teiste hulgas nelja lämmastiku aatomit. Erinevus on vaid selles, et klorofüllil on lisaks magneesiumi aatom, millele hemoglobiini juures vastab raua aatom.

Meis voolav 5 kg raskune purpurmeri oma 22 miljardi punase verelible ja 30 grammi soolaga on nagu merevesigi rütmilises liikumises ja voogamises. Kui meres Päikese, Kuu, aurumise ja tuule mõjul tekivad murdlained ning looded, siis inimese kehas on nendeks pulsilöögid, mida põhjustab „igiliikur" süda, pumbates läbi inimkeha päevas 10 000, aastas aga 3 500 000 liitrit verd.

Muidugi ei saa meie „sisemeri" meile täielikult asendada kõige elava hälli ja lastetuba – Maailmamerd. Iga päev peame me oma kehale andma teatava vee- ja soolamiinimumi. Kuigi me neid mõlemaid eluliselt tähtsaid aineid enam vahetult merest ei saa, pärinevad need siiski kaudselt sealt. Nii saame vett ringlusest – ookean – aurumine – pilvede teke – vihm – põhja- või pinnaveed, kivisoola leiukohad aga on ürgookeanide kingitus, mitmetes maades aga toodetakse soola otse mereveest.

ELULISELT VAJALIK SOOLATOOS

Kuivõrd ülemäärane soolatarvitus on kahjulik, sedavõrd on päevane soolamiinimum eluliselt vajalik. Meie ajal, vaatamata keemia lisandumisele soola suurtarbijana, kulub siiski kuus kümnendikku rahvusvahelisest keedusoolatoodangust toitude maitsestamisele ja konservimisele. Seega oleme me endiselt sõltuvad oma märjast hällist.

Meie keha vajab soola mitte üksnes selleks, et vere erikaalu muutumatuna säilitada. Soola koostises leiduvast kloorist moodustub maomahlas olev soolhape, mis on vajalik süljenäärmete ja kõhunäärme normaalseks funktsioneerimiseks.

Sool on vajalik ka keha higi- ja pisaramajandusele. Peale selle reguleerib sool mahlade voolu meie vere- ja lümfisoontes, kusjuures ta lahustuva kristalloidina võib tun-

gida kõigi vedelikku juhtivate elundite peenimatesse pooridesse.

Täielikult soolavaba toitumine põhjustab ureemiat, ohtlikku kusekinnisust koos neerude funktsionaalse häirega. Ka päikesepistet seletatakse osaliselt keha kloorivaegusega. Sellistel juhtudel on aidanud keedusoolalahuse täpselt doseeritud süstid verre.

Teatavasti põhjustab suures palavuses töötamine higistamise tagajärjel ülemäärase naatriumkloriidi, s. o. keedusoolakulu. Kui sellistel päevadel toit pole küllalt soolane, tekitab see raskeid häireid südamelihase ärritusjuhtimissüsteemis ning selle tulemusena organismi soojusregulatsiooni silmapilkse väljalülitamise.

Sellepärast on inimese soolatarvidus troopikas suurem kui mõõduka kliimaga aladel. Loomad käivad tihtipeale instinktiivselt maha palju kilomeetreid, et soola lakkuda. See vajadus ajab neid ojade ning jõgede äärde, mille vees on lahustunud kas või minimaalselgi hulgal soola.

Kõigest sellest nähtub, missuguse tähtsusega elu levikule merest kaugel asuvale sisemaale on olnud kunagine kontinentide üleujutus ürgookeanide poolt, millele maismaa võlgneb tänu arvukate soolaleiukohtade ja mineraalveeallikate eest.

Meie sõltuvust ookeanist meenutab lõpuks ka meie vajadus joodi järele, mis nagu kloorgi on üks soola koostisosi, ehkki teda ei leidu seal kaugeltki nii rikkalikult kui merevees. Mererannikul elavad inimesed saavad oma joodimiinimumi mereõhu sissehingamise arvel.

Iseäranis joodirikkad on vetikad. Tollal kui veel Euroopa maades toodeti soodat vetikate põletamisega Normandia rannikul, kandis tuul joodiga tugevasti rikastatud suitsu peeni osakesi kaugele Euroopa sisemaale. Sestpeale kui soodat hakati sünteetiliselt tootma, kaotas vetikate põletamine praktiliselt oma tähtsuse. Vastavalt vähenes ka joodisisaldus läänetuultes ning selle tagajärjeks oli sagedasem haigestumine joodivaegusest tingitud struumasse. Meie kehas on jood koondunud peamiselt kilpnäärmesse. Joodivaegusest tingitud struuma ei ole midagi muud, kui haiguslikult suurenenud, paisunud kilpnääre, mis peab rahuldama oma joodivajadust ülemäära suurte toitevedelike hulkade „filtreerimisega". Joodirikka keedusoola regulaarne tarvitamine on parim ravim haigele näärmele.

Igaüks, kes kas või kordki on seisnud janusurma lävel, teab läbielatud piinade tõttu, kui suur on tema sõltuvus veest. Huuled lõhenevad, keel praguneb ja suu kuivab. Äge peavalu, kõrvetised maos ning sooltes, piin iga hingetõmbe puhul, krambid lihastes, palavikuhood ning absoluutne tahtejõuetus – niisugused on kehamahlade püdelaksmuutumise tagajärjed. Peagi kustub elu, nagu see juhtub kala või meduusiga, kelle lained on kaldale paisanud. Seevastu aga näljasurm, tingimusel, et organism saab vett, saabub alles mitme nädala pärast.

Ainevahetus meie kehas ilma veeta ei ole võimalik. Kogu kuiv toit, mida me sööme, muudetakse sülje ja maomahla abil pudruks. Muidu ei saaks ta imenduda läbi soole limaskesta ega sattuda keha mahladesse.

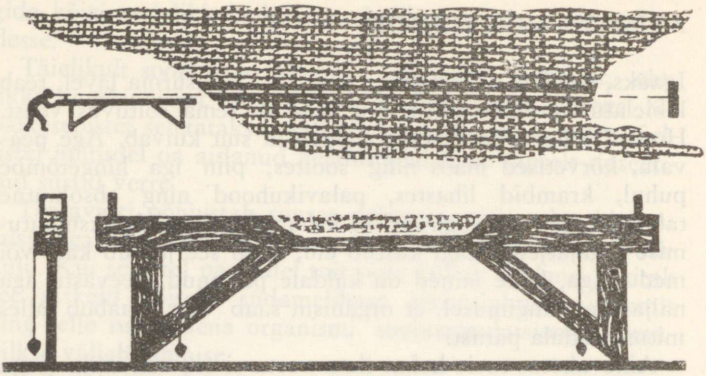
Jälle tuleb appi vesi, õigemini 92 protsendist veest koosnev veri, mis kannab ekstraheeritud toitaineid sooltest rakkude juurde.

Vesi on organismis mitte üksnes transpordi- ja lahustusvahendiks. Temata ei saa läbi ka meie organismi elu alal hoidev ning toitaineid omastav „keemiavabrik", samuti nagu keemiatööstus ei saaks sekunditki töötada ilma veeta. Meie organism eritab päevas, rääkimata uriinist ja higist, umbes liiter sülge, 1–2 liitrit maomahla, 0,5 liitrit sappi ja 0,75 liitrit kõhunäärmenõret. Seega toimub mere veeringlus ka igas maismaaelanikus.

Kuna loodus ei valinud seda sisemist veeringlust vabatahtlikult, siis vihtuimsete ajaloolise „hüppega" merest karmile maismaale lõppes ka paradiislik elu, kus polnud tarvidust veemajanduse järele. Siitpeale pidid maismaaelanikud ise hoolitsema enda lülitamise eest loomulikku hiigelveejuhtmesse: meri – maismaa – meri.

Algul ammutas inimene vett vooluveekogudest. Kui ta kord kaitsevallide püstitamisel juhuslikult avastas põhjavee, hakkas ta kaevama kaeve. Veejuhe leiutati alles seoses asulate ja linnade rajamisega, kui tekkis vajadus varustada veega nende elanikkonda. Sellealasteks meistritöödeks on Vana-Rooma inseneride akveduktid, mis juhtisid sadade kilomeetrite kaugusel asetsevaist mägedest linnadesse värsket allikavett.

Inimeste sõltuvus mereannist veest suureneb üha. Tõsi küll, inimorganism tarbib normaalse elutegevuse alalhoidmiseks nagu ennegi ainult 2–3 liitrit vett päevas. Vahe on siiski selles, et päevas kustutavad janu nüüd juba miljardid inimesed, kellest igaüks kulutab päevas veel umbes 100 liitrit vett hügieenilisteks ja muudeks tarveteks.



Joon. 3. Horobaat – lihtne nivelleerimisriist, mille abil Vana-Rooma hüdrotehnikud määrasid veejuhtmete kallakust.

XX sajandi normaaltarbija ei mõtle tavaliselt veeprobleemile, sest ta võib iga hetk veekraani lahti keerata. Sellegi poolest pole kunagi varem olnud aktuaalsemad sõnad, mida ütles Thales Mileetosest: „Ariston men hydor" („Pole midagi paremat veest"). Ehkki me üha hoogsamalt kasvava veetarbimise tõttu merre tagasi ei pöördu, teeb see probleem meid jällegi merest sõltuvamaks ning juba järgmised põlvkonnad on sunnitud kustutama oma üha kasvavat janu magestatud mereveega.

MAAILMA SUURIM VANN

Statistilised andmed merekuurortide külastamise kohta rahvarohkel hooajal ning ka mõnda aega enne ja pärast hooaega näitavad, et enamik inimesi igatseb aeg-ajalt tagasi pöörduda emakese mere rüppe – suplusehuviliste roomlaste eeskujul, kes juba 2000 aastat tagasi oskasid hinnata meresupluse soodsat, tervistavat ja värskendavat toimet.

Meresupluse suurimaid rõõme peitub selles, et vesi vähendab märksa raskustungi koormat, mis tavaliselt osa meie jõust pinge all hoiab. Meri vabastab meid sellest raskusest seda täielikumalt, mida soolasem ta on. Surnumeres näiteks ei upu isegi inimene, kes ujuda ei oska.

Meri valmistab ujujale, kelle kehalt ta koorma võtab, suuremat mõnu, kui seda võib teha kõige pehmem udusulevoodi. Inimene otsekui kogeb kosmilist kaaluta olekut.

Tähelepanekud, et inimene juba pärast lühiajalist viibimist värskendavas vees end lausa uuestisündinuna tunneb,

unustati antiikaja loojanguga kauaks. Esimene saksa kuurort avati näiteks alles 1793. aastal. Ja alles palju hiljem tekkis õpetus vesiravist.

Suplus, eriti merevees, tõstab isu, sest vesi on parem soojusjuht kui õhk ning röövib rohkem kaloreid. Mereõhk soodustab nina-kurgu ja kõri krooniliste ärritusseisundite ning bronhiaalastma ravi. Pihustunud merevee külluse tõttu õhus kujutab mererand endast loomulikku inhalatooriumi, õigemini kradiiri, kus antakse soolakuure ilma eriaparatuurita. Ka soolavanne annab maailma suurim vann – meri – tasuta. On üllatav, et haigestunud hingamisorganid tervenevad eriti tõhusalt talvise mere ääres. Talvise ravi edukus Põhjamere-äärsetes sanatooriumides seletub peamiselt meretuultega.

Peale selle karastab mere ääres viibimine organismi. Tuule kiiruse pidev kõikumine ärritab tugevasti nahka. Keha õpib külma, liikuva mereõhu mõjul soojuskaole vastu panema. Teatavasti on linnainimene kunstliku ümbruse kasvuhoonetingimustes kaotanud palju oma vastupanuvõimest tuulele ja ilmale, mistõttu külmetushaigused on muutunud tsivilisatsiooni omamoodi nuhtluseks.

Rannikuelanikud külmetuvad harvem ka sellepärast, et merel on omadus kahandada aastaaegade vaheldumisest tingitud järske temperatuurimuutusi. Kuumad suved muutuvad merebriisi tõttu jahedamaks ja talutavamaks, talved aga pehmenevad meres akumuleerunud suvise soojuse tagasiandmise tõttu.

Tervistav on ka merevee joomine. Merevett kirjutasid arstid ette mõnede haiguste puhul juba möödunud sajandil. Hästi mõjub merevesi ka ainevahetusele ja seedeelunditele. Ta tõstab isu, normaliseerib happesisaldust maos ning mõjub lahtistina. Meenutame ka, et merevesi soodustab mõnede sisesekretsiooninäärmete haiguste, neerupõletike ning südame- ja veresoonkonna haiguste ravimist.

Inimesed, kes kannatavad sagedaste limaskestapõletike ja krooniliste katarride käes, võivad merevee joomisega suurendada vastupanuvõimet neile haigustele.

Merevee raviv toime seletub sellega, et temas on lahustunud viiskümmend elementi, ehkki mõningaid neist tühisel hulgal. Nende elementide hulgas on broom, mida kasutatakse farmaatsiatööstuses rahustite tootmisel, krambivastane ja valuleevendav boor ning kilpnäärme talitlust soodustav jood.

Meie sugulussidemeid mereveega tõendab ka see, et meie veri sisaldab vastavalt samasugusel hulgal naatriumi, kaaliumi ja kaltsiumi. Seevastu rauda on merevees palju vähem kui veres.

Joogikuurideks võetakse merevett peamiselt avamerest vähemalt kümne meetri sügavusest eriliste seadmete abil ning villitakse pärast filtreerimist pudelitesse. Transpordiruumi säästmiseks kontsentreeritakse teda sageli enne seda kuni 25% soolasisalduseni, enne tarvitamist aga lahjendatakse uuesti.

Eespool öeldust nähtub, kui suur on vee tähtsus ja kui tervislik mere ääres viibimine; kuid märg element peidab endas ka ohtu inimestele. Igal suplushooajal röövib uppumissurm mõlemas Saksa riigis aastas üle 400 inimelu. Ulgumerel on inimohvreid märksa rohkem. Inimene on ürgkodust sedavõrd võõrdunud, et ta tihtipeale hukkub vees isegi ujumisoskuse korral.

Uppumissurm saabub enamasti perifeerse vereringe häirumise tagajärjel. Ülekuumenenud keha reageerib vahel külma vee ootamatule mõjule šokilaadsete verepaisudega mao piirkonnas. Peas tekkiv verevaegus põhjustab teadvusekaotuse ja inimene vajub hääletult põhja.

Vesi võib olla inimesele ohtlik ka juhul, kui tema loomulikku ringlust õigesti ei kasutata. Näiteks lahustab vees leiduv vaba süsihappegaas pliitorusid, mis põhjustab pliimürgitusi. Mõnikord reostatakse kohalike kanalisatsioonisüsteemide vigastuse või tööstusvete ebaõige juhtimise tõttu põhjavesi.

ME ELAME MEREPÕHJAS

SEITSMENDA KONTINENDI JÄLIL

Saale jõe järsk, pisut rippuv kallas koosneb ülevalpool Bad Kösenit peeneteralisest, arvukate õhukeste kihtidena kuhjunud karplubjakivist. Jõe ääres seisab aastasadu Rudelsburgi linn.

Saale jõe säng paikneb karplubjakivis, mille vanus on 200 miljonit aastat. Vesi ja ainult vesi on katnud pikka aega praeguse Saksamaa territooriumi ning ulatuslikke alasid Euroopas, Aasias ja Ameerikas.

Iga meri on suurendanud maakoore paksust, jättes maha vägevaid settekivimite kihte.

Euroopa on juba ammust ajast olnud mere ja maa ägeda heitluse areeniks ning oma tekkimisest saadik on ta olnud rohkem vee all kui vee peal.

Selles heitluses, pärast arvukaid keerdkäike, kujunes pikkamööda meie manner. Tema iidseim tuumik, ürg-Euroopa, hõlmas üksnes Balti kilpi ja Sarmaatia panka.

Kaledoonia kurrutuse tõttu tõusid merest ja ühinesid ürg-Euroopa põhimandriga praegune Norra, osa Briti saartest ja Põhja-Saksamaast.

Variski kurrutusega, mis leidis aset umbes 300 miljoni aasta eest, tekkisid Harz, Tüüringi mets ja Maagimäestik ning kerkisid veest Kesk- ja Lääne-Euroopa alad. Lõuna-Euroopa, mandri noorim maismaaosa, ilmus voogudest alles 50–90 miljonit aastat tagasi. Euroopa on seega kasvanud idast läände ja lõunasse.

Miljonite aastate jooksul murenesid mäed pikkamööda jälle sedavõrd, et osa Euroopat langes uuesti mere saagiks.

Kõikjal satume me nende ajastute jälile, kui vesi maismaad kattis, näiteks Stubbenkammeris Rügeni saarel, Elbe liivakivimägedes ning Rüdersdorfi lubjakivimägedes või siis Saale jõe Tüüringi kallaste karplubjakivipankades.

Permi ajastul tekkisid Spreenbergi ja Stassfurti soola-

 ladestud.

Maa-aluse meremuuseumi nooremad settekihid triiase ajastust, mis kerkivad Rüdersdorfi piirkonnas, tõendavad, et ka Berliin oli sel ajal merepõhi. Tollal saalisid praeguse Alexanderplatzi kohal tõenäoliselt kopskalad ning rööveluviisiga notosaurused.

HAID AUTOTEEDEL

Juura ajastul tungis meri uuesti Euroopasse, ujutades selle üle kuni Skandinaaviani. Saksamaa territoorium meenutas tollal praegust Lõunamerd tema arvukate arhipelaagide ja atollidega.

Sel ajastul muutus osa maismaaelanikke uuesti veeloomadeks, osa kontinentaalsest loomariigist aga hävis vee äkilise sissetungi tõttu. Juura ajastusse kuulub sauruste valitsemisaja teine kolmandik.

Selle loomarühma ellujäänud koletistele oli kohastumine eluga vees elu ja surma küsimus, sest küllaldast toitu pakkus veel ainult meri.

Seal, kus autoteede asfaltlindil kihutavad tänapäeval „hailõugade" ja „-uimedega" kaunistatud trollibussid, pidas tookord jahti oma ohvritele Juura mere hai *Hybodus Hauffiaux,* voogudest vahtis rattasuuruste prillsilmadega ihtüosauruse kahemeetrine pea.

Kuid ka Juura meri, mille põhi on paljastunud Švaabi Juura mägedes ja osaliselt Inglismaal, polnud igavene, ehkki kestis veel miljoneid aastaid, enne kui ta soostus ja maaks muutus. Kesk-Saksamaa territooriumi katsid tol ajastul ajutised madalad mageveejärved, mille vahel laiusid läbipääsmatud džunglid ja sood, sellal kui Lääne-Euroopa oma merelahtede ja võimsate nimetute jõgede deltadega meenutas praegust Amasoonase vesikonda.

Kriidi ajastul ujutas meri viimast korda üle peaaegu kõik kontinendid.

Jõed uhtusid Maagimägedest Kesk-Saksa kriidimere lahtedesse hiiglasliku, peaaegu 600 m paksuse liivakivipanga. Lupja sisaldav meremuda oli sideaineks. Kõik need jõud, kaasa arvatud veerõhk, liitsid liiva pikkamööda liivakiviks, kust me veel praegugi leiame kivistunud karbijäänuseid.

Kuid enne kui alpinistid võisid ette võtta oma kaelamurdvaid ronimisi Saksi Šveitsis, oli tarvis veel üht tähtsat geoloogilist protsessi. Kivistunud hiiglaslik liivakivipank viidi välja oma horisontaalasendist. Maakoore liikumise tõttu, millega kaasnes vulkaaniline tegevus, sattusid liivakivikihid kaldasendisse ning neisse tekkisid praod, mida täitsid basaldilisandid.

Mägedest voolavad ojad laiendasid pragusid, uhtusid kuristikke ning Elbe rajas pikkamisi liivakivisse oma sängi.

Ent ookeani põhjas olid esialgselt mitte üksnes liivakivid, vaid ka dolomiidid. Isegi 8840 meetri kõrgune Mount Everest (Tšomolungma), kõrgeim tipp meie planeedil, koosneb lubjakivist, mis kunagi moodustus korallidest, lubivetikatest ja loomade kodadest.

Seega elame me endiste merede põhjas, mis on kümneid kordi üksteist asendanud, sadestades üha uusi võimsaid settekivimite kihte, mis lõpuks varjasid meie kontinendi esialgse palge.

Tänapäeval teame, et elu maismaal võis areneda ainult niisugusel mere loodud ja orgaanilis-anorgaanilistest setetest koosneval koorikul, sest meie planeedi tahke pind pärast tema jahtumist oli elamiskõlbmatu – teda tuli esmalt „puuderdada".

Meie ajal pole vaenulikku konkurentsi ookeanide ja kontinentide vahel. Need mõlemad ühtemoodi tähtsad eluruumid meie planeedil on pigem vastastikuses kooskõlas, ehkki nendevahelised piirid sageli muutuvad.

ME TOITUME VEEL PRAEGUGI ÜRGOOKEANIDE ARVEL

Mida teeksid keemiatööstus, põllumajandus, ehitusmaterjalide tööstus ja paljud teised tööstusharud ilma ürgookeanide valge, kristalse pärandita?

Täis imetlust seisame veel praegugi selliste arhitektuuri meistriteoste ees nagu Naumburgi toomkirik. Ent kas kõik teavad, et see kunstiteos, samuti ka saksa luuletaja Franz Kugleri poolt ülistatud Saaleburgi linn on ehitatud triiase mere karplubjakivist? Endises merepõhjas kõrguvad urbsest lubjakivist hooned, nagu mälestussambad kunagisest mere pealetungist Saale jõe orule.

Laugmeri, mis kattis 170 miljoni aasta eest kogu Kesk-Euroopat, jättis Saale jõe kallastele võimsad urbse liivakivi ja terebratuliidi kihid, mis tänapäevalgi on suurepäraseks ehitusmaterjaliks.

Alam-Saksis (Lõuna-Harzis) on lausa maapinnal tohutul hulgal kipsi, tähtsat keemilist toorainet, mida kasutatakse suurel hulgal ammoniaagi sünteesimisel salpeetrit tootvates ettevõtetes. Kips säästab 350 000 tonni väävelhapet aastas.

Väävelhappel on suur tähtsus väga paljudes keemiatööstuse harudes. Olgu siinkohal mainitud kas või tselluloosi, tselluloosikiu, dederooni, fosfaadi, uraani ja lämmastiku tootmine.

Väävelhappe tootmisel kipsist on pealegi veel see eelis, et samaaegselt saadakse väga nõutavat ehitusmaterjali – portlandtsementi.

Peale lubja ja kipsi võib nimetada ka teisi meresooli: kriiti, kaaliumi ja keedusoola. Suurema osa neist maismaal ladestunud aaretest võtab meri uuesti tagasi. Vihm uuristab lubjakivi, jõed kannavad kaltsiumkarbonaadi ookeani. Seesama toimub ka teiste sooladega.

MAA SOOL

Kui 1843. aastal Stassfurdis tehti katsepuurimine, et leida kivi-, õigemini keedusoola, oldi algul väga pettunud, avastades kivisoola kihtide kohal võimsaid teiste soolade kihte, mis sisaldasid kaaliumi ja magneesiumi. Seda „mererämpsu" loobiti aastaid tarbetute jäätmetena puistanguisse.

Alles Adolf Frank hakkas seda „rämpsu" kasulikuks tegema. 1861. aastal ehitas ta Stassfurdis esimese vabriku, et töötada need soolatööstuse „jäätmed" ümber kaaliumväetiseks. Varsti pärast seda arenes selle sätendavvalge merepärandi baasil Saksamaa majanduse üks olulisemaid harusid: kaaliumitööstus.

Algul tootis ta ainult kaaliumväetisi. Ehkki kaalium ise vahetult taimi ei toida, mõjutab ta siiski oluliselt taimede ainevahetust, võttes osa veebilansi reguleerimisest ja tärklise moodustamisest taimedes.

Varsti leidsid keemikud, et kaaliumi võib kasutada lähtematerjalina mitmetes tööstusharudes. Broomkaaliumi näiteks on vaja fototööstuses. Kaalisoolades sisalduvat kiseriiti kasutatakse ehitus- ja farmaatsiatööstuses, koos kaaliumiga saadavat kloormagneesiumi aga kasutatakse tolmu sidumiseks.

Kaalium esineb looduses tihti kaksiksoolana, nagu näiteks karnalliit ja kainiit. Nad mõlemad on magneesiumiühendid. Elektrolüüs vabastab karnalliidist magneesiumi ja kloori. Kainiidis sisalduv kiseriit on kipsi järel teine tähtis väävelhappe saamise allikas. Peale selle on kiseriit peamine tooraine magneesiumi saamiseks.

MEREVESI MINERAALALLIKATEST

Sestsaadik kui Adolf Frank pani aluse kivisoola leiukohtade töötlemisele, on kaaliumi tootmine ja kaaliumitööstus ebatavalise hooga arenenud. Üle 300 000 inimese kaevavad Kesk-Saksa ürgmere põhja, et leida neid igatsetud läikivaid kristalle.

Kuna kaaliumimaardlate paksus ei ületa tavaliselt 10 meetrit, kaevur aga õhib vahetuses umbes 100 tonni toorkaaliumi, siis on kuni 1000 meetri sügavuses asetsevad kaevandused aastakümnete jooksul omandanud tohutud mõõtmed.

Strekkide üldpikkus on tihtipeale üle 100 kilomeetri. Eredalt valgustatud laiad allmaatänavad, elektriraudteed ja autoteed jätavad mulje, nagu oleksime sattunud Kuule, mille asustamiseks tuleks eluandva, kaitsva atmosfääri puudumise tõttu tõepoolest ehitada allmaalinnu.

Kaaliumi sisaldavate kihtide vahel paiknevad märksa võimsamad keedusoolakihid. Niipea kui Maailmamerest äralõigatud ürgmered hakkasid auruma, algas ka kõige halvemini lahustuvate soolade kristalliseerumine ja settimine merepõhja. Esimesena sadestus kips, seejärel niisama halvasti lahustuv lubi ja lõpuks keedusool. Viimasena kristalliseerus kergesti lahustuv kaalisool.

Soolade settimine oli korduv, kuna Kesk-Saksamaa muutus merepõhjaks mitu korda.

Soolamaardlad tekkisid ainult seal, kus neid katsid savi- ja liivsavikihid, seal aga, kus neid ei olnud, lahustas soolad vesi.

Algul rahuldasid maismaaelanikud oma soolavajadust mineraalallikate arvel, mis nagu arteesiakaevude vesi sügavusest maapinnale tungivad, lahustades oma teel soolakihte.

Mineraalallikad, mis veel tänapäevalgi kohati maa seest purskavad, meenutavad oma keemiliselt koostiselt, erikaalult ning temperatuurilt hämmastaval kombel merevett.

VANADEL SOOLATEEDEL

Sool on vajalik kõigile, ja pole juhuslik, et seoses selle mineraaliga tekkis õige pea kauplemis- ja tootmisharu. Juba Rooma ajalookroonik Tacitus teatab, et pärast mineraalvee valamist põlevasse lõkkesse tekib tahke sool. Sellel põhimõttel töötasid soolakojad, mis tekkisid Rooma ajal Reichenhallis, Niederhallis (Švaabimaal) ja Marsalis (Lotringis). XI sajandiks oli soolakodade arv Saksa pinnal kasvanud viiekümnele.

Mõned meresoolakojad tekkisid Põhjamere äärde. Sel moel saadud nn. friisi sool kattis XVIII sajandini Põhja-Saksamaa soolavajaduse. Ka Saale ja Halle nimi on tihedalt soolaga seotud. Saale jõgi, mille sängi voolavad maa-alused mineraalallikad, on saanud oma nime sõnast Salz – sool. Hallest viis ajalooline soolatee Baierisse, Austriasse, Böömimaale ja Poolasse.

Tänapäeval pole soolakeetmisel enam mingit majanduslikku tähtsust. Soolakodade asemele on juba ammu astunud soolakaevandused, mis Saksa DV territooriumil on koondunud peamiselt Stassfurdi ja Aschersleben ümber Harzi lõunapoolsetes eelmäestikes, samuti ka Saale, Unstruti ja Werra lähedusse.

Kivisoolakaevandused rahuldavad mitte üksnes Saksa DV elanikkonna soolavajaduse, vaid annavad ka vajalikku toorainet kõrgelt arenenud keemiatööstusele. Ilma kivisoolata (naatriumkloriidita) ei saaks sünteetilist kautšukit, kusjuures naatriumi vajatakse katalüsaatorina. Ilma kivisoolata poleks meil ka soodat (naatriumkarbonaati). Soodata ei saaks kujutleda riidepuhastust, seebi-, klaasi- ja terasevalutööstust.

Sooda saamine aga on ainult üks kivisoola keemilise töötlemise protsesse.

Selle keemilise protsessi teisteks produktideks on kloor, soolhape ja sööbenaatrium (seebikivi). Kui väävelhapet nimetatakse tööstuse vereks, siis kivisoolast saadav kloor on viimaseil aastail omandanud säärase tähtsuse, et tänapäeval otsustatakse tema tootmise taseme järgi rahvamajanduse kemiseerimise astme üle.

Kloor on muutunud üha kõikvõimsamaks. Teda kasutatakse desinfitseerimisel, kahjurite vastu võitlemisel, samuti ka tekstiilitööstuses. Kloorita ei oleks polükloorvinüüli, tselluloosi ega sünteetilist kiudu jne.

Kõik need näited tõendavad veenvalt, et ilma ürgookeanide soolata ei oleks tänapäeva keemiatööstus teovõimeline ning meil poleks paljusid tarbekaupu.

Keemia teeb suure panuse toiduainete tootmisse, valmistades niisuguseid kunstväetisi, nagu kaalium- ning ammooniumsalpeeter jne.

Kui me tahame hambaid puhastada ja vajutame tuubist hambaharjale aromaatset, värskendavat valget massi, ei tule meile pähegi, et ka see on mere kingitus. Pastaks töödeldud kriit koosneb 80–90 miljonit aastat tagasi elanud tillukeste, kriidimeres elanud kokoliitide kodadest.

ME SÕIDAME MUUNDUNUD SAPROPEELI ABIL

Ürgookeanidele võlgneme me tänu ka suurte energiavarude eest nafta näol. Liiklusvahendite motoriseerimisest saadik on see haisev, paks vedelik, millega vanad egiptlased aastatuhandeid tagasi oma valitsejaid balsameerisid, omandanud üha tähtsama majandusliku võtmepositsiooni. Nafta ületab söe, sest ta sisaldab rohkem vesinikku ning on ka kaloririkkam.

Nafta tarbimine on viimastel aastakümnetel järsult suurenenud ning on juba hakanud välja tõrjuma sütt kui orgaanilise sünteesi lähteprodukti. On tekkinud uus teadus – naftakeemia.

Nafta tekkis peamiselt ürgookeanide seiskuva veega lahtedes. See protsess toimub veel praegugi Norra fjordide ja Musta mere hapnikuvaestes, väävelvesinikust küllastatud põhjalähedastes veekihtides. Neis mürgitatud vetes ei ole orgaanilistest jäänustest toituvatel olenditel võimalik elada. Sellepärast jäävad põhja vajuvad loomakorjused puutumata.

Sellistes „merekeldrites" toimub korjuste lagunemine üsna omapäraselt. Appi tulevad meres kuni 4000 meetri sügavuses elutsevad anaeroobsed bakterid, kes võivad elada ilma hapnikuta. Nõnda muutuvad orgaanilised jäänused pikkamisi süsivesinikeks.

Nafta tekkimise protsess kulgeb intensiivsemalt, kui merepõhi koosneb aluspõhjakivimitest ja kollektoritest (poorsetest akumuleerivatest kivimitest).

Imeliste bioloogiliste nähtuste hulka kuulub fakt, et anaeroobid on suutnud niisugustes maailmast täielikult ära lõigatud sügavustes ainevahetust alal hoida ja ka paljuneda, ning seda juba miljoneid aastaid. Kuna nende bakterite tegevus on lakkamatu, siis ei ole ka ühegi maa-aluse naftaleiukoha arenguprotsess katkenud.

Sellega seletubki märgatav vahe nafta kvaliteedis ja värvuses. Selline sortide mitmekesisus ja järelikult erinev väärtus on segav nähtus, kuna ta toob endaga kaasa nii töötlemisprotsessi sagedasi ümberkorraldusi kui ka kõikuva bensiinisaagise.

Mõned aastad tagasi esitati ebatavaline plaan: kasvatada süstemaatiliselt bakterikolooniaid, kes elutsevad kõige väärtuslikumates naftasortides, ning asustada nendega vähemväärtuslike sortide leiukohti viimaste rikastamiseks.

Keegi prantsuse teadlane tõstis isegi üles küsimuse kõigi orgaaniliste jäänuste nakatamisest naftabakteritega. See uurija nakatas laboratooriumis riknenud lihatükke teatud mikroobiliigiga, luues kunstliku keskkonna: temperatuuri +95°C, rõhu 600 atmosfääri, soolasisalduse 30% ning kõrge pH. Tulemusena sai ta määrdeõli, kuid mitte miljonite aastate pärast, vaid kõigest mõne nädalaga.

Sellegipoolest omavad praktilist tähtsust ainult eelajaloolisel ajal tekkinud leiukohad, sest nad sisaldavad tohutuid naftavarusid.

Tõsiasi, et puuraukude puurimisel Saksa DV territooriumil pidevalt satutakse settekivimite, s. o. endiste meresetete kihtidele, lubab kindlalt järeldada, et ka sellelt territooriumilt leitakse naftat.

OOKEAN, KUI TA PILVI EI SAADAKS

6000 AASTAT ON INIMENE KORRIGEERINUD VEE RINGKÄIKU: MERI – VIHM – MAISMAA – MERI

Bagerite mürin lõhestab Karakumi kalmistuvaikust. Turkmeenia päikese põletavate kiirte all virvendab õhk lõputu, hallikasmusta liivakõrbe kohal. Ainus niiskus, mis sajandeid tagasi kuivanud kunagisele viljakale pinnale langeb, on väsimatute ehitajate higi, kes juba aastaid ennastsalgavalt töötavad Karakumi kanali ehitusel.

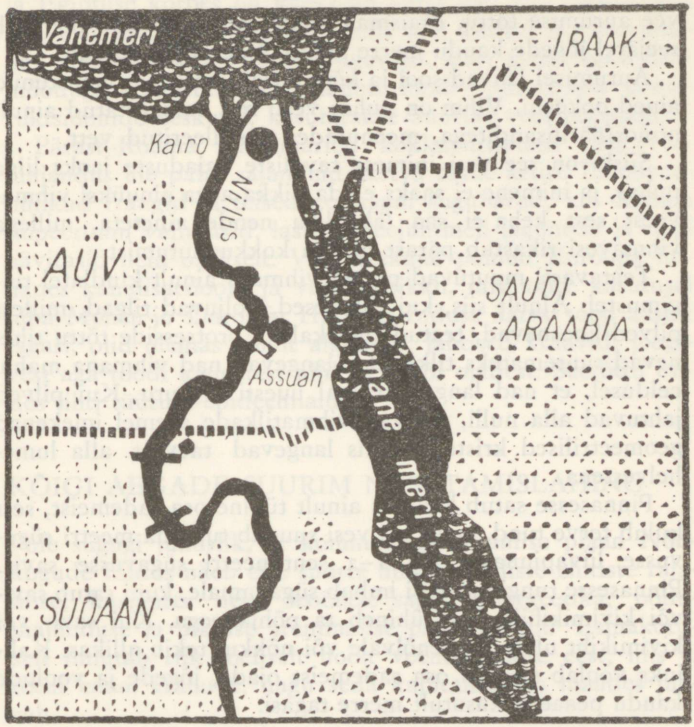
Meeterhaaval rajavad veele teed läbi liivamere sajad buldooserid, mida juhivad kommunistlikud noored. 1960. aasta kevadeks oli läbitud 540 kilomeetrit. Pärast tööde lõpetamist, kui kanali pikkus ulatub 924 kilomeetrini, on ta kõige pikem niisutusseade, mida inimene kunagi on rajanud, ja teda võib õigusega nimetada üheks tänapäeva seitsmest maailmaimest.

Egiptuse kõrbes ehitatakse vägevat Assuani paisu.

Nõukogude 30-tonnised isekallutajad oma mehekõrgustel ratastel toimetavad graniiti Niiluse kallastele, kus teda kasutatakse kõrgpaisu vundamendi püstitamiseks. 330 inseneri ja tehnikut, neist 65 Nõukogude spetsialisti, ja üle 3000 töölise peavad 1960. aastast saadik võitlust kõrbega. Esimese Niiluse kärestiku ees, kus nuubia liivakivi tõkestavad graniidimassiivid, õhiti 9. jaanuaril 1961 150 000 tonni kivimit. See oli suurim õhkimine Assuani paisu ehitamise algusest peale. Esimeses ehituslõigus rajatakse kanal läbi maailma kõige kõvema graniidi. Tuleb eemaldada umbes miljon tonni kaljupinnast, et rajada teed veele.

Selle hiiglasliku põua ründamisega, mis võib olla hiilgavaks eeskujuks kõigile noortele, parema tuleviku eest võitlevatele Aafrika riikidele, täitub fellahite sajanditepikkune unistus elust, kus ei tunta nälga.

Paisu läbi tekkiv 500 kilomeetri pikkune sisemeri loob soodsama kliima, toob sagedamini sademeid ning võimaldab saada aastas 10 miljardit kilovatt-tundi elektrienergiat.



Joon. 4. Viie kilomeetri pikkust, ühe kilomeetri laiust ja 111 meetri kõrgust Assuani paisu ehitatakse AÜV-s NSV Liidu igakülgse abiga. Pais võimaldab vallutada kõrbelt 1 000 000 hektarit harimiskõlblikku maad.

Meri – aurumine – vihm – jõed – meri. See looduslik veeringlus ei allu veel inimese tahtele. Muidu oleksid janu ja põud maa pealt kadunud.

Umbes kolmelt neljandikult meie planeedi pinnast – nii suur on Maailmameri – aurab päikesekiirte mõjul vahetpidamata vett. Maapinnalt peegelduvad päikesekiired kuumendavad alt atmosfääri täpselt samuti, nagu pliidiplaat kuumendab kastrulit.

Soojenenud ja seega kergemaks muutunud õhk kerkib üles ning kisub kaasa veeauru. Seetõttu koguneb atmosfääri ülakihtidesse tohutuid veemasse, mis hõljuvad meie peade kohal. Atmosfääri ülakihtidesse kerkinud küllastunud õhk kondenseerub arvutuks hulgaks tillukesteks udutilkadeks, neist moodustuvad pilved, mis vihmana alla sajavad. Ainult väike osa vihmast tekib sisevete ja taimede poolt kogutud

vee aurumise tõttu. Maismaa kohal sadanud vihm pöördub seejärel jõgede kaudu merre tagasi. Veeringlus sulgub.

Aurumisel jäävad sool ja kõik teised merevees lahustunud ained ookeani. Vihm on puhas vesi, mis on saastatud ainult atmosfäärilisanditega, meenutades destilleeritud vett.

Siiski on see vesi inimese tavaliste vajaduste jaoks liiga puhas, ja inimene ei saaks elada pikka aega ainuüksi vihmaveest sest keha ei saa läbi ilma nende aineteta, millega vihmavesi rikastub pärast maaga kokkupuutumist.

Teatavasti muutuvad pilved vihmaks ainult kindlatel tingimustel. Ainult siis, kui tillukesed, hõljuvad tilgad, millest pilved koosnevad, teatud füüsikaliste protsesside tõttu tihenevad suuremateks tilkadeks, langevad nad vihmana maha, eeldusel, et nad langemise ajal uuesti ei auru. Kui pilved jahtuvad alla nulli, tekivad vihmatilkade asemel imekenad geomeetrilised kristallid, mis langevad taevast alla lumehelvestena.

Pinnasesse satub kahjuks ainult tühine osa sademeist, sest kulub terve tund, enne kui vesi suudab tungida meetri sügavusse liivapinnases või 1–2 sentimeetri sügavusse savis. Pinnasesse tunginud vesi imbub sügavamale, kuni satub savi- või kivimikihile. Siin ühineb ta põhjaveega. Kui savi- või kivimikiht ulatub mäenõlvale või nõkku, tekib allikas. Kahjuks voolab suurem osa sademeist ojade, jõgede ja voolude kaudu peaaegu kasutult merre tagasi.

VEEMAJANDUSE ESIMENE KÄSK

Ehkki inimene ei oska veel käesoleval ajal mõjutada veeringlust looduses, sest ta ei oska vihma kunstlikult esile kutsuda, on ta juba ammust ajast püüdnud pidurdada pinnavee liiga kiiret äravoolu.

Kanalid, tsisternid, akveduktid, vesirattad ja muud muistsed hüdrotehnilised seadmed on tõepoolest inimsoo ajaloo suured monumendid.

Juba rohkem kui 6000 aastat tagasi kaevasid sumerlased kanali, mis ühendas Eufrati Tigrisega. Babüloonlased, assüürlased, pärslased ja egiptlased võtsid sumerlaste niisutustehnilised kogemused üle.

Seda, kui osavalt oskasid egiptlased Niiluse vett kasutada, tõendab esimese vägeva Niiluse paisu rajamine, mille tulemusena tekkis 4 miljardit kuupmeetrit vett sisaldav Mörise järv.

Eriti kõrge vesiehitustehnilise andega paistsid silma rooma ehitajad, kes isegi Põhja-Aafrika kõrbeliivas ja kaljudes sügavaid šahte kaevasid, et põhjaveteni jõuda. Liibüa

ja Egiptuse kõrbes on kaevatud välja üle 200 vana-rooma kaevu ja arvukaid tsisterne, mille abil kunagi iga harvaesinev vihmatilk kinni püüti. Vägevaid, kuni 20-meetrise läbimõõduga vesirattaid, mis samuti loodi vana-rooma konstruktsioonide eeskujul, kasutatakse Süürias veel praegugi.

Pärast Rooma maailmariigi kokkuvarisemist elas veemajandus üle palju sajandeid kestva raske kriisi. Linnavaenulikud frangid ja teised germaani suguharud, kes Rooma impeeriumi vallutasid, lasksid veejuhtmeil laguneda ja isegi hävitasid neid osaliselt. Veel keskajal polnud Euroopa linnades kanalisatsiooni ja veetorustikku, mis olid kasutusel juba Mohen-jo Daros ja Harapas Induse ääres 5000 aastat tagasi, olid olemas ainult algelised, lahtised kraavid, joogivesi aga toodi kaugetest allikatest või ojadest. Seetõttu esines tihti tüüfuse-epideemiaid.

KÕIGI AEGADE SUURIM NIISUTAMISLAHING

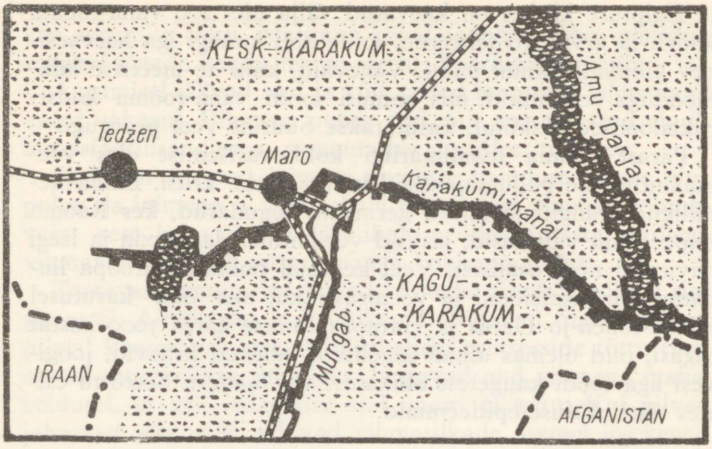
Pole sugugi juhuslik, et kommunismiehitamise plaan Nõukogude Liidus näeb ette suurte hüdrotehniliste ehitiste rajamise, kusjuures neid seotakse sageli energeetika, põllumajanduse ja liikluse arendamise projektidega. Esmakordselt ilmutab riik tõeliselt hoolt veemajanduse eest, mis ei teeni enam erahuve, nagu seda kapitalistlikes maades juhtub.

Niihästi Nõukogude Liidus ehitatud kui ka projekteeritavad grandioossed hüdrotehnilised ehitised näitavad neid suuri jõupingutusi võitluses vee eest, mille sarnast ei tunne ajalugu. Luuakse uusi sisemeresid, muudetakse jõgede voolu suunda, rajatakse hiiglakanaleid.

On alanud üldpealetung kõrbetele ja jäätmaadele, mida on Nõukogude Liidu territooriumil miljoneid hektareid. Pärast grandioossete Aasia hüdrotehniliste ehitiste valmimist suunatakse põuastesse piirkondadesse üle 300 miljoni kuupmeetri vett, mis võimaldab täiendavalt kasutusele võtta kümneid miljoneid hektareid jäätmaid.

Kuna Kaspia mere veetase alates 1929. aastast pidevalt langeb, on töötatud välja selle maailma suurima sisemere veetaseme tõstmise projekt. Selle projekti kohaselt suunatakse Petšoora ja Põhja-Dvinaa vood Volga kaudu Kaspiasse, mis võimaldab niisutada umbes 7 miljonit hektarit, annab 11 miljardit kilovatt-tundi elektrienergiat, pikendab veeteid 100 kilomeetri võrra ja tõstab Kaspia mere alanenud veetaset.

Teine projekt näeb ette Siberi suurte jõgede – Obi ja Irtõši – vete ülejääkide teisalejuhtimise. Nad hakkavad



Joon. 5. Üle 600 buldooseri kaevavad juba mitu aastat Karakumi kõrbet Turkmeeni NSV-s, et rajada maailma pikima kanali sängi.

Araali-Kaspia nõos niisutama 50 miljonit hektarit viljakandvat maad ja varustavad veega üle 100 miljoni hektari karjamaid.

Niisugused grandioossed projektid näitavad, et Nõukogude Liidus on omandatud juba rikkalikke kogemusi hiiglaslike hüdrotehniliste ehitiste püstitamisel.

Teisteks väljapaistvateks hüdrotehnilisteks projektideks on Assuani paisu ehituse lõpetamine, mis varjutab vanaegiptuse püramiidiehitajate saavutused, edasi Bhakra-Nangali grandioosne projekt, mille järgi saavad esmakordselt vett miljonid indialased, samuti projekteeritav elektrijaamade kaskaadi rajamine Kongo jõel, mis võimaldab uuesti täita kuivava Tšaadi järve, mille vete ülejääk suunatakse läbi Sahaara ja suubub teise Niilusena Vahemerre. Tõsi küll, see projekt, mis sai nimeks „Inga plaan", on koostatud rahvusvahelise ekspertide komitee poolt üksnes mustandina, mitte detailselt, ent kui see teostada, siis õnnestub ka Põhja-Aafrikas parandada puudulikku lõiku looduslikus veeringluses: meri–maismaa–meri. Ainult kümnendik suurriikide aastasest sõjalistest kulutustest läheks maksma Kongo projekti realiseerimine, mille tõttu tekiks otse keset Sahaarat tohutu Põhja-Aafrika meri.

Tehismere tugeva aurumise paratamatuks tagajärjeks oleks kliima muutus: kõrb kattuks jälle pikkamööda savannide ja metsadega.

MAAILMA SUURIM „ILMAKÖÖK" JA KLIIMASEADIS

Ühel sombusel detsembripäeval 1959. aastal täitus väike sadamalinnake Whitehaven Inglismaa looderannikul uimastava õielõhnaga. Näis, nagu oleks siin võlukepi väel avanenud kõigi kevadlillede karikad. Kuid nurmed ja aiad olid sügavas talveunes, ning õige pea tegid üllatatud linnaelanikud kindlaks, et petlik aroom tuleb merelt.

Selle õielõhna süüdlasteks osutusid ameerika okeanoloogid ja meteoroloogid. Selle aasta suvel olid nad lasknud valada Florida rannikul Atlandi ookeani 9000 tonni aromaatseid aineid, et selle ebatavalise eksperimendi abil kindlaks teha Golfi hoovuse ühe haru kiirust ja suunda.

Merehoovused mõjutavad otsustavalt maismaa ilmastikku ja kliimat. Need on otsekui hiiglaslikud arterid, mida mööda voolab külm või soe vesi.

Subtroopika alaliselt puhuvad passaattuuled kihutavad ookeani veemasse põhja ja lõuna pool ekvaatorit lähnde. Lõuna-Ameerika rannikule sattudes pöördub merehoovus põhja. Kesk-Euroopa ilmale ja kliimale on eriti tähtis fakt, et osa passaatide tekitatud hoovusest satub Kariibi mere kaudu Mehhiko lahte. Siin saab alguse soe Golfi hoovus.

UJUV KESKKÜTE

Golfi hoovuseks laiemas mõttes nimetatakse soojade hoovuste süsteemi, mis ulatub 10 000 kilomeetri kaugusele Florida poolsaare rannikust Teravmägedeni ja Novaja Zemljani. See hoovuste süsteem koosneb Florida hoovusest (Florida väinas asuvate Dry Tortugase saartest kuni Hatterase neemeni), Golfi hoovusest endast (Hatterase neemest kuni Suure Newfoundlandi madalani) ja Põhja-Atlandi hoovusest. Viimane hargneb omakorda Irmingeri soojaks hoovuseks, mis kulgeb läänest ümber Islandi, ja Grööni hoovuseks, mis uhub lõunast Grööni maad ja suubub Baffini merre. Põhja-Atlandi hoovuse peamine haru kulgeb Norra merre ja sealt edasi põhja piki Skandinaavia poolsaare läänerannikut, kandes siin juba Norra hoovuse nimetust. Skandinaavia poolsaare põhjatipus eraldub sellest hoovusest veel üks haru, mida nimetatakse Nordkapi hoovuseks. Ta liigub itta, Barentsi mere lõunaossa. Norra hoovuse peamine haru jätkab liikumist põhja ning kulgeb Teravmägede hoovuse nime all piki Teravmägede läänerannikut. Teravmägedest põhja pool laskub see hoovus sügavusse ning teda võib jälgida Põhja-Jäämeres magedamate külmade pinnavete all.

Golfi hoovus pehmendab Põhja- ja Loode-Euroopa maade kliimat, mis vastupidisel juhul vaevalt erineks samal laiuskraadil paikneva Gröönimaa lõunaosa kliimast. Näiteks on Šotimaal keskmine aastatemperatuur 8,2°C, Labradori rannikul aga, mis asetseb samal laiuskraadil, kõigest 3,8°C.

Golfi hoovuse tõttu võivad Trondheimi linna elanikud Norra põhjaosas kasvatada viljapuid, sellal kui samal geograafilisel laiusel paiknev Gröönimaa lõunaosa on kaetud jääga.

Golfi hoovuse haru, mis tungib Nordkapini ja Teravmägedeni, pehmendab Koola poolsaare kliimat. Isegi karmil talvel ei külmu Barentsi mere lõunaosa kinni, mis võimaldab neis kalarikastes vetes aasta läbi kala püüda.

Golfi hoovuse, selle meie mandri ujuva keskkütte asend on muutlik, tema teed aga ei saa isegi umbkaudu sirgeks nimetada. Golfi hoovuse uurimine 1950. aastal seitsme ekspeditsioonilaeva poolt näitas, et Golfi hoovuse asend muutub aja jooksul, kusjuures need muutused toimuvad mitte korraga kogu hoovuse ulatuses, vaid lainetaoliste hälvetena, millele anti nimeks meandrid. Meandrite nihkumise kiirus on 20 kilomeetrit päevas.

Ikka ja jälle eraldub peahoovusest suuri harusid, mis põhjustavad ootamatuid muutusi Euroopa kliimas.

Teisi merehoovusi on Golfi hoovusega võrreldes märksa vähem uuritud. Me teame väga vähe nõndanimetatud abüssaalsest merehoovusest, sellest, kui ruttu ta sooritab oma ringi Antarktikast ekvaatorini ja tagasi, kas seda aega mõõdetakse kümnete või sadade aastatega.

Meri hoolitseb selle eest, et pehmendada järske temperatuurikõikumisi ja muuta kliima talutavamaks. Seda positiivset osa võib ta etendada ainult sellepärast, et meri on hiiglaslik päikeseenergia akumulaator.

Päevil, mil päikesekiired heldelt Maad soojendavad, püüab meri soojuse kinni ja kiirgab seda päevil, kui Päike Maad nõrgalt soojendab. Merel, mis katab kolm neljandikku maakera pinnast, on selleks ideaalsed võimalused. Sellest aardlast ammutab soojust õhuookean. Teatud veehulga soojendamiseks ookeanis 1°C võrra on tarvis 3000 korda rohkem soojust kui samasuguse õhuhulga soojendamiseks. Vastavalt piisab ka soojusest, mida eraldab 1 kuupmeeter merevett oma jahtumisel 1° võrra, et tõsta 1° võrra 3000 kuupmeetri õhu soojust. Sellepärast toimub külmal, päikesevaesel aastaajal pidev õhutemperatuuri ühtlustamine, mida teostavad maismaa kohal puhuvad tuuled.

Tšiili ja Peruu on eriti eredad näited sellest, kuidas maa võib sõltuda mere ilmastikust. Ookeani selle rajooni pideva küllastumise tõttu Humboldti hoovuse külma süvaveega, mis

kulgeb piki Lõuna-Ameerika lääneranniku põhja, tungib mõlema palava maa sügavusse peamiselt jahe õhk.

Nõndanimetatud temperatuuriinversioon, mille põhjustab Lõuna-Ameerika mandri lääneranniku vabas atmosfääris pidevalt püsiv kõrgrõhkkonna ala, ei lase tekkida vertikaalsetel vahetusprotsessidel ja väldib õhuauru kondenseerumist, järelikult ka sademeid.

Neil aastail, kui Humboldti hoovus oli sooja troopilise idahoovuse tõttu ajutiselt rannikult kaugemale tõrjutud, uppus osa Peruust ja Tšiilist paduvihmadesse, mis uhtusid ära kobeda viljaka künnimaa ja kohalike elanike savihütid, ning kandsid nad merre. Õnnetust süvendas veel seegi, et hukkus külmaveefauna, mis omakorda mõjus laastavalt kalasaakidele.

KAS ME UPUME?

MAAILMAMERI AVARDUB

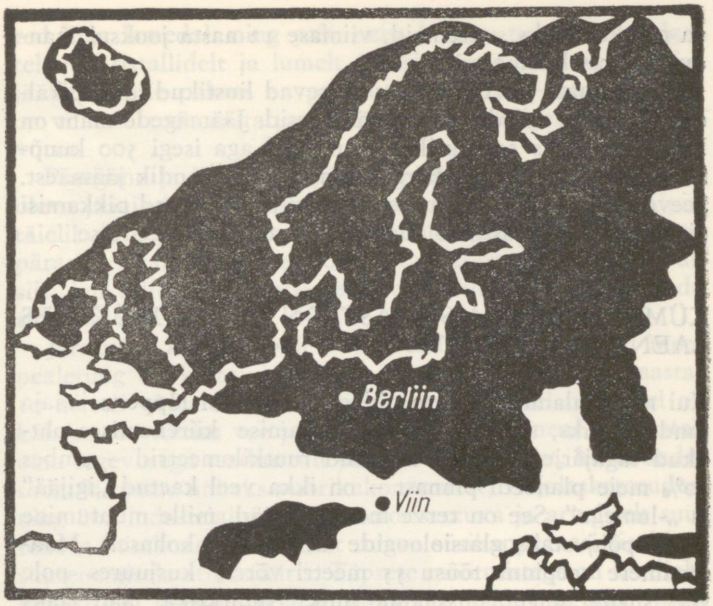
Tuukrid, kes uurisid Vahemere põhja, olid väga üllatunud, kui avastasid 8 meetri sügavuses ühe antiikse Rooma linna tänava, mis oli merepõhjas muda alla maetud. Niisama suur oli Nõukogude allvee-ekspeditsiooni üllatus, kui ta Taganrogi lahes Aasovi meres avastas antiikaja asula. Seevastu jäid tagajärjetuks kõik katsed leida Kartaago sadam šelfimere mudas Tunise lähedal. Kõik need faktid näitavad, et merepind on möödunud 2000 aasta jooksul paljude meetrite võrra tõusnud.

Ookeani põhjast, mis moodustab kolm neljandikku meie planeedi pinnast, teame me praegu veelgi vähem, kui näiteks Kuu meie poole pööratud küljest. Alles siis, kui Maailmamere põhja iga ruutkilomeeter on kaardile kantud ja hoolega läbi uuritud, õnnestub heita valgust paljudele salapärastele nähtustele.

Ajaleht „Pravda" avaldas 1961. a. oktoobris huvitava foto merepõhjast rohkem kui kolmesaja meetri sügavusel, kus on näha tundmatu olendi hiiglajälg. Ka Pierre Willm ja George Houot märkasid jalajälgi meenutavaid kummalisi lohke, kui nad 15. veebruaril 1954. a. batüskaafil FNRS 3 laskusid 4000 m sügavusse merepõhja 120 miili kaugusel Dakarist.

Mingeid järeldusi on veel vara teha, kuid on siiski üsna mõtlemapanev, et mõned imetajaliigid elavad meres, ehkki neil on kopsud, luuskelett ja muud varajasema maismaaelu kindlad tundemärgid.

Üha enam ilmneb, et ookeanid avarduvad ja tõrjuvad pikkamööda mandreid tagasi. Okeanoloogid, kes uurivad Vaikse ookeani saarte ahelikke, on kindlaks teinud, et kunagi oli Kuriilide, Jaapani ja Indoneesia saarte ning Aasia vahel ühendus. Need saared kujutavad endast Aasia idapoolset barjääri, ja on väga võimalik, et näiteks Amuuri suue võis varemalt asetseda Jaapanis.



Joon. 6. Jäätumise leviku piir Euroopas viimasel jääajal.

Ilmekas näide merre vajunud jõeorust on Kongo jõe uure – kitsas, pikk veealune kanjon merepõhjas. Selle, oma pikkuselt Aafrika teise jõe sängi otsese pikendusena ulatub ta 130 kilomeetri pikkuselt Atlandi ookeani ning teda võib jälgida kuni 2000 meetri sügavuseni.

Maailmamere kasv väljendub ka Vaikse ookeani sügavuse suurenemises, mis on tingitud merepõhja aeglasest vajumisest. Seda näitab fakt, et on avastatud korallrahusid 1,5 kilomeetri sügavuses, ehkki korallid tavaliselt ei ela sügavamal kui 40 meetrit. Nende rahude vanuse järgi võib kindlaks teha, et Vaikse ookeani põhja vajumine algas 50 miljonit aastat tagasi. Vajub ka Läänemere lõunarannik.

Ookeanide veetase tõuseb juhtudel, kui Maa kliima soojeneb, ja me elame just niisugusel perioodil. Aeglaselt, kuid pidevalt sulavad meie ajal liustikud Skandinaavia poolsaare kõrgustikel. Jääkoormast vabanedes kerkib maismaa selle idaküljel, samuti ka Soome rannikul, nii nagu hakkavad kaugemas tulevikus ilmselt kerkima Gröönimaa ja Antarktise jääkilbist vabanevad alad.

Kuid intensiivne liustike sulamine leiab juba kümneid aastaid aset mitte ainult Skandinaavias, vaid ka Alpides ja teistel mäestikualadel. Näiteks on Miuri liustik Alaskas, mis

on maakeral üks suuremaid, viimase 12 aasta jooksul taandunud 10,5 kilomeetrit.

Grööonimaal ja Antarktises libisevad liustikud järsult kaldalt merre ja moodustavad jäämägesid. Jäämägede maht on Lõuna-Atlandis 50, üksikutel juhtudel aga isegi 500 kuupkilomeetrit. Vee kohal kõrgub ainult kaheksandik jäämäest. Seevastu maismaa kõrgmäestiku liustikud sulavad pikkamisi ning muutuvad liustikuojadeks, mis suubuvad jõgedesse.

KÜMNENDIK MAISMAAST ON MERELT ÜKSNES LAENUKS VÕETUD

Kui neid sulamisprotsesse pidada pikkamisi lõppeva jääaja tundemärgiks, siis peituvad jää sulamise kiirenemises ohtlikud tagajärjed, sest et miljonid ruutkilomeetrid – umbes 10% meie planeedi pinnast – on ikka veel kaetud „igijää" ja „-lumega". See on terve meretäis jääd, mille muutumine veeks põhjustaks glatsioloogide arvestuste kohaselt Maailmamere veepinna tõusu 55 meetri võrra, kusjuures pole veel sugugi selge, missugune hulk Antarktika jääd jääks pärast sulamist kuuendale mandrile järvede ja sisemerede näol, selle asemel et voolata merre.

Maailmamere veetase ületas kõige soojemal perioodil, mis eelnes viimasele jäätumisele, peaaegu 190 meetri võrra merevee taseme maksimaalse jäätumise perioodil. Jääajal vähenes veetase ookeanis, sest suurem osa aurunud mereveest langes lumena maismaale ega pöördunud tagasi merre.

Jää sulamine pole käesoleval ajal veel lõppenud ja seega kujutab umbes kümnendik kogu maismaa pinnast endast „laenatud" merepõhja, omamoodi rannamadalat, mida mööda me uitame mõõna ajal. Ehkki jääga on kaetud ka kümnendik meie planeedist, ei ole need pindalad võrdväärsed.

Kui jääga kaetud alade hulka kuuluvad Põhja-Jäämeri, Antarktis, Alaska ja Siberi tundrad, samuti ka Alpi kõrgmäestikualad, teiste sõnadega, tänapäevani kasutamata ebasõbralikud ja asustamata alad, siis see kümnendik maismaast, mis meile on laenuks andnud meri, koosneb viljakatest madalmikest, kus paiknevad kõik sadamalinnad, samuti ka paljud elamis- ja tööstuskeskused, mis asuvad kalda lähedal ning allpool merepinda. Lugejate rahustuseks olgu siiski märgitud, et seda laenu ei pea me tasuma homme ega ülehomme, sest jää poolustel püsib üsna visalt Maa telje kaldasendi ja Maa tiirlemise tõttu ümber Päikese. Sellises asendis on üks poolustest kuude kaupa pööratud Päikese poole, sellal kui vastaspoolsele poolusele langevad kii-

red liiga lamedalt ning 90% neist kiirtest peegeldub valgetelt jääkristallidelt ja lumelt tagasi kosmosesse. Antarktise jääkilp, mille paksus on praegugi veel 3000–4000 meetrit, on viimase 5000 aasta jooksul vähenenud kõigest 400 meetri võrra.

Praegune ja järgmised põlvkonnad ei ela järelikult käesoleva jääaja lõpuni. Seniste andmete järgi vabanevad Alpid täielikult jääst 300 aasta pärast, Gröönimaa 2000 aasta pärast, Antarktis aga 20 000 aasta pärast. Ent mis juhtub siis, kui sellesse protsessi sekkuvad jõud, mis võivad seda sulamist kiirendada?

Järskude kallaste pidev varisemine kõneleb, et mere pealetung on kestnud aastaid. Kohati tungib meri aastas 10 meetri võrra edasi. Maailmamere paljudel randadel on käimas see võitlus vee ja maismaa vahel. Inimene soodustab oma tegevusega teadmatult jääkõrbete sulamist, kiirendades seda. Vihjame näiteks vabrikukorstnatest, väljalasketorudest ning üha industrialiseeruva, motoriseeruva ja arvuliselt suureneva inimkonna kopsudest tuleva süsihappegaasi sisalduse suurenemisele atmosfääris. Täpsete mõõtmistega on kindlaks tehtud, et käesoleval ajal on kõigi nende tegurite tõttu atmosfääris 2% võrra rohkem süsihappegaasi kui industrialiseerimisajastu algul.

MAA JÄÄKAPP PEAB TÖÖTAMA LAITMATULT

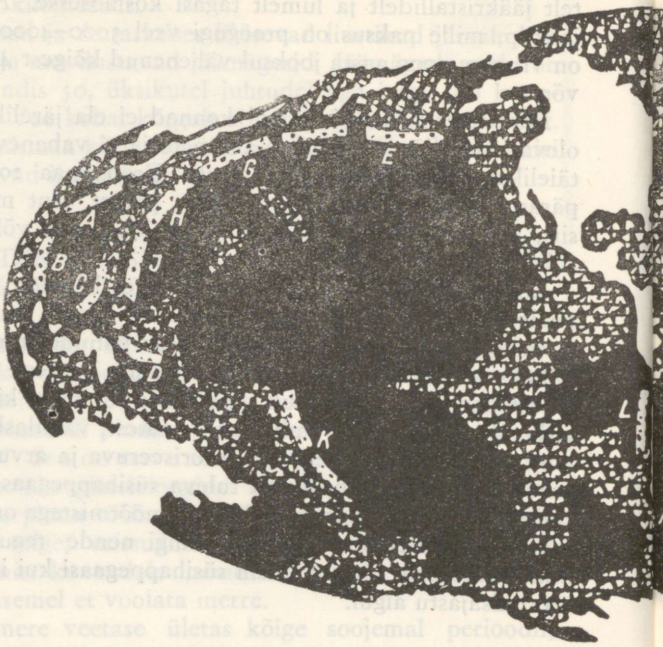
Süsihappegaasist küllastunud atmosfäär pidurdab soojuse kiirgamist kosmosesse ja seetõttu koguneb atmosfääri, nagu kasvuhoone klaaskatuse alla, üha suuremal hulgal päikesesoojust. Klimatoloogid, kes tegelevad selle probleemi uurimisega, on jõudnud järeldusele, et süsihappegaasi sisalduse suurenemine atmosfääris industrialiseerimise kasvu tõttu võib põhjustada kliima soojenemise [1].

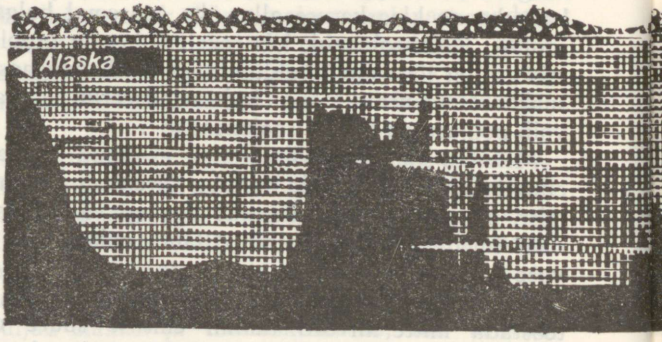
Mitmete maade teadlased on esitanud projekte, mille elluviimine peaks nende arvates kiirendama polaarjää sulamist, näiteks tammi ehitamine Beringi väinas, mis võimaldaks imeda Põhja-Jäämerre Atlandi ookeani ja Golfi hoovuse sooja vett.

Ehkki see projekt tundub meelitavana, ei saa teda siiski teostada mitte niivõrd tammi ehituse suure maksumuse pärast, kuivõrd sellepärast, et tuleks kulutada väga palju raha Euroopa põhja- ja lääneranniku kindlustamiseks ümbritsevate merede veepinna tõusu vastu.

---

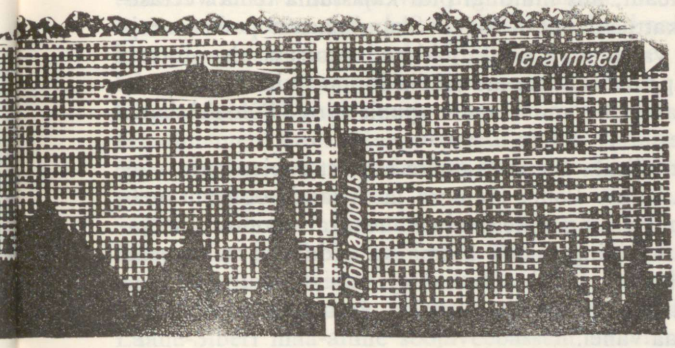
[1] Siin ei võeta arvesse ookeani võimet neelata atmosfääri liigset süsihappegaasi. (*Toim.*)


A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L


Alaska



Joon. 7. Süvamerereljeef.



Joon. 8. Süviku reljeef Põhja-Jäämeres.

Sellepärast pakub huvi projekt, mis näeb ette tohutu polaarjääkapi säilitamise puutumatul kujul. Teadlased uurivad pidevalt probleemi, kas inimene saab takistada selle jää loomulikku sulamist, mis paikneb meie planeedi tohutus jääkapis.

Hiljuti andsid okeanoloogid ja insenerid sellele küsimusele jaatava vastuse. Professor Ewingsi teooria järgi põhjustas viimaseid jääaegu kaudselt, kui paradoksaalselt see ka ei kõlaks, Põhja-Jäämere soojenemine, kusjuures selle mere jää täielikult sulas. Pärast seda algas intensiivne vee aurumine, sest tekkis lisaks tohutu lahtine ja soe veepind.

Täiendav merevee aurumine tingis intensiivseid ja sagedasi sademeid. Et suur osa neist pidevalt kõrgmäestikes lumena maha langes, kasvasid liustikud sedavõrd, et nad katsid ulatuslikud Euroopa ja Põhja-Ameerika alad.

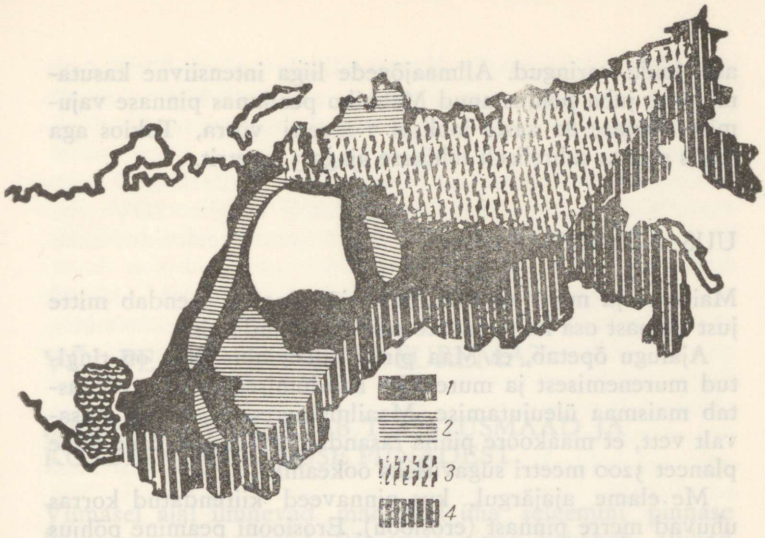
Aurunud Arktika veed ei pöördunud enam merre tagasi, vaid jäid jää ja lumena maismaale; veepind ookeanis langes pikkamisi ja paljastas lõpuks hiiglasliku veealuse läve Gröönimaa ja Norra vahel, samuti ka Beringi väinas Aasia ja Põhja-Ameerika vahel.

Gröönimaa lävi tõkestas soojale Atlandi veele juurdepääsu Põhja-Jäämerre. Seetõttu temperatuur polaarbasseinis langes ning Arktika muutus jälle pikkamööda jääkindluseks. Too suur lahtine veepind, kus aurumine toimus, vähenes uuesti, lumesajud lakkasid ning algas liustike sulamise periood. Jääaeg oli minetanud oma arengu kõrgpunkti ning algas liustike taandumine.

Tohutud veevood sööstsid liustike küüsist pääsedes Atlandi ookeani, mis muidugi pidi kajastuma tema veetasemes. Jälle kattusid veega läved Skandinaavia poolsaare ja Gröönimaa vahel ning ülalkirjeldatud protsess algas otsast peale. Tänapäeval näeme me jääaja lõppu, mida iseloomustab uute alade hõivamine mere poolt ning Põhja-Atlandi soojenemine.

Selleks et vältida Põhja-Jäämere aeglast soojenemist ning tema jää sulamist Põhja-Jäämere ja Atlandi ookeani vete vahetuse korras ning pikendada vaheaega troopilise soojaperioodi kliima ning jääaja kliima vaheldumise vahel, tegi ameerika insener Gail Hathaway ettepaneku eraldada polaarveebassein Atlandist tammiga veealusel lävel Norra ja Gröönimaa vahel.

Uue uputuse oht tekkis siiski mitte ainult liustike ja pooluste jäämütside sulamise tagajärjel. Uputuse allikaks võivad olla ka teised veereservuaarid, mis kogusummas on Maailmamerest suuremad. Näiteks on kindlaks tehtud, et vulkaanide purskel eralduvad peale laava ja gaasi ka suured hulgad veeauru.



Joon. 9. Siber paikneb allmaaookeani pinnal. *1* – basseinid rõhu all oleva kuuma ja sooja veega; 2 – külmad allmaaveed; *3* – termaalveed igikeltsa all; *4* – kuumaveeallikad mägedes.

Nõndanimetatud Mohorovičiči tsoonis, maakoore väliskihis, 25–30 km sügavuses, paikneb jahtuv, kristalliseeruv magma, millele avaldavad kolossaalset survet kõrgemal lebavad kivimikihid.

Maakoore alumise osa kivimikihtides ja Mohorovičiči tsoonis asetseva seotud vee üldhulk ületab nende kivimite suure mahu tõttu mitu korda veehulga Maailmameres. Vulkaanide purskel saab hüdrosfäär uue täienduse, ja on kindlaks tehtud, et maa-alused veereservuaarid on Maa ajaloo käigus üsna oluliselt mõjutanud ja mõjutavad edaspidigi Maailmamere taset. Meie planeedi ajaloo varajasel perioodil oli veehulk ookeanis sedavõrd väike, et üle poole maakera pinnast oli maismaa all.

Peale selle on mitmes maakera rajoonis, näiteks Sahaaras, Austraalias ja Siberis maakoore ülemistes kihtides, mis lasuvad märksa madalamal põhjavee nivoost, koondunud tohutud allmaavete varud, tõelised allmaaookeanid. Üksainus Lääne-Siberi maa-alune soojaveebassein hõlmab üle 3 miljoni ruutkilomeetri. Tema maht võrdub Vahemere ja Musta mere kogumahuga. Niisugused veekihid paiknevad 2–6 kilomeetri sügavuses.

Allmaabasseinidest pärinevate termaalsete vete massiline kasutamine kütmiseks või vesivarustuseks on ohtlik, sest suurtel maa-aladel võivad tekkida maa-alused tühikud ja

aset leida varingud. Allmaajõgede liiga intensiivne kasutamine on juba põhjustanud Mehhiko pealinnas pinnase vajumise viimase 80 aasta jooksul 7 meetri võrra, Tokios aga vajus pinnas suhteliselt lühikese ajaga 3 meetrit.

UUS ATLANTIS?

Maismaa ja mere omavahelises jõuproovis etendab mitte just viimast osa ka mandrite reljeefi tasandumine.

Ajalugu õpetab, et Maa pinna silenemine, mis on tingitud murenemisest ja murendite kandumisest merre, põhjustab maismaa üleujutamise. Maailmameres on selleks piisavalt vett, et maakoore pinna tasandumisel muuta kogu meie planeet 3200 meetri sügavuseks ookeaniks.

Me elame ajajärgul, kus pinnaveed kiirendatud korras uhuvad merre pinnast (erosioon). Erosiooni peamine põhjus on metsade – mandrite loodusliku kaitserüü – forsseeritud maharaiumine. See algas metsamassiivide röövraiega ja juurtega tugevasti seotud mulla muutumisega teravilja- ja vaheltharitavate kultuuride põldudeks, karjamaadeks, linnadeks, tööstuskeskusteks, pruunsöekarjäärideks.

Igal aastal kantakse vihma ja tuulega maismaalt merre miljardeid tonne mulda ning läheb jäädavalt või siis vähemalt miljoniteks aastateks kaduma. Üksnes vesi pöördub sademete näol ruttu mandritele tagasi. Kuid mullas sisalduvad huumus ja toiteained kaovad ringlusest: muld–taimed–loomad–inimene–muld.

Eriti kannatab erosiooni all Ameerika Ühendriikide põllumajandus; ameerika sotsioloogil oli täielik alus teatada: „Ameerikast saab uus Atlantis. Ta laskub merepõhja." Ameerika Ühendriikides on maa ebaratsionaalse kasutamise tõttu juba kantud ookeani viljakandev muld suurtelt maaaladelt, see aga põhjustab osa maismaa aeglase neeldumise.

Maismaa üleujutamise võivad põhjustada mitte ainult kliimamuutus või erosioon, vaid ka geoloogilised protsessid, iseäranis sagedased maakoore nihked ja varingud, kusjuures murdusid tükkideks terved mandrid, tekkisid uued ookeanid ja moodustusid tohutud mäemassiivid, mis seejärel miljonite aastate jooksul uuesti murenesid ja tuule ning vihmaga minema kandusid.

Maakoore kurdumine pole lõppenud veel praegugi. Nii satub litosfääri 60 kilomeetri sügavuses ülemises kihis esinevate pindmiste maavärisemiste (umbes 70% kõigist maavärisemistest) geograafiline jaotus peaaegu täielikult ühte maismaa suure kurrutusvöötme ja Vaikse ookeani saartepärjaga.

VÕI PEAME JANUSSE SUREMA?

MEREVESI VABASTAB TÖÖSTUSMAAD JA KÕRBED TANTALOSE PIINADEST

Viimasel ajal ilmnevad mandritel üha selgemini pinnase kuivamise sümptoomid. Põhjavete nivoo kahaneb, allikad kuivavad, siseveekogud aga auruvad. Näiteks on Kaspia mere veepind 1929. aastast saadik alanenud 2,22 meetri võrra.

Austraalias vallutab poolkõrb üha uusi maa-alasid, Ameerika Ühendriikides aga muudab erosioon endise nisuparadiisi tolmupõrguks. Marokost Mongooliani ulatuv kõrbede keskvööde tungib peale ümbritsevatele steppidele.

Mandrid „ujuvad" Maailmamere pinnal, mis on neist poole suurem. Ent siiski sarnanevad ookeani ääres paiknevad tööstusmaad tavaliselt Vana-Kreeka müütide kangelase Tantalosega, kes on määratud igavesi piinu taluma; kõrini vees seistes ei saanud Tantalos janu kustutada – kui ta tahtis juua, põgenes vesi tema huulte eest. Tõsi küll, merevesi ei taandu, kui keegi teda tahab kasutada, kuid suure soolsuse tõttu on ta joogiks kõlbmatu.

Veetarviduse rahuldamine on kogu maailmas muutunud väga keeruliseks probleemiks. Seda põhjustab veetarviduse pidev kasv, mis on tingitud elanikkonna tiheduse kasvust ja elukondlikest vajadustest, peamiselt aga tormilisest ülemaailmsest industrialiseerimisest ja kemiseerimisest.

Üha raskem on suurendada veevarusid, sest põhjavete nivoo on, vastupidi, kahanenud, veeringlus aga on inimeste ebamõistliku vahelesegamise tõttu häiritud. Maa isand vajab üha rohkem maa-alasid oma ühiskondlike hoonete ja elamute, tööstuskeskuste ja transpordivahendite jaoks. Neid maa-alasid saadakse metsade raiumisega, mis on looduslikud niiskuse akumulaatorid ja veeringluse regulaatorid.

Tänapäeva tööstus eesotsas keemiaga neelab terveid meresid. Ühe tonni terase tootmisele kulub vett 25 000 liit-

rit, suhkrule 120 000 liitrit, staapelkiule 300 000 liitrit, koksile 180 000 liitrit, alumiiniumile 1,2 miljonit liitrit, paberile 1,1 miljonit liitrit, sünteetilisele kautšukile aga isegi 2,2 miljonit liitrit.

1959. aastal neelas Saksa DV keemiatööstus miljard kuupmeetrit vett, mis vastab kolmandikule kõigist SDV veevarudest. Kiiresti areneva keemiatööstuse veetarvidus kahekordistus 1965. aastaks.

Oma nõudeid veemajanduse suhtes suurendab pidevalt mitte ainult tööstus, vaid ka põllumajandus. Üheainsa kilogrammi põllumajandussaaduste tootmiseks on tarvis 400 liitrit vett. Seejuures tuleb tingimata märkida, et mida parem viljasaak, seda suurem on põllumajanduse veetarvidus. Senini pöörati niisutusele kui põllumajanduse intensiivistamise vahendile liiga vähe tähelepanu; see probleem tuleb uuesti käsile võtta.

Kolmas suur veetarbija on elanikkond. Tööstusmaades joob ja kulutab iga inimene oma hügieenilisteks vajadusteks päevas 100 ja rohkem liitrit vett.

Kust siis võtta niisugust tohutut ja üha suurenevat veehulka? Tõsi küll, mõnel pool pöördutakse palavatel suvekuudel elanikkonna poole üleskutsega säästa vett, sest pärast järsu veetarbimise tõusu vähenevad ka põhja- ja pinnavete varud. Ent siiski tuleb väljapääsu olukorrast otsida teiste abinõude rakendamises: suurte veehoidlate ehitamises ja reovete puhastamises, mis võimaldab neid korduvalt kasutada veevarustuse suletud tsüklis ning hoiab ära põhja- ja pinnavete reostamise.

MEREVESI INIMESE TEENISTUSSE

Veemajanduslike abinõude rakendamatajätmine mitmel maal on viinud selleni, et nüüd tuleb tehtud vigu parandada. Kapitalistid püüavad suurte kasumite saamise huvides vähendada võimalikult kulutusi selleks otstarbeks, ehkki just tööstusettevõtted on suurimad veetarbijad. Seda, kui suur on veevajadus, illustreerib järgmine näide: keemiatehas „Bayer", mis iga päev neelab 500 000 kuupmeetrit vett, oli sunnitud projekteerima puhastussüsteemi, mis hõlmab 170 hektari suuruse maa-ala, kuhu võiks paigutada terve tööstuskompleksi.

Kuna niisuguste hiigelpuhastusseadmete ehitamise kulud on äärmiselt suured, tekkis mõte kasutada mereranda suurte tööstusettevõtete ehitusplatsiks. Mõned keemiatehased projekteerivad juba merevee kasutamist. See on revolutsiooniline samm, ehkki taolised juhtumid on käesoleval ajal

erandlikud. Seda teed minnes võib kauaks lahendada veevarustuse probleemi.

Maailmamere vete intensiivse kasutamise algus on veel mitme aasta küsimus. Inimkond saab esmakordselt kogu oma ajaloo jooksul veeringluse peremeheks. Seejuures on jutt ainult vee teekonna lühendamisest looduses. Kaudselt varustab meri juba ammust ajast maismaad mageveega, kuid ainult möödaminnes – aurumise, pilvede tekke ja vihma kaudu. Looduslikul veejuhtmel on see eelis, et tema ülemaailmne destilleerimisseadis, mis töötab päikeseenergial, annab koheselt magedat, joogiks kõlblikku vett. Kuid tema kraan ei allu inimese tahtele. Kunstliku mereveejuhtme ehitamisel on kõik vastupidi. Kraane võib avada või sulgeda kui palju tahes, kuid vesi on suure soolasisalduse tõttu joomiseks kõlbmatu. Teda tuleb enne magestada. Defoe romaanist „Robinson Crusoe" on iga laps lugenud, kuidas seda väikeste veehulkadega tehakse. Kaldu asetatud klaasi all seisvast nõust Päikese mõjul auruv merevesi moodustab klaasil magevee tilku, mis voolavad renni. See põhimõte on Päikese mõjul töötavate destillatsiooniseadmete aluseks, mis kujutavad endast läbipaistva katusega horisontaalseid aurutusbasseine. Päikesekiirgus, mida neelab soolase veega täidetud basseini must põhi, põhjustab vee aurumise. Vesi, mis tekib auru kondenseerumisel klaasist või plastmassist katuse õhuga jahutatavail kaldpindadel, kogutakse rennidesse, aurumata soolvesi aga valatakse minema.

Kuid niisuguste seadmete majanduslikud näitajad, mis pealegi sõltuvad ilmastiku kapriisidest, on esialgu veel ebarahuldavad.

Palju ökonoomsem on mitmeastmeline aurutamine, kuid magevee saamiseks suurtes kogustes on seegi kallis. Seda kasutatakse laevade varustamiseks mageveega ulgumerel. Keemikud ja insenerid jätkavad vee magestamise ökonoomsemate meetodite otsimist. Praegu on välja töötatud mitu soolase vee magestamise meetodit: külmutamise, ioonivahetajate, ioonivahetusmembraanide jms. abil.

IOONIVAHETAJAD MUUDAVAD SOOLASE VEE MAGEDAKS

Möödunud sajandi keskpaiku avastati, et viljakandev mullakiht võib vahetada leeliskatioone, kui alused soolalahusega kokku puutuvad. Katioonid on osakesed, mis mõne elektroni kaotamise tõttu omavad positiivset elektrilaengut.

Ent möödus veel palju aega, enne kui inimene oli võimeline seda looduslikku seaduspärasust tehniliselt kasutama,

näiteks suhkrupeedi mahla puhastamiseks kaaliumi vahetamisega kaltsiumi vastu või siis vee pehmendamiseks kaltsiumi vahetamisega naatriumi vastu.

Rahuldavad tulemused saadi, kasutades nn. tseoliite. Tseoliit on värvitu, kergesti kristalliseeruv mineraal. Looduses esineb teda harva; keemikud püüdsid teda saada kunstlikul teel ja samaaegselt parandada selle mineraali omadusi. Nõnda loodi kunstlikud ioonivahetajad.

Esimesena sünteesis kasutamiskõlbliku tseoliidi saksa keemik R. Gans. Ta sai laboratoorse alumosilikaadi. Seesama teadlane sünteesis liivast, päevakivist, kaoliinist ja soodast veel ühe tseoliidi, sulapermutiidi, mille abil ta tahtis muuhulgas ka toota kulda mereveest. Katse ebaõnnestus, sest kullasisaldus vees on liiga tühine.

1935. aastal kasutasid inglise keemikud Adams ja Holms esmakordselt kunstlikke ioonivahetajavaike. Nad said fenoolsulfoonhappe või polüamiidi ning formaldehüüdi reaktsiooni tulemusena katioonivaike. See oli juba suur edusamm, sest nüüd sai võimalikuks vahetada vesiniku ioone metallide ioonidega (aktioonidega) ning hüdroksüülioone anioonidega (happeradikaalidega), teiste sõnadega, vett täielikult magestada.

Seega leiti meetod merevee muutmiseks elutarbelisteks ja tööstuslikeks vajadusteks kõlblikuks veeks ning avati ühtlasi värav keemiatehnoloogia tungimiseks tööstuse kõige erinevamatele aladele. Tänapäeval kasutatakse niisuguseid keemiliselt aktiivseid tehisaineid suurtes hulkades, eriti magestamiseks. Näiteks sisaldavad ka Saksa DV siseveed üpris suure hulga sooli, sest oma teel läbivad nad tihti võimsaid settekivimite kihte, mis on sinna jätnud muistne meri.

Enamikus kasutatakse ioonivahetajaid kareda vee pehmendamiseks. Karedaks nimetatakse niisugust vett, mis oma teel veekraani juurde läbib kaltsiumi- või magneesiumisooli sisaldavaid kihte ja küllastub neist sooladest. Karedas vees lahustuvad tavalised pesemisvahendid halvasti, pesu aga tõmbub pärast pesemist halliks. Peale selle tekib kastrulite seintel katlakivi, vesi aga on ebameeldiva kõrvalmaitsega. Mõnedes sisebasseinides on vesi niisama soolase maitsega kui meres.

Tänapäeval esineb mineraalveeallikaid hulga harvemini kui tuhandeid ja sadu aastaid tagasi, sest kergesti lahustuva naatriumkloriidi varud maakoores kahanevad veesoonte alalise läbivoolu tõttu üha enam.

Tänapäeva rahvamajandus ei tunne peale üksikute erandite niisugust keemiatehast, niisugust veevarustusettevõtet, kus ei kasutataks ioonivahetusvaike.

Praktikas kasutatakse magestamiseks mitut kolonni, mis

on täidetud 0,3–1,5 mm läbimõõduga ioniitvaigust kuulikestega. Niisugustest kolonnidest lastakse läbi puhastatav vesi.

Ioniitvaigud absorbeerivad vees lahustunud kaltsiumi ja magneesiumi sooli, vesi aga voolab kolonni alumisest otsast välja filtreeritud ja pehmendatud kujul.

Ioniite võib kasutada mitu korda, sest ümberlaadimisel, pärast keemiliste reagentidega ülevalamist, taastub nende endine absorbeerimisvõime.

Kõige sagedamini kasutatakse ioonivahetajaid seal, kus neid valmistatakse. Keemiatööstus esineb sel juhul omaenda toodangu tarbijana. Kasvav veepuudus sunnib seda suurimat veetarbijat üha sagedamini pöörduma alaväärtuslike, reostatud vete poole.

Niisugune kare vesi ei ole keemiatööstusele kõlblik. Esmalt tuleb temast eemaldada kaltsiumisoolad. Saksa DV võimsaimad keemiaettevõtted on varustatud suurte seadmetega vee pehmendamiseks. Igas tunnis vabastavad nad ioniitvaikude abil sooladest 1000 liitrit Saale jõe vett. Üksnes see operatsioon läheb ettevõtetele iga päev maksma 10 000 marka.

KEEMIATÖÖSTUSELE OMAENDA VEERINGLUS

Merevee magestamise maksumus on tõenäoliselt väiksem kulutustest kaltsiumisoolade eemaldamisele ja teistele abinõudele, mis on seotud Saale jõe vete puhastamisega.

Saksa DV keemiatööstus seisab alternatiivi ees: kas jätkata ettevõtete läheduses asuva, kuid ebakvaliteetse vee kasutamist, mille puhastamisele kulub üha rohkem jõupingutusi (pealegi on selle varud ebapüsivad), või siis kasutada head ja piiramatul hulgal olemasolevat merevett, mis omakorda nõuab kulutusi magestamiseks ja transportimiseks (torujuhtmete ja pumpade maksumus).

Arvestades vee tarbimise kiiret kasvu, tuleb eelistada seda meetodit, mis tagab lakkamatu vee andmise vajalikul hulgal.

Üsna paljulubav on selles suhtes Läänemere vee kasutamine, sest juba praegusel ajal on välja töötatud merevee magestamise ökonoomsed meetodid. Kõige viimane saavutus sel alal on ioonivahetusmembraanid.

Merevee, sealhulgas mageveega segatud soolase vee (jõgede suudmeis) magestamiseks niisuguste membraanide abil elektro-ioniitmeetodil kulub kõigest kolmandik energiahulgast, mida oli varem tarvis soolade ja teiste mitteorgaaniliste lisandite eemaldamiseks veest.

Nõukogude Liidus kasutatakse merevett tööstuslikeks vajadusteks alates 1959. aastast. Insener Makinski magestamisseade varustab mageveega soojuselektrijaama „Severnaja" Apšeroni poolsaarel, mille rannaäärsed rajoonid on magevee poolest vaesed. Tulevikus kavatsetakse Kaspia magestatud veega varustada niisuguseid suuri tööstuskeskusi nagu Bakuu.

Kuveidis töötab 1958. aastast seade, mis iga päev magestab 10 miljonit liitrit Pärsia lahest väljapumbatud vett.

ÜRO-s arutati 200 miljoni liitrise päevatoodanguga magestusseadme projekti, kusjures 4000 liitri magestamise maksumus oleks kõigest 42 senti. Analoogiliselt on lahendatud Helgolandi saare joogiveega varustamise probleem. Nimetatud saarele toimetati varem magevett tanklaevadega mandrilt.

Kokku on Euroopas 25 mereveest joogivee tootmise seadet; üheksa neist töötavad mitmeastmelise aurutamise, viis elektrolüüsi põhimõttel. Ülejäänud 11 seadmes kasutatakse teisi meetodeid.

Peale selle on enamik suuri laevu varustatud seadmetega joogivee saamiseks elektrolüüsi teel. See võimaldab vabastada ruumi, kus varem paiknesid mageveetsisternid, tavaliste laadungite tarbeks.

Kulud magestusseadmete ehitamiseks, mis varustavad veega tarbijaid rannikul, on suhteliselt väikesed, sest selleks piisab lühikesest veejuhtmest. Seevastu tuleb Saksa DV keemiatööstuse varustamiseks Läänemere veega (see probleem muutub aktuaalseks juba hiljemalt 1970. aastaks) rajada vähemalt 300 kilomeetri pikkune torujuhe. Kuid selle ehitamiskulud tasuvad end väga ruttu.

MEREVESI VOOLAB ÜLE MÄGEDE JA LÄBI KÕRBETE

Käesolevaks ajaks on välja töötatud palju projekte vee juhtimiseks kauge maa taha. Nii valmib Lääne-Saksamaal kaugjuhe põhjavete transportimiseks. Torujuhtme üldpikkus on 250 kilomeetrit. Ehitise maksumus on 213 miljonit marka.

Suur osa neist kuludest neelab pumbaseade, mis 60 meetri sügavuses asetsevast allmaamerest pumpab igas sekundis välja 2160 liitrit vett. Pealegi tõstavad pumbad vee 400 meetri kõrgusele, pumbates seda lähedalasuva mäe otsa. Sealt satub vesi torujuhtme kaudu survereservuaari ning edasi vabalt langedes Stuttgardi rajooni.

Saksa DV-s on ellu viidud analoogiline projekt. 100 kilo-

meetri pikkune torujuhe viib Ida-Harzist Hallesse ja Merseburgi rajooni.

Läänemere vete kasutamise otstarbekusest kõneleb asjaolu, et selle vee vähese soolsuse tõttu on magestamiskulud võrdlemisi väikesed. Läänemerre suubub palju jõgesid, mis toovad pidevalt magevett, soolane vesi aga tuleb ainult läbi kitsaste Suure ja Väikese Beldi ning Sundi.

Kõigest 18 meetri sügavuses asetsev tohutu liivamadal Darsi ja Taani saare Balsteri vahel tõkestab suure soolsuse tõttu raskete Põhjamere vete tungimist Läänemere idaossa. Darsi künnise taga on soolsus umbes 11 promilli, kuna Põhjameres on see 33 promilli.

Maailmamerest tunduval määral isoleeritud Läänemere nõrk soolsus rahuldab veetarbijaid täielikult. Otsene ja juhitav veejuhe võimaldab alaliseks lahendada üha teravamaks muutuva veevarustusprobleemi ja kaitseb meid ilmastiku kapriisside eest.

Merevee magestamine on meie ajastu ühe põhilisema probleemi lahendamine rahvusvahelises mastaabis, see tähendab rahvamajanduse varustamist püsiva küllaldase vee hulgaga, sest ookean on ammendamatu. Inimene võiks lõpuks ometi teostada oma põlise unistuse – muuta õitsvateks niitudeks kõrbed, mis katavad maismaad 18 miljoni ruutkilomeetri ulatuses. Muidugi on tarvis teha ka muud: ehitada kanaleid ja niisutussüsteeme, võimsaid pumbajaamu, survetorustikke ja elektrijaamu. Põllumajanduse varustamine keemiliste väetistega, mis võiksid adsorbeerida vett, toiteainete ja seemnetega viiksid selle töö kompleksselt lõpule. Kõik kulud teeks tasa kõrbete põues peituvate maavarade kaevandamine (näiteks on juba praegu alustatud nafta tootmist Sahaaras). Meri ja keemia annavad oma otsustava panuse kõrbete vallutamisse.

FORELLIDELE TULEB SEE KASUKS

Joogivee kvaliteet on halvenenud sajandite jooksul pikkamööda. Kristallpuhas allikavesi on muutunud tõeliseks hõrgutiseks. Eriti suur „maiasmokk" on selles suhtes forell, kes elutseb peamiselt mägiojades või -jõgedes.

Orangutang on samuti nõudlik veetarbija. Ta kustutab oma janu mitte baktereist kubisevais džunglisoodes või -jõgedes, vaid korjab liaanide poolt filtreeritud niiskust. XX sajandi suurlinnade elanikud aga rahulduvad enamikus ebakvaliteetse joogiveega.

Ehkki linna veevärgivesi ei ole tervisele ohtlik, ei ole tal kloori lisamise tõttu ka vee looduslikku maitset. Tihtipeale

TARTU ÜLIKOOLI

võetakse seda vett jõgedest ja järvedest, ning suvel, kui päike seda veekogu soojendab, ei värskenda see vesi meid põrmugi.

Saksa DV kodanike veega varustamiseks kasutatakse esialgu veel peamiselt maa-alust vett, kuid vaevalt õnnestub leida uusi niisuguse vee varusid. Sellele vaatamata, et Berliini rajoonis voolab allmaajõgi, kasutatakse juba mitu aastat veevarustuseks Müggeli järve vett.

Sellepärast on tekkinud idee luua kunstlikud maa-alused veekogud, mida täidetakse jõgede veega või teiste pinnavetega. Pärast jämepuhastust maapinnal puhastuvad nad lõplikult filtreerumisel läbi kivimikihtide. Oma maitseomadustelt ületab niisugune vesi keemiliselt puhastatud vee.

Ent ikkagi tuleb suurlinnade elanikel leppida keemiliselt puhastatud ja kahjutuks tehtud vete kasutamisega. Pealegi enamik selleks otstarbeks kasutatud kemikaale enne puhastamise lõppu kas setivad või lagunevad puhasteks, kahjututeks koostisosadeks.

Suurlinnade kaasaegse veevarustuse peaülesanne on vabastada vesi reostavaist lisanditest ja steriliseerida see. Igapäevaseks tarbeks minevate suurte veehulkade töötlemiseks kulub ka tohutu hulk kloori.

Kuid sellega vee keemiline töötlemine ei lõpe. Mõned tööstusharud, mis vajavad iseäranis puhast vett, lasevad seda edasiseks puhastamiseks läbi eespool mainitud iooni-vahetusseadmete. Vee keemiline töötlemine hõlmab mitte üksnes steriliseerimise ja sooladest vabastamise, vaid ka mitmeid teisi protsesse. Niinimetatud selitamisel parandatakse toiduainetetööstuse tarbeks mineva vee värvust, maitset ja lõhna. Tekstiilitehtevõtete pesemis- ja viimistlustsehhid kasutavad vett, millest on täielikult eemaldatud raud. Kui vesi on sogane ja kollaka värvusega, nagu Põhja-Saksa madalmikul, tuleb eemaldada liigne raud ka elukondlikuks tarbeks minevast veest. Selleks kasutatakse jällegi tehisvaike ning spetsiaalseid seadmeid täielikuks demineraliseerimiseks.

REOVEED – MEIE AJASTU NUHTLUS

Suurt ja üha kasvavat ohtu veevarustusele kujutab meie ajastul reovete hulga suurenemine. Need reoveed ei puhastu ega muutu enam kahjutuks loomulikul teel. Loodus on hoolitsenud selle eest, et vesi, seni kui tema reostusaste pole liiga suur, oleks võimeline isepuhastumiseks: reovees hõljuvad osakesed setivad, vees lahustunud hapniku osavõtul kulgevad keemilised reaktsioonid, samuti ka bioloogilised protsessid puhastavad vee mineraalsooladest ja haigusetekitaja-

test bakteritest. Ent kui reostusaste ületab teatud piiri, siis isepuhastust ei teki. Sel juhul on tarvis rajada spetsiaalsed seadmed.

Selleks kasutatakse elukondlike reovete nn. bioloogilist puhastamist. Need veed juhitakse elamukeskustest linnatagustesse puhastusseadmetesse ning sealt pärast töötlemist suurtele maa-aladele, mida nimetatakse niisutuspõldudeks või filtratsioonipõldudeks.

Veel rohkem muret teevad tööstuslikud reoveed, mille peamiseks allikaks on keemiatööstus. Terve meretäis vett, mida keemiatööstus iga aasta tarbib, pöördub suurelt osalt tagasi jõgedesse haisva „puljongina". Keemiatoodangu väljalaske kahekordistamine tähendab mitte üksnes vee tarbimise kahekordistumist, vaid ka vastavalt reovete koguse kasvu.

Jõed ja maa-alused veed on meie veevarustuse arterid, mida tuleb hoolega kaitsta. Kuid reovete puhastamine on seotud äärmiselt suurte kulutustega. Näiteks rajatakse ühes Saksa DV keemiakombinaadis selleks otstarbeks keerukas seadmete kompleks, mille jõudlus ja maksumus on samasugune nagu veejuhtmetel 350 000 elanikuga linna jaoks.

Põrmugi odavamad ei ole ka seadmed linna reovete puhastamiseks.

Berliini äärelinnas planeeritav 10 000 kuupmeetrise ööpäevase jõudlusega puhastusseadme ehitus läheb maksma 30 miljonit marka. Pealegi ei tohi niisuguste abinõude rakendamisega põrmugi viivitada, sest mõningad tööstuskeskused võivad vee tarbimise pideva tõusu ja ebapiisava veevarustuse tõttu muutuda veepuuduse all kannatavaiks rajoonideks.

Oleks ideaalne, kui keemiatööstus võiks korduvalt kasutada üht ja sedasama vett suletud tsüklis, nagu seda tehakse elektrijaamade kateldes kasutatava veega. Nii näiteks kasutatakse mõnes ettevõttes praegu vett kolmel korral, enne kui ta jõgepidi tagasi merre suunatakse.

Juba mitu aastat võitlevad Saksa DV veemajanduse töötajad niihästi üha suureneva „januga" kui ka vedelate tööstusjäätmete üha kasvava hulgaga. Saksa DV rahvamajanduse arendamise seitsme aasta plaani kohaselt assigneeritakse umbes 3 miljardit marka veevarustuse parandamiseks. Suurem osa sellest summast kulutatakse reovete puhastamise uute seadmete ehitamisele looduslikus veeringluses: maismaa – meri.

„VEDELAD RÖÖPAD“ MUUTUVAD MITMEKORRUSELISTEKS

MERESÕITJATE PÕLVKONNAD ON KASUTANUD AINULT OOKEANI PINDA

„Ei mingeid erilisi vahejuhtumeid. Nagu ette nähtud, jõuame me täna õhtul New Yorgi sadamasse.“ Teinud selle lühikese sissekande laevaraamatusse, süütas „Andrea Doria“ kapten sigareti. Seejärel sulges ta kajuti illuminaatori. Ilm oli järsult halvenenud. Tuul kihutas enda ees uduräbalaid.

Kuid mis see oli? Laevakere vappus ootamatult raskest löögist. Tuliuut luksuslaeva, mis oli seadmestatud tehnika viimase sõna järgi ja varustatud radariga, rammis Rootsi laev. Ei aidanud ka veekindlad vaheseinad – laev läks ikkagi põhja.

Üksnes kaheteistkümne aasta jooksul, aastail 1947–1958, uppus üle 2000 laeva veeväljasurvega kokku 3 miljonit brutoregistertonni. Ja vaatamata sellele, et nad olid varustatud gürokompasside, raadionavigatsiooni- ja raadiolokatsiooniseadmetega ning sõitsid rahvusvahelistel kindlaksmääratud veeteedel.

Tilluke monaad, kelle keha paneb liikuma kruvitaoline vibur, seisab ja ujub vee peal palju paremini kui tänapäeva merelaev.

Või võtame makrelli, kala, kelle keha meenutab torpeedot; juba nõrga uimelöögi korral libiseb ta välkkiirelt vees ning sooritab väsimatult pikki rännakuid. Ent ka tema jääb omakorda alla kahurimürsku meenutavale tuunikalale. Tuuni keha, mis on 2–3 meetrit pikk, näib olevat konstrueeritud hüdrodünaamika kõigi seaduste järgi, mis võimaldab tal kihutada ookeanis kiirusega 80 km/t. Kuid seniajani on laevaehitajad kaladelt vähe üle võtnud. See seletub asjaoluga, et tuhandeid aastaid on sõidukõlblikuks peetud ainult mere pinda ja sellepärast võeti laevade projekteerimisel eeskujuks part.

AATOMIALLVEELAEVAD TEEVAD LAEVASÕIDUS REVOLUTSIOONI

Esmakordne põhimõtteline pööre laevaehituses, mille ajaloo alguseks oli viletsa vene vettelaskmine ürginimese poolt, ei leidnud aset siis, kui viikingid ületasid oma „draakonitel" Atlandi ookeani, ega siis, kui ehitati esimesed hiiglaslikud turbo- või diiselelektrilaevad, vaid kui leiutati allveelaev.

Ehkki esimesed seda tüüpi laevad, näiteks Wilhelm Baueri või Fultoni, Schilderi, Aleksandrovi ja teiste meie ajani säilinud allveelaevad, olid veel täiusest kaugel, tõid nad laevaehitusse põhimõtteliselt uusi ideid. Näiteks andis Fulton esimesena oma allveelaevale kala kuju.

Jules Verne andis selle idee, mis ainuüksi võis laevaehituse ummikust välja viia. Tema 1868. aastal ilmunud fantastilises romaanis „20 000 ljööd vee all" kirjeldatakse tuleviku veealust kaubalaeva: „... „Nautiluse" pardal pole inimesel vaja enam midagi karta. Ei vee muljumist suurtes sügavustes, sest selle laeva kahekordne kere on tugevam rauast, ei niisugust taglast, mida lainetus kulutab, purjesid, mida tuul puruks rebib, ei mingeid katlaid, mis auru survel lõhkevad, ega ka tuleohtu, sest see aparaat on tehtud mitte puust, vaid terasplaatidest. Siin pole vaja ka sütt, mille tagavarad kuluvad, sest jõuallikaks on elekter. Samuti pole karta kokkupõrkeid, vähemalt niikaua, kui ta on ainus laev, mis sõidab vee all, ega ka torme, sest mõni meeter allpool merepinda valitseb absoluutne vaikus!" Hiljem konstrueeritud sõja-allveelaevad koosnesid tõepoolest kahest niisugusest kerest, kusjuures ruum kerge välis- ja tugeva sisekere vahel oli mõeldud ballasti paigutamiseks. Kõik suured allveelaevad on tänapäevalgi selle tüübi järgi ehitatud.

Seni kui allveelaevadel tuli teatud aja järel pinnale tõusta, et laadida akumulaatorite patareisid ja täiendada hapnikuvaru, oli allveesõit ebatäiuslik.

Tavalist tüüpi allveelaevad liiguvad vee all akumulaatorite patareide energia arvel. Nende patareide laadimine toimub veepinnal liikudes diiselmootori abil. Kui vee all liikumiseks kasutada diiselmootorit, mis märksa suurendab liikumiskiirust, siis kütuseruumi piiratuse tõttu väheneb allveelaeva tegevusraadius [1].

Radikaalselt võisid asja muuta ainult aatomiallveelaevad. Ainult aatomienergia võimaldab allveelaevadel sõita suure kiirusega ja piiramatu maa taha.

[1] Asi pole siin ainult kütuse hoidmisega seotud raskustes. Diiselmootorit ei saa allveelaevades kasutada, sest tema tööks on tarvis väga palju hapnikku. Peale selle kerkib üles äärmiselt mürgiste heitgaaside eemaldamise probleem. (*Toim.*)

SUESSI KANAL SAAB ENDALE VEEALUSE KONKURENDI

Selleks et Šanghaist Hamburgi pääseda, pole juba lähemal ajal enam tingimata tarvis kasutada Suessi kanalit. Põhjanaba jääkilbi alla rajatud tee lühendab Vaiksest Atlandi ookeani vahemaad 5000 miili võrra. Samuti väheneb marsruudi San Francisco – London pikkus. Säästetud aja arvel võivad laevad teha kaks reisi senise ühe asemel. Ent on tarvis lahendada ka navigatsiooniprobleemid, mis on seotud liikumisega meie planeedi jäämütsi all, sest siin on praegu laialdaselt kasutatavate tavaliste navigatsiooniriistade näidud väga ebatäpsed. Magnet- ja gürokompassid ei saa pooluse lähedal töötada. Oma asukoha andmed saavad pooluse veealused alistajad uusimate elektronriistade abil.

Nii tänapäeva aatomiallveelaevade kui ka allveetranspordilaevade vööril on mitte kiilu, vaid nüri tilga kuju ja laevad ise on ümarad. Nad sarnanevad pigem vaalaga kui traditsioonilise laevaga.

Suurte laevatehaste konstrueerimisbürood projekteerivad juba uusi veealuseid transpordilaevu. Ennekõike projekteeritakse aatomilaevu, mis sõidavad vee all mitte sügavamal kui kaks meetrit, kaptenisild vee peal.

Peale selle tahetakse luua kaugjuhtimisega hiiglaslikke aatomiallveelaevu veeväljasurvega 100 000 tonni, mida kavatsetakse kasutada mandritevaheliseks massiliste laadungite veoks. 1 kilogramm tuumakütust on energia hulgalt ekvivalentne 1000 tonni bensiiniga, sellepärast võtab niisugune kütus laeval enda alla ainult tühise osa neist ruumidest, mis varem selle jaoks eraldati. Kuid see eelis kahaneb veidi sellepärast, et aatomijõuseade võtab rohkem ruumi kui tavaline. Algul olid aatomijõuseadmetel sedavõrd suured mõõtmed, et nende paigutamine laevale põhjustas palju raskusi. Peamiselt seletub see vajadusega varustada laev nn. bioloogilise kaitsega, et hoida meeskonda radioaktiivse kiirguse eest. Üleminek tuumakütuse rikastatud sortidele võimaldas ehitada märksa väiksemate mõõtmetega energeetilisi seadmeid samasuguse võimsuse juures.

Esimestel aatomiallveelaevadel olid üles seatud keeva veega reaktorid, mis andsid oma soojuse edasi kõrge rõhu all olevale veele. Süsteemis ringlev vesi muutub soojusvahetajas auruks, mis pärast töö sooritamist ja turbiinide liikumapanemist kondenseerub.

Reaktorid on ikka veel oma mahult nõnda suured, et allveelaevade tavalist voolujoonelist kuju, isegi kui see oleks tunnistatud otstarbekamaks, ei saa säilitada; sellepärast on aatomiallveelaevadel, mis on üle 100 meetri pikad, paksen-

datud vööriosa. Seda on vaja, et tasakaalustada laeva laiemat keskosa, kus paikneb aatomireaktor. See pole üksnes sunnitud lahendus, vaid ka juba ammu vajalik abinõu laevakere ja kala kehakuju ebavastavuse likvideerimiseks.

Koos edasiliikumise kiirusega suurenevad ka sügavused, kuhu säärased allveehiiglased võivad sukelduda. Kui Teise maailmasõja ajal võisid allveelaevad sukelduda kõige rohkem 70–100 meetri sügavusse, siis tänapäeva allveelaevad sukelduvad üle 400 meetri sügavusse.

Tänapäeval rakendatakse abinõusid olemasolevate merelaevatüüpide üleviimiseks aatomienergiale. Eriti vajalik on see niisuguste spetsialiseeritud laevade puhul nagu jäälõhkujad, mis ometi kord saavad suurendada tegevusraadiust ega tarvitse pika aja jooksul täiendada kütusevaru kaldabaasides.

MURMANSKIST VLADIVOSTOKKI ÜLE PÕHJA-JÄÄMERE

Esimene seda tüüpi laev on Nõukogude aatomijäälõhkuja „Lenin". See 134 meetri pikkune ja 27,6 meetri laiune hiiglane tegi oma esimese kahekümnepäevase reisi kodusadamast 77° põhjalaiusele. Osa teest tuli tal läbida kuni kahe meetri paksuses jääs. Aatomijäälõhkujale „Lenin" on pandud kaks tähtsat ülesannet: esiteks peab ta hoidma Põhjamereteed lahti kogu selle pikkuses alates Murmanskist ja lõpetades Beringi väinaga; teine tema kohustus on hoida lahti polaarjoone taga asuvate kiiresti arenevate tööstuskeskuste varustusteid.

Naftal või söel töötavate jäälõhkujatega võrreldes on sellel aatomihiiglasel, mille pardal on kaks tegutsevat ja üks reservreaktor, see eelis, et ta võib viibida reisil uraanivarusid täiendamata üle aasta.

Teine aatomimootoriga laev on Ameerika kauba- ja reisilaev „Savannah".

Aatomilaevade ehitamise praegust staadiumi võib võrrelda purjelaevadelt aurulaevadele ülemineku perioodiga. Kui 1819. aastal esimene aurik, mis samuti kandis „Savannah" nime, ületas Atlandi ookeani, ei kavatsenud purjelaevad põrmugi kiirelt evakueeruda Maailmamerelt. Samal ajal olid tuuleenergia kasutamise kulud odavamad söe ja aurumasina kuludest.

Nii on ka praegu tsiviilaatomilaevad majanduslikust vaatevinklist esialgu veel tavalistest kallimad. Kuid see on ainult ajutine nähtus. Nüüdsest peale on pandud alus pöördele laevaehituse põhimõtetes.

Niinimetatud veealuste tiibadega ja õhkpadjal sõitvate laevade leiutamisega algas veel üks veestiihia vallutamise etapp.

Veealuste tiibadega laevad, näiteks Nõukogude mootorlaev „Meteor“, arendavad kiirust kuni 90 km/t. Kiirusel 60 km/t hakkavad nad veest välja kerkima.

Õhkpadjal laevad, mis elustavad legendi „Lendavast Hollandlasest“, ei vaja sadamaid, sest nad võivad liikuda ka kuival maal. Alla- ja tahapoole pööratud düüside kaudu pumbatakse suruõhku ning laev kerkib vee kohale, libisedes õhkpadjal. Kuna seejuures kaob hõõrdumine vastu vett, võivad niisugused laevad arendada suurt kiirust. Peale selle ei karda nad lainetust merel, samuti tuult ega isegi tormi.

Šveitsi insener Weiland konstrueeris õhkpadjal laeva, mis liigub kiirusega 70 km/t. Sama konstruktor projekteeris ka ookeanilaeva, mis arendab kiirust 200 km/t.

Hõljukid kujutavad endast põhimõtteliselt auto, laeva ja lennuki sünteesi ja jäljendavad veelinde, näiteks kajakaid, kes võivad liikuda õhus, maismaal ja mööda vett. Transporditehnika hakkab huvi tundma amfiibide vastu.

Võitlus kõige kiirema laeva pärast algas juba tollal kui löödi merelahinguid piraatidega. Muistsel ajal lisandus tuule jõule galeeriorjade lihasejõud, kes istusid nelja-viie korruse kõrguselt üksteise kohal pingi külge aheldatuna.

Esimesed ratasaurikud, mis kündsid Atlandi vooge, jäid kiiruses alla purjelaevadele, 1897. aasta tõi aga otsustava pöörde. Leiutaja Charles Parsons asendas oma laeval „Turbinia“ tavalise auru-kolbmootori auruturbiiniga ning tõstis seega järsult kiirust. Diiselmootorite juurutamine oli uus etapp laevasõidus. Järgnevalt õnnestus laevade kiirust tasapisi tõsta üha võimsamate mootoritega. Masinaruumid hakkasid laeval üha rohkem ruumi võtma, laevad ise aga muutusid üha suuremaks. Kõige kiiremaiks reisilaevadeks, millel õnnestus ajutiselt omandada „Sinine lint“, olid ookeanihiiglased.

Kõige kiirema laeva otsingul meenusid laevaehitajatele polüneesia katamaraanid, kahe kerega laevad, mis said oma suure kiiruse tõttu hüüdnimeks „lendavad laevad“.

Ühe kerega laevadel lõikab vöör kiiluna vett ja paiskab selle mõlemale poole laiali. Laeva vööri ette kerkib kõrge laine, niisamasugune laine venib ahtri järel. Teataval määral võib tekkivaid laineid, seega ka veetakistust vähendada laeva kere saleduse arvel. Kuid ei saa ju teda muuta noateraks! Seetõttu kulub suurem osa tänapäeva laevade mootorite võimsusest lainetakistuse ületamiseks. Katamaraani

eeskujul loodud kahe kerega laevad tekitavad isegi suure kiiruse puhul ainult väikesi laineid. Esimene seda tüüpi laev, mis professor M. Alferovi arvutuste järgi võib arendada kiirust üle 100 km/t, on konstrueeritud Nõukogude Liidus. Kui kahe kerega laevad neile pandud lootusi õigustavad, avanevad veepinnal liikuvatele laevadele uued perspektiivid.

Ent siiski hakatakse meretaguseks kaubaveoks tulevikus eelistama mitte veealustel tiibadel või õhkpadjal sõitvaid laevu, vaid aatomi-allveekaubalaevu, mis samasuguse tonnaaži ja liikumiskiiruse juures kulutavad kõigest kolmandiku energiast, mida vajavad niisama suured pealveelaevad. Pole sugugi juhus, et laevaehitajad hakkavad lõpuks õpetust võtma sellest, mida kirjutas juba rohkem kui kümme aastat tagasi R. H. Francé oma artiklis „Taimed leiutajate osas": „Ränivetikate turbiinidega varustatud klaasallveelaevad või viburloomade miniatuurtorpeedod, rääkimata juba suurematest vee-elanikest, näitavad meile, kui kaugel on meie laevad probleemi õigest tehnilisest lahendusest."

MEREELANIKUD KONSULTANTIDE OSAS

Laevaehitusinseneridel on viimasel ajal saanud moeks vaadelda mereelanikke. Prantsuse insener Rougeron uuris näiteks väga hoolikalt seepia liikumisviisi. See loom imeb sisse vett ja paiskab selle siis järsku välja. Nii tekib reaktiivjõud, mis tõukab seepia keha edasi. Samasugune printsiip on Rougeroni aatomiallveelaeva projekti aluseks. See laev liigub ilma sõukruvita, võimsa veejoa abil. Teoreetiliselt võib niisugune laev vee all arendada kiirust üle 100 km/t.

Teised spetsialistid hakkasid huvi tundma delfiinide vastu, kes oma suurusest ja mitte just ideaalsest kujust hoolimata arendavad kiirust 50–55 km/t. Praegu tuleb tõdeda, et delfiinide saladus on paljastatud. On kindlaks tehtud, et sellel mereelanikul on hämmastavalt elastne nahk. Vee survel paindub see sissepoole ja väldib veekeeriste tekkimise, mis põhjustavad laineid ja takistavad kiiruse suurendamist.

Hüdrodünaamikud püüdsid valmistada kunstlikku delfiininahka. Nad katsid paadi erilise kupliga ja liimisid sellele poorsest kummist ribad. Selle peale paigutati õhuke lehtmetall, olles eelnevalt täitnud ribade vahed ülisiduva lahusega. Katsed klaasseintega eksperimentaalkanalis näitasid, et kunstlik delfiininahk õigustas temale pandud lootused. On väga tõenäoline, et allveelaevadele pannakse peale niisugusest materjalist katted.

Suurt kasu toob tillukeste mereloomade vaatlemine. Keemikud koos zooloogidega uurisid nuivähke, mis katavad tohutul hulgal laevakeret ja vähendavad seega märksa laeva kiirust. Spetsialistide koostöö tulemusena saadi värvid, mille keemiline koostis nuivähkidele ei meeldi. Nad väldivad selliseid laevu. Navigatsiooniriistade täiustamiseks uuritakse tänapäeval delfiinide, kilpkonnade ja elektriangerjate imelist orienteerumisvõimet.

UJUV ELEKTRONAJU

Laevade kiiruse suurendamise teiste meetodite otsingul uurisid insenerid kriitiliselt tänapäeva sõukruvisid. Nõnda loodi nn. superkavitatsioonikruvi, mis võimaldab märksa suurendada laevade praegust kiirust. Superkavitatsioonikruvi väldib õhumullide tekkimise kruvi labadel, mis vähendavad veojõudu. Peale selle põhjustab mullide tekkimine sõukruvi enneaegse kulumise.

Laevade kiiruse suurendamine on üks neid ülesandeid, mis laevaehitusel tuleb lahendada. Laevatehaste konstrueerimisbürood uurivad ka laevamajanduse täieliku automatiseerimise võimalust. Kõige perspektiivsemad oleksid selles suhtes allveekaubalaevad, mille pardal pole meeskonda. Neid võiks juhtida eemalt sadamast nagu rakette. Juba praegustel suurtel allveelaevadel on kosmoserakettidelt võetud elektronseadmed, mis võimaldavad laeva automaatselt juhtida. Niisugune raaliga ühendatud automaat kaalub 50 tonni. Raal kogub reisi algusest peale navigatsiooniandmeid laeva asukohast. Gürokompasside, logide ja teiste navigatsiooniseadmete automaatsete näitude töötlemisel jälgib elektronaju pidevalt laeva asukohta.

Tõsi küll, senini pole õnnestunud lahendada veel üht tähtsat tehnilist probleemi: kuidas pidada raadiosidet maismaaga läbi veekihi, mis lasub allveelaeva kohal. Raadiosignaali saatmine Kuule või Marsile, isegi teise planeedisüsteemi ei ole eriti raske, kuid allveelaevad peavad tingimata antenni veest välja tõstma, et võtta raadio teel vastu käsklust või anda edasi mingi teade.

Raadiospetsialistid on siiski arvamusel, et seegi probleem lahendatakse, kui õnnestub luua küllalt võimas saatja. Intensiivsed uuringud sel alal jätkuvad. Esialgu pole veel selge, kas hakatakse allveelaevaga sidet pidama märksa võimsama saatjaga või siis suurte võimenditega.

Juba aastaid on kapitalistlikud transatlantilised laevaühingud ja lennukompaniid ägedalt konkureerinud reisijate pärast. Sellal kui laevaomanikud lubavad ohutust, mugavust ja odavust, pakub lennuk tänapäeva alati ruttavaile inimestele oma deviisi – tempot. Ja see deviis tundub olevat köitvam. Nõnda eelistavad praegusel ajal kümnest reisivast ameeriklasest kuus lennukit. Kui kõige suuremad lennukid veavad ühe reisiga kõigest 123 inimest, võib säärane reisilaev nagu „Queen Elizabeth" mahutada oma kajutites 2190 reisijat. Seevastu teeb lennuk aastas 712 transatlantilist reisi, aurik aga kõigest 14.

Samal ajal tulevad ellingutelt üha uued hiiglased. Üks Ameerika sündikaat kavatseb lasta vette 388 meetri pikkuse ja 100 000-tonnise veeväljasurvega laeva, mis võib võtta pardale 6000–8000 reisijat. Peibutiseks on odav sõiduhind.

Kõige noorem ookeanihiiglane „Ile de France" on ehitatud 1960. aastal ja tema pikkus on 350 meetrit. Muide, suurushullustus on vallanud mitte üksnes reisilaevade, vaid ka tanklaevade ja lennukiemalaevade ehitajaid. Suurim tanklaev – Jaapani 104 000-tonnise veeväljasurvega „Universe Apollo" – ehitati rekordilise ajaga, kõigest poole aastaga.

Üha kasvav nõudmine nafta järele, mille veoga tegeleb tänapäeval umbes pool merelaevade rahvusvahelisest tonnaažist, kutsub esile tanklaevade forsseeritud ehitamise. Nende omanikud teenivad selle vedela aarde transportimisel vaevalt vähem kui naftakompaniid nafta tootmisel ja müümisel. Ent ka tanklaevade ehitamises on ilmselt varsti saabumas tõsine kriis sünteetilisest kelmest „transpordipõite" juurutamise tõttu. Niisugused 100 meetri pikkused pehmed tanklaevad ühendatakse patareideks. Nende maht on väga suur. Ühte „naftasardelli" võib pumbata 88 000 liitrit vedelkütust. Praegu projekteeritakse rohkem kui 500 000 liitrise mahuga pehmeid tanklaevu, mis oma majanduslike näitajate poolest tunduvalt ületavad tavalisi tanklaevu.

Nii näiteks maksab 24 000-brutoregistertonnise veeväljasurvega tanklaev 22 miljonit marka, tema teenindamiskulud aga on 16 000 marka ööpäevas. Hamburgi inseneri Dörbinghausi projekti järgi läheb niisama suure nailontanklaeva valmistamine maksma 3 miljonit marka, tema teenindamiskulud aga ei ületa 200 marka ööpäevas. Täidetud kujul asuvad niisugused „naftasardellid" nelja viiendiku võrra vee all.

VAALA TARKUS

MERI KINDLUSTAB SUURENEVA ELANIKKONNA TOIDU

Rohkem kui 200 merelinnuliigi hulgas on ka niisuguseid, kes on täielikult kaotanud lennuvõime, kuid muutunud seevastu suurepärasteks allveeujujateks. Näiteks ei ole naljakad pingviinid enam mitu miljonit aastat õhku tõusnud. Nende tiivad on muutunud aerudeks. Nad võivad välkkiirelt vette sukelduda ja vee all väga kiiresti edasi liikuda, tabades sel viisil hulga rohkem saaki kui õhust pikeerides. Ka kormorani d on peaaegu minetanud lennuvõime, kuid omandanud kiire ujumise kunsti.

Need pole ainsad näited, kuidas meri muudab maismaa olendeid, kes on „konstrueeritud" hoopis teiste elutingimuste jaoks. Esimestena pöördusid vette tagasi mõned roomajate liigid, kusjuures ihtüosaurustest ja plesiosaurustest sai kiiresti mereelanike tõeline nuhtlus. Kuid nemadki surid välja. Meie ajastul on meres elavaist roomajaist, kes käivad maismaal munemas, säilinud ainult merisisalikud ja kaks liiki kahjutuid kilpkonni.

Mõningad imetajate esindajad, s. o. sellise klassi loomad, kelle elundid kõige rohkem on kohastunud maismaal elamiseks, on samuti pöördunud tagasi kõige elusa hälli. Nende hulka kuulub ka vaal. Kust me teame, et see hiiglane kunagi maismaal elas?

Sellest kõneleb tema anatoomia. Vaalal on jämedatest luudest skelett ja ta hingab kopsudega nagu maismaaelanikud. Paksu rasvakihi alla on peidetud abaluud, õlaliigesed, kaks õlga, küünarliigesed, küünarvarreluud, randmeluud ja kämblaluud, kus on säilinud isegi sõrmed. Kuna vaalal pole kätt enam kunagi tarvis, peitis loodus selle tohutu suurde lihast ja nahast kindasse. Seevastu on jalgade skelett peaaegu täiesti kadunud, samuti on täielikult kadunud ka vaagen.

Kuidas siis juhtus, et vaalad jälle merre tagasi pöördusid? Tõenäoliselt hakkasid jõesuudmete ja laguunide läheduses elunevad maismaavaalad (selle tingliku nimetuse anname tolle veehiiglase vahetule esivanemale) toiduotsingul külastama söödarikkaid rannaäärseid madalaid mereosi. Mahukas kere ja kopsud võimaldasid sellel loomal kergemini liikuda vees kui maismaal. Lõpuks lahkus see tohutu imetaja täielikult maismaalt, asus vette elama ja kohastus ümbritseva keskkonnaga. Seejuures muutus pikkamisi ka tema kere. See kohastumisprotsess on kestnud 70 miljonit aastat ega ole veel praegugi lõppenud. Tõenäoliselt ei jõuagi ta lõpule, sest vaalad on praegu hävimas, kuna inimene on pöördunud toiduotsingul mere poole nagu omal ajal vaalgi.

Aja jooksul on kujunenud kolm vaalarühma. Justkui tahtmata üksteisega toidu pärast tülli minna, on nad spetsialiseerunud: kašelotid toituvad kalmaaridest (süvaveefauna esindajatest), teine vaalarühm jälitab kalu, kolmas aga eelistab planktonit. Ei ole mingit kahtlust, et vaalade ümberasumine vette kujutab endast üllatavat bioloogilist hüpet, millega võib võrrelda ainult vastupidist aktsiooni – vihtuimsete tulekut maismaale.

Vaal pole ainus imetaja, kes toiduotsingul maismaalt lahkus; niisamasuguse ebatavalise sammu astusid väikesed röövloomad, hüljeste esivanemad.

Hülgel, vastupidiselt vaalale, pole tänapäevalgi õnnestunud täielikult katki rebida maismaa „ahelaid". Ehkki hülged maismaal oma lestadeks muutunud jalgadel väga kohmakalt edasi liiguvad, ronivad nad poegimiseks triivivatele jääpankadele või rannale.

ME PÖÖRDUME MERRE TAGASI

Oma elutingimused vahetanud vaal ja hüljes näitavad inimestele teed mere arvutute rikkuste valdamise juurde. Mööduvad aastakümned ja sajandid ning me oleme sunnitud siduma oma elu veega suuremal määral kui maismaaga, sest Maailmameres on varjul peaaegu ammendamatud toidu-, tooraine- ja energiavarud. Mere aardeid kasutatakse veel vähe. Seni on inimene võtnud sellest pilgeni täis vakast ainult raasukesi, ja neistki raasukestest hukkub pool.

Muidugi, tänapäeval välistavad maismaa toiduainevarud vajaduse kiiresti luua maailma meremajandus kui inimese põhiline toiduaineallikas. Ent kui meenutada, et nälg röövib iga aasta miljoneid inimelusid, siis on kohane mõtelda sellest, kuidas kõige ökonoomsemalt rahuldada vajadust valgu järele, mida ookeanis leidub külluses.

Ookeanilaevade kaptenid jutustavad, et vahel tuleb neil Punases meres sõna tõsises mõttes tungida läbi tuuniparvede, kelle liha on väga maitsev ja toitev. Samal ajal, mõne kilomeetri kaugusel siit, fellahid lausa nälgivad.

See näide on tüüpiline enamikule Maa näljakeskustele. Nii elab India ookeani rannikul umbes veerand kogu maailma elanikkonnast. Sellal kui suurem osa neid inimesi on lihast ainult kuulnud ja nälgib, kasutatakse 14% maakera pindalast moodustava India ookeani toiduressursse seniajani väga vähe.

Ookean on produktiivsem kui mandrid. Aastane „saak", mida võib koguda üksnes Atlandi ookeanis, vastab kalorsuselt 20 000 ülemaailmsele teraviljasaagile, pealegi kujutab tema „koristamine" endast ainult „lõikust" ilma eelnevate mahukate külvitöödeta ja külvide hooldamiseta, milleta maaviljelus on mõeldamatu. Üks kuupmeeter merevett sisaldab keskmiselt 1,5 g valku ja 3,9 g süsivesikuid. Tänapäeva loomakasvatus ja maaviljelus tegeleb samuti nagu tuhandeid aastaid tagasi suurte loomade ja taimede, maismaafauna ja -floora esindajate kasvatamisega, ehkki sellele kulutatakse liiga palju aega ja toitaineid. Sealjuures aga on väikesed olendid hulga produktiivsemad kui suured, sest nad arenevad ja saavutavad küpsuse märksa kiiremini. Nende eneste „ekspluatatsioonikulud" on palju väiksemad. Munast koorunud pardipoeg õgib terve viljamäe, enne kui meie taldrikule satub. Piima- ja lihalehmadega on lugu umbes samasugune. Sellepärast tuleb kasvatada ebaproportsionaalselt suur hulk sööta, rääkimata juba pikaajalisest ebaproduktiivsest tööst nende varumisel. Peale selle nõuavad liha- ja piimasaadused väsitavat ja kallist tööstuslikku töötlemist. Sellepärast omandab mereandide ratsionaalne kasutamine inimese elus üha suurema tähtsuse.

PLANKTON KUI HÕLJUV LAUAKE-KATA-END

Plankton, kes eluneb meres suurte kooslustena, kujutab endast kalarikkuse alust, sest see on kalade peamine toit. Meres elab mikroorganisme loendamatul hulgal. Planktoni levik seletub esiteks nende olendite imelise paljunemisvõimega, teiseks aga sellega, et kui elu maismaal eksisteerib peamiselt ühel korrusel, siis meres tungib ta veel mitme korruse võrra sügavamale, ehkki muutub alumistel korrustel vaesemaks.

Mere mikroorganismide kiire kasv on tingitud sellest, et nad õgivad intensiivselt meretaimi. Ka tillukesed meretaimed paljunevad omakorda ebatavaliselt kiiresti, sest tingimused fotosünteesiks on meres eriti soodsad. Fotosüntees toimub mitte üksnes pinnal, nagu see aset leiab maismaal, vaid paljudes kihtides, sest päikesekiired tungivad veekeskkonda sügavamale kui maakoorde. Peale selle on vee soojusjuhtivus hulga suurem kui kivimitel, mistõttu temperatuuritingimused meres on tunduvalt ühtlasemad. 50 protsendil Maailmamere pinnast ei lange termomeetri näidud alla 20°C. Troopikarandadel ja -lahtedes ulatub temperatuur vahel isegi 30°C.

Teiseks teguriks, mis soodustab elusolendite arengut meres, on tema võime koguda süsihappegaasi. Kõik me oleme joonud gaseeritud vett ja teame, et süsihappegaas lahustub vees hästi. Just sel põhjusel on vaba süsihapet, mis on taimede kasvuks nõnda vajalik, ookeanis 50 korda rohkem kui atmosfääris, kus teda on kõigest 0,03%. Sellele lisandub veel süsihape, mis sisaldub ookeanis keemiliselt seotud kujul, ja mida on omakorda 10 korda rohkem kui vaba süsihapet.

Arvutust hulgast keriloomadest, koorikloomadest, ainuraksetest jms. koosneva planktoni aastasaaki hinnatakse 30 miljardile tonnile.

See vees hõljuvate olendite vilgas maailm, mille nimetus tuleneb kreekakeelsest sõnast „plankton" – „hulkuv", on juba iidsest ajast mereelanikele toiduks. Planktoni esindajad on niivõrd levinud isegi Arktika ja Antarktika külmades vetes, et ka neis, pealtnäha eluks kõlbmatutes tsoonides pakuvad nad rikkalikult toitu tohutule hulgale kaladele, mereimetajatele ja veelindudele.

Ammendamatust planktonikünast söövad ka suurimad mereelanikud – hiidvaalad ja mõned hailiigid. Ehkki planktonorganismide üksikud esindajad on nii väikesed, et neid on palja silmaga raske vaadelda, vabastab nende tillukeste olendite levik merehiiglased ebameeldivustest ja murest, mis on paratamatud jahipidamisel, saagi jälitamisel ja temaga võitlemisel. Sellepärast on hiiglaslikel vaalhaidel lõikehambad atrofeerunud. Toidu hankimise maneerilt ei erine nad millegagi austritest.

Vaala võimsate lõugade mõõtmed lasevad järeldada, et algselt oli ta verejanuline röövkala, kes aja jooksul kohastus planktonitarbija rahuliku elulaadiga. Samuti nagu hiidhai, kaotas ta oma koletislikud röövloomahambad, mille asemele kasvasid kiused. See on väga peen filter, mis koosneb sarvjatest liistakutest kogukaaluga sadu kilogramme ja on põimi-
65 tud niitidega, mis moodustavad planktonivõrgu. Mere ääreni

täidetud planktonikünast saavad noored vaalad kõik vajaliku, et kiiresti muutuda palju tonne kaaluvaks lihamäeks. Vaalapoja päevane kaaluiive esimesel eluaastal on 10 kilogrammi.

KAS VAALAD ON TEHNILISED KOLUMBUSED?

Plankton satub meie kätte ainult pärast kala kõhust läbikäimist, sest seni pole inimene õppinud teda kergesti ja suurel hulgal välja püüdma. Ehkki vaalakiused, mis moodustavad omapärase sõela, on pealtnäha üsna lihtsalt ehitatud, on kõik katsed konstrueerida tehnilised filtreerimisseadmed, mis kõlbaksid planktoni tööstuslikuks püügiks, osutunud ebaõnnestunuiks. Siis ehitati erilaev, mis imeb merevett suurtesse tsentrifuugidesse. Kuid seegi katse äpardus. Sellepärast on planktonisaagi koristamise tehnoloogia väljatöötamine toiduainetetööstuse tähtis ja seni lahendamata ülesanne.

ME ALLES HAKKAME MEREVALKU MAITSMA

KALA PÜÜTAKSE IKKA VEEL ÕNGE JA VÕRGUGA

„Mees üle parda!" kõlas vali hüüe „Martin Andersen Nexö" pardal. Tormi-iil paiskas ümber täispuhutava paadi, millel kaks Rostocki külmutuslaeva meeskonnaliiget püüdsid üleandmismanöövri ajal vette kukkunud võrke laeva juurde tirida. Ja seda 11-pallise tuulega jäisel Labradori merel!

Järgnesid piinarikkad minutid. Mässavad lained kandsid üha kaugemale julgeid mehi, kes lakkasid uskumast oma päästmisse. Lõpuks õnnestus neil kinni haarata pardalt visatud köiest. Hea, et kõik lõppes õnnelikult...

Kuid nii tugeva jõuga tormituule puhul varitseb inimest oht ka laevaruumides. Kui kalatöötlemise saalis keegi töötavate masinate poole paisatakse, siis sellel reisil ta fileed enam ei valmista... Ent siiski jätkub siin töö ka halva ilmaga. Töölised on laudade ja agregaatide külge kõvasti kinni seotud.

Me ei aimagi kõiki neid raskusi, kui meile serveeritakse krõbeda koorikuga praetud kalafileed. Ajal, millal ulukeid juba ammu enam ei kütita vibu ja noolega, ei ole kalapüügimeetodites viimaste aastatuhandete jooksul põhimõtteliselt midagi muutunud, ehkki laevadele on paigutatud võimsad masinad, külmutusseadmed, kajaloed jne. Ainult punutud korv, mida praegugi kasutatakse mõnel pool Aafrikas kalapüügiks, samuti ka krabipüünised on veelgi vanemad kui kalapüügil valitsev võrk.

Kui ebaratsionaalne ja kahjutoov selline püügisüsteem siiski on, seda oleme me kuulnud tuukrite käest, kes on lähedalt jälginud mööda põhja veetavate traalide tööd.

Väga ilmekas on selles suhtes J. Y. Cousteau tuntud prantsuse allveegrupi ülemtuukri Dumas' jutustus: „Valinud endale paiga rohuga kaetud põhja kohal, nägin ma lähenevat trossi. Trossi otsas veeti täitmatuid lõugu, purustades vetikaid ja külvates segadust allveepreeriate õrnade elanike

maailma. Kalad põgenesid laiali nagu küülikud niitja ees. Tohutu puhevil traalikott liikus minust mööda. Mahatallatud taimed tõusid pikkamisi püsti. Ma imestasin, nähes, kui palju kalu põgeneb koledate lõugade vahelt. Didi rippus trossi otsas pea alaspidi ja jäädvustas filmilindile draakoni pärani lõuad, et ilmekalt näidata, kui palju kalu õnnelikult pääseb ja kui palju kahju tehakse allveekarjamaadele."

See teade annab tunnistust harukordsest tehnika paigalseisust, mis on põhjuseks, et enamik maailma kalasaagist püütakse nüüdki esmakordselt 1837. aastal Põhjameres kasutatud traaliga, mille suuet laudadega lahti hoitakse, või siis põhjatraaliga.

MERD KAMMITAKSE LÄBI KOLMES DIMENSIOONIS

Viimasel aastakümnel on hakatud palju rääkima kalapüügist lahtisel ookeanil. Jutt on ühest hõljuvate püüniste liigist, mis oma kujult tuunikala meenutavate traallaudade abil võivad ujuda allveelaevadena mitmesuguses sügavuses. See leiutis köidab selle poolest, et esmakordselt on tekkinud võimalus püüda kala mere mistahes „korrusel", sealhulgas ka veepinnal, sellal kui põhjatraal, nagu tema nimetuski ütleb, haarab ainult kalaparvi, kes ujuvad merepõhja läheduses.

Selle kalapüügimeetodi puhul väheneb püügilaevade sõidukaugus, suureneb traalimiskiirus, sest traal ei hõõrdu enam vastu merepõhja, ja väheneb võrkude kulumine.

Selle, nn. pelaagilise traali tõttu sai esimest korda võimalikuks alustada püüki troopilistel kaljuse või korallpõhjaga kalamadalikel, kuhu tavaliste vahenditega ligi ei pääse.

Kalaparvede avastamise tänapäeva meetodite tõttu muutub püük pelaagiliste traalidega sihikindlaks. Kajaloodid ja raadiolokatsiooniseadmed hoiatavad juba ette lähenevatest kalaparvedest ja näitavad umbkaudu sügavust, kus nad viibivad.

Pelaagilise traali sisselaskmise sügavust reguleeritakse vaieri pikkuse muutmisega. Kahjuks ei õnnestu veel pelaagilisel püügil kontrollida traali sukeldumise sügavust. Esimesel pilgul seletamatud äpardused on enamasti põhjustatud eksitustest traalide sisselaskmisel.

Ilmselt hirmutavad kiiluna kalaparve tungivad vaierid kalu, ja nad sukelduvad meresügavusse. Tuukrite vaatluste kohaselt piisab kogu parve alarmeerimiseks sellest, et üks väike kalake põgeneks hirmust vaieri tekitatud lainete ees.

Praegu neid pelaagilise kalapüügi meetodeid täiustatakse.

Saaki saab tunduval määral suurendada püügiriistade täiustamise arvel. Sadu aastaid on kalurid võidelnud võrkude vigastuste vastu, sest taimekiudude tugevus väheneb niiskuse mõjul tunduvalt. On püütud abiks võtta konserveerimismeetodeid. Kuid keemikute pakutud vahendid olid võimelised aeglustama võrkude mädanemist, kuid ei suutnud seda peatada.

Otsustav pööre leidis aset alles pärast sünteetiliste kiudude leiutamist. Kapronvõrgud ei ima niiskust ja libisevad seetõttu vees kergemini, mis võimaldab laeval säästa kütust. Need võrgud säilitavad oma kuju, kuluvad vähe, ei mädane ja nende sõlmed on väga tugevad; bakterid ja merevesi ei suuda neile liiga teha.

Sünteetilised püügivahendid on tavalistest kergemad, nende värvus aga vastab vee värvusele ja sellepärast kalad ei märka neid. Kõik need eelised muutuvad eriti silmanähtavaks, kui võtta arvesse, et püügiriistade kvaliteedist sõltub palju kalapüügi edukus.

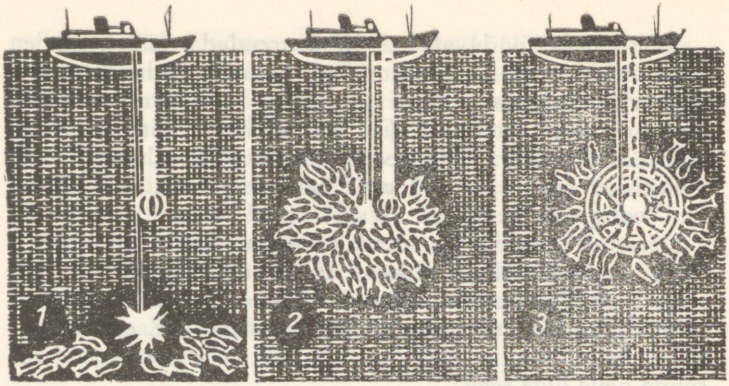
ELEKTRILINE IMITORU-KALABAGER

Lähemas tulevikus hakatakse rakendama täiesti uusi kalapüügimeetodeid, mille puhul kaob täielikult vajadus kasutada võrke. Kalu ei püüta, vaid pumbatakse merest välja.

See meetod, mis tõotab pööret kalapüügi tardunud tehnoloogias, põhineb elektrienergial. Katsetes, mille eesmärgiks on uimastada kalu elektriväljaga, pole midagi uut. Seni aga piirdusid nad siiski siseveekogudega. Elektriline kalapüük asendas siin seisevvõrgud ja mõrrad, mis olid määratud kalapüügiks rannikul, jõgedes ja ojades. Eriti on kergenenud angerjapüük.

Avamerel kalapüügi elektriline meetod põhineb analoogilistel, kuid märksa keerukamatel ja täiuslikumatel meetoditel. Algul meelitab vette lastud valgusti ere valgus kala enda juurde. (Seda on iidsest ajast kasutatud kalapüügil tõrvikute valgusel.) Uudishimulikud mereelanikud kogunevad võimsa imitoru sees paikneva elektroodi ümber. Kui lülitatakse sisse elektrivool, mis kala silmapilkselt uimastab, imetakse hõbedane saak laevale.

Elektripüük merevees oli algul raskendatud seetõttu, et soolasel veel on väga hea elektrijuhtivus. Sellal kui elektripüügil magevees on tarvis tühist alalisvoolu hulka, hajub vool soolases vees otsekohe. Edu saavutamiseks tuli paigutada laevale 5000–7000 kW võimsusega elektrigeneraatorid. Kuid need on liiga kallid ja rasked. Ent siiski saab seda probleemi lahendada. Tänapäeval on välja töötatud meeto-



Joon. 10. Pole kaugel aeg, kui hakatakse kala merest elektripumpadega välja pumpama. *1* – tugeva lambi valgus meelitab kalu ligi; *2* – kalad kogunevad elektroodi ümber; *3* – elektrivooluga uimastatud kalad pumbatakse laeva pardale.

did, mis põhinevad impulssgeneraatorite kasutamisel, kusjuures piisab 10–50 kW suurusest energiakulust. Impulssgeneraator suunab vette lühikesi tugevaid vooluimpulsse. Seetõttu tekib elektroodi ümber kerakujuline elektriväli.

Kalade halvamiseks vajalik minimaalne pinge muutub sõltuvalt nende liigist. Kui rannaäärse tursa jaoks on see kõigest 1 volt, siis heeringa jaoks on see 2,4 volti.

KALUR JUHTIMISPULDI EES

Elektrilise kalapüügi esimestel katsetel avamerel, kus õigupoolest piisas vaid nupule vajutamisest laeva pardal, saadi suurepäraseid tulemusi. Kui võrkudega võis isegi kõige soodsamates tingimustes püüda 2 tunni jooksul ligi 5 tonni kala, siis umbes meetrise imiavaga elektripump võib samades tingimustes 1 minutiga imeda tonn kala. Järelikult piisab kõigest 5 minutist, et püüda niisamasugune hulk kala, mille võrkudega püüdmiseks oleks tarvis kulutada 24 korda rohkem aega.

Elektrilised kalapumbad tõstavad järsult kalapüügi tootlikkust ja tagavad ühtlasi kvaliteetse püügi.

Võrkude kasutamisel rajanevate meetodite puhul püütakse teadupärast eluskala. See kas lämbub laeva pardal, või siis peksleb agoonias põhjatraalis, kus on kokku surutud kümneid tuhandeid kalu. Surve, samuti ka närvide ja lihaste

ülepingutuse tõttu agoonia ajal oma elu viimastel minutitel rikneb kala kiiremini, ta maitse aga halveneb. Kui aga kala halvatakse elektrivooluga, ei saa tema kvaliteet püügi ajal halveneda. Kalapumbad, mida praegu tehniliselt täiustatakse, peavad lähema kümne aasta jooksul võrgud välja tõrjuma. Kaluri, meremajanduse vanima pioneeri rasked töötingimused muutuvad tunduvalt kergemaks ja ta asub juhtimispuldi ette.

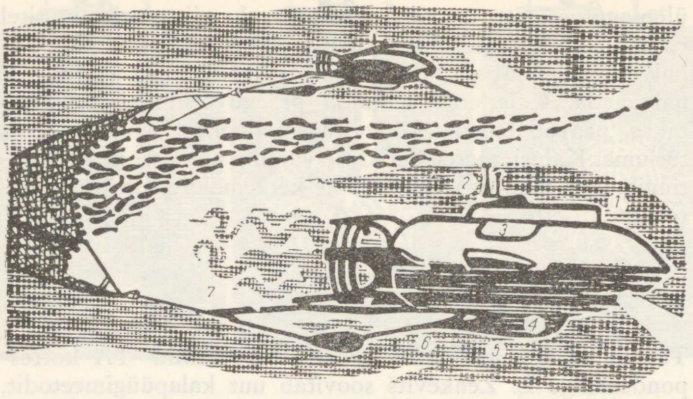
KEEMILINE ÕNG

Tuntud nõukogude okeanograaf, NSV Liidu TA korrespondentliige L. Zenkevitš soovitab uut kalapüügimeetodit, mis on mõnel määral pelaagilise meetodi erikuju. Vahe on ainult selles, et püünise sisselaskmise sügavust ei reguleerita veepinnalt vaieri abil, vaid miniatuursetelt allveelaevadelt. Samuti nagu triivpüügil, on püünis tõmmatud kahe laeva (antud juhul allveelaeva) vahele, kus kummagi meeskond koosneb kahest inimesest. Nõukogude kalapüügilaevastik, kes on märksa suurendanud oma tootlikkust olemasolevate seadmete ratsionaalse kasutamise arvel, katsetab käesoleval ajal sedagi meetodit.

Nõukogude pommilennukite, mis pärast relvastusest mahavõtmist läksid meteoroloogiateenistuse käsutusse, ja tankide kõrval, mis pärast buldooseriteks seadmestamist anti ehitajaile, on Nõukogude allveelaev „Severjanka" juba mitu aastat teeninud teadust. Tema abiga õnnestus pelagiaalis üles otsida kalaparved ning neid süstemaatiliselt vaadelda. Näiteks tehti kindlaks, et öösiti püsib heeringas peamiselt umbkaudu 80 meetri sügavuses, päeval aga laskub rohkem kui 300 meetri sügavusse. Niisugustel vaatlustel on suur tähtsus püügiaja valikul.

Ihtüoloogid murravad ikka veel pead, kuidas küll angerjas ja lõhe leiavad tee oma koelmutele, ehkki selleks tuleb neil läbi rännata mitu tuhat miili. Igal aastal ujuvad nad samadesse jõgedesse, ja nad pole veel kordagi eksinud. Mõned ihtüoloogid seletavad niisugust salapärast nähtust nende kalade üliarenenud haistmismeelega. Nad pidavat leidma jõgesid tänu oma „peenele haistmismeelele", spetsiifiliste keemiliste märkide järgi, mis on omased igale jõele.

Kui see oletus leiab kinnitust, siis avanevad uued võimalused kalapüügi täiustamiseks. Niipea kui avastatakse sellised aromaatsed ained, valmistatakse neid kunstlikult ja lastakse jõgedesse, et desorienteerida siirdekalu ja meelitada neid püügikohtadesse. See, mis tundub utoopiana, muutub homme tõelisuseks.



Joon. 11. Nõukogude okeanograaf L. Zenkevitš soovitas kasutada kalapüügiks spetsiaalseid allveelaevu. Kahe allveelaeva vahele kinnitatakse pelaagiline püünis. *1* – komandopunkt; *2* – periskoop ja antenn; *3* – vaatleja kabiin; *4* – navigatsiooniseade; *5* – kajalood kalaparvede avastamiseks; *6* – seadis püünise trossi reguleerimiseks; *7* – püünise sulgemise mehhanism.

Kuid ka siis säilib loomulikult kaluri elukutse, ehkki nad pole enam need kalurid, keda me praegu tunneme.

Kuni 1885. aastani, kui Geestemündest läks avamerele esimene Saksa kalaaurik, püüti kala ainult purjelaevadelt. Neil olid kalurid ainult kalurid, madrused aga madrused. Auru- ja mootorlaevadel on laeva meeskond ametis kalarikaste kohtade otsimise ja püügiriistade traditsioonilise teenindamisega. Kõik muud tööd – püügi sorteerimine ja rappimine, kalade soolamine – on juba töötlemine, aga mitte kalapüük.

Suurtel püügilaevadel, kus võrgud heidetakse vette ja tõmmatakse välja masinate abil, ja kus praktiliselt piisab sellest, et üksnes kapten teaks, kus asuvad kalarikkad kohad, muutuvad kalurid üha enam töölisteks.

Veel selgemini ilmneb see protsess ujuvtehastes, kus endised kalurid etendavad kalatöötlemismasinaid teenindava personali osa.

UJUVAD TAPAMAJAD

Kõik see sai alguse juba esimestel vaalapüügipurjekatel. Vaalapüük oli noil aastail väga raske töö, mis nõudis inimeselt kogu jõu pingutamist. Vapra vaalaküti ainus relv oli harpuun. Arktika ja Antarktika kõrvetavas pakases hiilis ta tillukesel paadil pinnaletõusva koletise ligi.

Herman Melville ja Jack London jäädvustasid oma romaanides „Moby Dick" ja „Merehunt" sajandeiks need kartmatud uljaspead, kes tihti pidid oma julguse eest eluga tasuma. Mere käsitöölised viibisid oma primitiivsetel ujuvatel traanikeetjatel sageli merel üle kahe aasta.

Kuid võitlus muutus iga aastaga üha ebavõrdsemaks. 1868. aastal norralase Svend Foyni leiutatud granaatharpuun oli juba mitte enam püügiriist, vaid tapariist; vaalapüük muutus pikkamisi veresaunaks. Seetõttu hakkas järgnevail aastail järsult vähenema nende imetajate arv, kes teiste mereelanikega võrreldes üsna aeglaselt paljunevad. Vaalapüüdjad muutusid pommitajaiks. Harpuunija tulistab kahurist välja granaatharpuuni; vaala keres plahvatav granaat kinnitab samaaegselt harpuuni arvukad kisad. Selleks et tapetud loom vaalapüügi-emalaeva juurde pukseerimisel ei upuks, pumbatakse temasse õhk.

1905. aastal läks Norrast merele esimene vaalapüügibaas. Sellest ajast peale on tehnika loonud tõelisi ujuvtehaseid, mille kaldpindu pidi võib vinnata laeva tekile ja töödelda ööpäevas 60 vaala.

Kuivõrd ülekaalukate jõududega peetakse lahingut nende kohmakate ja rahulike merehiiglastega, on näha sellest, et 50–80 tonni luude, liha ja rasva vastu astuvad välja 30 000-tonnise veeväljasurvega hambuni relvastatud teraskoletised. Tänapäeva ujuvtehased, mis töötlevad vaalarasva, on seadmestatud hüdroakustiliste ultraheliaparaatidega, mis teevad kindlaks meresügavustesse põgenenud vaalade asupaiga.

Kuna vaalapüük traani saamise eesmärgil on margariinitööstuse tooraine tähtis allikas, on vaalade röövellik hävitamine juba ammu põhjustanud vaalade arvu vähenemise.

Hüljeste jaht on veelgi julmem. Pärast seda kui kalalaevalt startinud helikopter otsib üles suure jäävälja, kus lamavad hülged, toimetavad kiirekäigulised mootorpaadid sinna jahimehed, kes tulistavad automaatidest rahulikult päikese käes peesitavate ja poegi toitvate mereloomade karju. Hülged liiguvad kuival maal oma lühikestel loibadel väga kohmakalt.

KALADEL ON KIIRE

Kalur muutub tehasetööliseks mitte ainult vaalapüügi uute meetodite juurutamise tõttu; tänapäeval on lastud vette juba kümneid ujuvaid kalakonservitehaseid, mis on muutnud niisugused püügimeetodid tavaliseks.

Ujuvad kalakonservitehased võimaldavad märksa tõsta

kalapüügi tulukust. Niisugune laev võib viibida merel pikka aega.

Gröönimaa jääs on leitud mammuteid, kelle liha, ehkki nad on jääs lebanud 20 000 aastat, sõid koerad hea meelega. Täpselt niisamuti satub kala, kui teda otsekohe pärast püüdmist sügavkülmutada, tarbija kätte „värskelt", ehkki laev läbib oma nädalaid kestval reisil veel tuhandeid miile.

Sügavkülmutus tõi kaasa revolutsiooni kogu kalatööstuses, sest see võimaldas varasemast märksa suuremates hulkades lülitada meie menüüsse väga väärtuslikku, kuid kergesti riknevat merevalku. Sügavkülmutamisel tekivad toiduainete rakkudes väga tillukesed jääkristallid, mis ei vigasta raku kesta. Kui aga külmutatav saadus on jahutatud ainult mõne kraadi võrra alla nulli, siis tema kvaliteet halveneb, sest raku kest puruneb.

Sügavkülmutusseadmetega varustatud ujuvad kalakonservitehased tagavad peaaegu kogu hõbedase saagi kohaletoimetamise müügikõlbliku kaubana. Nad garanteerivad elanikkonna pideva, hooajast sõltumatu varustamise värske kalaga. Kohe pärast püüdmist töödeldud ja sügavkülmutatud kala võib säilida värskena üle 80 päeva, aga kui jahutamine on pidev, on ta kasutamiskõlblik nelja kuu jooksul. Selleks on tarvis, et sadamalinnade ja kalakaupluste külmutitel oleksid sügavkülmutusseadmed.

Külmutusahel peab algama kohe pärast kala püüdmist. Seda saab teha aga ainult kombineeritud laevade puhul, kus on ühendatud püügilaeva ja kalakonservitehase funktsioonid. Nagu kõige uudsega, nii oli ka nende laevade kasutuselevõtmisega algul suuri raskusi (peamiselt kõrge maksumuse pärast), ja nende ehitamine ei jõudnud pikka aega joonestuslaudadest kaugemale.

Alles Nõukogude Liit tegi lõpu sellele seisakule uue kalapüügimeetodi kasutuselevõtmises ning tellis 1956. aastal Kieli laevatehastelt korraga 24 3000-tonnise veeväljasurvega laeva. Igal laeval on ruumid 100 meeskonnaliikmele ning eriseadmed, mis kala automaatselt töötlevad. Huvitav uuendus neil ujuvatel kalakonservikombinaatidel on ahter laia liugteega, kuhu viib kaldtekk. Püünised tõstetakse kaldtekile vintsidega laeva liikumise ajal. Pärast püüniste vinnamist ahtrisse satub loomus renni mööda töötlemisjaoskonda.

Kombineeritud laevad õigustasid end praktikas täielikult. Kalatraaler, mida veel nüüdki peamiselt kasutatakse kalapüügiks ulgumerel, toimetab 21-päevase reisiga kaldale niisama palju kala, kui püüab, töötleb ja külmutab kombineeritud laev 3–4 päevaga.

Selline aukartustäratav vahe tootlikkuses virgutas NSV Liitu planeerima järgnevaiks aastaiks sadade niisuguste lae-

vade ehitamist. Peale selle ehitatakse NSV Liidu tellimusel uut tüüpi kombineeritud laevu, mis kõlbavad niihästi vaalapüügiks kui ka kalapüügiks ja -töötlemiseks. Neil laevadel, kus on maandumisväljak helikopteri jaoks, võib sooritada reise Antarktikasse ja troopikavetesse.

On olemas kaht tüüpi ujuvaid kalakonservitehaseid. Esimesse tüüpi kuuluvad kombineeritud laevad, mis ühendavad püügilaeva ja kalakonservitehase funktsioone, teise baaslaevad-ujuvtehased, mis regulaarselt võtavad vastu saaki kalalaevadelt.

Baaslaevad on kalapüügilaevastiku lipulaevad. Pärast püügirajooni saabumist heidavad nad ankrusse. Helikopterid, mis lasevad köite otsas merre kajaloode, teevad kindlaks kalaparvede asukoha, viskavad merre poid ja suunavad püügikaatrid vajalikku kohta. Pärast püüki pöörduvad kaatrid baaslaeva juurde tagasi ja pumpavad sinna voolikute kaudu loomuse.

Ujuvad kalakonservitehased teostavad kahtlemata pöörde merekalapüügis ning teevad lõpu sellele rumalale olukorrale, kus inimesed kasutavad kõigest 0,5–1% merevalgust.

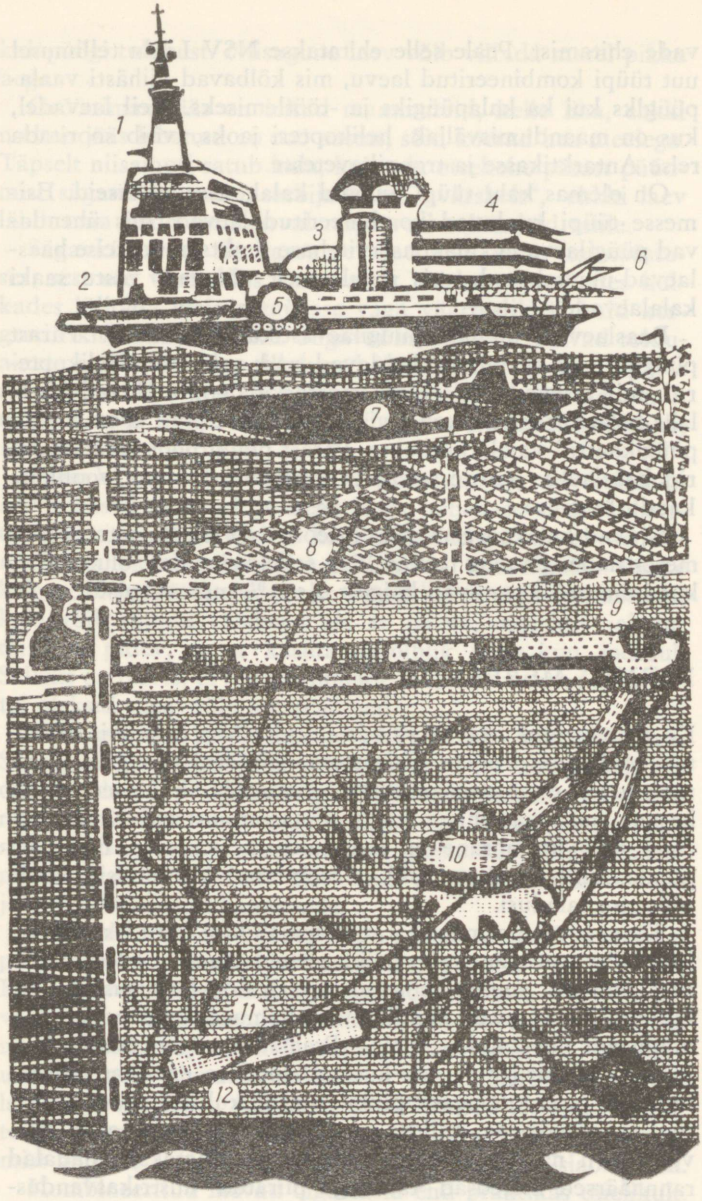
FARMID MERES

Ka merefarmid aitavad rajada juurdepääsu ookeanis asuvatele toiduainevarudele. Esimestena püüdsid niisugust meremajanduse organiseerimisvormi juurutada hiinlased. Nad kasvatavad juba rohkem kui 2000 aastat austreid. Ka kodustasid nad kormorane ja saarmaid, kes aitasid neil kala püüda. Austreid kasvatasid ka roomlased, kes tundsid nende söötmise saladusi.

Tänapäeval on mõnedes meremajanduse harudes juhtival kohal Prantsusmaa. Juba palju aastaid tagasi toodeti Prantsuse rannikul soodat, põletades vetikaid; Prantsusmaal on säilinud ja töötavad nüüdki veel kümned soolakojad, kus mereveest aurutatakse soola; Prantsusmaal on ehitatud ka esimene elektrijaam, mis kasutab loodete energiat. Aastasadu on 1300 kilomeetri pikkusel rannikul kasvatatud austreid ja rannakarpe, millega praegusel ajal tegeleb 9000 ettevõtet. Nii nagu 700 aastat tagasi, muudetakse madalad rannaäärsed mereosad taradega piiratud austrikasvandusteks.

Niisugused kunstlikud molluskimadalad ongi merefarmid selle sõna otseses tähenduses, sest noorte väljaistutamine, nende eest hoolitsemine, kasvanduste puhastamine, söötmine ja saagi koristamine on tüüpilised loomakasvatustööd.

Liistaklõpuselised molluskid elavad koosluste kaupa ja



Joon. 12. Merefarmi skeem: *1* – komandopunkt; *2* – väike allveelaev; *3* – toitelahuste segaja ja pump; *4* – kalakonservitehas; *5* – laboratoorium; *6* – laadimissild; *7* – allveekaubalaev, mis võtab kaupa vastu; *8* – kaitsevõrk; *9* – imemis- ja väetamisjuhe; *10* – imevpüügiseadis; *11* – väetisseadis; *12* – kinnitustross.

moodustavad suuri kolooniaid, mida nimetatakse pankadeks. Vanal läbiproovitud meetodil kogutakse austrite paljunemise perioodil nende vastseid, seades üles puuvaiad või külvates laiali katusekive, mille külge need vastsed kinnituvad. Seejärel paigutatakse vastsed ümber spetsiaalsetesse kasvandustesse, omamoodi lastesõimedesse. Niisugused piirdeaiaga kasvandused, millest voolab läbi merevesi, paiknevad ranna lähedal. Siin kasvatataksegi austreid. Noored austrid, samuti nagu rannakarbid (söödavad molluskid), saavutavad küpsuse kolme aastaga.

Prantsusmaal on merefarmidel väga suur tähtsus. Vähemalt 300 000 inimest oli enne sõda selles meremajanduse harus tegevad ja ega praegugi neid palju vähem ole. Et kiiremini kasvavad rannakarbid, samuti ka portugali austrid ähvardavad välja tõrjuda pärisaustreid, pöördus Prantsuse valitsus teadlaste poole palvega töötada välja vastavad abinõud selle ohu vältimiseks.

Suur majanduslik edu molluskite kasvatamisel viis mõttele organiseerida merefarmid ka teiste mereelanike jaoks. Jaapanis, Šotimaal ja Taanis on paljud merelahed piiratud võrkudega ja muudetud omapärasteks mereelanike kasvatamise tiikideks.

Saksa DV rannikul, kus on rikkalikult laguune ja abajaid, on kõik tingimused merefarmide rajamiseks, kusjuures võib läbi saada ka rannalähedaste kõrgete tarade või võrkudeta, mis segaksid laevaliiklust. Ideaalseks tõkkeks merekarjamaade ümber oleksid vahelduvvoolu-elektrikaablid. Nad ei sega kedagi, nende panek aga pole eriti raske. Kaabli ümber olev elektriväli hirmutab kalu, kes püüavad läbi „tara" tungida. See aga tähendab, et lähemas tulevikus teevad meredelikatessid lõpu karpkalade monopolile meie uusaastamenüüs.

Praegu projekteeritakse merefarme ujuvatel tehissaartel. Seal paiknevad kalakonservitehas, personali eluruumid, laboratooriumid, pumbajaamad, toitelahuste pumpamiseks jne. Farmid ümbritsetakse võrkudega ja varustatakse torustikega väetiste jaotamiseks, imevpüügiseadistega jne.

Aastatuhandeid on inimene kultiveerinud maismaad; lähemas tulevikus hakkab ta majanduslikult kasutama ookeanide ja merede eluruumi ning saama suuri valgusaake mere igalt hektarilt. Selliste farmide eelis seisab selles, et soovi korral võib muuta nende asupaika.

Merefarmides hakatakse kasvatama mitte ainult mereloomi, vaid ka vetikaid. Niisuguseid näiteid on juba olemas. 50-hektarilisel maa-alal ühe saare lähedal Ida-Hiina meres on veepind jaotatud puuritvadega ruutudeks. Siin paiknevad merikapsa istandused. Ritvade külge on seotud taimede var-

red. Ülevalt näevad niisugused istandused välja nagu eeskujulikult planeeritud riisipõllud. Ritvade vahel sõidavad väikesed paadid, kus istuvad taimede eest hoolitsevad inimesed. Merikapsas kasvab 3,5 meetrit pikaks. Tema lehtedest valmistatakse maitsvaid ja toitvaid roogi.

Tulevaste merefarmide „põllumajandusosakonnad" hakkavad kasvatama peamiselt vetikaid. Valge mere põhjas liiguvad juba praegu allveeniidumasinad, mis on varustatud automaatrehade, -riisujate ja -kuhjastajatega. Päevas koristatakse kuni 40 tonni vetikaid, mida kasutatakse peamiselt lisasöödana loomakasvatuses.

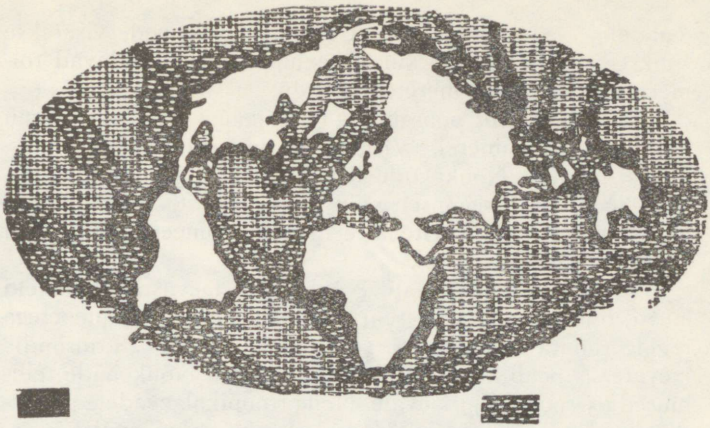
Varem või hiljem ilmub tingimata uus põllumajandusharu – mereagronoomia. Tuukriülikonnas või akvalangiga hakkavad inimesed allveemasinate abil harima veealuseid niite ja köögiviljaaedu.

PRIISKAJA JA SPARTALANE MEREROOGADEGA KAETUD LAUA TAGA

Merest saadud maiusroogadega rikkalikult kaetud lauda võivad istuda kõik rahvad. Meri kuulub kõigile. Kõige intensiivsemalt kasutavad teda jaapanlased. Jaapani umbes 100-miljoniline elanikkond katab oma valguvajaduse umbes 80% ulatuses kala arvel. Kalorsuselt on ainult pool jaapanlaste toidust põllumajandussaadused, mis annavad igapäevasele kalaportsjonile juurde traditsioonilise riisigarneeringu ja rasvad. Jaapani toiduainetetööstuses on juba ammu kätte jõudnud mere ajastu. Ja see pole juhuslik. Esiteks on maa ümbritsetud merega. Teiseks ei võimalda saared, samuti ka kliima ning mullakvaliteet üksikutes riigi osades laiendada põllumajandust vastavalt elanikkonna kasvule.

Pärast Teist maailmasõda saabusid Jaapani toiduainetetööstusele rasked päevad, sest Tõusva päikese maa poegadel keelati jätkata nende endiste kalapüügikohtade röövkasutamist. Sellele lisandus veel Vaikse ookeani suurte alade mürgistamine Ameerika ja Inglise termotuumapommide katsetuste tagajärjel. Kalarikastes Lõuna-Korea vetes kees tõeline lahing kaluritega, pärast seda kui praegu kukutatud diktaator Li Sõn Man 1952. aastal omavoliliselt laiendas 3-miilist piiritsooni 320 kilomeetrini avamerel. Iga aasta konfiskeeriti umbes 30 Jaapani kalalaeva.

Jaapani okeanoloogide teeneks oli, et nad oskasid leida oma maa kalatööstusele väljapääsu tekkinud olukorrast. Luure tegi kindlaks, et tarbijate poolt väga nõutavad tuunikalad eelistavad teatud merehoovusi. Veetemperatuuri, planktoni jne. uurimine võimaldas leida Vaikses ookeanis



Joon. 13. Inimesed alles hakkavad tootma kalavalku. Rahvusvaheline kalapüük ei ületa üht kahesajandikku olemasolevatest võimalustest. Mustad alad on kalapüügirajoonid. Viirutatud alad on kalarikkad, kuid mida ei kasutata kalapüügiks.

niisugused hoovused ja avastada seega uusi tuunipüügipiirkondi. Seetõttu suurendasid jaapani kalurid püüki kõige tulusamate sõjaeelsete aastatega võrreldes peaaegu miljoni tonni võrra. Uued tuunipüügi rajoonid on ühed rikkamad maailmas.

See näide tõendab, kui suured on veel avastamata kalavarud Maailmameres, seda enam, et lõunapoolkeral kala peaaegu ei püüta.

Hõbedase saagi iga-aastast kogust, mis on praegu kõigest 30 miljonit tonni, oleks võinud juba ammu märksa suurendada, kui ka teised rahvad asuksid samasuguse isuga mere poolt rikkalikult „kaetud" lauda kui jaapanlased. Need maailma aktiivseimad kalurid toovad oma võrkudes koju umbes kolmandiku maailmapüügist. Indoneesia saartel oleks juba ammu nälg likvideeritud, kui Indoneesiat ümbritsevates meredes samasuguse energiaga alustataks kalapüüki.

Kalu püütakse praegusel ajal ulgumerel kõigest 7,7% ulatuses ookeani pinnast, mis võrdub 361 miljonile ruutkilomeetrile. Need 7,7% on peamiselt mandrite ja saarte mandrilavad, samuti ka põhjapoolkera mandrinõlv.

Ülejäänud 92,3% tohutust veebasseinist säilitab veel loendamatuid valguvarusid; siin on, tõsi küll, samuti nagu maismaal, ka taimkatteta ja väheasustatud kõrbi. Kalarikas Vaikne ookean jääb ikka veel Euroopa kalapüügilaevastikele kättesaamatuks, sest selleks tuleks sooritada liiga pikki ja kalleid reise. Praktiliselt künnavad tema vooge ainult Jaapani kalalaevad ning rannikul püüavad kala mereäärsete

maade ja saarte elanikud. Euroopa kalaõnged visatakse Vaiksesse ookeani siis, kui allvee-ujuvbaasid suudavad toimetada saaki Põhja-mereteed kaudu.

Nõukogude Liit pöörab nagu Jaapangi suurt tähelepanu kalapüügile ulgumerel. Viisaastaku jooksul, aastail 1954–1959 suurenes Nõukogude kalapüügilaevastik kolmekordseks. See toimub peamiselt kõige moodsamate kalapüügitraalerite, ujuvate konservitehaste ning kombineeritud kala- ja vaalapüügilaevade arvel.

Järgnevail aastail saab Nõukogude laevastik kümneid laevu, mis on määratud seni rahvusvaheliste kokkulepetega reguleerimata kalapüügiks troopikas. Üksnes „Stralsundi" laevatehas peab kuni 1965. aastani täitma Nõukogude tellimused 63 seda tüüpi laevale. Neile troopikalaevadele paigaldatakse peale kalatöötlemise ja kalajahu valmistamise seadmete veel ka sügavkülmutusseadmed.

KAS ME TEAME KALADEST KÕIKE?

Õigus on sellel, kes kinnitab, et kalarikkuste intensiivsemaks kasutamiseks on tarvis täiustatud püügiriistu. Kuid sellest üksi ei piisa. Niisama tarvilik on uurida, kuidas elavad kalad, keda on väga palju, tõenäoliselt hulga rohkem kui me arvame, kuid kes asuvad tohutul, pealegi korrusteks jaotatud alal, mis katab kolm neljandikku meie planeedist. Sellepärast on kaladel võimalus põgeneda oma jälitajate eest.

Käesoleval ajal teame me veel vähe kalaparvede rännetest ja nende iseärasustest. Üksikutes püügirajoonides on näiteks märgata püügi vähenemist, mis on tingitud kala ülepüügist mõnedel piiratud kalamadalatel. Ka selles on maailma kalapüügi tunduva kõikumise põhjus. Kuid halb püük neis paikades, kus varem saadi häid loomuseid, seletub mitte kalade arvu vähenemisega, vaid peamiselt parvede teisale siirdumisega.

Ajalugu tunneb niisuguseid juhtumeid, kus kalaparvede kadumisel olid katastroofilised tagajärjed. Keskaja lõpul tegi heeringa liikumise äkiline lakkamine Rootsi lõunarannikul lõpu Skanori, Falsterbro ning mõnede Hansa linnade majanduslikule õitsengule, kes kauplesid heeringaga kuni Novgorodini. Alles 200 aastat hiljem pöördusid heeringaparved uuesti tagasi, ehkki kadusid vahel jälle mõneks ajaks.

Heeringas on kaluritele saladuseks veel nüüdki. „Severjanka" ihtüoloogid on palju kordi kalaparvi vaadelnud. Selleks tehti allveelaeva vööri kolm illuminaatorit, seati üles allveeteleviisori saatekaamera ning kaks kajaloodi. Nagu juba mainitud, tehti näiteks kindlaks, et öösiti püsib heerin-


TÖÖNDUSKALAD
MAKRELL
KILTTURSK
TUULEHAUG
HEERINGHAI
KABELJOO
HEERINGAD
TUUNIKALA
MERIHUNT
MERIVARBLANE
LEST
MERIKEEL


AINUÕÕSSED
MERIRIST
HOBUMERIROOS
JUURSUULANE
TANULANE (BERÖE)
MERINELK
ALAARIA
KÕRVELINGLANE
«MERISAMMAL»
LAMINARIA DIGITALIS
LAMINARIA HYPERBOREA
MERIROOS
SCHIZYMENIE
ADAMSI PALLIATA
MERITÄHT
ERAKVÄHK

gas teatud sügavuses ning magab. Isegi laeva helgiheitjate valgus ei suutnud teda äratada, ehkki ta päeval päikesekiiri väldib.

Oma Põhja-Atlandi reisil 1961. aasta esimeses kvartalis uurisid „Severjanka" ihtüoloogid üle kuu aja heeringaparvede käitumist kuni 170 meetri sügavuses. Selgus, et atlandi heeringas koeb Norra fjordide kaljusel rannikul. Abitud maimud kanduvad hoovusega oma „sõimest" Barentsi merre. Siin koguneb iga suve algul tohutul hulgal noort heeringat. Algul elab ta ranna lähedal ning osaliselt Koola poolsaare lahtedes. 5–6 aasta pärast ujub täiskasvanud heeringas Norra rannikule kudema. Seejärel viib ta tee Jan Mayeni saare juurde. Sel vulkaanilisel saarel on hulga suurem tähtsus heeringale ja teistele kaladele, kui seda varem arvati, sest ülemised soojad veekihid on siin väga planktonirikkad. Talvel pöördub heeringas lõunasse ja peatub Fröya saarterühma šelfis, et järgmisel aastal jälle põhja liikuda. Kalurite suureks kahetsuseks ei ole nende heeringaparvede liikumine ajuti kuigi täpne. Tähtaegades esineb kõikumisi, näiteks kui kevad hilineb, sest sel juhul lahkuvad planktoni mikroorganismid, mis moodustavad kalade toiduse, oma varjupaikadest hiljem. Teinekord õnnestub avastada uusi, varem tundmatuid kalaparvede asupaiku. Seniajani oli uute püügirajoonide avastamine puhtjuhuslik, kui mitte arvestada jaapani okeanoloogide ülalmainitud edu.

Kalade rände teiseks uurimismeetodiks on nende märgistamine, nagu seda tehakse lindudega. Kuid selle meetodi väärtus on üsna suhteline, sest märgistatud kalade teistkordsel väljapüüdmisel jääb teadmata, missuguseid teid mööda ta uude paika sattus.

VAIKSE OOKEANI KALAD KOLIVAD ATLANDI OOKEANI

Planktoni arenguks on eriline tähtsus vertikaalhoovustel, mis toovad merepõhjast anorgaanilisi toitaineid.

Seoses sellega võib meenutada ettepanekut „ümber künda" ja väetada merepõhja. Merepõhja paigutatud aatomiahi võiks vee soojendamisega tekitada või kiirendada vastuhoovusi. Kuid niisuguse ettepaneku väärtus on üsna kahtlane, sest seetõttu suureneks ookeani radioaktiivne saastumine, mille vastu tuleb just võidelda.

Merelahtedes ja -abajates võib väetada põhja fosfori, lämmastiku ja teiste elementidega. Siseveekogudes on kõige otstarbekam kasvatada karpkalu ja forelle.

Üleminekul kalajahist kalamajanditele väärib tähelepanu

Jacques Yves Cousteau ettepanek. Oma allvee-ekskursioonidel märkas ta, et uppunud laevade sisemus kubiseb kaladest. Sellega seoses soovitab ta ehitada plastmassist, tsemendist ja amortiseerunud laevadest „kalalatrid" (biotronid).

Praktikas on esialgu ellu viidud teine, niisama ebatavaline idee – kalade sihikindel ümberasustamine. Juba 1880. aastal asustati Atlandi noor heeringas Ameerika Ühendriikide lääneranniku le. 8 aasta pärast andsid võrgud esimesed 50 tonni heeringat. Nüüd püütakse neis vetes iga aasta 2000 tonni heeringat.

Seda ideed arendasid edasi nõukogude okeanoloogid, kes teevad suurt tööd mereorganismide ümberasustamisel. 1960. aastal õnnestus neil lennukil TU-104 saata Kamtšatka krabide elusad eksemplarid Barentsi merre. Varajasematel transpordivahenditel ei õnnestunud krabisid elusalt kohale toimetada.

1956. aastal vedas Keskaklimatiseerimisjaam viljastatud gorbuušamarja Sahhalini saarelt Koola poolsaarele. Algul jäid 3–4-kuused maimud kalasumpadesse. Seejärel lasti nad Valgesse ja Barentsi merre suubuvaisse jõgedesse. Ja juba 1960. aasta suvel püüti neis Euroopa meredes esimesed kümned tuhanded täiskasvanud gorbuušad.

Edust tiivustatuna kavatsevad eriteadlased nüüd asustada Atlandi ookeani ümber Vaikses ookeanis elutsevaid terpuuge (tursaliste liik), kes paljunevad peamiselt talvel.

MERI DESINFITSEERITAKSE

„Kalade haigla". Niisugune silt võiks rippuda Berliini Kalandusinstituudi patoloogiaosakonna uksel. Ja kui keegi tutvub selle asutuse poolt välja antava kalandusajakirjaga, siis on ta veendunud, et tema ees on haigestunud karpkalade meditsiiniline teatmik.

Liialdatud hoolitsus? Mehhiko lahes või India ookeani Araabia vetes tohutu hulga kalade hukkumise pealtnägijad on teistsugusel arvamusel. Nemad on seisukohal, et me teame veel liiga vähe nende soomustega kaetud olendite haigusetekitajatest. Nii näiteks hävitas nakkuslik kõhuvesitõbi mõne aastaga 40% kõigist Saksa DV tiikides kasvatatavaist karpkaladest. Niisama palju šansse nakatuda on ka merekaladel. 1947. aasta augustis paiskasid merelained kõigest mõne päevaga Florida rannale 100 kilomeetri pikkuselt üle miljoni tonni kalakorjuseid. Mehhiko lahe muidu heleroheliselt läiklev vesi muutus haisvaks punakaspruuniks leemeks. 1957. aasta sügisel ja 1959. aasta oktoobris kordus see tragöödia samas piirkonnas.

Mis siis juhtus? Paar päeva enne seda muutsid tugevad vihmasajud lahte suubuvad jõed sogasteks, suure savi- ja fosforisisaldusega jugadeks. Selles keskkonnas paljunesid tohutu kiirusega ainuraksed viburloomad *(Gymnodinium brevis)*. Kuid särgedele, meripoisuritele ja teistele lahe elanikele mõjusid surmavalt mitte need ainuraksed ise, vaid nende limased eritised. Mürgituse algstaadiumis tantsivad kalad veidralt, kusjuures nad üha kiiremini ümber oma telje pöörlevad, kuni kuraaretaoline lima neid täielikult halvab.

Mere bioloogid arvavad, et niisugustel puhkudel on tarvis õigeaegselt, enne kui nakkus täielikult levib, desinfitseerida vesi vaskvitrioliga.

KAKS KOLMANDIKKU PÜÜGIST HÕLMAB KÕIGEST VIIT KALADE SUGUKONDA

Kaks kolmandikku maailma kalapüügist hõlmab kõigest viit kalade sugukonda: lõhilased, heeringlased (sealhulgas sardiinid ja kilud), tursklased (kaasa arvatud kabeljoo ja läänemere tursk), samuti ka makrelllased ja tuunid. Ülejäänud kolmandik koosneb 25 kalaliigist. Ookeanis elutsevast 16 000 kalaliigist satub taldrikule kõigest 30.

Ons kalur selles süüdi? Vaevalt. Tema toimetab kaldale selle, mis temalt on tellitud. Kõik ülejäänu visatakse üle parda või töödeldakse kalajahuks. Selles, et tänapäeval satub turule väike osa kalast, pealegi veel piiratud valikus, on suurel määral süüdi tarbija.

Kala on kiiresti riknev produkt. Seda teadsid juba muistse Mehhiko valitsejad, kes enne maa vallutamist hispaanlaste poolt lasksid endale värsket kala Mehhiko lahest kohale toimetada teatejooksjate poolt.

Külmutustehnika ja transpordivahendite motoriseerimise ajastul pole enam tarvis kiirjooksjaid. Kuid kala teateviisiline kohaletoimetamine, kui me teda laiemalt turustada tahame, on vajalik ka praegu. Ei piisa sellest, kui me kala hoiame riknemise eest, paigutades ta reisi ajal külmutitesse. Niisama tähtis on, et külmutusprotsess oleks pidev kuni viimase kaubapunktini.

Nendest tingimustest kinnipidamisel ei saa isegi kõrge elatustasemega maades vaadelda kõige odavamat ja kasulikumat toitu – kala – kui kehva inimese liha, kui vaeste toitu. Elanikkond peab olema valmis ostma uusi, seni kasutamata kalasorte.

Selles suhtes võivad norralased ja inglased olla Euroopa maade rahvastele eeskujuks. Mõlemad rahvad on suurimad kalatarbijad arvestatuna iga elaniku kohta.

Niisama raske on kujutleda inglase hommikueinet ilma kalaroata nagu tema lõunaoodet ilma kaerahelbesupi ja teeta.

Saksamaal oli kunagi „Helgolandi leib“, mis oli valmistatud kuivatatud tursapeadest, jahust ja kruupidest, asjatundjatele maiuspalaks. Teine hõrgutis valmistati siirupiga ülevalatud kabeljoomagudest. Nüüd meie kokaraamatutes selliseid roogi enam ei meenutata.

Õnneks on viimasel aastakümnel märgatavalt tõusnud nõudmine mõnede varem ebapopulaarsete kalaliikide järele. Nüüd peab koduperenaine maitsvaks kalaks 1000–3000 meetri sügavuses elunevat meriahvenat, ehkki paljusid ostjaid võivad eemale peletada tema raskesti roogitav soomus ja ohtlikud luuogad. Ent veel möödunud sajandi lõpul põlgasid ostjad seda toitvat ja maitsvat kala.

Mõnd aega süüakse suurel hulgal ka railiha. Raipüük Põhja-Euroopa meredes on, tõsi küll, kõigest 22 000 tonni. Sellest satub Saksa turule kõigest 366 tonni, kuigi emasrai lihal on meeldiv maitse. Rai sitkest nahast võib valmistada pooltaldu.

INIMESED SÖÖVAD ROHKEM HAISID KUI HAID INIMESI

Isegi hai on lakanud olemast salapärane tundmatu meie köögis, ehkki ostjate psühholoogiat arvestades müüakse temast valmistatud kalatooteid teiste nimede all. Nõudmine selle meremeeste poolt nõnda vihatud röövkala järele on tugevasti kasvanud. Rohkem kui 150 hailiigist on praegu kalatööstuses tähtsad vaid üksikud liigid. Neist esineb põhjapoolsetes vetes 20, enamasti süütut hailiiki.

Haiuimedest roogi peetakse Hiinas juba ammust ajast delikatessiks. Meie laiuskraadidel püütakse ja kasutatakse peamiselt heeringahaid, kelle liha meenutab maitselt vasikaliha. Heeringahai on meie põhiline kalakotlettidega varustaja. Kui värskeltkülmutatud hailiha isuäratavalt praadida, nii et tekiks krõbe kuldpruun koorik, ja serveerida lauale sidrunilõikude ja rohelise salatiga, on see tõeline „jumalate toit“.

Peale heeringahaide satub meie taldrikutele ka ogahai. Suitsutamisel lõigatakse tema kõhu tükid spiraalseteks, torrukeeratud ribadeks. Koduperenaised ostavad neid hiljem „Schilleri lokkide“ poeetilise nime all. Marineeritud „Meriangerjas“ on samuti valmistatud hailihast. Mitmetonnised, planktonitoidulised, hiiglaslikud vaalhaid tulevad

müügile ainult suitsutatult. Niisugust hiiglast on raske püüda, sest ta keeldub mistahes peibutisest.

Kuubas püütakse iga aasta üle 10 000 hai. Nende liha töödeldakse kalajahuks, nahk aga pargitakse.

Haide kasutamine söögiks on suur edusamm. Kuna haid elunevad ookeanis säärasel hulgal, mis märksa ületab maakera elanikkonna, on seega avastatud uued märgatavad merevalgu varud.

Seevastu tuunikalad satuvad meie taldrikutesse harvemini. See olukord muutub, niipea kui kaugsõitu lähevad ujuvad kalakonservitehased. Juba foiniiklased panid Hispaania rannikul välja suured, üksikutesse kambritesse jaotatud võrgud, nagu seda praegu tehakse Vahemeres. Aristoteles kirjutas, et tuunikalad on alati pöördunud kalda poole parema silmaga, s. o. ujuvad alati vastupäeva. Ta arvas, et tuuni vasak silm ei näe. Kõige maitsvam on selle kala kõhu valge mahlakas liha. Tuun tuleb kohe pärast tema püüdmist töödelda külmutamise või konservimise teel, sest tema liha rikneb ruttu ja võib põhjustada raskeid haigusi.

KREVETTIDE JA MOLLUSKITE PARADIIS

Peale kalade leidub mere varasalvedes ka teisi oivalisi toiduobjekte: krevette, vähke, krabisid ja molluskeid. Meres elab igas suuruses koorikloomi, alates palja silmaga nähtamatutest planktonivähkidest ja lõpetades kahe suure vähi – homaari ja langustiga.

Tohutust vähkide ja molluskite rikkusest võtab inimene alles esimest proovi. See on tingitud sellest, et kõige nõutavamate ja maitsvamate vähkide, nagu homaaride ja langustide püük on väga keeruline ja sellepärast on nad suhteliselt kallid. Sõrgadega delikatessloomade püüdmiseks panevad kalurid merepõhja omapärased „rotilõksud", mille asukoht tähistatakse ujukiga. Need püünised kujutavad endast silindrilisi korve, mille sees on kalatükike. Langust või krabi võib siseneda sellesse korvi, kuid välja sealt enam ei pääse.

Ühe kaatrireisi ajal ei jõua üles seada üle 100 püünise, millega saadakse mitte üle 40–50 looma. Ilmselt muutub olukord alles pärast seda, kui algab nende loomade süstemaatiline kasvatamine ja aretamine merefarmides.

Veel vähem on tunnustust leidnud saksa menüüs molluskid – ainsad mereloomad, keda süüakse elusalt. Meie esivanemad neelasid kiviajal molluskeid tohutul hulgal. Molluskid olid nende igapäevaseks valgutoiduks. Me teame seda sellepärast, et mõnedes paikades Balti mere rannikul on sete-

tes leitud terveid virnu karpide kodasid, mis kujutavad endast kiviaegseid köögijäätmeid. Inimesed istusid juba 15 000–30 000 aastat tagasi merelaua taha. Tõsi küll, tollal oskasid nad ainult rannal molluskeid korjata; õng ja võrk polnud veel leiutatud. Niisugustes maades nagu Prantsusmaa, Portugal ja Hispaania, on molluskid ka tänapäeval niisama nõutavad. Hinnalt odavad portugali austrid on kohustuslikuks suupisteks iga lõunasöögi juurde.

Põhja- ja Läänemeres austreid ei ole. Endistel Põhjamere madalail on austrid röövpüügi ja haiguste tõttu välja surnud. Sestsaadik elavad seal tumedad rannakarbid, kelle väiksemaid esindajaid kohtab ka Läänemeres.

Mõõna ajal paljastuv Põhjamere rand on üleni kaetud rannakarpidega, kusjuures teinekord on neid ruutmeetril kuni 50 kilogrammi. Karbimadalaid on kohati kuni 190 hektarilisel maa-alal.

Usaldusväärsete hinnangute järgi võib üksnes Ida-Friisi madalal iga aasta püüda 100 000 tonni seda liiki karpe.

Mõõna ajal hangutakse saak korvidesse. Kaugemalasuvad karbimadalad kammitakse läbi põhjatraalidega või kasutatakse laevadel paiknevaid imiseadmeid. Söödavate molluskite massiline ja kiire levik seletub nende paljunemisvõimega. Kaks-kolm korda aastas muneb emane 10 miljonit, üksikuil juhtudel isegi 20 miljonit muna.

Teiseks suureks ookeani toidureserviks on tohutul hulgal esinevad peajalgsed (kalmaarid). Peajalgsed molluskid on maitsev ja odav toit, mis on leidnud tunnustust mitte ainult Vaikse ookeani ranniku elanike juures. Itaalia menüüs sisaldub samuti see inetu, kuid maitsev mereelanik, kelle väljasurnud esivanematest jutustatakse jubedaid lugusid.

Saksa randadele ei ole peajalgsed molluskid veel tunginud. Kui nad aga meie kalurite võrkudesse satuvad, siis visatakse nad eemaletõukava välimuse tõttu üle parda.

KALA AITAB HOIDA SALEDAT JOONT

Merekaladest toidud pole üksnes valgurikkad, vaid ka kergesti omastatavad. Kalas sisalduv letsitiin on oivaliseks ajutoiduks, sellal kui jood väldib struuma tekkimist. Kaladieeti soovitatakse sapipõie ja maksa haigestumise, närvihaiguste, suhkurtõve, podagra ja rasvumise puhul. Nagu teada aitab kala tarvitamine säilitada head figuuri. Et kalas on rohkem vett kui loomalihas, tuleb teda süüa korraga suurem portsjon. Kõigi kokakunsti reeglite kohaselt valmistatud isuäratav kala on maitsev ja ökonoomne roog. Mõnikord esineb veel

kalarasva väärtuse mittemõistmist. See rasv on niisama kasulik kui kalavalk, sest selles on palju organismile vajalikke küllastumata rasvhappeid. Niisuguseid happeid meie kehas ei toodeta ja sellepärast tuleb nad viia organismi väljastpoolt.

Eriti palju rasva on heeringas ja küünalkalas. Viimane sisaldab nii palju rasva, et Ameerika Vaikse ookeani rannikuelanikud seda kuivatavad ja hiljem küünaldeks kasutavad. Norras ja Šotimaal töödeldakse kalarasv margariiniks.

Kõigile neile kalaroogade eelistele tuleb veel lisada kõrge vitamiinisisaldus. Heeringa lihas on palju A- ja D-vitamiini, samuti ka suurt toiteväärtust omavaid mineraalsooli ja mikroelemente. Terves heeringas on niisama palju D-vitamiini, kui seda sisaldab lusikatäis kalarasva.

Meri annab meile ka ravimeid. Nii näiteks saadakse tursamaksast F-vitamiini, merikassi maksast aga valmistatakse rasva, mida kasutatakse ravimina reumatismi ja näärmehaiguste puhul. Ilmselt ei tea kõik, et algselt saadi suhkurtõve ravimisel vajalikku insuliini ainult tursa kõhunäärmest – 1000 kilogrammist kalast saadi 10 grammi insuliini.

On täiesti võimalik, et ookeaniapteegis leitakse lõpuks vähivastane vahend, mis võimaldab inimestel vabaneda sellest kõige rohkem inimelusid röövivast haigusest. Maailmameres on leidnud endale varjupaiga umbes 300 mitmesugust mürgist kala, kelle eritisi käesoleval ajal uuritakse farmaatsiatööstuses, et kasutada neid ravi otstarbel. Mõnedest meripuradest saadakse üsna väärtuslikku ainet, mis süstimisel pidurdab rakkude jagunemist. Sellepärast pole kaugel aeg, kus see ravimpreparaat, mida nimetatakse holoturiiniks, võtab käsile vähirakud. Kahjuks on praegu tema meditsiiniline kasutamine piiratud, sest holoturiin on tugev mürk, mis põhjustab närvisüsteemi haigestumist.

Mõnedest käsnaliikidest eraldatakse antibiootikume, Jaapanis pruunvetikaist saadud algiin aga osutus kõlblikuks vereplasma asendajana.

Mereapteek varjab veel palju üllatusi. Tuleb ainult kannatamatult oodata, millal neid inimestele pakutakse.

MEIE KALAÕNG ULATUB LABRADORINI

Saksa Demokraatliku Vabariigi moodustamise esimestest päevadest peale pöörab tema valitsus suurt tähelepanu merekalalaevastiku kasvule, hinnates õigesti kalasaaduste kasulikkust elanikkonna tervisele ning nende suurt osatähtsust üldistes toiduvarudes. Rakendatavate abinõude eesmärgiks

on tõsta Saksa DV-s iga-aastane kalatarbimine vähemalt samale tasemele nagu Inglismaal, kus iga elaniku kohta tuleb aastas 28 kilogrammi kalasaadusi. 1965. aastal tahetakse püüda 220 000 tonni kala. See tähendab, et kala tarbimine iga elaniku kohta kasvab 14,8 kilogrammilt 1960. aastal 18 kilogrammile. Et enne 1945. aastat paiknesid merekalapüügi ja kalatöötlemise keskused Saksamaal peamiselt Põhjamere rannikul, on nüüd vaja esmajoones luua tingimused kalapüügiks ja -töötlemiseks Läänemerel. Kalakombinaate Sassnitzis ja Rostockis laiendatakse. Kutrid ja traalerid tulevad natsionaliseeritud laevatehastest.

1960. aasta suvel lugesid koduperenaised esmakordselt uue maksapasteedi karpidelt: „Valmistatud merel äsjapüütud kalade maksast". See kaup tuli Saksa DV kõige moodsamalt ja suuremalt kalapüügilaevalt, ujuvast kalakonservitehasest „Bertolt Brecht". See 97 meetri pikkune laev on esimene üheteistkümnest laevast, mis hakkavad kala püüdma Lääne-Aafrika, Kanada ja Newfoundlandi rannikul.

Võimas 3000-tonnise veeväljasurvega laev tuli 1960. aasta suvel tagasi Rostocki oma esimeselt 90 päeva kestnud reisilt. Peagi läks ta tagasi teisele reisile. Laeva pardal valmistavad 20 töölist külmutatud fileed, maksapasteeti, kalarasva ja kalajahu. Esmakordselt moodustavad naised suure osa meeskonnast. Nii tehti lõpp vanale meremeeste ebausule, et naine pardal pidavat tooma õnnetust.

1960. a. septembris läks Rostocki sadamast esimesele reisile Labradori piirkonda ujuv kalakonservitehas „Martin Andersen Nexö".

Et kalurite pingeline töö ei oleks asjatu, on tarvis organiseerida kalasaaduste operatiivne reklaam ja mitmesugune kalagastronoomia, sest rikkalik saak tuleb müüa kadudeta.

Väga aktuaalsed kõigile kokkadele on Jules Verne'i sõnad: „Nagu vanal Neptunil, söövad minu loomakarjad kartmatult ookeani avarail aasadel. See, mida te lihaks peate, on tegelikult merikilpkonna filee. Siin aga on mõned delfiinimaksad, mida te pidasite searaguuks. Minu kokk on hea konserveerija, kes oskab ookeani saadusi suurepäraselt säilitada. Maitske kõiki neid toite. Siin on meripurakonserv, mida iga malailane peaks parimaks maailmas, see koor seal on saadud vaalaliste nisadest lüpstud piimast, siin on aga Põhjamere pruunvetikaist valmistatud suhkur. Lõpuks lubage teile pakkuda merianemoonikeedist, mis sugugi ei jää maha ka kõige mahlakamatest puuviljadest keedetud moosist."

Seni pole veel kõik vääriliselt hinnanud kalades sisalduvaid aromaatseid aineid; nad annavad kalaroogadele omapärase aroomi. Kalade sisikonna maitseomadused ilmnevad

täielikult alles vürtsitatud kalaraguus. Selle lõuna-prantsuse roa valmistamisel lõigatakse kalal kõht lõhki ning visatakse kala rappimata kujul kastrulisse; pea, silmad, ajud ja sisikond annavad talle maitsevarjundid, mis on alati asjatundjaid vaimustanud. Kalatööstuses ja kodumajapidamises visatakse need osad kalast alati minema, ehkki juba muistsel ajal valmistati käärinud kalasisikondadest väga hinnatud vürtsi garumit. Kalasisikonnad annavad nüüdki peent aroomi koliosest – ühest makrellilisest valmistatud türgi konservidele.

Kui kalade vürtsivad maitseained valmistavad meile mõnu, siis seda ei saa kahjuks ütelda nende ainete kohta, mis annavad kalasaadustele ebameeldiva spetsiifilise lõhna. Need ained on klupanodonhappe derivaadid. Et suurendada kala turustamist, on eriti tähtis jälgida kõigi kalamüügipunktide puhtust. On tarvis, et kalasaadused näeksid välja isuäratavad ega lõhnaks traani järele. Selleks on loodud erivahendid. Kalarasvast margariini valmistamisel kõrvaldatakse ebameeldiv lõhn ja maitse vesiniku lisamisega, mida on pealegi vaja rasva tahkeks muutmiseks.

Meri varustab gastronoomiat oma kallite suupistete: homaaride, austrite, tuurade, beluugade, sterletite ja kilpkonnalihaga. Kuid mitte see ei ole mere kasutuselevõtmise eesmärk; peamine ülesanne on tõsta mere osatähtsust, pidades silmas valgupuudust, mille all kannatab vähemalt pool inimkonda ja miljonid inimesed surevad iga aasta näljasurma.

Ka see eesmärk on saavutatav; püütakse ju lõunapoolkeral kõigest 2% kalasaagist, ehkki siin on veepindala poole suurem kui põhjapoolkeral. 1947. aastal veendusid Thor Heyerdahl ja tema kaaslased vapral parvereisil Peruust Polüneesiasse, kui rikkalikult esineb kalu just selles tohutus laevateedest eemalasuvas Vaikse ookeani piirkonnas. Kogu reisi ajal toitusid nad peamiselt kalast, keda nad püüdsid kõigil laiuskraadidel ja kes isegi parvele hüppas.

JUURTE JA VARRETA KÕRSVILI

MEIE PLANEEDI SUURIM VILJASALV PEITUB VEE ALL

Monotoonselt pekslesid lained vastu lahtedest lõhestatud alamsiluri mere randa. Paikkond oli surnud ja troostitu: ei ühtki puud ega põõsast, ei ühtki rohukõrt. Ookeanis aga kihas juba elu. Heldelt paiskas meri oma ande kaldale. Need olid veidrad vähid, suured molluskid, kaheksajalad, ammoniidid, vetikad. Ent kõik, mis kaotas eluks vajaliku niiskuse, hukkus kiiresti. Näis, et mereelanike katsed veest välja ronida ja võõra maismaaeluga kohastuda olid määratud nurjumisele.

Ent kord juhtus uskumatu lugu: üks kaldale paisatud rohevetikas suutis alles jääda ja kohastuda hoopis teistsuguste ümbritsevate tingimustega. Tõsi küll, mitme põlve jooksul elas ta loodete vööndis ning sai teatud ettevalmistuse uuteks elutingimusteks.

See taim sai emaks kogu haljale klorofüllirüüle, mis koosneb arvukatest, praegu maismaad asustavatest taimeliikidest. Temast on saanud alguse ka mitmesugused kõrsviljasordid, mis annavad leiba tuhandetele inimpõlvedele.

Ja nüüd, 500 miljonit aastat hiljem, hakkab endale teed rajama niisama ebatavaline protsess, mis saavutab oma õitsengu mõnekümne või mõnesaja aasta pärast: kauges tulevikus satub maakera elanikkond, kelle arv üha lühemate ajavahemike jooksul kahekordistub, jälle sõltuvusse sellestsamast iidsest merefloorast, mis kord kinkis elu maismaale.

Et katta kiiresti kasvavat toiduvajadust, hakatakse kasvatama niisuguseid taimi, mis annavad aastas mitte ühe, vaid tuhandeid saake; nii suuri vajadusi võivad rahuldada ainult vetikad – tulevased varreta, lehtedeta ja juurteta kõrsviljad. Nad koosnevad ainult rakuniitidest ja võivad elada niihästi soolases ja magevees kui ka niiskes mullas. Kõige produktiivsemad ja perspektiivsemad on mikrovetikad, neist aga nn. klorella, mis kuulub rohevetikate hulka.

Tema suure produktiivsuse tingib kiire kasv, mis toimub lihtsa rakkude jagunemise teel. Ühest vetikast moodustuvad kaks, kahest neli, neljast kaheksa vetikat jne. 24 tunniga võib ta soodsates tingimustes paljuneda kaheksakordselt.

Klorellal ja teistel mikrovetikatel on nii üllatav viljakus, sest nad kasutavad oma väikeste keemiavabrikute jaoks ära 2,5% neile langevaist päikesekiirtest, see aga on kümme korda rohkem kui omastab nisu, võttes arvesse tema mullas viibimise perioodi.

Veetaimede paljunemist looduslikes tingimustes soodustab ka asjaolu, et ookeanis on peaaegu 50 korda rohkem vaba süsihappegaasi kui atmosfääris, sest atmosfääri süsihappegaasi lahustuvus on väga suur. Peale selle on merevees lahustunud suured hulgad karbonaate. Süsinik on kõige tähtsam aineline eeldus orgaanilise aine sünteesimiseks.

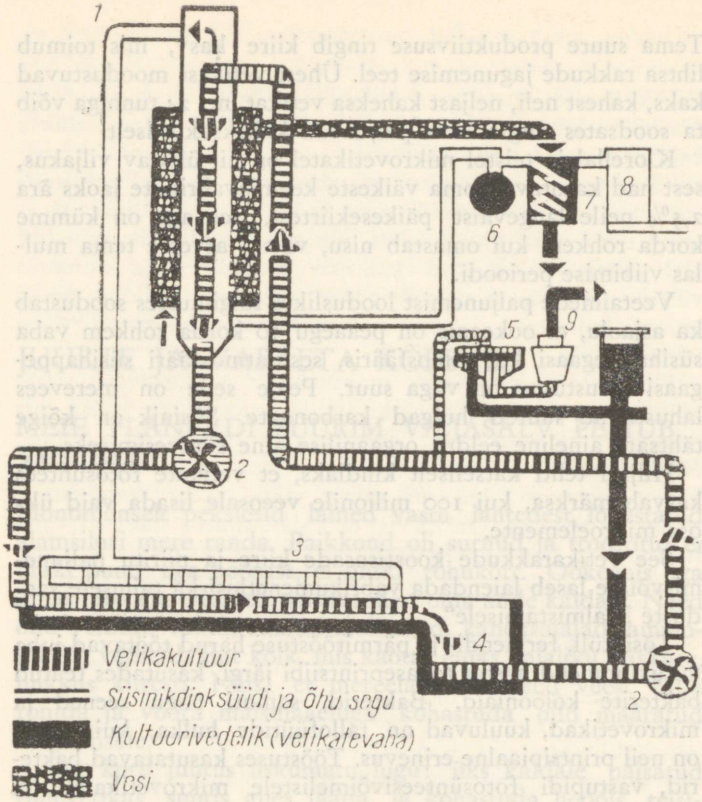
Hiljuti tehti katseliselt kindlaks, et vetikate fotosüntees kasvab märksa, kui 100 miljonile veeosale lisada vaid üks osa mikroelemente.

See vetikarakkude koostisosade kiire ja piiritu paljunemisvõime laseb laiendada vabrikumenetlusi ka taimsete saaduste „valmistamisele".

Tõsi küll, fermendi- ja pärmitööstuse harud töötavad juba mitukümmend aastat tehaseprintsiibi järgi, kasutades teatud bakterite kolooniaid. Bakterid, samuti nagu seened ja mikrovetikad, kuuluvad nn. tallofüütide hulka, kuid siiski on neil printsipiaalne erinevus. Tööstuses kasutatavad bakterid, vastupidi fotosünteesivõimelistele mikrovetikatele, ei suuda luua anorgaanilistest ainetest orgaanilist ainet. Nad vaid muudavad juba olemasolevad orgaanilised ained teisteks orgaanilisteks aineteks.

PROFESSOR TAMIYA ÜTLEB: „PÕLLUMAJANDUSE TULEVIK ON VETIKAD"

Suur oli kahe botaaniku üllatus, kui pärast rikkalikku maitsvat lõunasööki majaperemees professor Tamiya ütles neile, et kõik road olid valmistatud meresaadustest. Koogid, leib, köögivili, kastmed, jäätis ja joogid – kõik olid tehtud vetikatest. Seejärel juhatas jaapani teadlane oma külalised aeda, kus kasvuhoonet meenutavas paviljonis võisid nad heita pilku toiduainetetööstuse tulevikku. Jaapani vetikateadlane konstrueeris toiduainete saamiseks suure, vabrikuprintsiibil töötava tehaseseadme, mis kasutab ära klorella kiire paljunemisvõime. Algul paigutatakse 0,002–0,01 mm suurustest vabalt ujuvatest taimedest koosnev kultuur tehisvalgustuse alla, mille intensiivsus muutub.



Joon. 14. Professor H. Tamiya vetikavabrik.
1 – ülevoolutoru; *2* – pump; *3* – läbivooluanum; *4* – kogumisnõu; *5* – tsentrifuug; *6* – kompressor; *7* – süsinikdioksiidi generaator; *8* – gaasipõleti süsinikdioksiidi saamiseks; *9* – segamisnõu.

Edasi satuvad need vetikad aeglasse voolu, mis sisaldab toitesooli ning süsihappegaasi. Viimasel etapil toimub kasvatatud orgaanilise aine saagi pidev koristamine, kusjuures vetikate saak, vastupidiselt põllumajanduslike taimede saagile, laekub kadudeta.

Nii valmistati ette üleminek suurt ajakulu ja territooriumi nõudvate põllumajanduslike taimede kasvatamise vanadelt meetoditelt tööstusliku seeriatoodangu väljalaskmisele väikese aja- ja ruumikuluga. Klorellad sünteesivad niisama kiiresti kui keemiatööstus, ainult selle vahega, et nad ei vaja suurt energiakulu. Pole tarvis ka sääraseid abinõusid, mis on vajalikud põllumajanduslike kultuurtaimede kasvatamiseks, nagu mulla väetamine, külvide harimine ja kahjurite vastu

võitlemine. Vetikad vajavad vaid päikest või rikkalikku tehisvalgustust ja süsihappegaasi. Klorella tööstuslikul kasvatamisel kunstlikes ehitistes tekib nende tööstuslike gaasijäätmete tarbija, mis praegu täiesti tulutult atmosfääri paisatakse. Ei tekita erilisi raskusi juhtida süsihappegaasi torujuhtmete süsteemi kaudu vetikavabrikute juurde.

Peale kirjeldatud seadme eksisteerivad Jaapani merelahtedes juba mitu aastat farmid, kus kasvatatakse toiduainete saamiseks mageveevetikaid, mis oma maitselt meenutavad klorellat. Niisugused vetikad kinnitatakse tugede külge, rajades vees suurtest kividest või bambuskeppidest peenraid.

Niisutatavail maadel kasvatatud vetikad sisaldavad 40% valku, 20% rasva ja rasvühendeid, 30% süsivesikuid ja 10% mineraalsooli. Lisavalgustusega õnnestub valgusisaldust tõsta isegi 60 protsendini. Valk sisaldab kõiki organismile vajalikke aminohappeid. Seega on klorella omamoodi vääristatud mere sojauba.

Vetikatest saadavatel rasvadel on suur toiteväärtus, sest neis on palju küllastumata rasvhappeid.

Märgiti veel, et klorella saagikus sõltub valgustuse iseloomust. Vastavate eksperimentidega õnnestus kindlaks teha, et tehisvalgustuse ühtlane intensiivsus mõjub taimede kasvule ebasoodsalt. Sellepärast on tarvis hoolitseda, et vetikate kasvatamise seadmetes muutuks valgustuse intensiivsus samuti



Joon. 15. Taimetrepp mandrinõlval. (Vasakul sügavuste skaala.)
1 – põisadru; 2 – *Laminaria digitata;* 3 – *alaaria;* 4 – *Laminaria saccharina;* 5 – *Laminaria hyperborea;* 6 – *Macrocystis;* 7 – *Nereocystis.*

nagu looduses, kus päeva asendab öö. Kvaliteetset valku saadakse ka teisest üherakulisest vetikast – *Scenedesmus obliquus*. Kuivatatud klorella söötmine loomadele kontsentreeritud söötade lisandina näitas vetikate valgu eeliseid võrreldes sama hulga lutserni lisamisega.

Praegusel ajal on teada 20 000 vetikaliiki. Ent ometi kasutatakse rahvamajanduses vaid tühist osa neist. Vetikas *Macrocystis* kasvab üle 100 meetri pikaks ja üks taim kaalub 100 kilogrammi ning rohkemgi. Seda vetikat ei esine igal pool, mis aga sugugi ei välista võimalust teda teistele mandrinõlvadele ümber asustada. Seevastu on 1–1,5 meetri pikkused *Laminaria digitata* ja *Laminaria hyperborea*, samuti *Ascophyllum nodosum* rohkem levinud, ehkki neid esineb Saksa DV vetes niisama harva kui laminaare. Viimased asustavad Põhja- ja Läänemerd ainult seal, kus nad võivad oma harulise alaosaga kaljude või kivide külge kinnituda. Läänemeres on ülekaalus väikesed saag- ja põisadrud.

FRANKFURDI RAJOON VÕIB KATTA MAAILMA VALGUVAJADUSE

Mikrovetikate väärtuslikud omadused kindlustavad neile erilise koha toiduainetetööstuses. Nad annavad kuus korda rohkem rasva ühiku kohta kui kõige õlirikkamad sojataimed. Veel suurem on valgusaagis. Klorella kasvatamisel niisutataval maa-alal, mis oma pindalalt võrdub Oderi ääres asuva Frankfurdi rajooniga, ja tema lisaväetamisel anorgaaniliste ainetega võiks katta kogu maailma 1957. aasta valguvajaduse. Need arvestused tegi vetikateadlane professor Harder.

Saksa DV-s kõlbavad vetikate kasvatamiseks madalad rannalahekesed, mida on külluses maa põhjaosas, samuti ka kunstlikult üleujutatud madalikud, mis ei kõlba kasutamiseks põllumajanduses.

Tõenäoliselt aitavad vetikad lahendada toitumisprobleemi ka kõrbes. Kui näiteks osa Sahaarast Vahemere vetega üle ujutada ja seal vetikaid kasvatada, siis pärast kunstliku veebasseini pikaldast kuivamist jääb järele savine, huumusrikas kiht, mis katab kõrbe viljatu liiva. Vastaval niisutamisel võib siin kasvatada maismaataimi.

Vetikate töötlemine toiduaineteks meenutab piimapulbri saamist. Algul vetikad veetustatakse. Edasi niiske vetikatemass pihustatakse. Seejärel eraldatakse kuivast massist rasvad, valk ja tärklis.

Vetikatest saadud rasval on toatemperatuuri juures vedela õli konsistents. Vesiniku lisamisega muudetakse ta tahkeks, maitsvaks, võid meenutavaks saaduseks.

Vetikavõi juurde serveeritakse vetikaleiba. 1938. aastal küpsetas Heinrich Lienau Islandil esmakordselt leiba vetikatest saadud jahust. 1954. aastal avas ta Hamburgis mereleiva pagaritöökoja. Pagaritooted küpsetati nisujahu ja Norra farmis kasvatatud pruunvetikaist saadud jahu segust.

Vetikajahu tuleb peatselt müügile samasuguses pakendis nagu nisujahu. Teda võivad koduperenaised kasutada kõigi jahutoitude, sealhulgas ka küpsiste valmistamiseks. Tõenäoliselt hakatakse vetikajahu müüma segatuna rukki- või nisujahuga. Vetikajahu on tarvis segada, sest ta sisaldab väga suure hulga mikroelemente ja vitamiine. Nende ainete liigne tarbimine on organismile kahjulik.

Vetikad sisaldavad tarretavaid ehk želeerivaid aineid hästituntud alginaatide näol. Manniit, laminariin, samuti ka seni veel vähe uuritud fukoidiin vastavad olulisel määral maismaataimede suhkrule. Jaapanis magustatakse suhkrurikaste vetikatega igapäevast riisi. Vetikasupp ja -kaste on Jaapanis tavaline toit.

Ameerika Ühendriikides lisatakse jäätisesse selle tardumise kiirendamiseks algiinhappe soola. Seda soola kasutatakse juba mitmeid aastaid ka teistes maades jäätise tootmisel. Vetikatest saadakse terve rida vahendeid kala konservimiseks, mis oma omadustelt ületavad tavalisi. Lõpuks töötlevad Ida- ja Kaug-Aasia elanikud juba palju sajandeid suuremaid vetikaid maitsvaks salatiks. Jaapani toiduainetetööstus toodab vetikaist puljongi- ja supikuubikuid. Vetikatest valmistatud jaapani NORI-leib sisaldab 70% rohkem rasva kui kõrsviljadest saadud jahust küpsetatud leib. Tšiilis, Peruus ja Boliivias on lešuba (kuivatatud merevetikas) kuivatatud kala kõrval rahvustoit; eskimod katavad oma C-vitamiini vajaduse merevetikate arvel. Mõnedel vetikatel on toiduõli maitse, teised meenutavad lillkapsast, kõrvitsat või pähklit. Tõsi küll, praegu on tuhandetest kasutamiskõlblikest vetikaliikidest kasutusel vaid 26. Tõenäoliselt hakatakse vetikatest toiduaineid, samuti nagu praegusi toiduaineid, lauale andma mitte toorel kujul, vaid vürtside ja lisanditega.

Toiteväärtuselt kujutavad isegi lihtsaimad mikrovetikatest jahutooted endast kontsentraate. Kuus vetikaleivakest võrduvad kalorsuselt liharoale kartuliga, sest nad sisaldavad mitte üksnes süsivesikuid, vaid ka valku ja rasva. Toiduainetetööstuse teaduslikud töötajad tegid kindlaks, et nel-

jast teelusikatäiest vetikajahust ja tassitäiest nisujahust valmisatud nuudliportsjon võrdub biifsteegiga.

Juba on töötatud välja vetikakookide retseptid. 8 teelusikatäit vetikajahu segatakse 4 tassitäie nisujahuga ja lisatakse sidrun. Vetikajahu tõstab valgusisaldust koogis 20% ja rasvasisaldust 75% võrra ning rikastab seda A- ja C-vitamiiniga.

KLORELLA – KOSMONAUTIDE TOIT

Mikrovetikate äärmiselt suur produktiivsus mitte ainult väldib toidupuuduse ohu Maal, vaid teeb ka suure teene kosmonautidele. Kaugetele kosmosereisidele ei saa kaasa võtta tavalisi toiduaineid, sest selleks ei jätku laeval ruumi. Tuubides toitu, mida kasutas Gagarin oma maailma esimesel kosmoselennul, antakse mitu aastat kestvail kaugreisidel välja ainult „pühapäeviti".

Kosmonaudi menüüs on tähtsal kohal klorella, mis samaaegselt kaitseb teda lämbumise eest, sest ta lagundab väljahingatavat süsihappegaasi tema koostiosadeks ja uuendab seega pidevalt hapnikusisaldust kabiinis. Teoreetiliselt piisab võrdlemisi väikesest vetikavarust, et kindlustada inimene hapnikuga. Ka suurel kosmoselaeval Maa, mis kihutab maailmaruumis kiirusega 30 km/sek. ja mille reisijaiks oleme me kõik, annavad meile hingamiseks vajalikku hapnikku eelkõige merevetikad, sest just nemad toodavad 90% kogu hapnikust. Teine süsihappegaasi koostisosa – süsinik – on vetikatele toiduks ja nad muundavad ta niisugusteks orgaanilisteks ühenditeks nagu rasvad, valk ja tärklis.

Meie planeedil on kõigis merelahtedes ja viljatuil maismaaosadel ideaalsed võimalused vetikate kasvatamiseks. Kuiva kivipinnasega rajoonides, näiteks Iisraelis, samuti ka steppides ja kõrbetes asendavad tehismered sealse karjamaapuuduse, sest vetikatest võib saada suurepärast kontsentreeritud sööta.

Juba praegu ei tarvitseks India ja Kagu-Aasia elanikel karta riisiikaldust, kui Siiami lahes ja Lõuna-Hiina meres – see aga on maailma suurim madalveeala maailmas – kasvatatakse vetikaid.

Gross-Lüsewitzi Taimekasvatuse Instituudi direktori professor Schicki 1959. aasta ettekandes instituudi 40. aastapäeva puhul sisaldub niisugune tähelepanuväärne fraas: „Vetikatest kuivhaljassööda tootmine kasvab niisugusel määral, et haljassöötade edasine tootmine põllumajanduses ei ole otstarbekas."

Automaatniidumasina teravad hambad lõikavad ühtlaselt haljaid varsi. Kuid see on isemoodi heinategu. See toimub mitte niidul, vaid Valge mere põhjas ranna lähedal. Merekalamajanduse ja Okeanograafia Polaarinstituudi töötajad konstrueerisid selle üsna omapärase niidumasina vetikasaagi koristamiseks. Ka Ameerika Ühendriikide idarannikul lasti vette laev, mis on määratud vetikasaagi koristamiseks; selle laeva konveierid tõstavad hiidvetika *Macrocystis*'e laeva pardale. Nõukogude Liidu polaaraladel paiknevais põllumajandusrajoonides kasutatakse laialdaselt sööta, mis 80% ulatuses koosneb merevetikaist. Seda sööta nimetatakse „põhjamaa kontsentraadiks". Šoti- ja Iirimaal söödab enamik talupoegi juba XVIII sajandist alates loomadele värskeid merevetikaid.

Üha kasvavat tähtsust omandab jahu, mida saadakse vetikaist *Ascophyllum nodosum;* nad tõstavad lehmade piimaandi ja kanade munatoodangut.

Enne kui inimene hakkab vetikaid vahetult kasutama, peab ta need taimed proovile panema, lastes nad eelnevalt läbi loomade kõhtude.

Teine tähtis söödaallikas on kalajahu, mis sisaldab kergesti omastatavat valku ja teisi komponente ning mõjub soodsalt loomade produktiivsusele.

„SANTA MARIA“ LOGIRAAMAT ON JÄLLE AKTUAALNE

TULEVIKU RAHVAMAJANDUSE TOORAINEPARADIIS

1492. a. vaiksel septembripäeval, kui „Santa Maria“ 200 miili lääne pool Assoori saari sõna otseses mõttes Atlandi ookeani kündis, tegi tema kapten Christoph Kolumbus sissekande logiraamatusse, mis on koopiate näol osaliselt säilinud meie ajani: „Meri on otsekui rohtu kasvanud.“

Christoph Kolumbus jõudis oma uute maade esmaavastajatega Sargasso mere „kasvuhooneteni“ ja leidis imestusega, et tema karavellid peaaegu ei liigu, sest neid hoiavad kinni veepinnale ulatuvad tihedad vetikadžunglid; näis, et nad sõitsid mööda tõelist heinamaad.

Kolumbuse eesmärk oli avastada maismaad, mitte merd. Sellepärast purjetas ta edasi, mõtlemata selle halja mereaarde väärtusele. Alles meie ajal tehti kindlaks, et Sargasso meri sisaldab loendamatuid tselluloosivarusid. Seniajani polnud veel ühelgi inimesel õnnestunud tungida nendesse veealustesse kasvudesse, ei ole käinud seal ka tuukreid, sest need liaanitaolised, kümnete meetrite pikkused vetikad mässivad end hingamisvoolikute ja suruõhuballoonide ümber. Need džunglid on tulvil saladusi. On teada ainult, et pruunvetikad – „troopikaviinamarjad“, nagu neid vahel nimetatakse – on sattunud siia Lääne-India saarte ja Florida poolsaare kaljusest rannikupiirkonnast.

Tugevate tormidega kandusid suured hulgad neist vetikaist Golfi hoovusega ulgumerele ning sattusid poole aastaga Sargasso mere põhjaossa, mis oma territooriumilt võrdub peaaegu Ameerika Ühendriikide territooriumiga ning on Põhja-Atlandi ülejäänud osast ära lõigatud kõige suurema merehoovusega. Siia peaaegu ei tungi tuuled ning selle omapärase mere kohal püsib suurem osa aastast sinine taevas. Sellepärast on vesi siin suhteliselt soe. Sellele lisandub veel vee suur soolsus, sest Sargasso meri asetseb väga kaugel magevee juurdevoolust, s. o. jõesuudmetest ja polaarjääst.

Ehkki siin, Atlandi ookeani keskosas, kus sügavus on 3–5 kilomeetrit, kasvab tohutu hulk *Sargassum*-vetikaid, on see rajoon tervenisti taime- ja loomavaene. Kuid kõik, mis kord sellesse mereossa kandus, jääb siia pikaks ajaks, ja isegi pärast surma on ta vetikarägastikku siduvaks materjaliks. Ühe ruutkilomeetri merepinna kohta tuleb siin keskmiselt tonn kuni kaks *Sargassum*-vetikaid, kogu mere pinnal aga on umbes 12–15 miljonit tonni vetikaid.

Niisuguseid inimeste poolt senikasutamata tselluloosivarusid on ka Vaikse ookeani Ameerika rannikul, kus merepinna all Arktikast Kilpkonnalaheni kulgeb tohutu vetikate vöönd. Nad kasvavad kuni 30 meetri sügavuses ja nende varusid hinnatakse 30 miljonile tonnile. On avastatud veealused vetikatihnikud, mis paiknevad hiiglasuurtel aladel Peruu, Tšiili, Argentiina, Tasmaania ja Uus-Meremaa rannikul.

Selles rippuvas merelaanes kasvavad „puud", mille kõrgus märksa ületab mammutipuu oma. *Macrocystis*'e hiidvetikad on selles meredžunglis 180–300 meetri pikkused ja 1,2 meetri jämedused. Nende võimsatel võsudel – „lehtedel" – moodustavad sammalloomade kolooniad lameda mantli, mis meenutab härmatisekristalle külmunud aknal.

Macrocystis sisaldab vastupidiselt mere „sojaoale" või mere „kõrsviljale" vähe rasva ja valku, sest kogu tema jõud kulub tohutute tselluloosist koosnevate „varte-pilvelõhkujate" ehitamiseks. Mõõtmised näitasid, et üks Kalifornia rannikul levinud vetikas on kõige kiiremini kasvav taim maailmas. See hiidvetikas, mis kinnitub tugevasti merepõhja, kasvab päevas 50 sentimeetrit. Ta purustas bambuse rekordi; bambus kasvab ööpäevas umbes 30 sentimeetrit. Need tohutud tselluloosikogumid ootavad oma avastamist. Nende varusid esialgu alles „maitstakse". Ainult Ameerika Ühendriikide lääneranniku tegelevad erilaevad „metsavarumisega" neis merelaantes. Papi, paberi ja tekstiilikiu tootmiseks kõlbavad niisama hästi ka ookeanides levinud mitmed tillukeste pisivetikate liigid.

Tänapäeval toodetakse vetikatest algiinhapet ja nn. algiini, mida kasutatakse toiduainete-, tekstiili-, farmaatsia-, kosmeetika-, filmi- ja fototööstuses. Praegu toodetakse maailmas algiini kõigest 3000–4000 tonni aastas.

VETIKATEST JA BÜSSUSEST RÕIVAD

Vetikatest saadavad kiud on asendamatud pitside valmistamisel ja tikkimisel. Nad moodustavad nende peente toodete kanvaa.

Mere esimeseks panuseks rõivatootmisse olid molluskite kiud. Molluski, nagu ka ämbliku nääre eritab liimjaid, valgurikkaid kiude. Kui need kiud veest välja võtta, siis nad tahkuvad. Neist saab kududa ilusaid rohekaskuldseid siidsalle ja teisi rõivastusesemeid. See käsitöö õitses antiikajal, tänapäeval aga valmistatakse neist kiududest ainult suveniire. Seda toodet nimetatakse büssusriideks.

Tulevikus kasvab mere panus õmblustööstusse märksa. Jaapanlastel õnnestus juba tugevdada vetikate nõrku kiude. Keemiliselt ehituselt meenutavad nad staapelkiudu. Patenteeriti mitmed vahendid, mis vähendasid vetikakiudude suurt niiskusesisaldust ja kleepuvust, on töötatud välja meetodid, mis võimaldavad kalalihastest saadud valgu abil „elustada" kiude, s. o. muuta nad lambavilla sarnaseks.

Rakendatakse abinõusid, et leida ka teisi algiini kasutusviise, ja tõenäoliselt leitakse uusi ootamatuid lahendusi. Nende hulgas, kes alles hakkavad huvi tundma algiini vastu, on kummi-, paberi- ja lakivärvitööstus. Juba praegu laiub selle saaduse kasutusala verejooksu tõkestavaist vahenditest söödavate vorstinahkadeni, samuti vahenditeni, mis kaitsevad külmutatud kalasaadusi räästumise ja kuivamise eest. Norralased Olsen ja Helgerud soovitasid pakkida heeringafileed ja vürtsiheeringat algiinkelmesse, mis ei lase läbi õhku. Sellises pakendis võib kala säilitada värskena aastaid. Pealegi neelab kelme kalarasva ebameeldivat lõhna. Pektiini asendamine, kreemide kinnistamine, liim- ja emulsioonvärvide tihendamine, paberi- ja nahapinna vääristamine, sideaine keevituselektroodide juures, samuti ka lateksite vahu moodustamine – niisugused on algiini edasised rakendusalad. Kaltsiumi ja algiini alusel valmistatud vatt ületab oma kvaliteedilt tselluloosvati, sest ta kasvab haava servadesse, tekitamata komplikatsioone.

FOINIIKIA PURPURI MÕISTATUS

Foiniiklased, kes tegid esimese panuse mere vallutamisse, olid suurepärased laevaehitajad. Nad kuuluvad ka meremajanduse rajajate hulka. Nad ehitasid Tüürose (praeguse Liibanoni Suri) lähedale mere äärde esimese merevärvivabriku (selle varemed on säilinud senini). See seade kujutas endast ümmargusi, omavahel ühendatud kivibasseine,

mis meenutavad tänapäeva seadmeid magneesiumi tootmiseks mereveest, kuid on väiksemate mõõtmetega.

Purpurit saadi Tüüroses purpurtigudest.

Teod korjati meres korvidesse ning hõõruti kivibasseinides koos karpidega puruks. Enne purpurseks värvimist leotati villa lubjavees.

On jäänud saladuseks, mil viisil õnnestus foiniiklastel saada purpurteo mahlast 18 värvivarjundit, helepunasest kuni violetseni, ja kuidas nad oskasid anda purpurile peaaegu piiramatu püsivuse. See värv säilitab seniajani kirjeldamatu ehtsuse ja särab väljakaevamistel leitud antiiksetel drapeeringutel, mis on tuhat viissada aastat säilinud savinõudes. Valmistamisraskuste, imekauni värvuse ja hea püsivuse tõttu oli purpur väga kallis ning kättesaadav ainult rikastele inimestele. Tõelise purpuriga värvitud riide eest maksti muistses Roomas niisama palju kui tänapäeval karakullkasuka eest.

Merele peame me olema tänulikud ka selle eest, et meie paletil on olemas seepiavärv, mida saadakse peajalgsete tindipaunast. Tindipauna algul kuivatatakse, seejärel paigutatakse ta seebikivilahusesse, mis on meresoola saadus. Settinud värv segatakse kummiaraabikuga. Hiina tušši saadakse peajalgsete molluskite näärmete eritistest.

RÄNK AMET

Kreeka saarte Kalymnose, Nissirose, Hydza ja Aegina naised riputavad iga aasta aprillikuul oma kirjud kleidid kappi ega võta neid sealt välja septembrikuuni. Sel ajal lähevad nende mehed ohtlikule tööle – käsnapüügile Kürenaika piirkonda, sest Egeuse meres ei anna käsnapüük erilist tulu. Neilt reisidelt Vahemere vastaskaldale ei tule tagasi kaugeltki kõik.

Neli kilogrammi kaaluv kivi rinnal, sukelduvad ujujad 30–40 meetri sügavusse. 3–4 minuti jooksul, mis nad võivad kopsudes oleva hapniku varal vee all viibida, suudavad nad lahti lõigata kõige rohkem kaks käsna. Niisugust manöövrit tuleb kaheteisttunnise tööpäeva kestel korrata seni, kuni iga püüdja kohta koguneb kilogramm käsna (kuivkaalus).

Vaheaegadel tohib üksnes suitsetada, sest kõht peab olema kogu aeg tühi.

See, mida me tõeliseks käsnaks peame, on tegelikult ainult subtroopiliste merede rannavetes elava looma skelett. Käsn imeb pidevalt oma arvukate pooride kaudu vett, sest ta toitub vees lahustunud orgaanilistest ainetest.

Alles pärast seda, kui sültjas sisu on eemaldatud ning must käsn pleegitatud, omandab ta imekauni kollaka värvuse.

Juba möödunud sajandi lõpust alates ei rahuldutud enam juhusliku saagiga. Käsnu hakati kasvatama Florida, Honduurase ja Bahama rannikul. Selleks lõigatakse käsnade täiskasvanud eksemplarid 20–30 tükiks, kinnitatakse niisama suure hulga kivide külge ning lastakse uuesti vette. 4 aasta pärast saavad neist tükkidest täiskasvanud käsnad.

Tänapäeval valmistab keemiatööstus sünteetilisi käsnu.

UPPUNUD EHTELAEGAS

Tänapäeval on võimatu eraldada inkade kulda atsteekide kullast, sest Hispaania konkistadoorid sulatasid ta kangideks, mis koos teistsugust päritolu kullakangidega muutusid kuldrahadeks ja sattusid pangaseifidesse. Ent siiski on tõelist inkade kulda, nii ümbersulatatud kui ka endisel kujul, olemas suurel hulgal. Ta puhkab Atlandi ookeani põhjas. Terved laevastikud aaretega ei jõudnud Hispaania sadamaisse, sest nad kas hukkusid või siis rööviti paljaks ja uputati piraatide ning inglise kaaprite poolt. Osa saagiga, mille Francis Drake oma kaaprilaevaga „Golden Hynd" röövis, tasus Inglise kuninganna kõik riigivõlad, tasakaalustas riigieelarve ja mahutas ettevõtetesse välismaal tohutuid summasid.

Meres on peidus veel üks suur aardelaegas, kuid teist laadi. Tuhandeid aastaid on säranud inimeste silmad, kui nad näevad pärlite õrna sädelust, mida meri on ettevaatlikult pakkinud molluskite kehadesse ja sulgenud pärlmutriga töödeldud karpi.

Looduslik pärl tekib liistaklõpuselise molluski haigestumise tagajärjel, ja sellepärast võib teda võrrelda hammasvaala – kaseloti – elutegevuse saaduse ambraga, mida parfümeeriatööstuses väga nõutakse tema erilise võime tõttu kinnistada lille lõhnu. Ambra maksab niisama astronoomilisi summasid nagu suured pärlid. Kui ambra on soolte eritis, siis pärl tekib juhul, kui mõni võõrkeha – liivatera või merelooma vastne – tungib molluski kahe poolme vahele ja haavab mantlit. Mantel – nahariba karbi sisepinnal – reguleerib pärlmutri, sarvkihi ja karbi moodustumist. Mantel mähibki võõrkeha pärlmutrisse. Tõsi küll, möödub umbes kakskümmend aastat, enne kui pärlmutterkuulike kasvab selle protsessi tagajärjel nii suureks, et ta kõlbab pärlikeesse.

Karbi sädelev sisepind ja pärl on ehitatud ühest ja samast lähtematerjalist, nimelt kaltsiumisoolast, mis oma leviku

poolest merevees seisab neljandal kohal. Muide, ka kaltsium ise on varem meres eksisteerinud elu saadus. Pärlmutri ja pärli koostise ühtsuses peitubki põhjus, miks pärl pikkamööda oma väärtuse kaotab.

Räägitakse, et Kleopatra olevat ühel pidusöögil lahustanud äädikalahuses iseäranis kalli pärli, et lüüa kõik pillamise rekordid. Antiikajal hinnati pärlit kõrgemalt kui kalliskive. Ehkki tänapäeval ei maksa enam keegi niisuguseid fantastilisi summasid ümmarguste merebriljantide eest, nagu maksti Rooma keisrite ajal, kuid sellegi poolest on praegugi olemas mitmeid hoolega kaitstud suuri pärle, millest igaüht hinnatakse 300 000 margale. Huvitav, et suure kaalu tõttu ei saa neid pärle kasutada ehetes.

Ent siiski on pärlite hinnad küllalt kõrged, ja julged mehed püüavad ikka merest pärle, vaatamata sellega seoses olevale riskile.

Üheks pärlikorjamiskeskuseks on Mannari laht, mis on juba mitu sajandit olnud kuulus molluskirikkuse poolest.

Varustatud üksnes kaela seotud võrguga, nööriga, mille otsas ripub kivi, ja odaga haide vastu, sukeldub pärlipüüdja paadist 20–30 meetri sügavusse. Enamikul juhtudel finantseerivad pärlipüüdjaid kaupmehed, sellepärast peavad pärlipüüdjad oma saagi paati viskama, seda lähemalt vaatamata. Pärlid ja pärlmutter kuuluvad ettevõtjatele, kes „läätseleeme" eest ajavad kokku miljoneid.

Juba ammu tungis inimene pärli tekkimise saladusse. Esimestena tulid mõttele põhjustada pärli moodustumist molluski kehas hiinlased. Nad surusid molluski kehha liivatera või tillukese klaasitüki.

Kui esimese kunstlik-naturaalse pärli kvaliteet jättis tublisti soovida, siis möödunud sajandi lõpul saavutas jaapanlane Kokichi Mikomoto otsustavat edu. Tema pärlid nägid välja niisama ahvatlevad kui naturaalsed. Veel kord õnnestus inimesel petta merd, õigemini loodust. Pärlid said kättesaadavaks suuremale osale ehtearmastajaist naistest.

Ent ikkagi on pärlid endiselt kallid. Olukord muutub alles siis, kui keemia oskab valmistada kaltsiumist sünteetilisi, säravtuhme ümmargusi või ovaalseid väärisesemeid. Kaltsiumi selleks jätkub. Juba on õpitud tegema kunstlikke pärlmutterplaate noapidemete ja -tuppede inkrusteerimiseks, nööpide jaoks ja ka sünteetilist merevahtu piipude jaoks. Kilpkonnadel pole samuti enam tarvis anda inimeste käsutusse oma kilpe. Kilpkonna kilbi imitatsioon on praegu vaevalt eraldatav looduslikust materjalist.

Tuhandeid aastaid on inimesed toonud merest välja koralle oma ehtimiskire rahuldamiseks. Juba gallid kaunistasid nendega oma kiivreid ja relvi; tänapäeval hinnatakse väga kõrgelt töödeldud korallidest pärlikeid, ehkki roosad korallid (vääriskorallid) on viimasel ajal moest läinud. Rahvusvahelisel turul maksab korallinael kõigest 30 marka, ehkki varem maksti selle eest poole rohkem.

Koralle tuuakse merest välja samade riistadega, nagu sadu aastaid tagasi. Selleks kasutatakse nn. koralliristi – omapärast puittraali, mida veetakse mööda põhja. Risti kahemeetrised palgid on varustatud harjadega, mille külge haakuvad lahtirebitud korallid. Niisugune röövpüük on viinud selleni, et Vahemeres on peaaegu kadunud jämedad „korallipuud", mis on sadu aastaid vanad. Kõik, mis on veel säilinud, kasvab allveekoobastes, mis kaitsevad neid koralliristi eest.

Korallid vajavad kümme aastat, et omandada iga allveeujujat võluva ilu. Sellepärast on Alžeeria rannikul kehtestatud looduskaitsepiirkond, mis hakkab oma vilja andma alles kümne aasta pärast.

Korallid kuuluvad veidrate mereelanike hulka. Kõigest 300 aastat tagasi õnnestus kindlaks teha, et kuigi nad oma välimuselt meenutavad taimi, on nad tegelikult röövloomad. Sellest, kui tootlikud nad on, annavad tunnistust dolomiidid. Need kaltsiumimäed kujutavad endast ei midagi muud kui murenenud korallrahusid, mida tillukesed töökad müüriladujad on tuhandete aastate jooksul kuhjanud tõelisteks pilvelõhkujateks. Miljonile korallile on tarvis kolm aastat, et anda 2 kilogrammi kaltsiumisetet. Ehkki seda on vähe, moodustab ta kogusummas ikkagi terveid atolle ja saari. Korallpolüüpide valged ja värvilised „pungad" ja „õied" on tegelikult kaheksa- või kuuekiirelised kombitsad, mis kujutavad endast koralli organismi. Nad on niisama pehmed nagu vihmaussid, kuid neil on kõva lubiskelett. Korallpolüübid moodustavad suuri kolooniaid, kus üksikud polüübid on rangelt spetsialiseerunud seedimisele, paljunemisele jne.

Meri annab endiselt inimkonnale suurema osa ehitusmaterjalist. Tavaliselt on need ehitusmaterjalid saadud ja saadakse vanadest merehaudadest, kuid hiljuti läks Austraalia tsemenditehas Darras (Queenslandis) üle ehitusmaterjalide vahetule tootmisele merest, sest maismaal ei ole selles paigas lubjakiviplademeid. Seal muudetakse tsemendiks koralle, mis moodustavad Austraalia rannikul peaaegu ammendamatuid hiiglakolooniaid – rahusid.

Sel tehasel on kolm suurt ujuvbagerit, millest igaüks toodab tunnis 800 tonni koralle. Mere varamut lammutatakse veealuste soonimismasinatega, seejärel tõstetakse saak pumpadega pardale. Tohutuis pöördahjudes muudetakse see meretooraine tsemendiks. 50 kilogrammi tsemendi saamiseks on tarvis 65 kilogrammi koralle ja 10 kilogrammi erilisandeid. Korallivarud Austraalia rannikul on nõnda suured, et neid võib töödelda veel 200 aastat.

PÕHJAMAA KIVI

Läänemere või Põhjamere rannikul puhkavad suvitajad leiavad tihti kaldale paisatud vetikates põhjamaa kivi, nagu juba tuhandeid aastaid nimetatakse merevaiku.

Merevaik pole mere toode. Ta koosneb põhiliselt kivistunud männivaigust. Merevaik moodustus tertsiaari ajastul. Veidi enne Euroopa maismaa üleujutamist alampaleosoikumis oli Läänemere piirkond maismaa, kus praegusest lõunarannikust kuni Rootsi ja Soomeni kasvasid merevaigumetsa männid. See oli 35–40 miljonit aastat tagasi. Sel ajastul oli aasta keskmine temperatuur siin 20°, s. o. niisamasugune nagu praegu Põhja-Aafrikas. Peale palmide, küpresside, magnooliate ja kaneelipuude olid siin levinud vaher, pöök, tamm, kuusk, mänd ja nulg. Männid, mis moodustasid suuri massiive, muutusidki merevaiguandjaiks.

Võib oletada, et nad olid eriti kergesti vigastatavad ja kannatasid omamoodi verehaiguste all. Igatahes pidi erituma murdekohtadest terveid vaigujõgesid, sest muidu on raske seletada tohutute merevaiguvarude teket. Vaik moodustas täiskasvanud puudel suuri mügaraid, mis miljoni aasta jooksul kivistusid ja järgnevate mere sissetungide ajal mattusid muda alla.

Jääaja liustikud kündsid üles mudaga kaetud endised metsaalad kuni praeguse Berliini piirkonnani. Sellepärast leiti Berliini metroo tunnelite rajamisel kiviaja rahnude kõrval ka suuri merevaigutükke.

Eriti suured merevaigukogumid on koondunud Samlandi poolsaare rannikule, kus teda praegugi lahtistes karjäärides kaevandatakse sadade tonnide kaupa. Kaldale uhavad lained märksa vähem merevaiku, ehkki Läänemere põhjas on peidus suured varud.

Merevaik köidab meid oma sooja kuldse läikega. Juba ammust ajast valmistatakse sellest kalleid ja kogu maailmas nõutavaid ehteid. Saksa DV ekspordib paljudesse maadesse kaelakeesid, medaljone, sõrmuseid, mansetinööpe jne. Merevaiku kasutatakse ka lakkide, värnitsa, antiseptiliste vahen-

dite ja õlide valmistamiseks valu- ja rikastamisettevõtete jaoks.

Meri on aardelaegas ka selle sõna teises mõttes. Ta annab juba praegu arvukaid tarbekaupu: vaalakiust, käsnu, valku, sooli, vitamiine, toorainet toiduainete-, parfümeeria- ja farmaatsiatööstuse jaoks, samuti ka rasvu, delikatesse, kotikunahku jne. Ent ikkagi kasutab inimkond tänapäeval vaid tühist osa meres peituvaist rikkustest. Peaaegu ammendamatud süsiniku-, soola-, nafta-, planktoni- ja energiavarud võivad rahuldada kõik tulevase maailmamajanduse vajadused, kus erilise tähtsuse omandab keemia. Näiteks on erilise väärtusega juba üksnes kloorivarud ookeanis: kloori toodetakse meres lahustunud miljarditest tonnidest naatriumi- ja kaaliumkloraadist.

50 KVADRILJONI TONNI SOOLAGA TÄIDETUD TÜNN

Kokku on ookeanis lahustunud umbes 50 kvadriljonit tonni mitmesuguseid sooli. Nad sattusid ja satuvad merre ioonidena. Tavatsetakse arvata, et niisuguste metallide nagu naatriumi, kaaliumi, magneesiumi jne. ioonid moodustuvad magmakivimite murenemisel ja kantakse leelisena jõgede poolt merre.

Soola tekkimiseks on tarvis, et alus kohtuks happega. Happeioonid satuvad tõenäoliselt merre vulkaanilise tegevuse, iseäranis hiiglaslike veealuste pursete tõttu. Meri pole järelikult muud midagi kui väga tugevasti lahjendatud soolalahus. 1 liitris merevees sisaldub 35 grammi soola. Kui ookean ühel ilusal päeval ootamatult ära kuivaks, piisaks sellest soolahulgast, et muuta meie planeet soola ühtlasel jaotamisel kogu maakera pinnale valgeks sädelevaks, rohkem kui 100 meetri paksuse soolakoorikuga keraks. Kõige levinum meresool on naatriumkloriid, mis annabki mereveele iseloomuliku maitse. Juba meie päevil määrab tööstuse kemiseerimise astme iga-aastane kloori tarbimine, järelikult moodustavad merevees lahustunud tohutud keedusoola varud keemia eelseisva pealetungi reservfondi.

Sellest tohutust tünnist ammutavad inimesed soola juba kümneid aastasadu. Tänapäeval katab mereveest soola tootmine veerandi kogu maailma keedusoolavajadusest, see aga moodustab 35 miljonit tonni, mida iga aasta toodetakse niisuguste abinõudega, nagu soolabasseinid, koppelevaatorid ja basseinid merevee looduslikuks väljaaurutamiseks. Üksnes Prantsusmaa rannikul paikneb 2000 soolatehast, millest igaüks hõlmab umbes 5 hektari suuruse maa-ala. Sitsiilia,

Kreeka, Hispaania ja Portugal on samuti suured meresoolatootjad.

Kui muistne meri poleks jätnud meile maismaal kaaliumisoola leiukohti, toodetaks teda mereveest hulga rohkem. Kõikjal, kus nüüd maismaal on soolaleiukohti, oli kunagi meri, millest jäidki järele soolakihid, mille paksus on Stassfurdis 750 meetrit.

Teised merevees lahustunud soolad on magneesiumkloriid, magneesiumsulfaat, kaltsiumsulfaat ja kaltsiumkarbonaat. Kaltsiumisoolad ookeanis võlgnevad oma päritolu planktoniorganismide (foraminifeeride) miniatuursetele kodadele, samuti ka meretaimedele, korallidele ja suurematele molluskitele. Viburloomade klassi esindajad *(Coccolitha)* jätsid endast maha võimsad kriidikihid.

Järelikult on lubi ja kriit, samuti nagu süsi ja nafta, kunagi eksisteerinud elu jäänused, ja karbonaatide rühma esindajatena on nad suureks süsinikureserviks inimkonnale pärast seda, kui söe- ja naftavarud on ammendatud. Et nad ookeanis alatasa uuesti moodustuvad, rääkimata juba miljarditest tonnidest, mis meres peituvad, on ookeanikaevandused ühtlasi ka ammendamatuks süsinikuhoidlaks.

Süsinik on mistahes orgaanilise sünteesi väga tähtis komponent. Selle elemendi kasutamisele on rajatud makromolekulaarkeemia tähtis haru – sünteetiliste materjalide tootmine.

Lubjakivis on süsinik seotud kaltsiumiga ja tuleb kulutada palju energiat, et teda sellest materjalist eraldada. Lubjakivi massiline kasutamine süsinikuallikana saab võimalikuks alles siis kui meie käsutuses on piiramatud energiavarud. Selleks aga on tarvis välja töötada rasketest vesinikuaatomitest heeliumi sünteesimise tööstuslikud meetodid. Seega annab meri oma raske vesiniku hiiglavarudega ise vajaliku hulga termotuumaenergiat selleks, et vabastada süsinik meres peituvast lubjast.

SININE METALLILADU

Meie planeedi vesikestas on juba avastatud 50 keemilist elementi.

Tööstuslikult toodetakse mereveest ainult magneesiumi, broomi ja naatriumkloriidi.

Merevees on ka uraani, raadiumi ja kulda. Kui tonnis vees esineb ainult nende jälgi – 1,5 milligrammi uraani ja 8 milligrammi kulda, – siis kogu ookeanis on neid sadu miljoneid tonne. Niipea kui mereveest hakatakse tootma suu-

 rel hulgal magevett, tuleb ainult üles seada täiendav iooni-

Meri kui tooraine akumulaator (grammides kuupmeetri vee kohta)

Kloor	19 345	Tsink	0,005
Naatrium	10 752	Plii	0,005
Sulfaat	2 701	Seleen	0,004
Magneesium	1 295	Tina	0,003
Kaltsium	416	Uraan	0,002
Kaalium	390	Tseesium	0,002
Bikarbonaat	145	Molübdeen	0,0007
Broom	66	Gallium	0,0005
Deuteerium	40	Tseerium	0,0004
Boorhape	27	Toorium	0,0004
Fluor	1,4	Vanaadium	0,0003
Räni	1,0	Ütrium	0,0003
Rubiidium	0,2	Hõbe	0,0003
Alumiinium	0,12	Lantaan	0,0003
Liitium	0,07	Vismut	0,0002
Fosfor	0,06	Nikkel	0,0001
Baarium	0,05	Koobalt	0,0001
Raud	0,05	Kadmium	0,000055
Jood	0,05	Skandium	0,00004
Arseen	0,015	Elavhõbe	0,00003
Vask	0,005	Kuld	0,00001
Mangaan	0,005	Raadium	0,0000000001

vahetuskolonn magestusseadmes. Nende metallide eraldamine muutub ökonoomseks. Saksa füüsik Haber, ammoniaagi sünteesi leiutaja, kord juba püüdis toota kulda merest. Selle kullaga taheti maksta Versailles' rahulepingus ettenähtud reparatsioone. Kuid kulla eraldamise maksumus tuli sedavõrd kõrge, et ühe kullakangi saamiseks tuli kulutada kaks kullakangi.

Mõned metallid sadestusid jõeliivas. Amasoonase suudmes on suurtes hulkades monatsiitliiva, mida Lõuna-Ameerikast tühjalt tagasi sõitvad purjekad sajandite vältel ballastiks oma trümmidesse laadisid. Samuti kui tumehall India ranniku rutiilliiv, sisaldab ta tooriumi. Läänemere liivas avastati titaani. Nõukogude meresügavuste uurijad avastasid Antarktika mereavarustel metallilisi hõljumeid, mis on tekkinud veealuste vulkaanide tegevuse tõttu ning avaldavad üsna tunduvat mõju maakoore geoloogilisele koostisele vesikesta all.

Sinine metalliladu on mitmekorruseline. Rääkimata juba vees hõljuvaist „metallikaevandustest", on merepõhi tõeline väärismetallide varaait. 1958. aastal avastati, et Vaikse ookeani põhi Tuamotu saare lähedal on üle külvatud rusikasuuruste kividega. Nad paiknesid 2000 meetri sügavuses 104 ruutkilomeetri suurusel alal. Greideri abil tõsteti paar kivi laeva pardale ja tehti analüüsi teel kindlaks, et nad sisaldavad palju mangaani. Peale selle avastati neis rauda, pliid, niklit, koobaltit ja teisi elemente.

Peagi tõestati, et niisuguseid kuuljaid konkretsioone esineb ookeani põhjas kõikjal. Kui need kuulid mere ääreosades on väikesed, siis üle 2000 meetri sügavuses on nende läbimõõt pool meetrit. Nende „mangaanipallide" päritolus on palju salapärast. Grupp okeanoloogе peab neid elektrokeemiliste protsesside saaduseks. Köidab tähelepanu teine seletus, mille järgi need metallikamakad on saanud alguse foraminifeeridest (mere juurjalgseist). Nende ainuraksete tillukeste kodadega on põhi kaetud meresügavustes. Iga mangaanikuuli sees leiti üks foraminifeeri ränikoda.

Selle teooria kohaselt asus sellise ainurakse kotta elama mingi tundmatu tilluke olend, kes pidevalt pumpas oma organismist läbi merevett, omastades talle vajalikke toitaineid. Seejuures kogus too olend ka mangaani.

Kui tähtis ka nende konkretsioonide päritolu selgitamine poleks, on veel tähtsam leida selle värviliste metallide aardla massilise töötlemise meetodid. Nimelt paiknevad iseäranis rikkalikud varud üle 3000 meetri sügavuses. Tänapäeval arutatakse Ameerika Ühendriikides süvavee-pumbaseadme rakendamist selleks otstarbeks. Kuid maailmaturu praeguste mangaanihindade juures ei hakka keegi projekti finantseerima. On täiesti võimalik, et Nõukogude Liit, kes tunneb suurt huvi selle meremaagi vastu, hakkab esimesena seda tootma, ehkki tal on olemas suurimad mangaanileiukohad maismaal.

Meremäendus on lähema tuleviku üritus. Inglismaal ja teistes maades toodetakse juba mitu aastat mereveest magneesiumi. Freeportis ja Velascos Mehhiko lahe ääres (Ameerika Ühendriikides) ehitatud tehased töötlevad iga päev 40 000 kuupmeetrit merevett magneesiumi tootmiseks. Sõja ajal ehitati seal kolm seadet, mis iga aasta tootsid 49 000 tonni magneesiumi. Seda on suur hulk, kui meenutada, et maailma magneesiumitoodang moodustas 1938. aastal kõigest 25 000 tonni. Et igale lennukile kulub umbes 0,5 tonni magneesiumi, muutus meri üheks tähtsamaks tooraineallikaks lennukitööstusele.

Merevesi suunatakse suurte kanalite kaudu sadestusseadmesse.

Pärast magneesiumi sadestumist lubjapiima mõjul lastakse merevesi jälle ookeani tagasi.

Merevees lahustunud ainete hulgas on magneesium neljandal kohal pärast kloori, naatriumi ja sulfaat-anioone. Kui merest toota miljard tonni seda väärtuslikku ja suurt tulevikku omavat kerget metalli, siis väheneb magneesiumisisaldus merevees kõigest 0,13 protsendilt 0,12 protsendile.

Broomi tootmine mereveest on juba ammu monopoliseisundis. Meres on 99% selle halogeeni maailmavarudest.

Tänapäeval on broomi tootmine meremäenduse kõige tähtsam haru. Broomi tähtsus üha kasvab, sest tema kasutusalad laienevad. Juba eksisteerivad broomitootmisseadmed, mis igas sekundis pumpavad läbi filtrite või ioonivahetajate 5 kuupmeetrit merevett, nende jõudlus aga võrdub 20 tonni broomiga. Hämmastav, et broomisisaldus Surnumeres on sada korda suurem kui Maailmameres. Seda põhjustab mitte niivõrd tema kontsentratsiooni suurenemine „sureva mere" aurumise tagajärjel, kuivõrd kõrge broomisisaldus Geneetsareti järve kuumaveeallikates, mille veed satuvad Jordani kaudu Surnumerre.

Broomi tootmise tehnoloogia kõlbab (mõningate muudatustega) tõenäoliselt ka teiste merevees lahustunud elementide tootmiseks, kuid seadmete jõudlus oleks seal mõistagi hulga väiksem. On soovitatud ka teisi meetodeid. Nii näiteks soovitati rajada allveetorujuhe, mille avad oleksid veepinnal. Kui nende avade kaudu pritsida seebileotist, tekivad mullid, mis kisuvad üles vees hõljuvaid metalle. Tuleb ainult istuda paati ja riisuda aegamisi veepinnale kogunevat metalliosakestega rikastatud vahtu.

Mõned teadlased soovitavad kasutada vees lahustunud metallide eraldamiseks niisuguseid mereorganisme, kes koguvad oma kehasse üksikuid elemente. Näiteks toimus ränikiltkivi rikastumine molübdeeni ja vanaadiumiga graptoliitide (muistsete mereelanike) massilisel kuhjumisel ülemsiluri setetesse. Metallisisaldus ränikilda leiukohtades Schleizi ja Hohenölseni vahel on kuni 500 grammi tonni kohta. Tehti kindlaks, et austri rakukoes on üsna palju vaske, ja et mõned planktoniliigid akumuleerivad kulda. Üsna hiljuti leiti meripurade veres vanaadiumi, kuna homaaridest ja rannakarpidest võib eraldada üsna suurel hulgal koobaltit. Need näited tõendavad, et keemikud ja metallurgid võivad neilt olenditelt palju õppida. Kui kõige enam hämmastab kunst, kuidas merefloora ja -fauna esindajad seovad suurel hulgal joodi – üht ookeanis kõige vähem levinud mittemetalset elementi.

Vahemeres püütakse nn. „violettkala". Selle delikatessiks peetava kala mari on suure joodisisalduse tõttu värvunud punaseks ja violetseks. Toorel kujul on tal joodi maitse.

Sellest ajast peale kui prantsuse seebikeetja Courtois 1811. aastal avastas vetikatuhast toodetavas soodas joodi, kattis ookean kogu maailma joodivajaduse.

Nüüd saadakse joodi mitte pruunvetikaist, vaid peamiselt naatriumnitraadi lademeist Tšiili kõrbes, mis oli kunagi ürgookeani põhi ja kaetud suurte pruunvetikate niitudega.

Hiiglasliku toorainesalve kõige alumine korrus asetseb ookeani põhja all. Juba üksi sellest, et kolm neljandikku meie planeedist on kaetud Maailmamerega, järeldub, et maakoor vesikesta all peab varjama hulga rohkem metalle ja teisi maavarasid kui maismaa.

Öeldu on õige ka naftamaardlate suhtes, mida, võrreldes teiste meres leiduvate tooraineliikidega, on kõige kergem toota. Et naftavarud maismaal ammenduvad söevarudest kiiremini, rakendatakse juba mõnd aega abinõusid, et lasta käiku veealune naftatankimisjaam.

Esimesed katsed merepõhjast nafta tootmiseks võeti ette XIX sajandi algul Bakuu lähedal 32 meetri kaugusel kaldast. Sel eesmärgil kaevati merepõhja kaks kaevu, mis varustati puitraketisega ja isoleeriti seega ümbritsevast veest. Need kaevud eksisteerisid kuni 1825. aastani, millal torm nad purustas, kuid nende veealuste naftaallikate tootlikkus oli tühine.

1910. aastal võeti samas rajoonis ette uus katse. Seekord aeti kinni merelaht. Kuid otsustav tähtsus oli esimese puuraugu puurimisel Kaspia meres 1935. aastal, kui põhja pool Artjomi saart üles purskas tohutu rohekaspruun fontään.

Nüüd toodetakse Kaspia mere lääneosas naftat ja gaasi kaheksas erinevas punktis. Kõige rikkalikumad leiukohad asetsevad avamerel 40 kilomeetri kaugusel kaldast. Puurtornid paiknevad metallalusel, sest nad peavad vastu pidama kuni 9-pallisele lainetusele. Tornid on ühendatud ühtsesse kompleksi sildade süsteemiga.

1958. aastal alustati esmakordselt naftapuurimist ka Kaspia idarannikul Tšelekeni poolsaare lähedal. Suurtele tehnilistele raskustele vaatamata, mis tekivad Bakuust 90 kilomeetri kaugusel asetseva tehissaare „Neftjanõje Kamni" varustamisel, on siin toodetava nafta maksumus väiksem kui maismaal.

See seletub väikese puurimissügavusega (kõigest 750 meetrit). Maismaal aga ulatub puuraukude sügavus 2000, vahel isegi 3500 meetrini.

Terastornid – meresajandi alguse tundemärgid – kõrguvad paljude Maailmamere kallaste lähedal, muuhulgas ka Mehhiko lahes, kus rannatsoonis toodetakse iga päev üle 20 000 tonni naftat, ja lisaks sellele ka 10 miljonit kuupmeetrit looduslikku gaasi. Naftat sisaldavad horisondid paiknevad siin 180 meetri sügavuses ja neid on uuritud 325 000 ruutkilomeetri suurusel alal.

Huvi pakuvad merenafta tootmise meetodid Kalifornia rannikul. 1958. aastal rajati Summerlandi lähedal, kilomeetri

kaugusel rannast, tehissaar, kuhu paigutati 60 puurtorni. Peale selle püüti siin nagu teisteski rajoonides kasutada kaldpuurimist maismaalt, et jõuda 3 kilomeetri kaugusel rannast paikneva naftaleiukohani.

Pärsia lahes, Safania asula lähedal (Lõuna-Araabia), avastati tänapäeva suurim naftamaardla meres. Selle pikkus on 32 kilomeetrit, laius 11 kilomeetrit. Hiljuti hakati teda ekspluateerima. Veel üks suur leiukoht avastati Manifa lähedal, rääkimata teistest paikadest Pärsia lahes.

Üldise arvamuse kohaselt on rohkem kui 70% läänepoolkera naftavarudest koondunud Mehhiko lahte, sellal kui umbes 85% nafta ja loodusliku gaasi leiukohtadest idapoolkeral paiknevad mandrilava ümber ja selle all Pärsia lahes ning Kaspia meres.

Nõukogude geoloogid täpsustasid neid oletusi, formuleerides järgmise seaduspärasuse: nafta või loodusliku gaasi leiukohti on igas merebasseinis, või vähemalt nende maakoore nõgude kõige sügavamates kohtades, mis on täidetud küllaldasel hulgal setetega. Sellepärast on vee all asuvates, järelikult kõige sügavamates osades suuremaid kütuseleiukohti, kui neis lõikudes, mis asetsevad mereäärse maismaa all.

Tulevikus muutuvad rikkalikeks naftarajoonideks Arktika ja Antarktika. Põhja-Jäämere kohal paiknes kunagi tohutu manner, mis mesosoikumi lõpul, kõige varem kriidiajastul, voogudesse vajus. Pikkamööda moodustusid siin võimsad settekivimite kihid, mis peavad sisaldama suuri naftaleiukohti. Seda kinnitab asjaolu, et Alaskas ja Siberi põhjaranniku piirkonnas üha sagedamini avastatakse maast imbuvat naftat. Need alad kerkisid hiljuti Põhja-Jäämerest.

NAFTA LÄÄNEMERE ALL

On veel ebaselge, kas suurtes ookeanisügavustes on olemas naftavarusid, sest ookeanibasseinide peamist osa on geoloogid veel vähe uurinud. Nafta on kunagi meres eksisteerinud elu produkt ja seega võib arvata, et ookeanide kõige rikkalikumate setetega nõgudes võib olla ennenägematute mõõtmetega naftaleiukohti.

Pole kahtlust, et peaaegu kogu Maailmamere rannikul on võimalik leida vee all peituvaid nafta- või gaasileiukohti. Nõukogude naftateadlase M. Kalinko arvates on üsna tõenäoline, et Läänemere lõunaosas, kaasa arvatud Balti tasandik ning Visla ja Oderi jõe org, on naftat. Balti tasandik on tekkinud kambriumi ja siluri mere bituumenirikastest kihtidest.


KARBID, TEOD JA VÄHID
KREVETT
NUIVÄHK
RANNAKARP
ADRU
MERIHOBUKE
SAAGADRU
TÕRIKODALANE
SÜDAKARP
LIIVA UURIKKARP
HOMAAR
TAVALINE TASKUKRABI
TÕRUVÄHID
AUSTER


SÜVAVEEKALAD
KIRVESKÕHTKALA
GIGANTACTIS VANHOEFFENI
AETHROPSORA EFFULGENS
OGAPEA
ÕNGITSEJA
SÜVAVEEANGERJAS
COLLEFIA RAFINESQUEI
ASTRONESTHES NIGER

Saksa DV-s lasub nafta tõenäoliselt mitte maismaal, vaid Läänemeres. Katsepuurimine kõigest 18 meetri sügavuses Darsi künnisel, mis ulatub Falsteri saareni, ei valmista tänapäeva tehnika juures erilisi raskusi.

Läänemere põues puhkavad ka teised maardlad, näiteks suured kivisöe leiukohad. Nagu juba öeldud, on ju Läänemere kulla, merevaigu, jätnud meile pärandiks männi- või, nagu neid nimetatakse, merevaigumetsad, mis kunagi kasvasid seal, kus nüüd laksuvad lained.

Tänapäeval alles algab merepõhja all peituva hiiglasliku naftatankimisjaama ekspluateerimine. Selle intensiivsemaks kasutamiseks on tarvis välja töötada täiuslikumaid tehnilisi vahendeid, ennekõike tootlikumaid puurseadmeid. Raketitehnika on juba ehitanud tõelise „taevatrepi" ja peab nüüd rajama tee vastupidises suunas – maapõue.

PÕLEV VESI

Võtit energiavarustuse probleemi kestvaks lahendamiseks tuleb otsida mitte ainult maismaalt tema söe-, nafta- ja loodusliku gaasi varudega, vaid ka merest. Suured on hüdrosfääri all uinuvad naftakogumid. Kuid veel suurem on loodete energia, mida ei saa ammendada seni kui Kuu ümber Maa tiirleb.

Ent ikkagi pole kusagil varjul nii kolossaalseid energiahulki nagu Maailmameres säiliva raske vesiniku varudes. Nad võivad miljoni aasta kestel rahuldada inimkonna pidevalt kasvavat energiatarvidust, kusjuures selleks pole tarvis merd „ära põletada".

Inimesed hakkavad õige pea vajama seda kolossaalset energiaallikat, millest üllatava läbinägelikkusega rääkis juba Jules Verne. Kuulake, mida ta ütles ühe oma kangelase suu läbi: „Energiat toodan ma mitte metallide või teiste maiste produktide abil. Meri annab mulle energia tootmiseks vajalikku toorainet."

Ent võib-olla rahuldab inimkonna vajadused aatomienergia, mille kasutamine praegu alles algab?

Nõukogude akadeemik M. Leontovitš on teistsugusel arvamusel: „Uraani ajastu kestab vaevalt sajandi. Juba enne selle lõppu algab termotuumaenergia kasutamine." Ja see on kõigi ettenägelike füüsikute ja energeetikute arvamus. Aatomituuma lõhustumise energia on ainult sillaks, mis viib kaevandatava süsiniku energia, s. t. miljonite aastate jooksul taimedesse kogunenud päikeseenergia ajastust vesiniku termotuumaenergia, s. t. Maal inimese kätega kunstlikult toodetud päikeseenergia ajastusse. Aatomienergialt väga

palju oodata ei või, sest see on, nagu süsi ja nafta, seotud selliste metallide nagu uraan, toorium jt. piiratud ja liiatigi iselagunduvate varudega.

Aatomienergia ajastu oleks olnud hulga kestvam, kui ta oleks alanud mitu miljonit aastat tagasi, kui uraani ja raadiumi looduslik pliiks muutumine meie planeedil polnud veel nii kaugele jõudnud. Kuid ka praegu säilinud radioaktiivsed metallid ületavad oma energiavarudelt umbes 25-kordselt seni kaevandamata söevarusid. Möödunud aastakümme näitas, et tavalised energiaressursid, kaasa arvatud ka uraan, ammenduvad seda kiiremini, mida rohkem tunneb majanduslik areng energiapuudust hoogsa industrialiseerimise ja kemiseerimise tõttu. Sellele tuleb lisada, et maailma metallurgias oodatav üleminek energiamahukatele kergemetallidele (magneesium, alumiinium ja titaan), plastmasside pealetung ja arengumaade majanduslik õitseng on samuti seotud märgatava energiatarbimisega.

Tuleb meenutada, et maad, mis hõlmavad kogusummas kaks kolmandikku maismaast, praegusel ajal alles seisavad industrialiseerimise lävel. Mil määral nende areng koormab maailma tulevast energiamajandust, nähtub sellest, et niisugused maad ja mandrid, nagu Aafrika, India, Kagu-Aasia ja Hiina, katavad ikka veel 50% oma energiavajadusest loomade ja inimeste lihasejõu arvel. Kui seniajani energiatarvidus tööstusmaades kahekordistus kümne aastaga, siis lähemas tulevikus kulub selleks märksa vähem aega.

Nii näiteks kasvas energiatoodang kogu maailmas ajavahemikus 1955.–1959. a. 29 miljardilt 58 miljardi kilovatttunnini. Uusi energiaallikaid on vaja ka veel sellepärast, et ei tohi lubada klassikaliste energiaallikate täielikku ammendumist. Juba ammu on aeg täielikult loobuda söe ja nafta kasutamisest kütusena, sest nad kujutavad endast väärtuslikku toorainet orgaanilisele keemiale, mis toodab plastmasse ja sünteetilist kiudu.

Kui rasketest elementidest, mis asuvad perioodilisuse süsteemi lõpus, võib energiat saada nende aatomite lõhustamisel keskmise kaaluga aatomiteks, siis perioodilisuse süsteemi algul asuvate elementide poole pöördudes võib vabastada energiat kergete tuumade liitmisel rasketeks.

Nii toimub deuteeriumi (vesiniku isotoobi) kuumutamisel liitumisreaktsioon, mille tagajärjel moodustub „räbuna" heelium. Sel juhul ei eksisteeri radioaktiivsete jäätmete ebameeldivat probleemi. Kui näiteks Ameerika Ühendriikide kogu kaasaegset energiavajadust katta aatomituuma lõhustumise printsiibil töötavates aatomireaktorites saadava energia arvel, siis seejuures tekkivad jäätmed annaksid aastas

niisamasugust radioaktiivset kiirgust, mis vabaneb 200 000 aatomipommi plahvatusel. Juba praegu muutub üha raskemaks aatomienergia kasutamisel tekkivate jäätmete ohutu mahamatmine. Liitumisenergia seda probleemi ei tunne, rääkimata juba sellest, et deuteerium, mida nimetatakse ka raskeks vesinikuks, sisaldab rohkem energiat, on ökonoomne ja märksa rohkem looduses levinud kui uraan, ja tema tootmiseks pole tarvis mingeid kaevandamistöid.

Ehkki ühes kuupmeetris tavalises vees sisaldub kõigest 40 grammi deuteeriumi, vastab 1 gramm deuteeriumi seevastu oma energiamahult 20 tonnile kivisöele. 1,4 miljardis kuupmeetris merevees sisaldub umbes 58 miljonit tonni seda mitte millegagi võrreldavat kütust, mis juba miljardeid aastaid hoiab alal Päikese kiirgust.

Seega on iga liiter merevett ekvivalentne põlemisel eralduvate kalorite hulgalt 350 liitri bensiiniga. Energeetiliselt vastab see 2600 kilovatt-tunnile elektrienergiale, mis katab näiteks mitmeliikmelise perekonna aastase energiavajaduse.

Tuumade liitumisel eraldub kümme korda rohkem energiat kui tuuma lõhustumisel.

Selle fantastilise energia teke seletub nn. massidefektiga, mis on ka päikesekiirguse aluseks. Õigem oleks nimetada seda nähtust massidefitsiidiks, sest deuteeriumituumade liitumisel tekkiv heeliumituum on pisut kergem kui tema koostisosade summa. Kaaluvahe ulatub 0,75 protsendini.

Seega saadakse 1 kilogrammist deuteeriumist tema tuumade ühinemisel mitte terve kilogramm heeliumi, vaid 7,5 grammi vähem. Puuduv hulk ainet muutub energiaks vastavalt Einsteini massi ja energia ekvivalentsivalemile $c = mv^2$.

Et loendada energiahulka ergides, on tarvis kiirguvat 7,5 grammilist massi korrutada valguse kiiruse ruuduga, mis on väljendatud sentimeeter-sekundites. Kui seega leitud energiahulka väljendada suuremates mõõtühikutes, siis selgub, et ta võrdub 190 miljoni kilovatt-tunniga. Tõepoolest fantastiline energiaallikas!

Ent kahjuks pole ta veel inimestele kättesaadav. Tuumatehnika võib tänapäeval kutsuda esile ainult kontrollile mittealluvat raske vesiniku tuumade liitumist vesinikupommis. Seda protsessi võib võrrelda juhitamatute ahelreaktsioonidega, mis pidevalt toimuvad Päikesel. Protuberantsid, mis vahel Päikese pinnal möllavad, vastavad mitmekümne miljoni keskmise vesinikupommi samaaegsele plahvatusele.

Termotuumareaktsiooni alguseks on tarvis kõrget temperatuuri, sest prootonid, antud juhul deutronid (raske vesiniku aatomituumad), omavad ühesugust positiivset laengut ja seetõttu vastastikku tõukuvad. Ainult väga kõrgete temperatuuride ja neile vastava kõrge rõhu juures õnnestub ületada vastastikuse tõukumise jõudu ja ühendada vesiniku isotoobid.

Ei ole niisugust materjali, mis taluks 150 000 000°C kuumust. Sellepärast läksid plasma alal töötavad füüsikud teist teed. Nad saadavad läbi gaasilise deuteeriumiga täidetud kambri, kus pole elektrone, tugevaid, sekundi murdosi vältavaid elektrilaenguid. Seejuures tekib primaarmähise ümber magnetväli, mis on omamoodi nähtamatuks nõuks. See „magnetpudel" mitte ainult väldib soojakadu, vaid kaitseb samaaegselt ka reaktori seinu kolossaalsete temperatuuride mõju eest.

Heeliumireaktorite, mida nimetatakse ka stellaraatoriteks, Ograks (NSV Liidus) ja Zeetaks (Inglismaal), aluseks on tohutu ehitis ümariku metalltoruga, kuhu on paigutatud elektromagnetpoolid. Kõrgepingevoolu impulsi mõjul surutakse deuteerium plasmaniitideks. Plasmaks nimetatakse aine neljandat olekut (mitte tahket, vedelat ega gaasilist). Ta koosneb ioonide ja elektronide segust.

Seni pole neil eksperimentidel edu olnud, sest pärast katsete lõppu pole heeliumiaatomeid avastatud. Seda seletatakse sellega, et maksimaalne temperatuur, mida õnnestus saavutada, ei ületanud 6 000 000°C.

Oletatakse, et probleem lahendatakse umbes paarikümne aasta pärast. Möödub veel rohkem aega, enne kui vesinikutuumade plahvatuseta liitumine, mis toimub laboratoorsetes tingimustes, muutub tööstusenergeetikale kättesaadavaks.

Teist korda oma ajaloo jooksul esineb inimene Prometeuse osas, ja seekord on raske isegi kujutleda, missugused on tagajärjed. Niisugusele võrreldamatule energeetikarevolutsioonile eelneb tehniline pööre ka tervel real tehnikaaladel: on tarvis tuhat korda suuremat vaakuumi, märksa võimsamaid elektronaparaate, kõige puhtamaid metalle, samuti ka isoleermaterjale, rääkimata juba keemiatööstusele esitatavaist nõudmistest. Deuteeriumielektrijaamade konstruktsioonid ja mõõtmed tulevad fantastilised. See oleks suurte kollektiivide tehniliste ja teaduslike saavutuste tipp. Tõsi küll, niisuguseid seadmeid pole tarvis eriti palju, et katta maailma energiavajadust, mis moodustab selleks ajaks triljoneid kilovatt-tunde. Neist ehitistest saab rahvaste ühendamise grandioosne vahend.

Energiahiiglasi hakatakse ehitama mererannale, ekraniseeritud allmaasaalides, sest ka juhitava tuumaliitumise puhul leiab aset ohtlik gammakiirgus.

Ehkki siin pole mingeid radioaktiivseid jäätmeid, vaid tekib ainult kasulik heelium, mille tarbimist praegu vaevu rahuldatakse, on siiski vaja rakendada abinõusid kaitseks kiirguse vastu, samuti nagu see aset leiab tuumade lagundumisel. Reaktorikatlaks on kõigest üksainus saja või mõnesaja meetrise läbimõõduga teraskera. Peale selle on tarvis seadmeid kõrgsagedusenergia tootmiseks ja kõrgepinge kommutatsioonide jaoks.

Deuteeriumielektrijaama reaktori katlas ei kasutata siis enam magnetväljast seinu, sest seejuures on energiakaod suured.

Tööstuslikuks lahenduseks kõlbavad hulga paremini seinad, mis on isoleeritud reaktori kuumtsoonist suure gaasimahuga, sest gaas on ainus ainevorm, mis talub kõrgeid temperatuure. Gaas toetab plasmat vesinikuelektrijaama reaktoris.

Rentaabliks muutuvad niisugused elektrijaamad alles siis, kui nad hakkavad elektriga varustama tervet maailmajagu. Nende mõõtmeid on praegu raske isegi kujutleda.

Deuteeriumielektrijaama ehitiste kompleksi kuuluvad ka suured destillatsioonikolonnid vedela vesiniku rektifitseerimiseks −250°C temperatuuri juures. Sellest vesinikust saadakse deuteeriumi, mille keemistemperatuur on märksa madalam.

Selleks vajalikku kõige puhtamat vesinikku ei toodeta õhu veeldamise teel, nagu seda praegu tavaliselt tehakse, vaid merevee elektrolüüsi teel, sest siis on esmakordselt küllaldane hulk odavat elektrienergiat.

Termotuumaelektrijaamade energia kõige suuremad tarbijad paiknevad kõige tõenäolisemalt vahetult nende jaamade väravas: tohutu keemiakombinaat laiub 50 kilomeetri pikkusel rannalõigul ja on võimeline rahuldama terve maa vajadusi enamiku tarbekaupade osas. Niisuguste kombinaatide lähedus rannale seletub mitte ainult sellega, et siin hakatakse suurel hulgal tootma odavat energiat, keemia võimsuse kasvu peamist tegurit, vaid ka nende hiiglasliku veevajadusega ja orienteerumisega niisugusele meretoorainele, nagu sool, magneesium, haruldased metallid, vesinik, nafta, plankton, vetikate tselluloos, kalatööstuse jäätmed jne.

Kõige odavam tooraine, vesi ja õhk, mida on olemas peaaegu ammendamatuis kogustes ning mida on kasutanud mil-
 joneid aastaid peamiselt üksnes „targad" taimed, soodustab

pärast tuumade edukat liitmist ainete muundamise ning tööstus- ja tarbekaupade külluse kuldse ajastu saabumist inimkonna ajaloos. Vastava energiakuluga võib muundada aine mistahes eksisteerimisvormi teiseks, ühiskonnale kasulikuks vormiks. Siis ületab inimese poolt saavutatud tootlikkus tublisti taimesünteesi tootlikkuse. Makromolekulaarseid tööstus- ja toidusaadusi, mis „kasvavad" minutite ja tundidega mere keemiakombinaatide autoklaavides väikestel tootmispindadel, on üheaastased taimed võimelised tootma ainult ulatuslikel pindaladel, kusjuures selleks on tarvis palju soojust ja valgust, niiskust, väetisi ja töökulu.

KULDNE SÜSI REVOLUTSIONEERIB MAAILMAMAJANDUST

Ehkki tänapäeva keemiatööstus teeb palju elanikkonna varustamiseks tarbekaupadega, on tema tiivad praegusel ajal kärbitud, sest ainete keemilisel muundamisel – vastupidiselt põllumajanduslikule tootmisele – on aja- ja tootmispinnakulu väike, kuid energiamahukus seevastu väga suur.

Sellepärast edestab juba meie päevil keemiatööstus mistahes majanduslikult arenenud maal elektrienergia tarbimise poolest tunduvalt ülejäänud tööstusharud.

Sünteetiliste kaupade tootmise kasvu takistab praegu elektrienergia puudus.

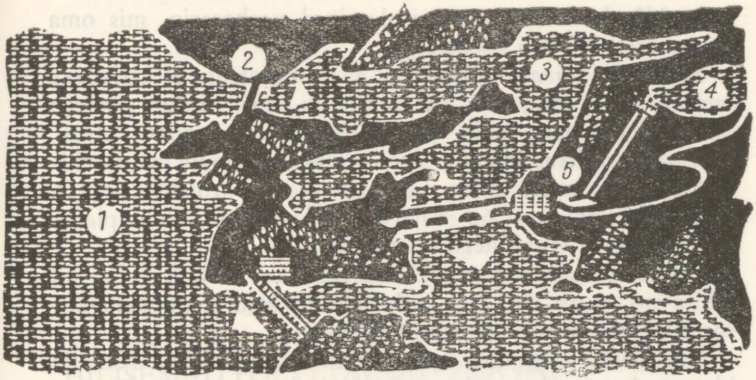
Kui käsutada on piiramatu hulk energiat, võib praktiliselt lahendada mistahes ülesanded, sealhulgas kasutada mere energiat kõrbete ülesharimiseks.

SININE KUUSÜSI

Seni kui pole veel saabunud energiakülluse kuldne ajastu, pakub meri meile tema teist allikat, „sinist sütt", nagu nimetatakse loodete energiat.

Ookeani tohutud veemassid on alalises liikumises. Kui merehoovuste energia kasutamisel on käesoleval ajal ikka veel suuri raskusi, siis loodete energiat kasutavad inimesed juba mitu sajandit. Näiteks keskajal jahvatasid nn. loodete veskid vilja.

Mereloodete nähtus põhineb ülemaailmsel külgetõmbejõul, mille kohaselt kõik kehad, sealhulgas ka Kuu, Maa ja Päike, tõmbuvad üksteise poole. Mida suurem on mass või mida suurem on kehade vahekaugus, seda suurem või väiksem on vastastikune külgetõmbejõud. Päikese ja Kuu, peamiselt aga viimase mõjul uitab kõigil Maailmamere avarus-



Joon. 16. Prantsusmaal St. Malo lähedal ehitatakse maailma esimest loodejõujaama. *1* – tõusu-mõõnalained; *2* – peapais; *3* – ümbervoolu osa; *4* – reservuaar pumbatava vee jaoks; 5 – ülevoolupais ja jõujaam.

tel tõusulaine. Selle laine kõrgust ranna ääres, s. o. vee kõrgja madalseisu vahet, nimetatakse loodete kõrguseks.

Loodete kõrgust seletatakse esiteks ranna erineva geograafilise asendiga, teiseks aga sellega, et tõusulaine kasvab sedavõrd, kuivõrd teda pidurdavad suured lahed ning madal šelfimeri. Neid protsesse kutsuvad peale selle esile ka tõusuvoolud, millel on eriti suur kiirus väinades ja jõesuudmeis.

Normandia–Bretagne'i territooriumil, avalõhedest kubiseval Põhja-Prantsusmaa kaljurannikul, hinnatakse loodete kasulikku võimsust 10 miljonile kilovatt-tunnile. Käesoleval ajal lasti Rance'i jõe suudmes St. Malo lähedal, kus tõusulaine kõrgus on 12 meetrit, käiku esimese loodejõujaama esimene järk.

Prantsuse insenerid ja ehitajad püstitasid Rance'i jõe suudmele mitme turbiiniga paisu. Et koguda võimalikult rohkem vett tippkoormuse ajaks, võivad turbiinid pöörelda ka vastassuunas, etendades sel juhul elektrienergiat tarbivate pumpade osa.

Vaatamata turbiinide vastassuunas pöörlemisele on Rance'i jõe läänekaldal juba rakendatud abinõusid aatomielektrijaama ehitamiseks, et kompenseerida loodete kõikumise mõju elektrienergia tootmisele.

Loodejõujaamad on seda võimsamad, mida suurem on tagasipaisutusbasseini maht. Teine prantsuse projekt, mida kavatsetakse teostada Mont St. Micheli lahes, näeb ette 500 ruutkilomeetri suuruse paisutusbasseini ehitamise, mille loomiseks on tarvis püstitada näiteks 95 kilomeetri pikkune

pais. Nõnda tekib merest isoleeritud veebassein, mis oma mõõtmetelt võrdub sisemerega.

See loodejõujaam hakkab iga aasta Prantsuse elektrivõrku andma 20–25 miljardit kilovatt-tundi, mis võrdub poolega sellest energiast, mida Prantsusmaa tarbis 1959. aastal. Prantsuse valitsus loodab pärast kõigi loodejõujaamade ehitamise lõpetamist, mida käesoleval ajal projekteeritakse, toota „sinisest söest" 60 miljardit kilovatt-tundi. Selle plaani realiseerimine võtab aega 20 aastat.

Loodejõujaamu on otstarbekas ehitada seal, kus looded tekitavad suure veenivoo vahe ja kus seda soodustab kitsaste lahtede ja avalõhedega rannajoon.

Niisugused tingimused on olemas Fundy lahes Kanada idaosas, kus loodete vahe on keskmiselt 18 meetrit. Ent kui siin pole seniajani veel planeeritud nii suure veenivoo vahe kasutamist, siis panid see-eest endast kõnelema kolm teist projekti: Inglise projekt loodejõujaama ehitamiseks Severni jõe lehtersuudmes, Nõukogude projekt 200 turbiiniga jaama ehitamiseks Koola poolsaarel, mis näeb ette 100 kilomeetri pikkuse paisu, samuti ka Argentiinas Valdese poolsaarel projekteeritav seade võimsusega 15 miljardit kilovatt-tundi. Pärast seda kui selle poolsaare põhja- ja lõunarand ühendatakse kanaliga, on võimalik kasutada loodete vastastikust suhet neil randadel.

Loodete energiat saab võrrelda ammendamatu hiiglaelektrijaamaga, mis katkestab oma töö alles siis, kui Kuu lakkab tiirlemast ümber Maa. Esimene Nõukogude katseline loodejõujaam ehitatakse Kislaja lahekurmus Murmanskist kirdes. Ta sarnaneb ujuvdokile, mis monteeritakse lahes varem rajatud vundamendile.

Võib kasutada mitte ainult loodete, vaid ka lainete energiat. Nõukogude insener Sidorenko konstrueeris vee peal ujuva spiraalsilindrist koosneva turbiini, mille panevad pöörlema lained. 14 järjestikku lülitatud turbiinist blokk võib keskmise lainetuse puhul toota tunnis 600 kilovatt-tundi elektrienergiat, kusjuures sellise seadme ehitamise kulud on tühised.

Peale laineturbiini on olemas veel üks Nõukogude projekt; tema aluseks on fakt, et mõned ühendid eraldavad energiat, kui neile avaldab mõju rõhk. Kui neist ainetest koosneva spetsiaalse lehega katta suuri rannikualasid, siis õnnestub murdlainete mehaanilist jõudu muuta elektrienergiaks. Muide, Nõukogude Liidus pole pealetung „sinisele söele" niivõrd aktuaalne, sest tema käsutuses on rohkem kui küllaldased „valge kulla" reservid, nimelt 12% kõigist maailma sisevete hüdroenergiaressurssidest.

LINNAD OOKEANIS

HILISEMAD PÕLVKONNAD ELAVAD ÜMBRITSETUNA MEREST

Tormise mere lainete müha seguneb pneumaatiliste puurja neetimisvasarate müraga. Rohkem kui 100 kilomeetri kaugusel kaldast sildute te avamerel elumaja seina ääres. Kas ei sarnane see meremehelugudele, mida vestis oma kuulajaile kapten Flint? Pole imestada, et enamik turiste, kes esmakordselt Bakuust Kaspia merele lõbusõidule siirduvad, peavad seda ebatavalist vaatepilti miraažiks. Kuid faktid on faktid. Ehkki siin möllavad 7-pallised tormid, kerkivad otse mässavast veest mitmekorruselised kivist elumajad. Siin elavad 4500 naftatootjat, kes kaugel rannast toodavad merepõhja all peituvat aaret. Neil pole enam vaja raisata 2–3 tundi, et jõuda Bakuust töökohale. Sellel tehissaarel elatakse hästi. Siin on kõik mugavused: mereline kliima, tänavad kauplustega, restoran, klubi ja kino.

Saareelanikke ei ähvarda katastroof ehitise tehnilise ebatäiuslikkuse tõttu, nagu see juhtus Texase torniga nr. 4 – ühe Ameerika raadiolokatsioonijaamaga, mis asetses 100 kilomeetrit New Yorgist ida pool. Selle torni alus oli kinnitatud ookeani põhja, mis oli siin kõigest 15 meetri sügavuses. Alus koosnes kolmest 50 meetri pikkusest terasjalast. Iga jalg tungis mitme meetri sügavuselt merepõhja, millele oli valatud betoonkilp, ja nad kõrgusid 20 meetrit üle merepinna. Nendel mastidel paikneski raadiolokatsiooniseadme hoone. Jaama teenindasid 120 inimest, keda vahetati kindlatel ajavahemikel, varustus aga veeti kohale laevadega. Iga niisugune kallite aparaatidega seadmestatud tehissaar läks maksma 13,2 miljonit marka. Ent ööl vastu 16. jaanuari 1961 lagunes saar lainelöökide all. Ometi saabub aeg, kus inimesed asustavad mere. See idee pole tegelikult põrmugi uus. Näiteks on Bodeni järve põhjas leitud kunagiste vaiehitiste jäänuseid.

Viimasel ajal hakkasid suurt huvi mere vastu tundma arhitektid ja majandusteadlased. Rahvusvahelisel arhitektide kongressil Moskvas teatati, et inimkond peab enne XX sajandi lõppu ehitama poolteist korda rohkem elumaju kui ta on ehitanud oma olemasolu jooksul. Üha suuremaid mandrialasid hõivavad elumajad ja kultuurelukondlikud hooned, samuti ka vabrikud, tehased ja teised tööstusehitised.

Juba ammust ajast püüab inimene muuta maismaa avarusi paljukorruselisteks. Kui ta algul piirdus sellega, et süvendas keldriruume ja kuhjas üksteise peale mitte üle viie „maatüki" – elumaja korruse, siis viimase aastakümne jooksul on kolmanda dimensiooni asustamine kõrgehituse kujul muutunud üha ulatuslikumaks.

Kõik selle põhjustab mitte absoluutne maapuudus mandritel, vaid kruntide vähesus tööstusrajoonides, kus pealegi hakatakse elukohast töökohta sõitjate hulga tohutu suurenemise tõttu isegi transporditeid rajama mitmekorruselistena.

Mõnedel suurtel tööstus- ja elamurajoonidel on tendents üha laieneda ning lõpuks liituda, nagu meie praegused suurlinnad tekkisid kunagi küladest ja väikelinnadest.

Professor Baade arvutuste kohaselt ei ole meie planeedil 65 miljardi elaniku toidu ja peavarjuga varustamine sugugi raske, isegi kui inimkond saab läbi ilma mere asustamise ja vetikate kasvatamiseta. Kuid sel juhul oleks ühel maismaapoolel elanikkonna tihedus samasugune kui tänapäeva New Yorgis, teist poolt aga kasutataks üliintensiivseks põllumajanduseks.

Ent võib siiski kindlalt väita, et tegelik areng ei vii niisuguse tunglemiseni maismaal.

Kuhu siis inimene läheb? Teistele planeetidele? On ka niisuguseid tulevikuapostleid, kes soovitavad viia töökohad ja kaubandushooned, hiljem ka elamud maapõue. Ventileerimis- ja konditsioneerimisseadmed tagavad tervislikud elutingimused neis tehnika viimase sõna järgi sisustatud koobastes, kus ekraanid asendavad aknaid.

Nende arvates oleks vaade niisugustest „akendest" isegi ilusam ja mitmekesisem, sest maapinnal paiknevad televisioonikaamerad annaksid alla edasi ilusate maastike kujutisi. Maapinda aga kasutataks ainult transporditeede ja põllumajanduskõlvikute jaoks, samuti ka puhkepaikadeks.

Vastuvõetavam oleks siiski mere asustamine, mille pind üksi on juba hulga suurem ning on juba praegu miljonitele laevareisijatele ajutiseks elamuks.

Tõenäoliselt oleks see Sisyphose töö püüda merelt ära kiskuda uusi maismaatükke tema täitmise arvel. Tõsi küll, hollandlased on juba vallutanud Zuiderseelt 120 000 hektarit rammusat viljakat maad ja kavatsevad kuivendada veel 100 000 hektarit, mis ujutati üle XIII sajandil aset leidnud uputuse ajal. Ehkki inimeste säärased kangelasteod nende põlises heitluses merega väärivad igati tunnustust, ei tohi ometi unustada, et selline uute suurte maa-alade liitmine läheks maksma astronoomilise summa, mis oleks inimestele äärmiselt raskeks koormaks.

Seejuures tuleks ära vedada maismaa mägesid niihästi selleks, et paisata merre tohutu hulk pinnast ja kivimeid, kui ka selleks, et tõsta madalaid randu.

TOKIO MEREKVARTAAL

Mere muutmine ehitusplatsiks kulgeb teisiti. Pole sugugi juhus, et just jaapani insenerid tulid esimestena mõttele asustada merd: just see saareriik kuulub kõige tihedama elanikkonnaga riikide hulka.

Sellele vaatamata, et Jaapanis on välja antud seadus, mis piirab sündivust, suureneb Tokio elanikkond iga aasta 300 000 vastsündinu võrra. See iive võrdub keskmise linna elanikkonnaga. Tokios elab umbes 10 miljonit elanikku, s. o. rohkem kui kogu Rootsis.

Tekkinud olukord püstitas jaapani arhitektidele ja linnaehitajatele keerukaid probleeme. Ehkki ainuüksi käesoleval sajandil purustati Tokio kahel korral peaaegu täielikult ning ehitati seejärel uuesti üles, on linna palet määravad, kõige tüüpilisemad ehitised siin kerged, peamiselt ühe- ja poolteisekorruselised puithooned. Suur hulk kitsaid tänavaid raskendab transpordi arengut. Kõrgete pilvelõhkujate ehitamine, nagu New Yorgis, on maavärisemisohu tõttu teostamatu.

Tekkinud olukorrast pääsemiseks soovitati algul ehitada satelliitlinnu. Kuid seejuures tekib oht, et elanikkonna suurenemisel nad kasvavad kokku nüüd juba vormitu ja planeerimiseks kõlbmatu kesklinnaga.

Sellepärast projekteerivad linnaehitajad praegu linna territooriumi suurendamist mere arvel. Tokio laht on otsekui spetsiaalselt määratud niisuguse lahenduse jaoks. Jaapani Elamuehitusühingu president Kyuro Kano soovitas omamoodi uut Zuidersee kuivendamise varianti. Selle hollandi projekti jaapani variandi järgi tuleb Tokio lahe idapoolne osa piirata hiiglatammiga, et seda saaks kuivendada. Seega õnnestuks vallutada merelt 83 325 hektarit

maad, mis ligikaudu kahekordistaks praeguse linna territooriumi.

Kyuro Kano puht-maismaaplaani trumpas üle arhitekt Otaka kaugelt julgem ja perspektiivsem plaan. Ta loobus tammide ehitamisest, kuivendamisest ja mere täitmisest sel põhjusel, et paljukorruseliste elamukvartaalide ehitamiseks tuleb nagunii rammida betoonvaiu kõvasse merepõhja. Tema projekti järgi langeb ära kallite mullatööde vajadus, sest vundament rajatakse vahetult vette. Niisugune merepõhja hoonestus, omalaadi tänapäeva vaiehitus viib vaiadel paiknevate tehissaarte ehitamiseni.

KALADELE TULLAKSE KÜLLA

MEIE PLANEEDI SININE KÜLG AVASTATAKSE

Salapärased tulekerad uitavad meresügavustes. Need on magneesiumitõrvikud lestadega, kuid soomusteta olendite käes, kellel on lõpuste asemel voolik ja suruõhuballoon. Hämmeldunult ujuvad kalad eemale vaprast kahejalgsest tulnukast, kes kõigest tund aega tagasi rebis katki maismaa ahelad, et külastada rohelise hämaruse kuningriiki.

Niisugused ekskursioonid hüdrosfääri pole tänapäeval enam probleemiks, ning isegi maismaale truudust vandunud inimesed võivad kasvõi televiisori ekraanil näha allveereisi võlusid.

Tuhandeid aastaid on salapärane ja vaenulik meri asetsenud inimeste poolt kasutatava eluruumi piiril. Inimene, kelle bioloogilised esivanemad tulid merest, on oma arengus üha enam võõrdunud sellest kõige elava hällist. Ta muutus väljakujunenud maismaaelanikuks, kellele ka madal veekogu võib saatuslikuks saada.

Isegi ujuda oskav inimene jääb selles kunstis tunduvalt alla maismaaimetajaile, paljudele veelindudele ning putukatele, kelle anatoomia võimaldab neil vee peal püsida. Maa isanda kehaehitus tegi ta jõuetuks merestiihia ees.

Kui inimesel, vastupidiselt vee-elanikele, ei ole lõpuseid, uimi ja ujumiseks kohastunud nahka, saab temast siiski mere isand, tänu kõrgelt arenenud ajule, mis muutub üha leidlikumaks.

Inimeste katsed kuigivõrd kasutada salapäraseid veteavarusi piirdusid algul üksnes rannaga. Siin korjasid nad tõusulaine toodud karpe, püüdsid kivide alt kalu ja tootsid soola. Tõenäoliselt ehtis juba paleoliitikumi inimene end pärlmutterkarpide, merevaigu ja kirjude korallitükkidega.

Kord tegi ta kindlaks, et puutüved vees ei upu. Sellest avastusest kuni esimese lootsikuni oli vaid üksainus samm. Ehkki see lootsik polnud veel kalapaat, võimaldas ta siiski

inimestel veepinnal sõita. Niisugused ekskursioonid valmistasid talle lõbu, aitasid tal kala püüda, samuti ka veelindudele jahti pidada, laiendasid tema silmaringi.

Kuid veel tähtsam oli asjaolu, et see leiutis muutus otsustavaks uurimiste jaoks, milleta ei saanud tungida mereavarustesse. Mõnda aega kõhkles ürginimene uudishimu ja hirmu vahel.

KATTU MARAN ALISTAB MEIE „KUUARMI"

Keegi ei teadnud, kas kasutati selleks õõnestatud puutüve või seoti mitu tüve taimevartega kokku parvedeks. Me teame ainult, et polüneeslaste parved künnavad rohkem kui tuhat aastat Maa „kuuarmi" – Vaikset ookeani (ühe teooria järgi seletub Vaikse ookeani vetega täidetud süviku tekkimine Kuu lahtimurdumisega meie planeedi küljest). Nad nimetasid neid liaanidega kokkuseotud puutüvesid, kus keskmised tüved olid eest ja tagant teravad ning ülespoole painutatud, „Kattu Maran", mis tähendab tõlkes „kokkuseotud puid". Sellest tulenebki nimetus „katamaraan".

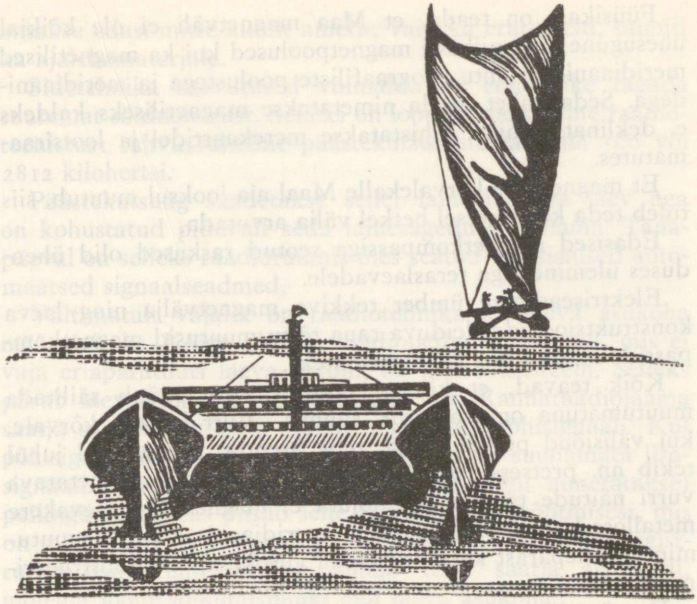
Küllap möödus sadu aastaid, enne kui esimest lainete meelevallas ujuvat laevukest, mis kõlbas kookospähklite, püütud kalade jne. veoks, asendas balanssiiriga paat, mis koosnes lootsikust ja tema kahel küljel asetsevatest palkidest.

Võimalik, et meresõidul kiskus torm parvest mõne tüve välja ning selgus, et ülejäänud osa on püsivam ning sõidab kiiremini, võimaldades heisata purje.

Niisugustel kahest-kolmest kerest ja neile asetatud platvormist koosnevail laevadel sõitsid polüneeslased juba tuhat aastat tagasi Tahiitist Havai saartele ning Uus-Meremaale, kusjuures nad kasutasid osavalt ära merehoovusi. Nende kui vaprate meremeeste kuulsust võib võrrelda ainult viikingite kuulsusega, kes oma laevadel ületasid Atlandi viissada aastat enne Kolumbust.

Juba 2500 aastat enne seda said foiniiklased kuulsaks vaprate meresõitjate ja osavate laevaehitajatena. Nad kündsid igas suunas Vahemerd ja Musta merd, ning julgesid koguni sõita ka „Heraklese sammaste" taha, nagu tookord nimetati Gibraltarit, Biskaia lahte, mis veel praegugi saab vahel meremeeste hauaks.

Nad kasutasid ajamina tuule- ja lihastejõudu. 3–5 korruse kõrguselt istusid galeeridel pinkide külge aheldatud orjad. Muide, just niisugustel laevadel purustasid kreeklased 480. aastal e. m. a. ajaloolises Salamise merelahingus arvuka ja hulga tugevama Pärsia laevastiku.



Joon. 17. Polüneesia katamaraanid, mis juba XI sajandil sõitsid üle Vaikse ookeani, olid Sormovos ehitatud kahe kiiluga laeva prototüübiks.

Vaatamata neile esimestele saavutustele võitluses mere alistamise pärast olid navigatsioonivahendid kaua aega väga primitiivsed. Kogenud meremehed orienteerusid öösiti tähtede järgi, pilvise taeva korral aga heitsid nad ankrusse, päeval hoidusid kalda lähedale. Kreekast Egiptusse sõites võeti teatud ajavahemike järel mereveeproove. Kui selles oli palju muda, siis näitas see, et Niiluse delta pole enam kaugel.

MÄNGUVURR TEENINDAB NAVIGATSIOONI

Pole imestada, et niisuguste ebatäiuslike navigatsioonivahenditega kaldusid laevad tihtipeale teelt kõrvale või sõitsid randa kinni. Mere horisontaalseks uurimiseks ja tema täielikumaks kasutamiseks veeteena etendas otsustavat osa hiina meresõitjate avastus. Juba XII sajandil kasutasid nad orienteerumiseks telje otsa torgatud magnetnõela, mis oli alati pööratud ühe otsaga põhja, teisega lõunasse. Esimene kompass koosnes ümmargusest, veega täidetud nõust, kus ujus puutükk sellesse torgatud nõelaga. Magnetkompassile omane näitude ebatäpsus kõrvaldati alles gürokompassi leiutamisega, mis näitab alati täpselt põhja ja lõunasse.

Füüsikast on teada, et Maa magnetväli ei ole kõikjal ühesugune ning niihästi magnetpoolused kui ka magnetilised meridiaanid ei ühtu geograafiliste poolustega ja meridiaanidega. Seda vahet, mida nimetatakse magnetiliseks kaldeks e. deklinatsiooniks, tähistatakse merekaartidel ja lootsiraamatutes.

Et magnetiline kõrvalekalle Maal aja jooksul muutub, siis tuleb teda konkreetsel hetkel välja arvutada.

Edasised magnetkompassiga seotud raskused olid ühenduses üleminekuga teraslaevadele.

Elektriseadmete ümber tekkiva magnetvälja ning laeva konstruktsioonides leiduva raua tõttu muutusid magnetkompasside näidud üha ebatäpsemateks.

Kõik teavad, et kiiresti pöörlev vurr püüab säilitada muutumatuna oma asendit ruumis. Vurr kaldub kõrvale, kui välisjõud püüab tema telje asendit muuta Sel juhul tekib nn. pretsessioon. Tehnikas güroskoobiks nimetatava vurri näitude täpsust ei mõjuta ei magnetväli, laevakere metallosad ega magnetilise meridiaani asendi muutumine. Sellepärast kasutatigi teda gürokompassi konstrueerimisel.

Et güroskoop töötab täpselt ainult siis, kui tema ketas pöörleb püsiva kiirusega, siis on selleks ette nähtud eriline elektrirakis. Maa enda pöörlemine mõjutab gürokompassi ja sunnib teda näitama suunda täpselt meridiaani järgi.

Meremeestel on väga tähtis määrata iga hetk laeva geograafilist asendit. Seda võib teha taevakehade kõrguse järgi, mida vanasti mõõdeti spetsiaalse sälkudega kepi abil. Kuid see seadis oli väga ebatäpne.

1731. aastal leiutas inglane Hadley optilise sekstandi. Sekstandi ja kronomeetri järgi oli võimalik kindlaks teha laeva asupaika ja järelikult ka ranna kaugust.

Kui James Cook 1772. aastal ulgumerele sõitis, et teist korda purjetada ümber maailma, olid tema laeva pardal juba need mõlemad tähtsad navigatsiooniriistad.

Otsustava pöörde meresõidu alal tõi raadiotehnika, mille kolm tähtsat rakendusala on raadioside, raadiopeilimine ja raadiolokatsioon. Selle pöörde tähtsust võib mõista, kui meenutada, et veel möödunud sajandi lõpul oli avamerel viibiv laev tihti nädalate kaupa täielikult oma kodusadamast ära lõigatud.

1912. aastal kuulis maailm „Titanicu" hukkumisest alles siis, kui tema Ameerikasse saabumise tähtajast oli möödunud hulk päevi.

Tänapäeval on kõigil ookeanilaevadel alaline side oma kodusadamaga (nii näiteks peavad kõik Saksa DV merelaevad raadiosidet raadiojaamaga Rügeni saarel). Siit

antakse edasi mitte ainult ameti-, vaid ka erateateid, samuti ka ajalehematerjale.

Sidetehnika saavutused võimaldavad ennekõike tagada suuremat sõiduohutust. Selleks on loodud spetsiaalne raadioteenistus: rahvusvaheline päästekutsungite laineala 500 või 2812 kilohertsi.

Päästekutsung saadetakse sellel lainealal, iga laev aga on kohustatud pidevalt seda lainesagedust kuulama. Tänapäeval on selleks raadioruumis üles seatud spetsiaalsed automaatsed signaalseadmed.

Vältimatult vajalik on raadiotehnika ka laeva asukoha määramiseks. Kõige lihtsam raadiopeilimise meetod, mis ei vaja eriaparatuuri laeva pardal, on konsoolsüsteem. Selleks piisab laeval lihtsast raadiovastuvõtjast. Rannaraadiojaama saatja saadab ühtlaselt muutuva suunaga põhisignaali. Kui põhisignaal liigub üle põhjakaare, annab ta suunamata lisasignaali. Asimuudi ehk (nagu teda sel juhul nimetatakse) peilingu saamiseks piisab selle ajavahemiku mõõtmisest, mis on möödunud põhisignaali vastuvõtmisest lisasignaali registreerimiseni. Teine peiling annab teise saatja asimuudi, mõlema joone lõikumispunkt aga laeva asukoha.

TÄIE AURUGA LÄBI UDU

Nüüd võivad laevad sõita udus suure kiirusega, kartmata kokkupõrget teise laevaga või mõnele takistusele otsasõitu. Seda võimaldavad radarseadmed, mis saadavad raadioimpulsse ja püüavad nad pärast lähedalolevailt takistustelt tagasipeegeldumist kinni.

Raadiokaja põhimõttel rajanevad raadiolokatsiooniseadmed, mis loodi Teise maailmasõja ajal, töötavad nagu hüdroakustilised aparaadid, ainult selle vahega, et ultrahelilainete asemel kiirgavad nad ultralühilaineid. Nimetus "radar" ise on lühend ingliskeelsest nimetusest: radio detecting and ranging. Inglast Watson-Watti peetakse radari leiutajaks, mis algul oli määratud vee peal sõitvate allveelaevade avastamiseks.

Raadio ja televisiooni viimaste saavutuste tõttu on raadiolokatsioonitehnika märksa ületanud varem kasutatud optilised vahendid. Tema poolt navigatsioonis tekitatud pöörde tähtsust võib täielikult mõista, kui vaid meenutada, et nüüd on võimalik „näha" ja juhtida laevu ka kõige pimedamal ööl.

Elektronkiiretoru – radarseadme aluse – abil püütakse kinni peegeldunud raadiolained ja mõõdetakse impulsi

väljasaatmise ja tema tagasipöördumise ajavahemik, isegi kui see moodustab miljondiksekundeid.

Selle elektronkella osuteid asendab kiir, mis helendab katoodtoru ekraanil. Arvutamine tugineb tõsiasjale, et elektromagnetiline energia levib kiirusega 300 000 kilomeetrit sekundis.

Radariga varustatud laeva tüürimees võib teoreetiliselt ka ilma akendeta kajutis viibides juhtida laeva sadade kilomeetrite tagant sihile, sest radarid projekteerivad pidevalt oma vaatlusi ekraanile.

Raadio- ja ultrahelitehnika loomisel muutus inimene nahkhiire õpilaseks. See loomake näeb väga halvasti ning orienteerub lennu ajal nõrga piiksumise abil. Nõnda lähetab ta ultrahelivõnkeid sagedusega 35 000–70 000 hertsi. Takistustelt peegelduv kaja võimaldab nahkhiirel isegi pimedas vältida kokkupõrget ja püüda hämaras putukaid.

Radartehnika omandamiseks on tarvis suuri teadmisi ja vilumust. Kuid ka raadiolokaator ei kaitse laevu kokkupõrke eest, vaid ainult hoiatab nende meeskondi ohu eest. Liiga hilja mõistsid seda mõned tüürimehed, kes radari olemasolust hoolimata ei osanud vältida kokkupõrget vastutuleva laevaga.

Ehkki tänapäeva tehnika on navigatsioonimeetodeid kaugele arendanud, peavad tüürimehed aeg-ajalt võrdlema oma riistade näitusid tähtkujude asendiga ja nähtavate rannaorientiiridega.

Üks tähtis suurus on ka laeva kiirus. Seda mõõdetakse sõlmedes nagu varemgi. See nimetus pärineb tollest ajast, kui purjelaevade madrused, kelle ülesandeks oli mõõta laeva kiirust, viskasid vette liini otsa seotud puuklotsi, mida nimetatakse logiks. See oli ringisektori kujuline lauake.

Sõitev laev keris lahti logiliini – võrdse vahemaa järel seotud sõlmedega nööri. Laeva eemaldumisel vettevisatud logist luges madrus kokku sõlmi, mis teatud ajavahemiku jooksul tema peost läbi jooksid, ja arvutas üsna täpselt liikumiskiiruse.

Tänapäeval kasutatakse tavaliselt elektromagnetilisi ja hüdraulilisi logisid. Kõige levinum on konstruktsioon, mille aluseks on vene inseneri Tšernikejevi idee. See aparaat koosneb väikesest neljatiivalisest rullist, mis pöörleb laeva ahtri taha vette paigutatud torus. Vastusööstev veevool paneb rulli liikuma ning teatud arvu pöörete järel suleb ta kontaktid elektriahelas, mis viib registreeriva aparaadi juurde.

Allveelaevaehituse areng püstitab navigatsioonitehnikale uusi ülesandeid. Kui praegu ehitavad kõik endiselt esmajoones sõjaotstarbelisi allveelaevu, siis juba lähemas tulevikus hakatakse eelistama allveekaubalaevu ning laevu mere vertikaalseks uurimiseks. Allveenavigatsioon muutub seejuures määravaks vahendiks mere vallutamisel inimese poolt.

Vee all orienteerumiseks loodi juba mitukümmend aastat tagasi güroskoobiga ühendatud riist, mis automaatselt märgib paberilindile laeva kursi. Seejärel konstrueeriti nn. odograaf – riist, mis määrab kursi ja läbitud vahemaa; ta märgib automaatselt merekaardile laeva teekonna.

Laevad, mis sõidavad suures sügavuses ning jäävad pikemaks ajaks vee alla, nagu näiteks aatomiallveelaevad, vajavad muidugi ka teistsuguseid navigatsioonivahendeid, mis täpselt arvutaksid kogu laeva liikumise vee all.

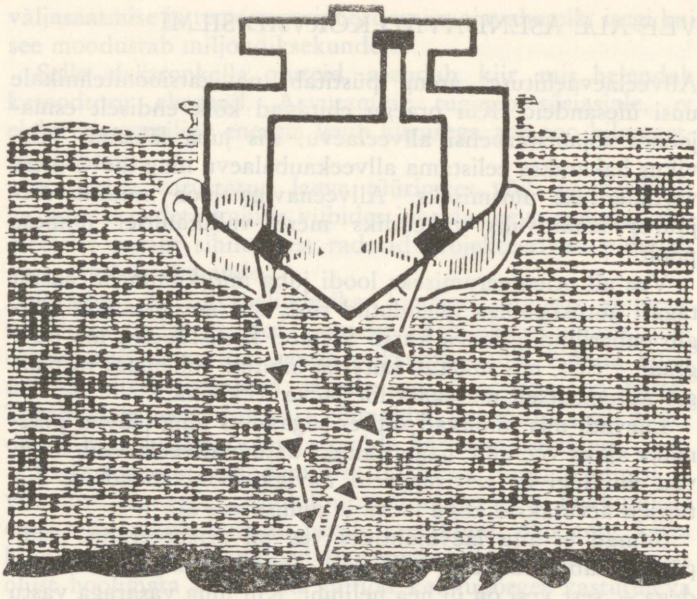
Silmad ei aita laevajuhtidel vee all orienteeruda, sellepärast jääb ainult üks väljapääs – õppida „nägema" kõrvadega –, sest vesi on ju hea helijuht. Kui lüüa vasaraga vastu terasnõu, võib seda heli kuulda vees 20 korda kaugemal kui maismaal. Seejuures levib heli vees umbes 5 korda kiiremini kui õhus. Peale selle levivad helilained üha suureneva akustilise kera kujul, mille keskpunktiks on heliallikas. Nende veeomaduste alusel konstrueeriti juba Esimese maailmasõja ajal mürapeilingaatorid (hüdrofonid), mille abil oli võimalik avastada teise laeva lähenemist, sest sõukruvid tekitavad helivõnkeid.

Tõsi küll, esimesed hüdroakustilised aparaadid olid väikese võimsusega ja võimaldasid määrata suunda ainult umbkaudselt. Kaugust laevani nende abil määrata ei õnnestunud. Hüdrofon koosneb membraani ja võimendiga varustatud helivastuvõtjast, mis muundab helivõnked elektrivõngeteks. Kõrvaklappides muunduvad elektrisignaalid uuesti helisignaalideks.

Järgmiseks sammuks hüdroakustika arengus oli sügavuste mõõtmise riistade väljatöötamine. Algul oli see kajalood, hiljem hüdrolokaator, mis baseerusid helilainete kunstlikul tekitamisel. Teades heli levimise kiirust vees, mis on 1440 m/sek., on kerge määrata sügavust heliallikast merepõhjani või teise objekti kaugust kaja järgi.

Et heli levib vees sfääriliselt, igas suunas, võib selliste aparaatide abil mitte üksnes mõõta mere sügavust, vaid ka vahekaugust heliallikast kalaparvedeni, rahudeni või teise laevani. Pealveelaevad võivad ultraheliaparaatide abil avas-

 tada oma teel madalikke.



Joon. 18. Kajalood sügavuste mõõtmiseks. Vastuvõtja laeval registreerib merepõhjast peegeldunud helilaine.

Algul oli sellel meetodil mitmeid puudusi: koos peegeldunud signaaliga võeti vastu teiste laevade signaale; helisignaalidele lisandus tunduval määral lainete müha, laeva enda masinate müra jms. Kõigi nende häirete kõrvaldamiseks mindi üle ultrahelilainete kasutamisele, mis levivad ainult ühes, ettenähtud suunas kiire kujul. Kui ajavahemik kiirgaja impulsi väljasaatmise ja peegeldunud impulsi helimembraaniga vastuvõtmise vahel jagada kaheks ning saadud tulemus korrutada heli levimise kiirusega vees, saame me vahemaa heliallikast merepõhjani või teise helipeegeldajani.

Kindla kiirusega pöörlev kajaloodi registreeriva aparaadi kang annab automaatselt välja valmis resultaadi. Ta märgib ka sügavuse mõõtmise tulemused kõverana paberlindile. Selliste mõõtmistega õnnestus teha kindlaks suurte merepõhjalõikude reljeef ja koostada vastavad kaardid.

Tõsi küll, veidi enne Teist maailmasõda avastati, et hüdroakustilised riistad, sealhulgas ka kajaloodid, ei tööta sajaprotsendilise täpsusega, sest heli ei levi vees alati ühtlaselt, vahel aga ei lase salapärased helibarjäärid helilaineid läbi või kallutavad neid kõrvale.

Helikiirus sõltub vee tihedusest ja kokkusurutavusest. Temperatuuri langusega väheneb võngete levimise kiirus, külmades sügavustes kiirus enamasti kasvab rõhu suurenemise tõttu.

Troopilises ja subtroopilises vööndis põhjustab see heli levimiskiiruse täpselt väljendatud miinimumi tekkimise sügavustes 500–1500 meetrit. Selle nähtusega satuti kokku, kui varsti pärast täiustatud hüdrolokaatori ilmumist hakkas see aparaat katsetamisel Kariibi meres näitama objekte, mida vees üldse polnud. Teisest küljest ei andnud ta edasi mingeid andmeid tõepoolest eksisteerivaist objektidest, näiteks allveelaevast.

Alles okeanograafid seletasid seda akustiliste veealuste silmade salapärast nägemisvõimetust. 15 meetri sügavusel veepinnast eksisteeris helibarjäär ehk täpsemalt hüppekiht. Tema teke on tingitud piirkihist sooja ja külma vee vahel, mis peegeldab ultrahelilaineid. Need soojaveetaskud võimaldasid Teise maailmasõja ajal süvavee termograafidega varustatud allveelaevadel peita end vaenlase laevade eest, mis olid varustatud hüdroakustiliste seadmetega.

Piirkiht, mis tekib sooja ja külma vee kokkupuutel, tekitab 800–2000 meetri sügavuses helikanali, mida mööda akustilised võnked võivad levida peaaegu piiramatult. Selle kanali kaudu võivad süvaveeplahvatust Jaapani rannikul registreerida ülitundlikud riistad, mis on üles seatud Ameerika lääneranniku.

See võimaldab tulevikus määrata merehädas oleva laeva asukohta, kes peab ainult õhkima helikanali sügavuses väikese pommi.

Teine analoogiline fenomen, mis takistab heli levikut, on nn. „valepõhi", mis esmakordselt avastati 1942. aastal Kalifornia ranniku hüdroakustilisel uurimisel. Seal, kus tavaline lood täiesti kindlalt näitas 1000 meetri sügavust, registreeris kajalood ainult 300 meetrit. Seniajani pole veel õnnestunud täielikult seletada seda nähtust, mis kaitseb jälitamise eest kõige moodsamaid, kuni 500 m sügavusse sukeldunud allveelaevu. Arvatakse, et niisuguseid hajutavaid süvaveekihte tekitavad tohutud krevettide või kaheksajalgade kolooniad, mis päeval hoiduvad suurde sügavusse.

 Nagu laevade ehitamisel, nii püüavad konstruktorid, kes

konstrueerivad aparaate allveenavigatsiooniks, omandada üht-teist mereelanikelt. On kindlaks tehtud, et delfiinid on võimelised oma peas tekitatud omapärase võnkumise tõttu välja saatma sekundis kuni 200 ultraheliimpulssi. See laseb neil läbipaistmatus vees orienteeruda ja jahti pidada.

Tööd allveenavigatsiooni täiustamisel jätkuvad.

ALISTATUD VEEKATUS

Progress navigatsioonitehnikas võimaldas kiirendada mereavaruste uurimist, ning merepinda võib praegu pidada juba alistatuks. Ent siiski on meri, vaatamata gürokompassi ja raadiolokaatori leiutamisele, ohutu ainult allveesõidul.

Ookeani uurisid „risti ja põiki" vaprad meresõitjad. Möödus kõigest mõnisada aastat sellest, kui polüneeslased esmakordselt ületasid Vaikse ookeani, ning islandlane Leif alistas 1002. aastal Atlandi.

Lõunamere elanike ja viikingite meresõidu-kangelasteod ei avaldanud mõju rahvusvahelise laevasõidu arengule, sest selleks polnud veel küllaldasi tingimusi, ja alles ekspeditsioonid kodanluse sünniajastul, XV sajandi lõpust kuni XVII sajandi alguseni aitasid rajada esimesi suuri mereteid.

1492. aastal läks Kolumbus merele, kavatsedes jõuda Indiasse mereteed mööda, ja avastas Kesk-Ameerika. Vasco da Gama sõitis temaga võrreldes tõelisel „aurikul", kui ta 1496. aastal Diazi jälgedes ümber Aafrika reisis. 1498. aastal jõudis ekspeditsioon tema juhtimisel Malabari rannikule Ees-Indias.

Magalhães, kes 1520. aastal sõitis ümber Lõuna-Ameerika ja leidis seega tee Atlandi ookeanist Vaiksesse ookeani, hukkus Filippiinidel. Del Cano, ainuke ellujäänud ohvitser, pääses koos rühma madrustega viimasel allesjäänud laeval minema. Tagasiteel sõitis tema laev ümber Kagu-Aasia ja Aafrika. Kui ta mõni aasta hiljem koduse Ibeeria poolsaare pinnale astus, oli temast saanud esimene inimene, kes sõitis ümber maailma.

Teistest vapratest meresõitjatest ja uurijatest tuntakse laialdaselt Hudsonit, Cooki, Beringit, Nordenskiöldi, Peary't, Scotti, Amundsenit jt.

Hudson sooritas aastail 1607–1610 neli reisi polaaralade. Tema järgi nimetati Hudsoni laht. James Cook avastas oma kolme ekspeditsiooni ajal Sandwichi saared ja Austraalia idaosa. Tema ümbermaailmareisid ulatusid lõunas kuni 71. laiuskraadini ja põhjas Beringi mereni. Cooki nime kannab väin Uus-Meremaa põhja- ja lõunasaare vahel.

Taanlane Bering, kes seisis Vene riigi teenistuses, sõitis 1741. aastal läbi väina, millele hiljem anti tema nimi, Nordenskiöld aga purjetas aastail 1878–1879 ümber Siberi põhjaranniku ning rajas Põhja-meretee.

Suuri teeneid inimtühja valge merekõrbe uurimisel oli Nansenil, kes oma põhjanabareisil aastail 1893–1896 kuni 84. laiuskraadini tungis. Peary'l, kes tõestas, et Gröönimaa on saar, õnnestus 1909. aastal jõuda põhjanabale, kuna esimene inimene, kes 1911. aastal lõunanabale jõudis, oli Amundsen. Scott ja neli tema kaaslast, kes neli nädalat hiljem samuti lõunanabale jõudsid, hukkusid lumetormis.

VAENUKINNAS „CHALLENGERI" VAPIL

Ookeani mõistatused ja saladused ei anna teadlastele rahu. Alexander Humboldt avastas 1799. aastal Lõuna-Ameerikasse sõites mandri läänerannikul külma merehoovuse, millele anti hiljem tema nimi. Humboldt tegi tolle aja kohta julge avalduse: „Pole veel teada, kus on elu rikkalikum, kas mandritel või põhjatus meres."

Seega pööras ta botaanikute ja zooloogide tähelepanu eluruumile, millest nad peaaegu midagi ei teadnud. Kõigest paar aastakümmet kulus seejärel uue teaduse, merebioloogia loomiseks.

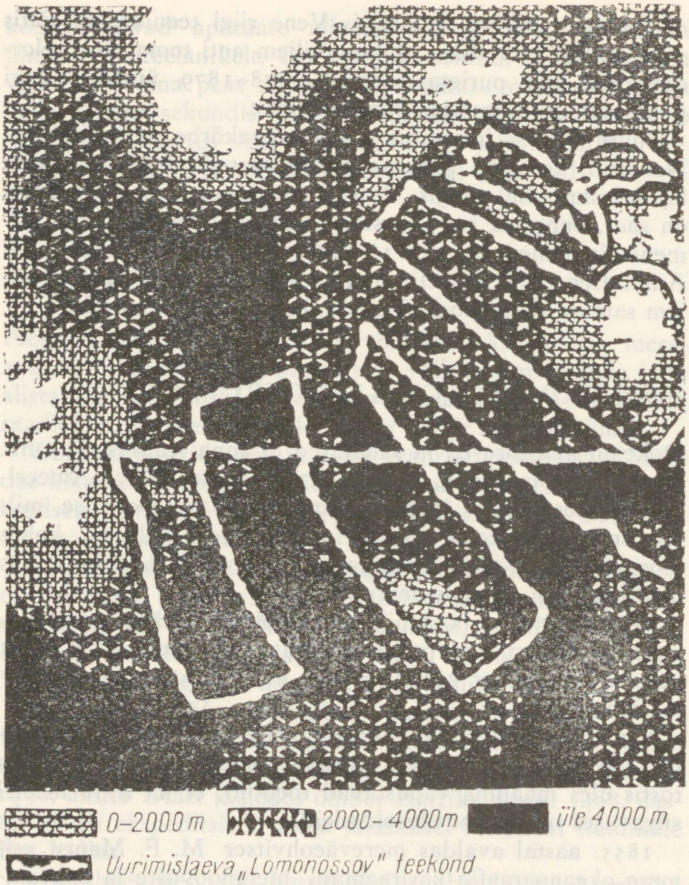
Samm-sammult tungis inimene mere saladustesse. 22. juulil 1869 lasti „Porcupine'i" pardalt meresügavusse traal, mis tõstis üles maailma vapustavad tõendid, et ka 4578 meetri sügavuses on olemas elusolendeid.

1855. aastal avaldas mereväeohvitser M. F. Maury esimese okeanograafia käsiraamatu merehoovuste ja ookeanituulte suundade kaartidega. Toodud andmed ja praktilised soovitused võimaldasid tunduvalt vähendada reiside kestust.

Esimese okeanograafilise laeva „Challengeri" pardal viibivad uurijad ei varjanud oma kavatsust alistada loodusjõud ja panna nad inimest teenima. Laeva vapil oli kujutatud rüütel, kes viskab vahutavatele lainetele väljakutse märgiks vaenukinda.

Ent kas ei heitnud inimene väljakutset loodusele, kui ta läks ründama miljonite aastate jooksul tekkinud maakera palet, lüües praod Suessi ja Panama maakitsusse, ehitades kanali, mis ühendab Põhja- ja Läänemere ning teisi kanaleid, mis võimaldasid märksa lühendada mereteede pikkust?

Mitu aastat kestnud „Challengeri" uurimisreisid Thomsoni ja Carpenteri juhtimisel olid esimeseks sammuks mere „vedelasse džunglisse". Esimese süvaveeluure teostasid



Joon. 19. Rahvusvahelisel geofüüsika aastal uurisid Atlandi ookeani põhja üheaegselt 48 uurimislaeva.

mõlemad inglise teadlased juba 1868. aastal Briti laeval „Lightning".

„Challengeri" ekspeditsiooni viljakuse üle võib otsustada kas või selle järgi, et teaduslikud trofeed täitsid 50 paksu köidet. Lõpuks ometi saadi selgust küsimuses, kuidas näevad välja meresügavused. Tuhanded põhjaproovid ja sajad elusolendid, keda inimsilmad polnud veel kunagi näinud, aitasid lahendada palju allveemaailma saladusi.

Esimesed edusammud innustasid edasisi ekspeditsioone. Umbes 25 aastat hiljem läks avamerele „Valdivia" Leipzigi zooloogi Chuni juhtimisel. See ekspeditsioon rikastas okeanograafiat veel 24 köitega.

Seejärel organiseeriti Hollandi ekspeditsioon laevaga „Siboga". Järgnevad ekspeditsioonid kinnitasid eelkäijate andmeid ja lisasid uusi. Nii näiteks avastas Taani ekspeditsioon „Dana" reisil angerja rände saladuse. Sajandeid oli olnud see madu meenutav maitsev kala, mis meie jõgesid pidi üles tungib, kaluritele mõistatuseks. Iga kalur on näinud kõigest mõne sentimeetri pikkusi klaasjaid angerjavastseid, kuid keegi polnud näinud marja.

Ja alles „Dana" ekspeditsiooni juht J. Schmidt hämmastas kord maailma oma teatega, et angerja „abieluvoodi" asetseb Sargasso meres – rohelistes vetikadžunglites Assoori saartest lääne pool, koelmu aga Mehhiko lahes.

Kuus kuni kaheksa aastat elab angerjas meie vetes. Seejärel ajab instinkt teda tuhandete kilomeetrite kaugusele tagasi Atlandi ookeani. Sellest pikaajalisest teekonnast kurnatud täiskasvanud angerjad hukkuvad, jättes järele miljardeid vastseid. Seejärel algab uuesti igavene arenemise ja hääbumise protsess. Golfi hoovuses triivivad angerjavastsed sooritavad kahe-kolme aastaga reisi Euroopa rannikule ja tungivad sealt magedatesse jõevetesse.

Kuid angerja rände saladuse paljastamine on ainult üks paljudest avastustest, mis tehti mere süstemaatilisel uurimisel. Üha uusi okeanograafilisi andmeid said kümned teised uurimislaevad: „Hirondelle", „Printsess Alice", „National", „Gauss", „Albatros", „Planet", „Möwe", „Deutschland", „Meteor".

Nüüd leidub vaevalt mõnd mereäärset maad, kus poleks uurimislaeva. Üksnes rahvusvahelisel geofüüsika-aastal lasti 40 riigis vette 60 uurimislaeva, mis pidid koguma andmeid pikkade lainete, merehoovuste, ookeanide polaarrinnete jm. kohta.

Nõukogude Liidul, Ameerika Ühendriikidel ja Inglismaal on niisuguseid ujuvlaboratooriume terve laevastik. Nõukogude laev „Vitjaz", mis oli määratud süvaveeuuringute jaoks, sai oma ekspeditsioonidel aastail 1949–1952 väärtuslikke trofeesid 6000 meetri sügavusest.

Inimene tungib üha sügavamale merre. Kui Rootsi ekspeditsioonil „Galatheal" õnnestus aastail 1950–1952 heita traal Filipiinide lähedal 10 000 meetri sügavusse, siis Nõukogude ekspeditsioon „Vitjazil" 1957. aastal avastas Mariaani süviku detailsel uurimisel kajaloe andmetel sügavuse 11 022 meetrit, mida tänapäeval peetakse Vaikse ookeani ja kogu Maailmamere maksimaalseks sügavuseks.

Meetodid, mille abil inimesed meresügavustesse tungivad, on praegu veel seotud väga suure ajakuluga. Terve päev tuleb raisata sellele, et lasta meresügavusse võrk või mingi aparaat 11 kilomeetri pikkuse terasvaieri otsas. Pealegi ei asenda proovid kunagi seda, mida võiks vahetult sügavustes läbi elada ja vaadelda. Kõige täielikumad ja usaldusväärsemad andmed kogub inimene siis, kui ta ise tungib Poseidoni ääretusse kuningriiki.

Inimene on juba ammu püüdnud näha, kuidas näeb välja veealune maailm. Selle põhjuseks polnud lihtne uudishimu. Esimene tuuker oli tõenäoliselt näljane ürginimene, kes asjatult otsis kaldal karpe, kuid nägi siis neid põhjas mõne meetri kaugusel kaldast.

Hiinlased kauplesid juba 4000 aastat tagasi pärlitega ja seega võib kinnitada, et juba tollal olid olemas kogenud tuukrid, kes võisid laskuda 20 meetri sügavusse ja viibida seal mitu minutit.

Babüloonlastest me teame, et 6000 aastat tagasi oskasid nad valmistada pärlmutrist inkrustatsioone ja teisi tooteid. Teadupärast toodavad pärlmutrit molluskid, kelle järele tuleb samuti merepõhja sukelduda. Rohkem kui 3000 aastat tagasi saatsid Tüürose purpurivabrikute omanikud püüdjate salku korvidega Vahemere põhja, et tuua sealt välja hinnalisi purpuritigusid.

Veel nüüdki eksisteerivad Vahemeres, India ookeanis ja teistel Maailmamere aladel kutselised pärliotsijad ja käsnapüüdjad. Kuid isegi väikestes sügavustes on veerõhk paljale kehale üpris tuntav.

TUUKRIKELLAST TUUKRIÜLIKONNANI

Juba iidsel ajal tegi inimene katseid võidelda veerõhuga eriseadiste abil. Nii näiteks kujutatakse assüüria reljeefidel allveeujujaid, kes hingavad kitsesoolte kaudu, mis võimaldas neil viibida kuni 2 meetri sügavuses.

Vana-Rooma kirjanik Vegetius jutustab vee alla laskumisest nahkmaskides, kuhu õhku juhiti nahktoru kaudu.

Aristotelese teatel kasutas Makedoonia Aleksander 332. aastal e. m. a. tuukrikella, et üle trumbata Tüürose kaitsjaid, mida ta enne seda piiras palju kuid maismaalt ja merelt.

Dionysius Cassiuse sõnade järgi vallutasid primitiivses tuukrivarustuses bütsantsi tuukrid III sajandil keiser Septimus Severuse galeerid, mis blokeerisid Bütsantsi pealinna.

XVI sajandil hakati tuukrikelli kasutama Euroopas. Nad meenutasid suurt kummulikeeratud pada, mis väga tasaselt veepinnale pandi ja pikkamisi merepõhja lasti. Tuukrikella sisse jäi õhk ning merepõhjas karpe korjavad või hukkunud laevade vrakke uurivad mehed ei tarvitsenud enam õhu järele veepinnale tõusta.

Veidi hiljem ilmusid skafandrid, mille tööprintsiibi oli visandanud juba Leonardo da Vinci. Algul vähendati tuukrikella väikese kiivri mõõtmeteni, kuhu ülevalt juhiti õhku. Üks esimesi selle seadise soovitajaid oli vene leiutaja Jefim Nikonov. Ta kattis tünni nahaga, jättes sellesse vaateakna; õhk juhiti sisse nahktoru kaudu.

Alles XIX sajandil ilmusid voolikuga tuukriülikonnad, kuhu õhk pumbati õhupumbaga (või kompressoriga). Esimese seda tüüpi ülikonna konstrueeris Klingert 1798. aastal. 1830. aastal täiustas seda aparaati August Siebe, monteerides klapid sisse- ja väljahingatava õhu jaoks; tõsi küll, see polnud täielik ülikond, vaid õlgadeni ulatuv ja veekindla tihendiga lõppev kiiver.

Prantsuse zooloog Edwards kasutas 1844. aastal seda tuukriülikonda allveefauna uurimiseks Sitsiilia rannikul. Sellises ülikonnas võis ta vee all viibida umbes 30 minutit. Kuid sügavamale kui 3–4 meetrit ta selles laskuda ei saanud, sest hingamine oli raskendatud.

Järgnevad konstruktsioonid, mille ilmumine leidis aset käesoleva sajandi algul, koosnesid kummeeritud riidest ülikonnast ja metallkiivrist. Kätte tõmmati kindad. Niisuguses ülikonnas võisid töötada vee all töölised, kes tegelesid uppunud laevade ülestõstmise või sildade ehitamisega. Ehkki tuukriülikonda on viimaseil aastail märksa täiustatud, on tema põhimõte jäänud muutmatuks.

Et tungida suurtesse sügavustesse, tuli võidelda üha kasvava veerõhuga tuukriülikonna materjali tugevuse pideva suurendamise teel, nii et tuukriülikond muutus lõpuks raskeks rüütli raudrüüks. Jäik skafander, kuhu on monteeritud tuukrit hapnikuga varustav ja süsihappegaasi neelav aparaat, võimaldab laskuda kuni 160 meetri sügavusse.

Füüsikud jõudsid järeldusele, et kõige ideaalsem geomeetriline kuju suurte rõhkude vastu on kera kuju. Nii ilmus esimene kerakujuline vaatluskamber, millele tema konstrueerija insener Barton ja zooloog Beebe, kes kasutas seda süvaveeaparaati ookeanisügavuste uurimisel, andsid nimeks batüsfäär „Progressi sajand". Sinna mahtusid kaks inimest. Kera kaalus umbes 5 tsentnerit, tema terasseinte paksus oli üle 3 sentimeetri. Teraskestas oli kaks paksu sulakvartsist klaasiga vaatlusakent. Terasvõru ja pliivalge tagasid kvartsi ja teraskesta vahelise ühenduse veekindluse.

Kera sees oli kaks nõu: üks soodaga (naatriumkarbonaadiga) ja teine kaaliumiga (kaaliumkloriidiga). Sooda sidus keemiliselt hingamisel tekkivat süsihappegaasi ning muutis ta gaasilisest tahkeks, kaalium aga imas niiskust, mis tekkis keras inimkeha leitse tõttu.

Tuukriaparaadi kunstlikud kopsud koosnesid kahest hapnikuga nõust. Batüsfäär rippus terastrossi otsas, mis oli kinnitatud laeva auruvintsi külge. Vee alt saadetud signaali peale tõstis vints batüsfääri üles. Batüsfääril oli telefoniside veepinnaga, üks elektrikaabel aga viis välise prožektori juurde.

LASKUMINE VEE ALLA

Tuukritehnika arengut määrasid pikka aega peamiselt sõjalised kaalutlused. Eespoolmainitud Rooma galeeride vallutamine bütsantsi tuukrite poolt on esimene ja kõige varajasem näide.

1595. aastal pöörasid Zaporožje kasakad oma Türgi sõjaretkel jõe märkamatuks ületamiseks oma kerged lameda põhjaga paadid kummuli ja vedasid neid vee all edasi. Paatidesse jäänud õhk võimaldas vabalt hingata, ja nad ujusid märkamatult teisele kaldale.

Kõigi aegade väejuhid on unistanud veealustest transpordivahenditest ootamatuks kallaletungiks. 1720. aastal, kui Peeter I käsul ehitati Venemaal regulaarlaevastik, ilmus esimene allveelaeva projekt. See mudel, mille konstrueeris puusepp Jefim Nikonov, meenutas suurt tünni, mis oli vitsutatud vaskvõrudega. Peeter I juuresolekul teda katsetati, ja selgus, et ta võib tõesti sukelduda.

1747. aastal kattis inglise puusepp Simons veekindla poolümmarguse vooderdisega puitpaadi, kohandades selle allveesõiduks. Sukeldumiseks kasutati ballastina veega täidetud nahkkotte. Pole teada, kuidas kavatseti vett kottidest eemaldada, et paat saaks tõusta pinnale. Selleks on vaja pumpa, kuid seda ei meenutata leiutise kohta käivas artiklis, mis avaldati XVIII sajandil ühes ajakirjas. Leiutise tähtsus peitub selles, et konstruktor soovitas niisugust sukeldumisprintsiipi, millele allveesõit on rajatud nüüdki.

Ameerika Iseseisvussõja ajal sai mehaanik David Bushnel ülesande ehitada allveelaev, mida võiks kasutada võitluses inglise kolonisaatorite vastu. Bushnel konstrueeris üheistmelise paadi, mis kujult meenutas muna; seest oli paat vooderdatud vaskplaatidega ja meenutas kilpkonnarüüd. Paadile anti nimeks „Kilpkonn".

Ameerika insener Robert Fulton, kasutades „Kilpkonna"

konstruktsiooni, valmistas XVIII sajandi lõpus täiustatud allveelaeva nimega „Nautilus". Ta sooritas õnnelikult esimese reisi Seine'i mööda Brestini ning muutus Jules Verne'ile tema samanimelise laeva prototüübiks. Fultoni paadi pikkus oli 6,5 meetrit, laius 2 meetrit, ning meenutas kujult kala. „Nautiluse" meeskond koosnes kolmest inimesest. Ta liikus vee all käsikruvi abil. Vee peal sõitmiseks kasutati purje, mis laeva sukeldumisel maha võeti. Paadi maksimaalne sukeldumissügavus ei olnud üle 8 meetri.

Tollal ei leidunud valitsust, kes oleks ostnud Fultonilt tema paadi või selle patendi. Allveelaevade sõjalist tähtsust eitati tollal hoopis ning loodeti ainult pealveelaevade tulejõule.

Allveelaevade leiutajate hulgas tuleb meenutada vene inseneri Schilderit ja sakslast Wilhelm Bauerit. Kui Schilderi konstruktsioon juba üllatavalt meenutab Esimese maailmasõja aegseid viimaseid allveelaevu (tõsi küll, see laev eksisteeris ainult mudelil), siis Baueri nn. murdlainepaat sukeldus 15 meetri sügavusse, langes veerõhu ohvriks ja jäi lamama Kieli reidi põhja.

Suure tähtsusega allveelaevastiku edasises arengus olid vene konstruktorite Dževetski, Aleksandrovi, Jakobi ja Bubnovi tööd. Bubnov konstrueeris Vene laevastiku esimese sõjaallveelaeva. Pole imestada, et niisuguste traditsioonidega NSV Liidul on käesoleval ajal kõige moodsam allveelaevastik maailmas, sealhulgas ka aatomiallveelaevad.

KONNINIMESED UPUTAVAD LAHINGULAEVA

Teise maailmasõja ajal ilmusid sõjatuukrid, keda nimetati konninimesteks. Allveelaevad olid liiga kohmakad, et uputada laevu sadamais, mis olid kaitstud võrkude ja teiste allveelaevatõketega.

Sellepärast konstrueeriti üliväikeste mõõtmetega allveelaevad ja juhitavad torpeedod.

Kuid ka kääbusallveelaevad, mis ehitati Teise maailmasõja ajal suurte laevade koopiatena, ei õigustanud end tervikuna; näiteks uputati kõik viis kääbusallveelaeva, mis võtsid osa jaapanlaste kallaletungist Pearl Harbourile. Sellepärast tekkiski mõte kasutada sõjatuukreid.

Sõjatuukri varustus koosnes soojast villasest pesust, veekindlast kummeeritud ülikonnast, kummijalatseist, lestadest, autonoomsest suletud ringlusega hapnikuaparaadist, mis ei tekita vee all õhumulle, peas olevast tumedavärvilisest maskeerimisvõrgust, noast ja lõhkelaengust.

 Kuu loomise ajal ujusid tuukrid hoovust kasutades ees-

märgile, orienteerudes käsikompassi järgi. 200–300 meetrit enne sihtmärki võttis konninimene vees vertikaalasendi ning hoovus kandis teda laeva juurde. Et käratult laevaseina alla sukelduda, hingas tuuker sügavasti sisse. Raskemaks muutunud keha libises laeva külgmise kiilini. Seejärel kinnitas konninimene laevakere külge magnetseadmega lõhkelaengu.

Sõjatuukrite kontos, keda oli peaaegu kõigil sõdivail riikidel, on näiteks Saksa lahinglaeva „Tirpitzi" uputamine ning Saksa raske vee tehase õhkulaskmine Rjukanis Norra põhjarannikul.

AKVALANG TEOSTAB PÖÖRDE TUUKRITEHNIKAS

Suletud ringlusega hapnikuaparaat koosneb suruhapnikuballoonidest, doseerimisseadisest, hingamiskotist ja naatronlubjaga filterpadrunist hingamisel tekkiva süsihappegaasi keemiliseks sidumiseks. Niisugust hapnikuaparaati kasutavad allveespordi harrastajad veel nüüdki, sest ta on väikeste mõõtmetega ja kaalub vähe. Ent tuleb siiski meeles pidada, et vähimadki vead temaga ümberkäimisel võivad põhjustada süsihappegaasi- või hapnikumürgituse.

Ehkki hapnikuaparaadid märksa kergendasid inimese tungimist hüdrosfääri rahulikel eesmärkidel, on neil peale keeruka käsitsemisviisi ka teisi puudusi: hapnikuaparaadiga võib inimene küll viibida vee all niisama kaua kui hüljes, kuid nõnda sügavale ta sukelduda ei saa. Suletud ringlusega aparaadid võimaldavad sukelduda 10–15 meetri sügavusse. Sügavamale tungimiseks on tarvis täiuslikumaid hingamisaparaate.

Õhkkest (atmosfäär) rõhub igale maapinna ruutsentimeetrile 1,033 kilogrammise jõuga, mis vastab ühe ruutsentimeetri suuruse ja 10,33 meetri kõrguse veesamba kaalule. Peale atmosfäärirõhu talub tuuker ka vee raskust. Sukeldumisel suureneb iga 10 meetri järel rõhk ühe tehnilise atmosfääri (1 at) võrra. Seega on 10 meetri sügavuses atmosfääri ja vee kogurõhk, ehk nagu sellistel puhkudel öeldakse, absoluutne rõhk (ata), juba üle 2 ata. Ainult vee rõhku nimetatakse ülerõhuks (atü).

Võib näida, et inimesel on Heraklese jõud, sest üksnes atmosfäärirõhk vajutab tema õlgadele 17,5 tonnise jõuga. Selle suuruse arvutamiseks on tarvis 17 000 ruutsentimeetrit, millest keha pind koosneb, korrutada 1,033 kilogrammiga. Sellegipoolest me nõnda suurt koormust peaaegu ei tunne, sest organismis, selle õhuga täidetud kehavalendikes on peaaegu niisama suur vasturõhk.

Et vette sukeldumisel rõhk kehale kasvab, on tarvis tagada ka vasturõhk. Selleks peab tuuker hingama vee all suruõhku, mille rõhk vastab ümbritseva keskkonna rõhule. Peale selle koosneb inimorganism rohkem kui 65% vedelikust, vedelik aga on teadupärast peaaegu kokkusurumatu. Et inimkeha koed on üsna tugevad, võib inimene vastava sisemise vasturõhu korral sukelduda mitmesaja meetri sügavusse, kartmata, et tema kaitsmata keha puruks litsutakse. See aga tähendab, et ta võib detailselt uurida ookeani kogu šelfiala. Missugused hiilgavad perspektiivid!

Kui aga kasutada tavalise atmosfäärirõhuga õhku, ei suuda hingamislihased juba 2 meetri sügavuses ületada veerõhku rinnakorvile ning ei taga vajalikku õhuhulka.

Tuukritehnika arengule oli suure tähtsusega akvalangi leiutamine 1942. a. prantsuse inseneri Emile Gagnani ja mereväeohvitseri Jacques Yves Cousteau poolt. Selle suruõhul töötava aparaadi tähtsaimaks osaks on kopsuautomaat, mis automaatselt vähendab suruõhu rõhku 150–200 atmosfäärilt ümbritseva keskkonna (vee) rõhuni. Seetõttu säilib akvalangistil pidevalt rõhu tasakaal teda ümbritseva veega ning ta võib hingata ka suurtes sügavustes. Jäiga skafandri rasket kaitsekesta asendab akvalangi kasutamisel tühiseid gramme kaaluv suruõhk ujuja kopsudes. Milline kolossaalne vahe! Õhuregulaatorist tulevad painduvad sisse- ja väljahingamisvoolikud on ühendatud huulikuga, mis võetakse sukeldumisel hammaste vahele.

On teada juhtumeid, kus akvalangistid 30–40 meetri sügavusse sukeldumisel teadvuse kaotasid, huuliku suust välja lasksid ja uppusid.

Silmi ja nina kattev veekindel mask on niisama vähe seotud suruõhuaparaadiga nagu jalas olevad lestadki. Nad kuuluvad ainult varustuse komplekti. Akvalangisti kopsud ja kopsuautomaat tagavad sukeldumise ja tõusu. Sukeldumiseks hingab akvalangist kopsudest õhu välja. Kui ta tahab veepinnale tõusta, siis tõmbab ta, vastupidi, kopsud õhku täis. Suurtesse sügavustesse sukeldumiseks tuleb kasutada lesti, sest suure veerõhu tõttu pole siin võimalik tühjade kopsudega jääda. Vees mõjub mistahes kehale kaks vastupidise suunaga jõudu: alla veab raskusjõud, üles aga tõukab tõstejõud. Juba Archimedes avastas Aleksandria saunas seaduse, mille kohaselt kehale mõjuv tõstejõud võrdub tema poolt välja tõrjutud vee hulgaga.

Kui Maa külgetõmbejõud ja tõstejõud on võrdsed, siis keha viibib vees otsekui kaaluta olekus. Sellise oleku tajumine vaimustab allveesportlasi alati, ehkki seda pole sugugi kerge saavutada. Enamasti on ülekaalus tõste- või raskusjõud.

„. . . Ajus vilksatasid ammu unustatud painajad. See oli lapsepõlves: ma lebasin haigena voodis ning kõik asjad maailmas tundusid mulle olevat paistes. Sõrmed muutusid sardellideks, keel tennisepalliks, õudselt paistetanud huuled pigistasid huulikut. Õhk tihenes siirupiks, vesi muutus süldiks." Nii kirjeldas Jacques Yves Cousteau sügavusjoovet, mis saabub 70–80 meetri sügavusse sukeldumisel. Siin ongi akvalangi tegevuspiir.

Kuid ka 12 meetri sügavuses varitseb allveeujujat liiga kauasel vee all viibimisel nn. kessoontõbi. Kaudselt on see tingitud kõrgest lämmastikusisaldusest (78%) atmosfääriõhus.

Kui see gaas kaitseb inimest maismaal agressiivse hapniku kahjuliku mõju eest kopsudele, siis vette sukeldumisel võib ta kasvava rõhu mõjul saada sukeldujale saatuslikuks.

Väljahingamisel ei eritu lämmastik täielikult, osa sellest lahustub veres, ja mida suurem on rõhk, seda rohkem teda lahustub.

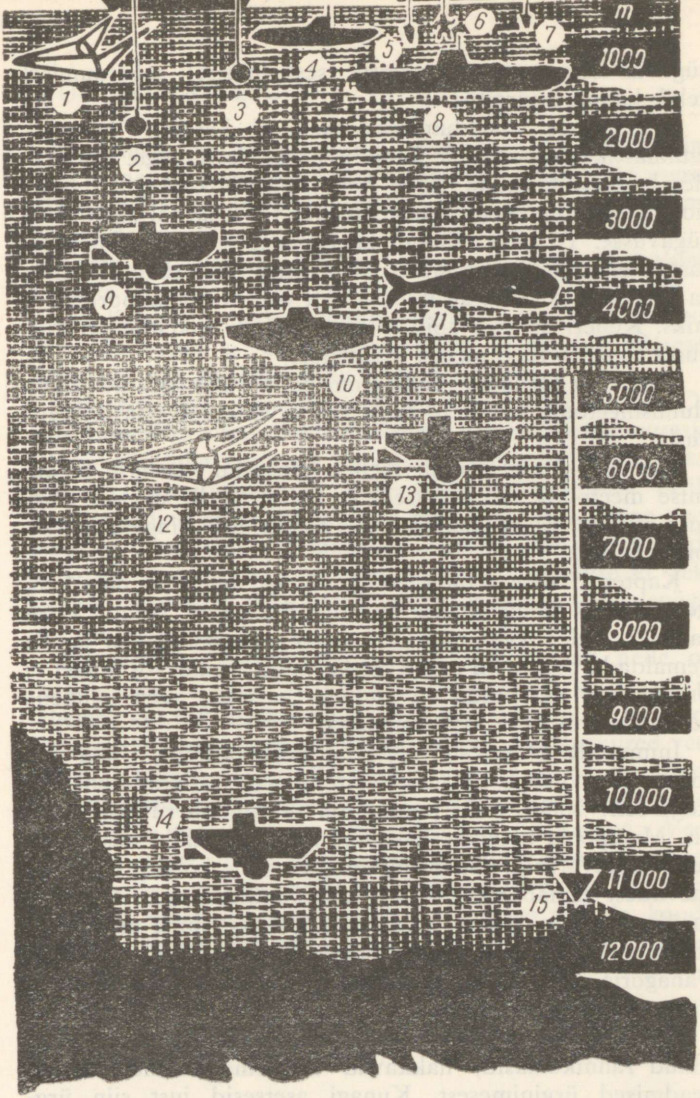
Kui sukelduja tõuseb väiksema rõhu tsooni, hakkab lämmastik verest intensiivselt erituma mullikestena, nagu see toimub limonaadipudeli lahtikorkimisel. Sukelduja hakkab tundma teravat valu liigestes, mis süstemaatilistel tõusudel võib põhjustada üsnagi piinarikkaid vigastusi. Käsna- ja pärliotsijad surevad tihtipeale noores eas sellesse haigusse, sest tekib veresoonte ummistus, selja närvisõlmede halvatus. Kessoontõppe haigestunud paigutatakse dekompressioonikambritesse.

Kessoontõve vältimiseks tuleb ujuda pinnale aegamisi, peatustega. Teine oht, mis sukeldujat varitseb, on sügavusjoove, mis meenutab seisundit, milles viibib inimene pärast suure hulga alkohoolsete jookide tarvitamist.

Selles seisundis tunneb sukelduja algul piiritut vaimustust, mis väga ruttu asendub järsu väsimusega. Teatud staadiumis kaotab ta oma käitumise üle igasuguse kontrolli. On olnud juhtumeid, kus sukeldujad võtsid suust huuliku, et pakkuda seda möödaujuvatele kaladele. Joove möödub, kui sukelduja tõuseb mõned meetrid kõrgemale, madalama rõhu tsooni.

Viimasel ajal arvatakse, et see nähtus ei ole tingitud veres lahustuvast lämmastikust, vaid süsihappest, mis tekib kehas kõrge rõhu puhul tekkiva gaasivahetushäire tõttu.

Sügavuse kasvades tekkiv atmosfäärigaaside järsk lahustuvus veres andis mõtte asendada akvalangis looduslik õhk kunstliku seguga. Puhta hapniku kasutamisel on sukeldumis-



Joon. 20. Ligipääs meresügavustesse on avatud. Piccard'i täiustatud batüskaaf laskus 1961. aastal ligi 11 000 meetri sügavusse. Joonisel on näidatud sügavused, kuhu on laskunud inimene. *1* – kalapüügivõrgud (500 m); *2* – Barton 1949. aastal (1372 m); *3* – Beebe 1934. aastal (923 m); *4* – allveelaev; *5* – Galeaz 1932. aastal (210 m); *6* – tuukrid jäikades skafandrites; *7* – Artiglio 1931. aastal (128 m); *8* – aatomiallveelaev; *9* – Auguste ja Jacques Piccard'id 1953. aastal (3150 m); *10* – batüskaaf F. N. R. S. 2 1954. aastal (4060 m); *11* – silevaal ja kašelott (umbes 4000 m); *12* – „Valdivia" ekspeditsiooni süvaveevõrk 1898/1899 (6000 m); *13* – J. Piccard ja Rechnitzer 1959. aastal (5669 m); *14* – J. Piccard ja D. Walsh (10 912 m); *15* – kajaloega avastatud suurim sügavus (11 022 m).

sügavus kõigest 10–15 meetrit, sest edasisel sukeldumisel tekib hapnikumürgitus.

Sügavamale sukeldumiseks asendati kergesti lahustuv lämmastik bioloogiliselt kahjutu gaasi heeliumiga. Kasutades hapniku-heeliumi ning hapniku-vesiniku segu, laskus noor šveitsi matemaatik Hans Keller 1961. aastal 222 meetri sügavusse. Ta talus edukalt ka erikambris rõhku, mis vastas sukeldumisele 300 meetri sügavusse. Selle rõhu all viibis ta kõigest 2 minutit, 48 minutit aga vajas ta dekompressiooniks. Kelleri arvates võib inimene kerges sukeldumisvarustuses tungida 1000 meetri sügavusse.

Kelleri ja füsioloog Bühlmanni poolt väljatöötatud sukeldumismeetodid väldivad hapniku- ja süsihappegaasimürgistusi.

Käesoleval ajal töötab Keller kunstliku veealuse hingamise meetodite täiustamisel. Ta projekteerib suletud ringluse ja gaasiseguga aparaati, kus taastatakse hingamisel tarbitav hapnik.

Kapten Cousteau on veendunud isegi selles, et pole kaugel aeg, kus valmistatakse kunstlikud lõpused. Nende kasutamiseks tuleb vaid nõustuda kerge operatsiooniga, ja ka eemaldada pole neid raske. Seda, mida vaalal või hülgel ei õnnestunud saavutada 60 miljoni aastaga, teeb inimene teoks ühe või kahe aastakümnega.

Inimestele avanevad hiilgavad perspektiivid. Juba 300 meetri sügavusse sukeldudes võib inimene vallutada ookeani kogu šelfivööndi, mille pindala on 28 miljonit ruutkilomeetrit. Merepõhja hoolikas uurimine aitab avastada uusi tohutuid naftavarusid. On arvutatud, et 90% kõigist uppunud laevadest lamab merepõhjas šelfivööndis; nende leidmine ja ülestõstmine annab lähemas tulevikus suurt majanduslikku efekti. Paljud merre uppunud linnad, nagu Olivia, Fanagoria, Hersones, Pantikopea jt. asetsevad kõige rohkem 100–200 meetri sügavuses.

Kui inimene hakkab uurima juba palju aastaid vee all olnud rannikualasid, hakkavad laienema ka meie napid teadmised ürginimesest. Kunagi asetsesid just siin ürginimeste asulad ning nende kultuuri riismed peituvad allveekoobastes. Seega seisame me uute suurte avastuste lävel.

Juba tänapäeval kasutatakse „inimkalu" üha sagedamini väga erinevate ülesannete täitmiseks. Nii näiteks on merepõhi sageli filmi- ja telestuudioks. Allveesportlased aitavad paigutada mõrdu ja võrke.

Lõhepüügi veealune pildistamine ja filmimine võimaldab määrata võrkude kõige otstarbekamat asetust.

Inimkalad on mere vallutajate lööksalgad. Juba Jacques Yves Cousteau ja Gagnani akvalang võimaldab inimesel jääda vee alla kauemaks kui mere imetajatel.

Allveesportlase varustus ei piirdu hingamisaparaadiga. On vaja kaitsta ka silmi. Polüneeslased ja jaapanlased kasutasid allveeprille juba mitusada aastat tagasi. Usaldusväärsetel andmetel kasutasid juba XVI sajandil niisuguseid prille korallipüüdjad Vahemeres. Ilma prillideta on inimene vees peaaegu pime, sest vee murdumisnäitaja katmata silmade puhul on suurem kui sarvkesta kumerus. Seetõttu ei teki kujutis võrkkestal, vaid hajub, nagu see esineb kaugelenägijate inimeste juures.

Allveeprillid kõrvaldavad selle defekti, kuid neile on omane teine puudus: tuukrile näivad esemed suuremad ja lähemal kui tegelikult, mis on tingitud valguse mitmekordsest murdumisest. Esimene kord murduvad valguskiired veepinnal, seejärel klaasi läbimisel ja lõpuks silme ees oleva õhu läbimisel, rääkimata juba silmaterast. Vees näivad esemed nende tegeliku asendiga võrreldes nihutatuna. Veeklaasis asetsev lusikas näib vee ja õhu piiril kõveraksväänatuna. Tuukril on väga tähtis neid iseärasusi teada, see kaitseb teda ülearuse ehmatuse eest. Hai, kes prillide kaudu näib 2,7 meetri pikkusena, on tegelikult kõigest 1,8 meetri pikkune.

NUI HAIDE JAOKS

Allveeujujad võtavad oma ekskursioonidele kaasa üsna piiratud varustuse: vööle riputatud noa, oda või harpuuni koos lõhkepeaga või ilma, vahel aga allvee-filmikaamera. Relv on peamiselt allveeküttimiseks, mitte aga ujuja julgeoleku tagamiseks. Nagu jutustavad kogenud sukeldujad, eelistab isegi hai tavaliselt eemale hoiduda või laseb hoopiski kahejalgse tulnuka eest jalga. Ent nagu ikka, pole reeglit ilma erandita . . .

Enamikul juhtudel, kui hai aeglaselt sukeldujale lähenes, oli see põhiliselt tingitud uudishimust. Tõsi küll, on tarvis väga tugevaid närve, et säilitada külma verd, seistes silm

silma vastu selle salakavala ja ühtlasi ara mõrvariga, ja taluda tema kavalate silmade pilku.

Hai eemalekihutamiseks on tarvis käiku lasta „hainui" – tugev, teravate raudogadega oda. Sellise „nuia" puudutus teeb hai üpris aupaklikuks.

Märksa mõjuvamad vahendid on lõhkeainega allveeharpuunid. Tuukrimeeskonnad kapten Cousteau, Dimitri Rebikoffi, dr. Hassi, Bruno Vailati, Guy Gilpatricku, John Storri ja teiste juhtimisel on seni ainult minimaalseid kaotusi saanud, sest haid ründavad inimesi enamasti veepinnal.

Mõningad allveesportlased topivad veel sügavusse laskudes kõrvad kinni. Kuid see on ohtlik, sest isegi tühine õhuhulk, mis paratamatult tropi ja kuulmekile vahele jääb, on küllaldane, et rõhu tõustes Eustachi tõrves puruneks kuulmekile. Vigastamata kuulmekile on hädavajalik tingimus sukeldumisel, sest sissetungiv vesi häirib tasakaalumeelt. Vee all heliallikale orienteerumine on niigi raske, sest võrreldes heli levimiskiirusega vees on kõrvade vahekaugus liiga väike, inimese reaktsioon aga hilineb liialt, et kindlaks teha, missuguse peaasendi puhul võtavad mõlemad kõrvad helisignaali üheaegselt vastu.

Tuukrid peavad tarvitama kaloririkast toitu, sest pikaajaline viibimine vees koormab keha ja põhjustab suurt energiakulu. See on tingitud sellest, et vesi juhib paremini soojust kui õhk, mistõttu kestev vees viibimine esitab suuremaid nõudmisi „keha katlamajale". Vee soojusmahtuvus on 4 korda suurem kui õhul, soojusjuhtivus aga 24 korda suurem. Sellega seletubki keha tugev jahtumine vees.

Liiga suur jahtumine, kui see kandub üle siseelunditele, võib põhjustada isegi surma. Sellepärast on allveesportlastele loodud spetsiaalsed ülikonnad, mille alla tuleb tingimata panna soe pesu. Moeseadust dikteerib siin vaal, kes on rõivastatud paksu traanikihti.

Hästi varustatud allveeujujale on iga sukeldumine võrratu sündmus, mis võimaldab tal muutuda kalaks ja peaaegu kaaluta olekus sügavustes liuelda. Allveeujumine on omamoodi tiibadeta lend, sest skafandrisse rõivastatud tuuker võib ainult kohmakalt põhja mööda komberdada.

Inimloomus ei luba taanduda teel seisvate takistuste ees, vaid vastupidi, nad ainult kannustavad teda. Inimesele ei olnud olemas sõna „ületamatu", kui ta otsustas ületada veerõhu poolt määratud sukeldumispiiri. Tema järgmiseks eesmärgiks oli tungida igipimeduse riiki, et avastada ookeani tähtsamad saladused.

Ent kuidas laskuda veealustesse kuristikesse, kui 9 kilomeetri sügavuses ta litsutakse laiaks? Juba 5 kilomeetri sügavuses mõjub keha igale sentimeetrile 0,5 tonnine rõhk. Sellele vastas loodus ise.

Veel mitukümmend aastat tagasi ei kahelnud keegi, et põrguliku rõhu tõttu on mere keskmisel ja alumisel korrusel elu võimatu. Kui aga nende veekihtide uurimine põhjavõrkude ja süvaveetraalidega vastupidist tõestas, sattusid teadlased algul peaaegu lahendamatu mõistatuse ette, seda enam, et pinnale tõstetud kalad ja teised elusorganismid ei olnud kaetud paksu kilbiga, vaid vastupidi, olid väga tundlikud ja õrnad olendid.

Pikapeale õnnestus selgitada, miks veesügavustes elunevad organismid on nii hästi kohastunud kõrge rõhuga, vaatamata materjali haprusele, millest nad on ehitatud. Inglise füsioloogid tegid sügavusest elusana väljatõstetud seepia uurimisel kindlaks, et teda täitva vedeliku erikaal on väiksem merevee erikaalust, samal ajal niisamasuguse kontsentratsiooniga.

Peale kergete süsivesiniku fraktsioonide on ainult üks selliste omadustega keemiline ühend – ammooniumkloriid. Tõepoolest, inglise uurijad avastasid ammooniumlahuse ka seepia kehas. See lahus peabki tasakaalustama vee tohutu välisrõhu kehas reguleeritava vastusurve arvel. Süvaveefauna teistest iseärasustest tuleb märkida kõrget veesisaldust loomade kehas, et aga vesi ka väga suure rõhu korral peaaegu üldse pole kokkusurutav, siis tagab see neile võimaluse elada rohkem kui 1000 meetri sügavuses, nn. abüssaalis.

Seepia keha täitva vedeliku keemiline koostis oli väga tähtsaks näpunäiteks inimestele, kes püüdsid tungida ookeanisügavustesse, eriti aga professor A. Piccard'ile. Alates 1947. aastast tegeleb Piccard süvaveelaskumiste probleemidega ning 1948. aastal projekteeris ta esimese juhitava veealuse laeva batüskaafi (kreekakeelsetest sõnadest „bathys" – „sügavus" ja „skafos" – „laev"), millega ta tahtis lüüa kõik varem püstitatud sügavusrekordid. Laeva ehitamist juhtis tuntud belgia füüsik Max Cosyns.

Selleks et autonoomne süvaveeaparaat võiks taluda kõr-
 get rõhku, valmistati ta ülitugevast „väsimatust terasest",

aparaadile ujuvuse andmiseks aga varustati ta bensiiniga täidetud ujukiga. Bensiin on umbes kolmandiku võrra veest kergem ja tagab pinnale ujumiseks vajaliku tõstejõu. Alt on bensiin ühenduses veega, ja tema rõhk tasakaalustub automaatselt veerõhuga mistahes sügavuses. See võimaldas valmistada ujuki seinad kõigest mõne millimeetri paksustest alumiiniumlehtedest.

VEEALUNE ÕHUPALL

1. oktoobril 1948 peatus Belgia laev „Scaldis" Dakari lähedal. Tema pardal oli Piccard'i esimene batüskaaf. See koosnes suurest metallujukist, mis oma välimuselt meenutas õhulaeva, ja selle all rippuvast teraskerast siseläbimõõduga umbes kaks meetrit. Kaks elektrimootorit panid käima sõukruvid, mis võimaldasid aparaadil liikuda edasi merepõhja lähedal, kus rõhk on 400 korda suurem kui ookeani pinnal. Batüskaafi õhulaevakujuline kere koosnes kergemetallist valmistatud kuuest bensiinireservuaarist üldmahuga 45 000 liitrit. Batüskaaf võis taluda veerõhku 15 kilomeetri sügavuses ning, vastupidiselt Beebe'i ja Bartoni liikumatule batüsfäärile, võis edasi liikuda, ehkki mitte niisuguse kiirusega nagu allveelaevad, ent see-eest 25 korda suuremas sügavuses.

Batüskaafi sukeldumiseks kasutati raudballasti haavlite näol. Kui avada elektromagneti abil riiv, võis puistata välja vajalik hulk ballasti ning seega reguleerida batüskaafi ujuvust. Võimas helgiheitja valgustas allveemaailma ja reisijad võisid teha pleksiklaasist illuminaatori kaudu vaatlusi. Sfäärilisse gondlisse paigutatud aparatuur võimaldas kahel vaatlejal viibida vee all 24 tundi.

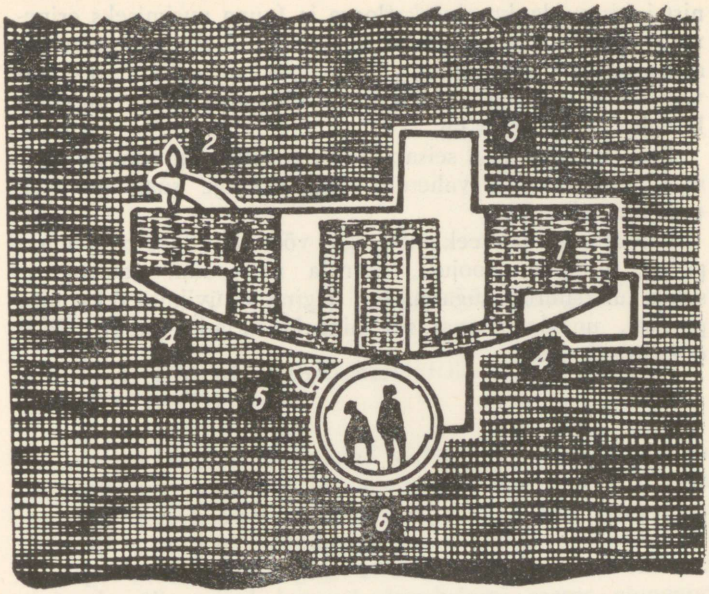
Pinnale tõusmiseks oli tarvis vaid kabiinist elektromagnet välja lülitada. Nõnda eraldus allveelaevast metallballast.

Piccard kirjutas hiljem: „Ma pühendasin pool oma elust, et saada võimalus sooritada paari tunniga see rakendusfüüsika eksperiment."

11 000 MEETRI SÜGAVUSES

Miljonite aastate vanuste meresetete tolm keerles üles. „Trieste'i" gondel puudutas 10 912 meetri sügavuses põhja Mariaani süvikus. Selle rekordlaskumise osavõtjaiks olid A. Piccard'i poeg Jacques Piccard ja Ameerika mereväeohvitser Don Walsh.

Esmakordselt tungis inimene sellesse sügavusse 23. jaanuaril 1960. Ookeani geograafias oli jälle üks valge laik



Joon. 21. Piccard'i batüskaafi skeem. *1* – tõstejõudu tekitavate, bensiiniga täidetud reservuaaride kompleks; *2* – sõukruvi; *3* – sisenemisluuk; *4* – ballast; *5* – helgiheitja; *6* – terasgondel.

vähem. Helgiheitja valgustas seninähtamatut maailma. Esmakordselt tungis sellesse sügavusse valguskiir . . .

75-tonnise „Trieste'i" konstruktsioon oli täiuslikum võrreldes esimese batüskaafiga, mis töötas õhupalli printsiibil. 20 meetri pikkuse ujuki all, mis oli täidetud 100 000 liitri bensiiniga, rippus kaheteistkümnetonnine terasgondel. See oli valmistatud kroomnikkel-molübdeenterasest ning tema siseläbimõõt oli 1,96 meetrit. Seinte paksus oli 12 sentimeetrit. Luuk ja illuminaatorid kujutasid endast koonilisi avasid.

Gondlisse sai siseneda lüüsi kaudu, mis varsti pärast batüskaafi sukeldumiseks valmisseadmist täitus veega. Pleksiklaasist illuminaatori välisdiameeter oli 40 sentimeetrit, sisediameeter 6 sentimeetrit. Kaksteist kaablit kulgesid läbi millimeetriste, samuti kooniliste avade, mis vastupidiselt sissepoole avanesid. See tagas julgestuse, sest kaabliavade leki tõttu puuriks ainult 2 millimeetri jämedune veejuga sellises sügavuses inimesest kuulina läbi. „Trieste" oli varustatud arvukate aparaatidega, mis olid spetsiaalselt kohandatud tööks väga kõrgete rõhkude tingimustes: kabii-

nist juhitav planktonivõrk floora ja fauna uurimiseks erinevates sügavustes, aparaadid rõhu mõõtmiseks, temperatuuri automaatseks märkimiseks, allveehoovuste mõõtmiseks, allveetelefon tegevusraadiusega 20 kilomeetrit, fotoimpulsslambiga fotoaparaat jm.

Batüskaafi tähtsus seisab selles, et selle abil õnnestus inimesel esmakordselt vahetult tungida kõige sügavamatesse ookeanisüvikutesse.

Niisuguste süvaveekambritega võib kindlaks teha maapõuest tungivat soojust, uurida merepõhja geoloogilist struktuuri suurtes sügavustes, selgitada süvikute tekkimise põhjusi, uurida maavarasid ning lahendada paljusid teisi ookeanisaladusi.

NEPTUN AVALDAB OMA SALADUSED

KUID KÕIK MERESALADUSED POLE VEEL LAHENDATUD

Sahaara ei ole elutu. Niisamuti leidub ka süvaveekõrbes elu. Harjasussid, meripurad ja habeloomad tunnevad end väga hästi pealtnäha täiesti elukõlbmatuis tingimustes. Isegi kalad leiavad varjupaiga meresügavustes.

Algul arvasid bioloogid, et meresügavustes on säilinud mõned väljasurnud loomad, kambriumi meres elunenud trilobiidid või siluri vete ürgvähid. Kuid sügavuste elanikud sarnanevad pigem nende loomariigi esindajate järglastega, kes tänapäeval ookeani ülakorrustel elunevad. See lubab arvata, et elu sissetung meresügavustesse toimus võrdlemisi hiljuti, hulga aega pärast elu tungimist merest maismaale. Nähtavasti oli igavesti valgustamata, külmade ja tohutu rõhu all olevate süvavete „asustamine" elusolenditega märksa raskem kui mandrite vallutamine. Süvaveefauna esindajate veider välimus on ülemiste korruste eriti vastupidavate elanike pikaajalise teistsuguste elutingimustega kohastumise tulemus.

Loodus on süvikuelanikele andnud spetsiifilised elundid, mille funktsioneerimise iseloom on nüüdki veel lahendamata. Näiteks arvati varem, et süvikuelanikud ei ole võimelised taluma suuri rõhu kõikumisi. Selleks oletuseks oli küllaltki alust: on teada, et ookeani ülakihtides elunevad kalad lahkuvad väga harva oma rõhuvööndist.

Merilutsul ja meriahvenal lõhkevad ujupõis, magu ja sooled, kui neid kalu kiiresti tõsta harjumuspärasest suure rõhu vööndist veepinnale. Nende ujupõiel ei ole ava, sellepärast ei ole selle maht reguleeritav. Rõhu languse korral paisub põit täitev gaas ning surub põie ja teda ümbritseva koe lõhki.

Kuid varasem arvamine, nagu ei lahkuks ükski mereelanik oma rõhuvööndist, ei leidnud järgnevatel uurimistel kinnitust. Nüüd on tõestatud, et suurtes sügavustes on niisuguseid organisme, kes võivad elada niihästi ülemistes kui ka alumistes vööndites, riskimata lõhkeda või laiaks litsutud saada. See ongi otsustavaks eelduseks nn. ookeani toiduahela tekkimisel, mille kaudu alumiste korruste elanikud saavad toitu ülemistelt „rikastelt" korrustelt.

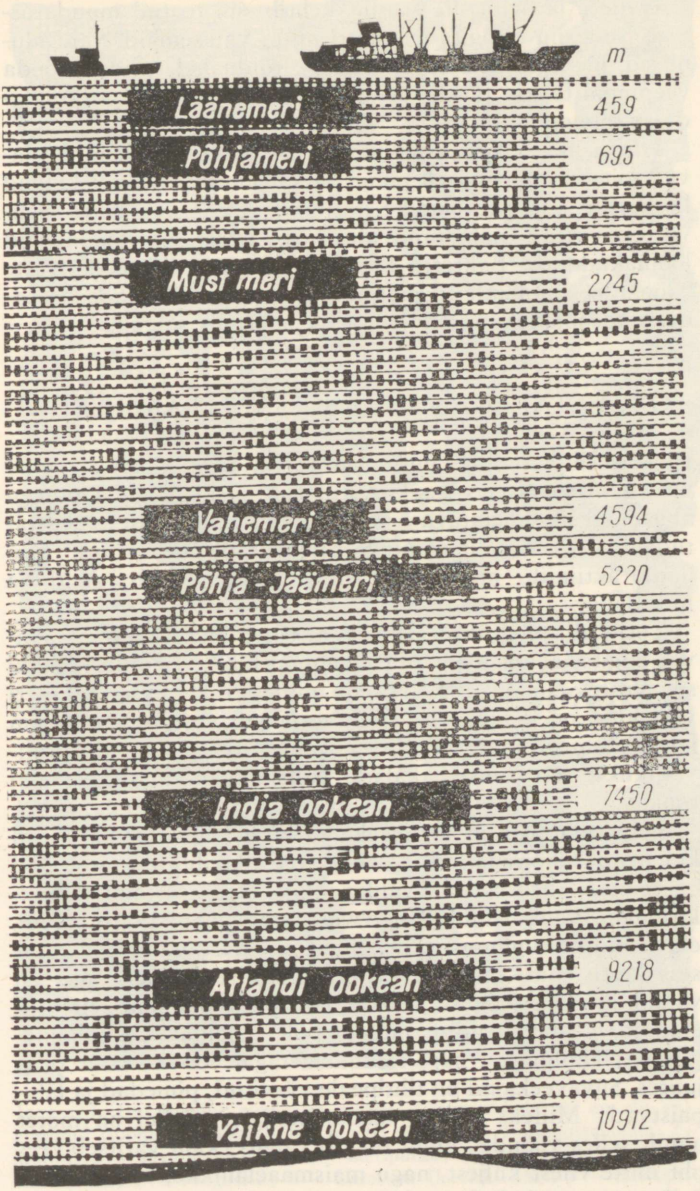
Toiduahela avastamine muutis kõlbmatuks teooria, mille kohaselt sügavuste elanikud pidavat toituma korjustest, mis ülemistelt korrustelt vihmana alla sajavad. Kui see nõnda oleks, siis oleksid merekeldrite elanikud vist juba ammu nälga surnud, sest ülemistel korrustel hukkunud olendid, enne kui nende jäänused 10 000 meetri sügavusse jõuavad, surutakse rõhu mõjul pihuks ja põrmuks ning lagunevad pikkamisi. Mille arvel siis sel juhul suurte sügavuste elanikud toituvad?

Taimne elu on levinud kõige rohkem 200 meetri sügavuseni. Sügavamatesse kihtidesse ei tungi fotosünteesiks vajalik valgus. Taimtoidulised kalad, kes elavad suurtes meresügavustes, näivad olevat raskustes. Kuid see ainult näib nii. Niinimetatud valepõhja avastamisest saadik sai teatavaks, et mõne tuhande meetri sügavuses leiduvad tohututel aladel võimsad vees hõljuvate krevettide ja molluskite, iseäranis peajalgsete kihid; need loomad tõusevad öösiti pinnale, päeval aga laskuvad uuesti alumistele korrustele.

Me kohtume siin ookeani toiduahela tähtsa mehhanismiga. Orgaaniline aines, mida vetikad pidevalt toodavad, on toiduks kostilistele, kes elunevad ülemistel korrustel; see aines katab tunduval määral ka keskmiste korruste „üüriliste" vajadused, kes on valinud endale alaliseks elukohaks 4000–5000 meetri sügavuse, öösel aga tõusevad mere toidukünast sööma.

Pärast seda kui nad sellest rikkalikult serveeritud lauast tõusevad ja täis kõhuga oma sügavustesse tagasi pöörduvad, võetakse neid seal juba „avasüli" vastu. „Merekeldrite" elanikud suunduvad sel ajal keskmistele korrustele ja varitsevad siin kannatamatult oma esialgu veel elusat, rikkalikult „köögiviljaga" pikitud liharooga.

Meresügavuste elanikel ei jää muud kui elada niisugust röövlielu; üleval valitsev tühine rõhk ei võimalda neil tõusta „meresööklasse". Sellepärast peatuvad nad toiduahela teatud lüli juures ning ründavad ahnelt planktonikarjamaadelt tagasipöörduvat nuumkarja, neelates kõiki, kes nende lõugade eest läbi ujuvad.



Joon. 22. Üksikute ookeanide ja merede sügavus.

Õgijate ja õgitavate seadus kehtib siin teatud muudatustega, sest siin ei õgita enamasti mitte väiksemaid, vaid alumised ülemisi. See ongi ookeani toiduahel, mida mööda veepinnal tekkiv tärklis ja valk mere alumistesse piirkondadesse toimetatakse.

Hiiglaslike ookeanisüvikute põhjas elunevad olendid leiavad toitaineid peamiselt põhja katvas mudas, mida väetavad keskmiste korruste elanike korjused ja eritised. Neis sügavustes võetud põhjaproovides on avastatud lagunevaid loomakudesid. Bakterid lagundavad need teiste korruste „köökide" orgaanilised jäätmed anorgaanilisteks koostisosadeks ja sooladeks. Toidu ringkäik ookeanis sulgub.

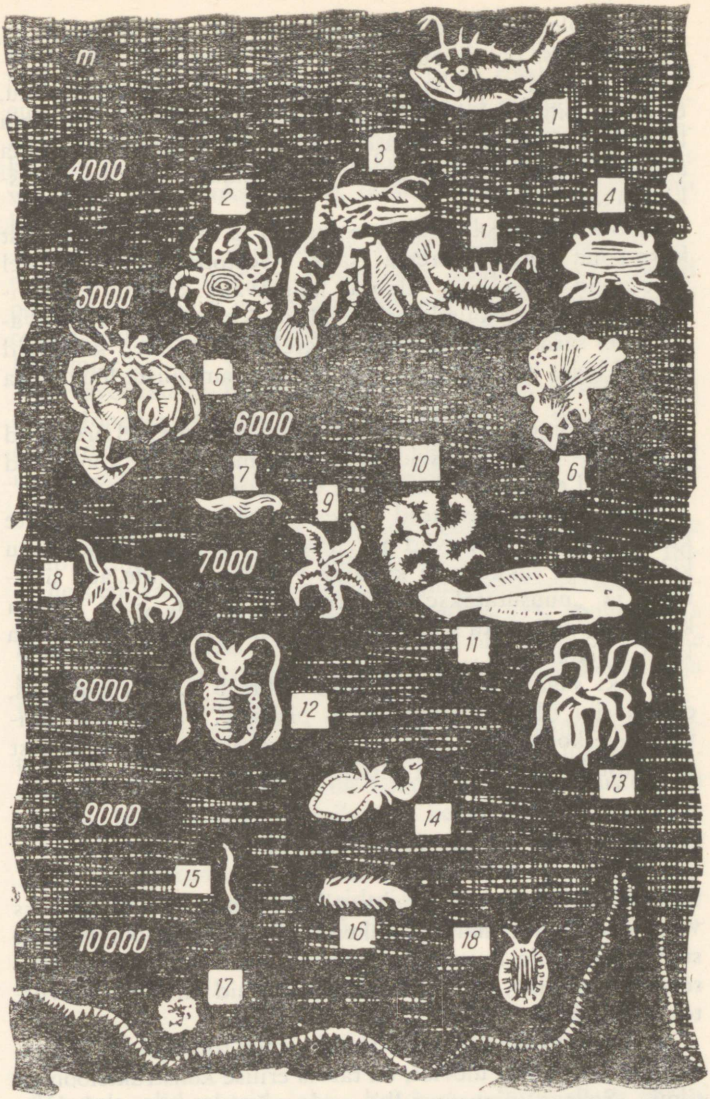
KÕRGELTARENENUD ABÜSSAALIKÄÄBUSED

Elusolendite liigiline mitmekesisus ja hulk väheneb sügavuse suurenemisel väga kiiresti. Ent siiski on juba praegu abüssaaliks nimetatava põrgukoja igipimeduses avastatud üle 1000 kalaliigi. Neile tuleb lisada molluskid, käsnad, aktiinid, meripurad, peajalgsed, vähid, ussid ja mikroobid.

Tõsi küll, juba üksnes süvavees elava merikuradi e. süvavee-õngitsejakala joonise nägemine võib ehmatada. Ehkki sügavustes elunevad koletised, millest räägitakse Schilleri värssides, on kõigest tema fantaasia vili, osutus see hiljem kõige alumiste merevööndite uurimisel teatud määral prohvetlikuks, sest siinsete kalade välisilme on tõesti eemaletõukav.

Samal ajal aga on süvaveekalad kõrgemalt organiseeritud kui nende „normaalsed" vennad vee ülakihtidest, sest nad on teinud läbi rangema valiku. Sügavuste asustamisel hukkus palju kalu. Ainult kõige vastupidavamad talusid uute, eluvaenulike tingimustega kohanemise raskused. See protsess kestis mitu miljonit aastat. Elundite asemele, mis on vajalikud eluks valguse ja rikkaliku toidu maailmas, ilmusid elundid ja abivahendid, milleta pole mõeldav elu igipimeduses, jääkülmuses, napi toidulaua taga, 800–1000 at rõhu juures. Süvaveekalad on tihtipeale värvitud, pimedad ja läbipaistvad. Milleks värvus hämaruseriigis? Sellel on mõtet ainult selles vööndis, kuhu tungib valgus; kalu varitseb vees oht mitte viiest küljest, nagu maismaaelanikke, vaid kuuest. Sellepärast on kala keha kõige vähem kaitstud alaosal enamasti varjevärvus.

Need süvaveekalad, kes on säilitanud nägemise, on lühinägelikud. Nii näiteks on kalal *Malacosteus indicus* suu peaaegu võrdne keha pikkusega. Suuõõnt tal tegelikult ei



Joon. 23. Elu tihedus meres on erinev. Kõige rikkalikum on elu valgustatud tsoonis, mis ulatub 100 meetri sügavusse. *1* – õngitsejakala; *2* – krabid; *3* – süvamerehomaar; *4* – meripurad; *5* – erakvähk; *6* – sammalloomad; 7 – rõngussid; 8 – *Cumacea* (koorikloom); *9* – meritäht; *10* – madutäht; *11* – luts; *12* – seepia; *13* – kaheksajalg; *14* – tigu; *15* – habeloom; 16 – *Tanglus* (hulkharjasuss); *17* – globigeriin; *18* – liudkodalane.

ole, on olemas nahata ja lihasteta paljad liigeslõualuud. Sellegipoolest on alalõug täis teravaid hambaid.

Ihtüoloogid ei taibanud otsekohe niisuguse loodusliku, esimesel pilgul eksliku konstruktsiooni otstarvet. See kala lööb oma ohvri algul uimaseks, paisates välkkiirelt ette oma alalõua. Seejärel torkab ta ohvri oma hammaste otsa ja viskab tagasi kurku.

Musta õgija neeluseinad venivad ja ta saab neelata endast kaks-kolm korda suuremat saaki. Seetõttu on tema neel muutunud keha kogu alaosa hõlmavaks kotiks. Pelikanangerjal, süvaveekalade esindajal, on kitsas keha, kuid avatud neel sarnaneb üsna mahuka greiferiga. Teised kalaliigid võivad heita kaugele taha oma laiade, hambuliste lõugadega pea.

Neil süvaveekaladel, kes ei näe, on selle asemel arenenud kompimis- ja haistmiselundid. Antennitaolised kombitsad rõhutavad nende nii ebatavalist välimust.

Need kompimiselundid lõpevad väga pikkade peente kiududega, kus asetsevad närvirakud. Väga tihti on ka kogu keha kaetud rakkude ja kanalite võrguga. Nende abil uuritakse ja „nuusutatakse" ümbritsevat ruumi. Selle rühma kalade hulgas on ka selliseid, kelle kombitsad on kuus korda kehast pikemad.

Ehkki sügavates piirkondades valitseb täielik pimedus, esineb siin tihtipeale kalu väga pikkade, varte otsas istuvate teleskoopsilmadega. Ja silmi on tõepoolest vaja, sest niisugustel kaladel on tavaliselt helenduselundid.

LATERNAD MERESÜGAVUSTES

Igaüks, kel õnnestuks heita pilku merekuristikku, oleks väga imestunud, nähes tulukesi, mis selles igiöös äkitselt süttivad ja jälle kustuvad. Tema imestus oleks veelgi suurem, kui ta leiab, et salapäraseid laternaid on meresügavustes mitut värvi.

Et märgata neid nõrgalt helendavaid tulukesi, mis ilmuvad kord alt, kord ülevalt, on tarvis erilise konstruktsiooniga silmi. Sellega õigustavadki end mõnede süvaveekalade hüpertrofeerunud silmad, mis meenutavad akvaariumi teleskoopkalakeste silmi.

Juba väljapüütud eksemplaride põhjal arvatakse, et umbes viiendikul süvaveekaladel on helendusallikad. Võimalik, et tegelikult on neid veel rohkem. Helendusel on kalade juures samasugune otstarve nagu jaaniussidel ja teistel organismidel, kes on aktiivsed ainult öösiti. Ta aitab erinevast soost isenditel leida teineteist soo jätkamiseks.

Peale selle on võimalik, et valgus meelitab ligi saaki. Seejuures on jutt külmast helendusest, mida tekitab keemiline energiaallikas, sellal kui elektriangerja ja elektrirai elektrilaeng on neil mitte valgustamiseks, vaid relvaks. Süvaveekaladel põhjustab helendumist keemiline fosforühend, mis veehapniku tõttu oksüdeerub, fermendid aga on reaktsiooni katalüsaatoriteks.

Sageli on need laternad väga keerukalt ehitatud ja võimaldavad isegi suunata valguskiirte kimpu. Nad võivad pöörata valguskiirt erinevas suunas nagu helgiheitjat. Teised regulaatorid tagavad valguse värvuse, tema „sisse- ja väljalülitamise".

Süvaveekalade laternad ripuvad enamasti erilistel toestel. Mõnedel peajalgsetel süvaveemolluskitel on helendus-elundid jagunenud üle kogu keha. Erivärviliste tulede tõttu, mida need loomad kiirgavad, nimetatakse neid „võlulampideks".

Nii näitab meri meie valgustustehnikutele, missugune peab olema uus valguse tootmise üliefektiivne meetod. Inimene saab valgust soojusenergia muundamise teel. Kuid seejuures muutub suur osa energiast, umbes 97% soojuseks ja läheb kasutult raisku. Palju parem ei ole lugu ka valguse saamisega kulutatud energia ühiku kohta gaaslahendus- ja päevavalguslampides.

Samal ajal kasutavad helenduvad mereorganismid vahetult valgustuseks 90% energiast, mida nad kulutavad valguse tootmiseks. Järelikult on külm valgus valgustustehnika tulevik. Meie valgustustehnikud ja keemikud peavad dešifreerima aine koostise, mida need organismid toodavad ja mille oksüdeerumisel toimubki helendumine.

Enamik süvaveekalade veidraid spetsiaalelundeid (antennid, kombitsad, poised jne.) on arenenud peamiselt uimedest.

„INTELLIGENTSED" MEREKOLETISED

„Vaevalt olid mutrid lahti, kui luuk tohutu jõuga pärani kisti. Niipea kui luuk oli avatud, libises sealt maona sisse polüübi haare, kuna paarkümmend teist väljas väänlesid. Kapten Nemo purustas kohutava kirvehoobiga esimese sissetungija. Siis vihisesid kaks teist haaret läbi õhu, haarasid kapten Nemo ees seisva madruse ning tõstsid ta vastupandamatu jõuga õhku. Õnnetu oli pääsmatult kadunud. Kõik tormasid koletisele kallale. See aga paiskas neile näkku musta vedelikku. Kui tindipilv oli hajunud, oli kalmaargi kadunud ning koos temaga ka minu õnnetu kaaslane."

Jules Verne'i fantaasia? Sugugi mitte! 1871. ja 1873. aastal paiskasid lained kaks niisugust koletist Newfoundlandi kaldale. Need olid kalmaarid. Erinevalt kaheksajalgadest on neil pikk kitsas keha ja peale kaheksa iminapaga varustatud haarme veel kaks pikemat püügihaaret. Koletised olid 17 meetrit pikad ja kaalusid umbes 30 tonni.

Niisiis on nad tegelikult olemas. Need hiiglased oskavad oma relva kasutada. Kinnipüütud kašelottide peas avastati sageli hirmsaid vorpe, mis koosnesid arvukatest ümarikest armidest. Need on hiidkaheksajalgade *Architeuthis*'te iminappade jäljed. Need koletised elunevad 400–500 meetri sügavuses, kus kašelotid jahti peavad. Armid on kahe bioloogilise „allveelaeva" tüübi vahelise veealuse võitluse jäljed. Ega muidu varustanud professor Piccard oma esimest batüskaafi laskumisel tundmatutesse sügavustesse harpuunkahurite patareiga, mis tabavad vaenlast kolmel viisil korraga – mehaaniliselt, elektriliselt ja keemiliselt. Ta oli valmis hambuni relvastatult kohtama kalmaare või kaheksajalgu, kui nad oleksid söandanud talle kallale tungida.

Kahjuks teame me esialgu väga vähe nende huvitavate olendite suurte isendite eluviisist.

Kalmaarid, kaheksajalad ja seepiad, kõik need haruldased olendid on peajalgsed, kes koos tigude ja austritega kuuluvad molluskite ehk limuste hõimkonda ja on suuruselt väga erinevad. Oma sugulastest, liistaklõpuselistest, erinevad nad kõrgema organisatsiooni poolest. Kaheksajalgadel ja kalmaaridel on kõik nende kombitsad ja kalmaaridel ka veel kaks püügihaaret rõngana ümber pea. Neil on üksainus lehtrikujuline jalg, mis paikneb keha kõhtmisel küljel. Iminappadega varustatud kombitsad ümbritsevad pärjana linnunoka-kujulisi sarvseid lõugu.

Kaheksajalad kuuluvad kõige „intelligentsemate" merelanike hulka. Nad võivad muuta värvust, mida võiks võrrelda inimese näoilme muutumisega. Nende närvirakud meenutavad üllataval kombel inimese närvirakke.

Kapten Cousteau'l oli esimesena au näha kaheksajalgade allvee-elamut. See paiknes suhteliselt lamedal madalikualal ja koosnes veidratest ehitustest. Külgedel kõrguvad seinad olid tehtud kividest, kodadest, vähikestadest ja mudast. Enamik kaheksajalgu oli parajasti „kodus"; mõned sirutasid kombitsaid koobastest välja ja kõigutasid neid „õues", sellal kui nende öökullisilmad tulnukat jälgisid.

Kas kaheksajalad ründavad inimesi? Kuulame, mis spetsialist selle kohta ütleb: „Peagi lähenesime me juba julgesti kuitahes suurtele peajalgsetele. Dumas hakkas kaheksajalgadele omamoodi tantsuõpetajaks. Valinud endale kõigest jõust vastupunniva õpilase, võttis ta temal viisakalt, kuid resoluut-

selt „kätest" kinni ja hakkas teda tiirutama, kutsudes partnerit tema eeskuju jälgima. Kaheksajalg püüdis kõigest jõust välja rabelda. Hirmunud loom keeldus otsustavalt oma iminappu inimese külge kinnitamast. Dumas keeras tema kombitsad oma palja käe ümber ja alles nõnda imesid nad end viivuks tema käe külge, mis jättis nahale kiiresti haihtuvad jäljed."

See Cousteau poolt kirjeldatud stseen on jäädvustatud värvifilmis ega kujuta endast meremeeste luiskelugu. Ta näitab nende loomade rahuarmastavaid kavatsusi inimeste suhtes (tõsi küll, öeldu ei kehti 17 meetri pikkuste eksemplaride käitumise kohta).

LÄRMAKAS VAIKUSE MAAILM

Tumm nagu kala? Tuukrid ei kuule vees mingeid helisid ega sahinaid, välja arvatud õhumullide sulin, isegi kui nad viibivad keset kalaparve. Arstid soovitavad allveesporti kergestiärrituvatele inimestele, sest „vaikuse maailmas" valitseb täielik rahu.

Ent kas see kõik on nii? Miks peavad vees elunevad organismid läbi saama ilma akustiliste vahenditeta, milleta pole mõeldav maismaaelanike – rohutirtsu, laululindude ja kõneleva inimese elu? Miks peavad mereelanikud vaikides reageerima rõõmule või valule?

1958. aastal jälitas Ameerika allveelaevahävitaja neli ööpäeva salapärast allveelaeva. Tihti olid jälitajad, nagu seda tunnistasid akustiliste aparaatide andmed, territoriaalvete rikkujail tihedalt kannul ning anti käsklus valmistuda süvaveepommide heitmiseks. Lõpuks kõlas käsklus: „Tuld!" Ja otsetabamus... keset viiksuvate delfiinide parve, kes mitu päeva oma „jutuajamistega" allveelaevahävitaja akustikute päid segi ajasid.

Allveelaevade, allveelaevahävitajate, hävitajate jne. akustikutele ei ole allveemaailm vaikuse maailm. See, kes iga päev hüdrofoni taga istub, teab, et angerjaparved häälitsevad nagu muliseks keev vesi, krevetid aga teevad hääli, mis meenutavad kärbsepiitsa plakse. Ikka ja jälle kostab raske tammeukse roostetanud hingede kriiksumine vanas maaaluses vangikojas. Seda häält teevad vaalad. Mõned veteavaruste elanikud „mängivad viiulit", sellal kui teised vinguvad, nurru löövad, kriiksuvad, flöödihäält teevad, piiksuvad, trummeldavad või ammuvad.

Avastanud kõik selle, tegid teadlased kindlaks, et nõnda omapäraseid helisid tekitavad kriiksuvad hambad, plaksuvad soomused, löögid vastu ujupõit jne. Et heli vees levib

suurema kiirusega kui õhus, ja et ookeanis on märksa rohkem loomariigi esindajaid kui maismaal, on meri helisid täis. Isegi igikülma ja igipimeduse piirkonnas elunevad olendid teevad omapärast häält. Allveeriigi alumisele korrusele lastud hüdrofon kinnitab seda. Ehkki selliste helide tähendust ei ole õnnestunud dešifreerida, võib arvata, et sügavuste elanikud kasutavad neid mitte ainult „jutuajamiseks", vaid ka ümbritseva keskkonna kajaloodimiseks. Mõnedel kalaliikidel on avastatud kuulmiselundid. Kaladel on nahas üsna tundlikud vastuvõtuseadised, mille abil nad isegi väga nõrku helilaineid tajuvad; see suurendab nende akustilisi võimeid.

OOKEANI PÕHI MÕÕDETAKSE

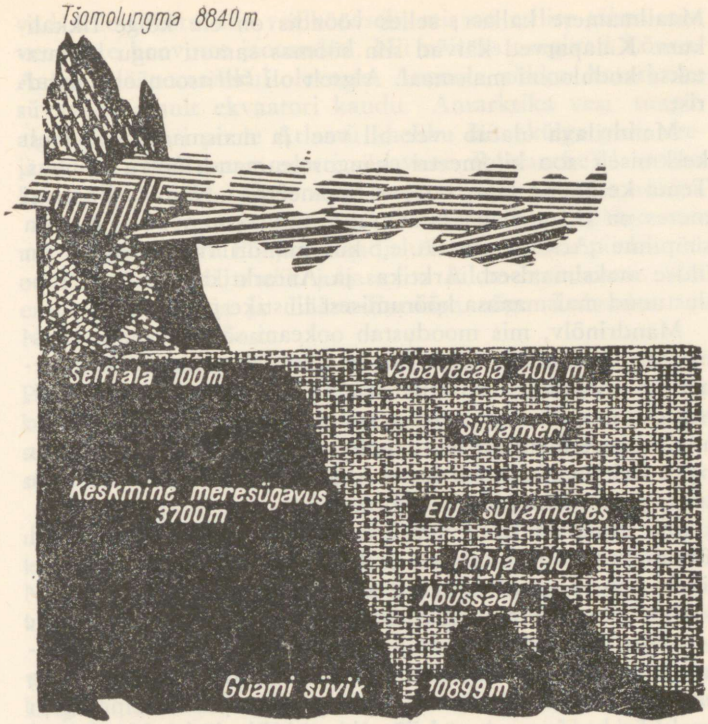
Meie maakaartidel ja gloobustel katkevad detailsed andmed üksikute maade ja mandrite palgest mere kaldal, ja kuni järgmise mandrini laiub sinine tindiplekk. Aastasadu on inimene ookeanil sõitnud, ent kuidas tema põhi välja näeb, oli seitsme pitseriga raamat.

Kõigest mõnikümmend aastat on okeanograafilised laevad rünnanud merealuseid eikellegimaid, ja nüüd on juba olemas teaduslikud kaardid, kus on kujutatud ookeani üksikute rajoonide põhja reljeef. Kuid rahvusvahelist batümeetrilist ookeanikaarti esialgu veel ei ole. 1925. aastal tegi saksa okeanograafiline laev „Meteor" selle koostamisega algust. Viimasel ajal on eriti suuri teeneid sel alal Nõukogude okeanograafilistel laevadel.

Niisuguste mõõtmistööde ajal läbib laev aeglaselt kvadraadi kvadraadi järel ja isemärkiv kajalood registreerib automaatselt merepõhja reljeefi. Tihtilugu korrigeeritakse seejuures endisi ebatäpseid andmeid. Nii näiteks arvati varem, et Madagaskarist ida pool on ookeani sügavus umbes 4000 meetrit. Hiljuti tehtud mõõtmised näitasid, et seal on olemas väga kõrge veealune mäeahelik, mis kulgeb 7 kilomeetri pikkuselt ja asetseb kõigest 200 meetri sügavuses merepinnast.

Eriti huvitavad okeanograafe veealused süvikud. Üks neist avastati juhuslikult. 1878. aastal avastas hüdrograafiline laev „Tuscarora" Ameerika Ühendriikide–Jaapani telefonikaabli trassi uurimisel Vaikse ookeani põhjaosas ühest Kuriili saarest – Iturupist – 200 kilomeetrit ida pool 8512 meetri sügavuse süviku.

Aastail 1949–1953 tegi Nõukogude laev „Vitjaz" mitu reisi põhja pool Jaapanit asuva Kuriili–Kamtšatka süviku uurimiseks. See süvik kujutab endast 9000 meetri sügavust,



Joon. 24. Hiiglasuurte mõõtmetega aste asub šelfiala ja süvaveeala vahel.

5 kilomeetri laiust ja 500 kilomeetri pikkust kuristikku. Tema nõlvad on väga järsud, põhi üsna lame. Põhjas läheb ta üle Aleuudi süvikuks, lõunas aga piirneb Jaapani süvikuga. Need uurimised viisid Vaikse ookeani põhjas terve süvikuaheliku avastamiseni, mis eraldab maismaasoklit ja Aasia mandri ees paiknevat saartepärga ookeani sängist. Kõik see näitab, et veega täidetud ruum saartepärja ja Aasia ranniku vahel tekkis kõigest umbes miljon aastat tagasi ja kuulus enne seda Aasia mandri külge. Šelfitsoonis jätkuvad arvukad jõeorud, mida võib jälgida kuni ookeani sängini.

Ookeani põhjal on samasugune struktuur nagu maismaal, ainult selle vahega, et siin on palju salapäraseid lõhesid, kuristikke ja mägesid, millel oma ulatuselt, sügavuselt ja kõrguselt ei ole mandritel võrdset. Eristatakse kolme suurt topograafilist ala: struktuuriliselt veel mandri külge kuuluvat mandrilava ehk šelfi, mandrinõlva ja ookeani sängi.

 Šelf on tsoon, mis raamistab 2 miljoni kilomeetri pikkust

Maailmamere kallast; selles vööndis on elu kõige rikkalikum. Kalaparved käivad siin söömas samuti nagu karjatatakse koduloomi maismaal. Algselt oli šelfitsoon osa mandrist.

Mandrilava ulatub vee all vee ja maismaa piirjoonest keskmiselt 200 kilomeetri kaugusele mandrinõlva suunas. Tema keskmine laius on 200 kilomeetrit. Näiteks Barentsi meres on mandrilava laius 1200–1300 kilomeetrit, mis on tüüpiline Arktise rannikule, kus mandrilava mõõtmed on üldse maksimaalsed. Arktikas ja Antarktikas on šelf moodustunud maismaaosa hõõrumisest liustike poolt.

Mandrinõlv, mis moodustab ookeani sängi seinad, koosneb meie planeedi kõige järsumatest, kõrgematest ja pikematest nõlvadest, mis ulatuvad 3600 meetri sügavuseni, mõnel juhtumil isegi kuni 9000 meetri sügavuseni. Nende hiiglaslike kaljuseinte pind pole põrmugi sile. Nende välist palet iseloomustavad enamasti kummalised kontuurid, mille teket pole veel lõplikult selgitatud.

Siin esinevad laiad veealused jõesängid, mis avarduvad lõhestunud, vahel sügavasti šelfiorgudesse lõikuvateks kuristikeks. Niisuguseid tohutuid kuristikke nimetatakse allveekanjoniteks. Oletatakse, et nad tekkisid kvaternaaris. Nende uurimist raskendab asjaolu, et nad on kaldast sadade kilomeetrite kaugusel ning ulatuvad 1000 meetri sügavuseni ning enamgi [1]. Palju räägib selle kasuks, et kanjonid on praegugi veel eksisteerivate mandrijõgede sängide jätk. Need jõed uhtusid mingil geoloogilisel ajastul, kui merepind oli vähemalt 100 meetrit madalam kui praegu, mandrinõlva. Kuid glatsioloogide hinnangute järgi viimasel jääajal veetase Maailmameres niisugusel määral ei alanenud. See vastuolu ei ole seni teaduslikku seletust leidnud.

Ent siiski räägib selle teooria kasuks, mis vaatleb kanjoneid kui jõesängide jätku, see asjaolu, et kõige suuremad kanjonid asetsevad Hudsoni, Columbia, Mississipi, Induse, Gangese ja Kongo jõe suudme lähedal.

Kui varem arvati, et ookeani säng ise on tasandik, siis nüüd on teada, et veealused mäeahelikud ja üksikud mäetipud asendavad siin tihtilugu tasaseid alasid. See ei välista ulatuslike, meie kõrbi meenutavate tasandike olemasolu.

Tohutu Atlandi bassein on künnistega jaotatud suurteks nõgudeks. Euroopa ja Ameerika vahel, peaaegu ookeani keskel asetseb Kesk-Atlandi mäeahelik, mis ulatub Islandist Hoorni neemeni ja selle pikkus on umbes 10 000 miili. Põikikünnised, nagu näiteks Vaalaahelik Lõuna-Atlandis, jaota-

[1] Baltimore'i kanjoni sügavus Ameerika Ühendriikide Atlandi ookeani rannikul on 3048 meetrit. (*Toim.*)

vad selle tohutu nõo veelkordselt, mis on erilise tähtsusega veealuste hoovuste jaotumisel. Nii näiteks tungivad Lõuna-Aafrika lääneranniku olevasse Angoola nõkku Antarktika süvaveed ainult ekvaatori kaudu. Antarktika vesi tungib algul ekvaatori poole Atlandi aheliku läänekülge pidi, seejärel aga satub 7000 meetri sügavuse Romanche'i [1] süviku kaudu aheliku idaküljele ning seejärel juba Angoola nõkku.

Antarktika vete peamass jätkab oma teekonda põhja suunas ning varustab Põhja-Atlandit. Assoori saarte piirkonnas on Põhja-Atlandi ahelik juba 1500 kilomeetri laiune. Siin eraldab ta Ibeeria ja Lääne-Euroopa nõgu Labradori ja Newfoundlandi nõost.

Atlandi suurimad süvikud asetsevad Puertoriiko nõos [2] Põhja-Ameerika nõo lõunaosas, sellal kui Atlandi suurim kõrgendik, mis tõuseb ookeani põhjast 8000 meetri kõrgusele ning kõrgub rohkem kui 2000 meetrit üle merepinna, – see on Pico saar, mis kuulub Assoori saarte rühma.

Pico saar pole ainus Atlandi künnise mäeaheliku tipp, mis ulatub üle merepinna. Nende hulgas on ka tilluke St. Pauli kaljusaar ekvaatori lähistel, Ascensioni saar ja mõned teised. Need saared, samuti nagu 10 000 meetri kõrgune Havai vulkaanimassiiv on vulkaanilise päritoluga.

Vaikses ja India ookeanis ei ole mäeahelikke, mida võiks võrrelda Atlandi künnisega. Läbi Vaikse ookeani keskosa kulgev mäeahelik, millel paiknevad Havai saared, ei ületa oma pikkuselt viiendikku Atlandi künnisest. Veel väiksem on mäeahelik, mille tippudeks on Marshalli ja Gilberti saared.

India ookean on praegu veel vähe uuritud. Siin on avastatud künnis, mis laiub Indiast kuuenda jäämandrini, ja mis ilmselt on mitmes kohas Atlandi ahelikust laiem ja kõrgem.

Tahtmatult tekib soov võrrelda veealuseid kõrgmäestikuplatoosid ja mägesid uppunud mandritega, mis juba aastatuhandeid erutavad inimeste fantaasiat. 1961. aastal alustatud India ookeani uurimised aitavad arvatavasti kindlaks teha, kas tõesti asetses tema keskosas muinasjutuline Lemuuria manner, mis laskus meresügavustesse ajastul, mil eksisteeris inimene, või isegi enne tema ilmumist. Veel praegugi tehakse üksnes oletusi legendaarsest Atlantise mandrist, mille elanike mereretki on põhjalikult kirjeldanud juba Platon. Kas need mandrid on eksisteerinud, seda me praegu veel ei tea.

---

[1] Romanche'i süviku sügavus on 7728 meetrit. (*Toim.*)

[2] Viimaste Ameerika Ühendriikide teadlaste poolt tehtud mõõtmiste kohaselt on Puertoriiko süviku suurim sügavus 8385 meetrit. (*Toim.*)

Arvukad merepõhjaproovid võimaldasid tuua küllaldast selgust meie teadmistesse ookeanipõhja koostisest.

Ookean on maismaa purdmaterjali multšikaevandus. See purdmaterjal tekib pidevalt murendumise ja erosiooni tõttu ning kantakse jõgede poolt ookeani. Tavaliselt pole need kivimite killud, vaid miljardid tonnid huumust ja lössi, mis iga aasta mandrite kõige viljakamatest pinnasekihtidest ookeani uhutakse ja miljoneiks aastaiks ainete ringkäigust välja langevad. Kõik need materjalid segunevad orgaaniliste meresetetega, mistõttu siin paikneb meie planeedi suurim rajoon, kus pidevalt tekivad settekivimid. Peale selle on merehoovused tohutu läbilaskevõimega hiigeltransportteedeks. Nende võimsust näitab kas või see, et Ameerika parvetuspuit kandub hoovustega Teravmägedeni. Hoovused mõjutavad suuresti ka ookeani põhja, sest nendega on seotud kõigi orgaaniliste mudasetete, liiva ja kivimite silutud kildude setted. Madalveetsoonis lisandub neile loodete mõju. Lõpuks kannavad jäämäed neisse külmunud moreenitükid sadade kilomeetrite kaugusele avamerele.

Üheaegselt transportimisega toimub ka merre sattunud materjali omapärane sorteerimine. Ranna lähedale jäävad suurimad kivimitükid, sellal kui šelfi kandub peen liiv.

Süvavee põhjasetted erinevad mandrilava setetest, sest süvamerre satub tühine osa mandrite laguproduktidest. Ainult kõige peenemad terad tungivad sellele alale. Ookeani sügavad piirkonnad on tulvil omaenda setteid: need koosnevad peamiselt ränivetikate kestadest ja planktoniorganismide – globigeriinide (foraminifeeride) ja radiolaaride – lubi- või ränikodadest. Kaugetel ajastutel asustasid ränivetikad suuri Maailmamere alasid. Nüüd esineb nendes mandrite rajoonides, mis varem olid merepõhjaks, mitmesajameetrilisi triiase settekihte, mis koosnevad taimeskelettide jäänustest. See on kobediatomiit, mida nüüd kasutatakse dünamiidi valmistamisel.

Rootsi ekspeditsioon „Albatrossil" avastas Atlandi ookeanis 3600 meetri paksuse settekihi. Kas ei nõtku ookeani põhi niisuguse koormuse all?

Umbes 10% kogu Maailmamere põhjast on kaetud sinimudaga. Selle värvuse annab talle peenendunud püriit. Sinimuda prevaleerib mandrilava vööndis ja tungib ookeani süvaveelistesse osadesse. Kuid suurem osa süvavee põhjasetteid, umbes 39%, on punase värvusega; see muda esineb eriti sageli Vaikses ookeanis.

Umbes 36% Maailmamere põhjast on kaetud globigeriinhiivaga, mis on eriti levinud Atlandi ja India ookeanis.

Üksikutel juhtudel on setetes ülekaalus planktonorganismide – tiibjalgsete – kojad. Niisugust muda nimetatakse pteropoodhiivaks. Põhja-Jäämeres esineb kõige sagedamini diatomeehiib, mis katab umbes 7,5% kogu ookeani põhjast.

Lupja sisaldavad setted ei tungi kõige sügavamatesse süvikutesse. Sügavusega kasvab merevees süsihappegaasi kontsentratsioon ja rõhk, mis aga põhjustab planktoniorganismide kodade lubja lahustumist, ning see ei jõuagi põhja. Siin kogunev punakaspruun hiib kujutab endast globigeriinhiiva laguprodukti, kus enam lupja ei ole. See savi koosneb alumosilikaatidest, mis on segunenud kvartsi ja vilgukiviga.

5000–6000 meetri sügavuses näeb ookean välja nagu Sahaara. Veel on siin imeilus taevassinine värvus. Kuid see värvus näitab ainult viljatust. Kui Põhja-Atlandi planktoniga rikkalikult asustatud kalakarjamaadel sisaldab iga veeliiter umbes pool miljardit rakku, siis merekõrbe kohal moodustab elutihedus ühes liitris vees kõigest 10 000 rakku. See seletabki osaliselt seda paradoksaalset fakti, et umbes 98% rahvusvahelisest kalapüügist toimub põhjapoolkeral ja ainult 2% lõunapoolkeral, ehkki veepinda on lõunapoolkeral peaaegu poole rohkem kui põhjapoolkeral. Tõkestavad temperatuuri piirdekihid ja vertikaalsete hoovuste puudumine või liigne aeglus takistavad planktonorganismide toidu – fosfaatide, nitraatide jne. – tõusmist ülemistesse veekihtidesse.

JÕED LÄBIVAD OOKEANE

Ookeani tohutud veemassid liiguvad. On kindlaks tehtud, et veemasside liikumist, sõltumata sellest, kas neil on lainete või merehoovuste kuju, põhjustavad tuuled. Kui lainetes on vesi ainult võnkeliikumises, peaaegu edasi liikumata, siis merehoovused paigutavad ümber tohutuid veehulki.

Ekvatoriaalsed merehoovused on tingitud tuultest, mis puhuvad ulatuslike ookeaniavaruste kohal püsivalt ühes ja samas suunas. Kõrgrõhuala subtroopilistel laiuskraadidel lõuna ja põhja pool ekvaatorit tingib õhu alalise liikumise ekvatoriaalvööndisse. Maa pöörlemine kallutab tuulte suuna põhjapoolkeral paremale, lõunapoolkeral aga ekvaatorist vasakule. Need õhuvoolud, mis kannavad lõuna- ja põhjapassaatide nimetust, tekitavad Lõuna- ja Põhja-passaathoovuse Atlandi, India ja Vaikses ookeanis. Ekvaatori lähedal paikneb nende mõlema, läände suunatud troopikahoovuste vahel vastupidine, itta suunatud hoovus. Šelfitsooni serval põrkavad passaathoovused mitme tuhande meetri kõrguse mandrinõlva vastu ja muudavad oma suunda.

Nende pinnahoovuste all on avastatud süvaveehoovusi, mida okeanoloogid praegu uurivad. Nende hoovuste iseärasus seisab mitte üksnes selles, et nende vee temperatuur on madalam, vaid ka selles, et nende hoovuste suund on tihtipeale vastupidine pinnahoovustele.

Peale ülalmainitud mandrinõlva mõjutavad hoovuste suunda ka ookeani suured künnised. Seoses sellega ei saa jätta märkimata Lomonossovi veealust mäeahelikku, mis kulgeb Uus-Siberi saarte juurest Gröönimaani ning Ellesmere'i maani. Ta moodustab omamoodi veealuse paisu, mis jagab Põhja-Jäämere kaheks põhiliseks nõoks.

Viimasel ajal on üsna tugevaid hoovusi märgatud isegi 3000 meetri sügavuses. Peale selle avastasid Nõukogude okeanoloogid allveesüvikutes intensiivse vertikaalse veeringluse, mis näitab, kuidas satub eluks vajalik hapnik 10 kilomeetri sügavusse.

1960. aastaks oli avastatud üle poole tosina suure hoovuse, mis mitu korda ületasid niisuguseid võimsaid mandrijõgesid nagu Amasoonas, Jangtse või Niilus. Kindlasti on veel palju avastamata hoovusi; näiteks avastati alles hiljuti, 1952. aastal, Vaikses ookeanis üks suuremaid seda tüüpi hoovusi – Cromwelli ekvatoriaalne süvaveehoovus laiusega 200–300 kilomeetrit. Ta algab Gilberti saare juurest, tema „suue" aga on 10 000 kilomeetri kaugusel, Galápagose saare lähedal! Tema suunda Havai saartelt ekvaatorini on uuritud üsna täpselt. Siin on kiirus 100 meetri sügavuses 3 sõlme.

Seadused, millele allub sügavamate vete ringlus, pole veel välja selgitatud; tuul võib panna liikuma ainult vee ülakihid kõige rohkem 90 meetri sügavuseni. Määravat osa etendab nähtavasti merevee erinev tihedus.

Kuid kõiki vee liikumisi merepinnal täielikult seletada ei saa: näiteks sagedasi tuulevaikusi subtroopilistel laiuskraadidel või sagedasi torme laiustel, mida nimetatakse „möirgavateks neljakümnendateks". Juba kümneid aastaid on okeanoloogid püüdnud leida seletust, miks Väikeste Antillide rühma kuuluvat Barbadose saart ründavad sageli hiidlained. Pikemat aega arvati, et siin asetseb maaväringu epitsenter, ja alles hiljuti tehti kindlaks, et see on kaugete tormide tekitatud hiiglaslik ummiklainetus.

Vesi ookeanis on oma olemuselt nõrgalt radioaktiivne, sest ta sisaldab tugevasti kiirgavat triitiumi – vesiniku isotoopi. Nagu süsiniku C-14 radioaktiivne isotoop, moodustub ta atmosfääri ülakihtides, kus kosmilise kiirguse mõjul põrkavad neutronid kokku lämmastiku tuumadega. Ta seob end hapnikuga ning langeb vihmaga maha. 1000 miljardi veemolekuli kohta vees tuleb üks triitiumi molekul.

Teiseks nõrga loodusliku radioaktiivse merevee allikaks on meresetted, mis absorbeerivad hüdrosfääris sisalduvat raadiumi.

Ookeani tühine looduslik radioaktiivsus peaaegu ei kõigu, sest uute tuumade vettesattumine ja aktiivsete tuumade lagunemine on tasakaalus. Ainult inimene rikub märgatavalt seda tasakaalu.

Nõukogude okeanograafilised laevad registreerisid 1959. aastal Atlandi ookeani radioaktiivse mürgistuse kasvu 23 impulsini minutis liitri pinnavee kohta. Kõige rohkem oli ookean mürgistatud Põhja-Ameerika nõo idaosas. Ameerika ajakiri „Newsweek" iseloomustab Atlandi ookeani kasvavat radioaktiivsust järgmiselt: „Juba mõnd aega pakitakse Ameerikas kõik eriti delikaatsed esemed, millest Ameerika Ühendriikide valitsus tahab vabaneda, kastidesse, naelutatakse need kinni ja lastakse sügavale sinimere põhja." Nii peidetakse Põhja-Ameerika nõo põhja kümneid tonne vananenud mürske ja muud lahingumoona, samuti on Ameerika Ühendriikide aatomienergia komisjoni näpunäitel heidetud ookeani, kõigest 1850 meetri sügavusse, umbes 50 000 vaati aatomitööstuse jäätmetega.

Veel kergemeelsemalt kasutavad ookeani radioaktiivsete materjalide peitmiseks inglased. Iga aasta heidavad nad 1500 tonni radioaktiivseid jäätmeid Plymouthist kagu poole. Peale selle lasevad nad iga kuu Iiri merre 10 000 küriid (kürii on 1 grammi raadiumi lagunemisel eralduva kiirgusenergia hulk) Briti Aatomikeskuse laboratooriumidest.

Nende jäätmete hulgas on väga mitmesuguseid esemeid: aatomielektrijaamade tuumakütuse jäätmeid, pruugitud kaitseülikondi ja hukkunud katsejäneseid.

Kui arvestada, et plutooniumitehaste jäätmete radioaktiivsus väheneb poole võrra alles 24 000 aasta pärast, siis on selge, kui suur on ookeani radioaktiivsete jäätmetega kestva mürgistuse oht.

Kõik see toimub ajal, kus mitmes maakera piirkonnas elanikkond vajab juba praegu merevalku ja meie sõltuvus ookeanist kui toiduaineteallikast kasvab iga aastaga üha enam. Järelikult puistab inimene, heites ookeani radioaktiiv-

seid jäätmeid, praegu mürki mitte ainult oma kastrulisse, vaid ka järgmiste põlvkondade toidu hulka.

Kui „Vitjaz" tegi kindlaks, et isegi kõige suuremates ookeanisüvikutes, mille sügavus on 11 kilomeetrit, toimub pidev veeringlus, on kadunud viimne lootus kasutada neid üha suurenevate radioaktiivsete jäätmete hulkade matmispaigaks.

Eriti hukutavalt mõjusid aatomi- ja vesinikupommide katsetused Vaikses ookeanis. Juba mõni tund pärast Ameerika vesinikupommide plahvatust kasvas planktoni- ja vetikarakkude radioaktiivsus ulatuslikul alal tuhat korda võrreldes merevee loodusliku radioaktiivsusega. Kõrgemalt organiseeritud mereelanikele avaldub mürgise aatomiseene mõju hiljem. Tuumarelva katsetuste piirkonnas püüti kalu, keda oma radioaktiivsuse poolest võis võrrelda väikeste tuumalõketega. Kõige suurem radioaktiivsus oli nende seedeelundites. Seal oli see 50 korda suurem kui kala lihas. Nahk oli üheksa korda radioaktiivsem kui luud. Teatud probleemidega tuleb kokku puutuda seoses laevanduse eelseisva üleminekuga aatomienergiale; ülesanne seisab selles, et laevareaktorite jäätmetel oleks nõrk radioaktiivsus.

VIIVITADA ENAM EI TOHI

Hoolsate uurimistööde tõttu on meie kujutlus Maailmamerest viimastel aastatel märksa paranenud.

Sellest ajast peale kui inimene heitis merele väljakutse, alustades ekspeditsiooni „Challengeril", on järgnenud löök löögi, avastus avastuse järele. Palju uurimistöid tehti ära rahvusvahelisel geofüüsika-aastal. Seitsmepenikoormasaapad tõmmatakse jälle jalga okeanograafia-aastal, mille korraldamist ei tohi enam edasi lükata.

Juba meie päevil võib Vaikset ja Atlandi ookeani võrrelda hiiglasliku eksperimentaalalaga. Ookeanilaineid künnavad ujuvlaboratooriumid, mis teevad uuringuid igas kaardil näidatud kvadraadis. Ent siiski on meie teadmised ookeani keemiast, bioloogiast ja füüsikast ebatäielikud. Mere varaaida majanduslik kasutamine on alles algamas.

Ei tohi enam viivitada Maailmamere avaruste vallutamisega, mis on mandritega võrreldes tohutud. Inimene, kes oma bioloogilise arengu protsessis kord ookeanist väljus, pöördus sinna triumfiga tagasi, kuid nüüd juba kui ookeanis – seitsmendal kontinendil – leiduvate hiiglavaranduste isand.

SISUKORD

Proloog 3

ME TULEME MEREST 5

Kogu elu häll 5
Kui ookeanid veel Maa kohal hõljusid 5
Hiidmolekulidest koatservaatideni 7
Leidlikud sinivetikad 8
Meretaimed vallutavad maismaa 9
Ainuraksed elavad igavesti 10
Esimene jalakäija oli kala 12
Meie soontes voolab soolane vesi 14
Eluliselt vajalik soolatoos 15
Ariston men hydor 17
Maailma suurim vann 18

ME ELAME MEREPÕHJAS 21

Seitsmenda kontinendi jälil 21
Haid autoteedel 22
Me toitume veel praegugi ürgookeanide arvel . . . 23
Maa sool 24
Merevesi mineraalallikatest 24
Vanadel soolateedel 25
Me sõidame muundunud sapropeeli abil 26

OOKEAN, KUI TA PILVI EI SAADAKS . . . 28

6000 aastat on inimene korrigeerinud vee ringkäiku:
meri–vihm–maismaa–meri 28
Veemajanduse esimene käsk 30

Kõigi aegade suurim niisutamislaking 31
Maailma suurim „ilmaköök" ja kliimaseadis 33
Ujuv keskküte 33

KAS ME UPUME? 36

Maailmameri avardub 36
Kümnendik maismaast on merelt üksnes laenuks võetud 38
Maa jääkapp peab töötama laitmatult 39
Uus Atlantis? 44

VÕI PEAME ME JANUSSE SUREMA? 45

Merevesi vabastab tööstusmaad ja kõrbed Tantalose piinadest 45
Merevesi inimese teenistusse 46
Ioonivahetajad muudavad soolase vee magedaks . . 47
Keemiatööstusele omaenda veeringlus 49
Merevesi voolab üle mägede ja läbi kõrbete 50
Forellidele tuleb see kasuks 51
Reoveed – meie ajastu nuhtlus 52

„VEDELAD RÖÖPAD" MUUTUVAD MITME-KORRUSELISTEKS 54

Meresõitjate põlvkonnad on kasutanud ainult ookeani pinda 54
Aatomiallveelaevad teevad laevasõidus revolutsiooni 55
Suessi kanal saab endale veealuse konkurendi . . . 56
Murmanskist Vladivostokki üle Põhja-Jäämere . . . 57
Võistlus „Sinise lindi" auhinnale 58
Mereelanikud konsultantide osas 59
Ujuv elektronaju 60
Üle Atlandi nagu kala või lind? 61

VAALA TARKUS 62

Meri kindlustab suureneva elanikkonna toidu . . . 62
Me pöördume merre tagasi 63
Suurte loomade juurest väikeste juurde 64
Plankton kui hõljuv lauake-kata-end 64
Kas vaalad on tehnilised kolumbused? 66

ME ALLES HAKKAME MEREVALKU MAITSMA 67
Kala püütakse ikka veel õnge ja võrguga 67
Merd kammitakse läbi kolmes dimensioonis 68
Elektriline imitoru-kalabager 69
Kalur juhtimispuldi ees 70
Keemiline õng 71
Ujuvad tapamajad 72
Kaladel on kiire 73
Farmid meres 75
Priiskaja ja spartalane mereroogadega kaetud laua taga 78
Kas me teame kaladest kõike? 80
Vaikse ookeani kalad kolivad Atlandi ookeani . . . 81
Meri desinfitseeritakse 82
Kaks kolmandikku püügist hõlmab kõigest viit kalade sugukonda 83
„Helgolandi leib" tursapeadest 84
Inimesed söövad rohkem haisid kui haid inimesi . . 84
Krevettide ja molluskite paradiis 85
Kala aitab hoida saledat joont 86
Meie kalaõng ulatub Labradorini 87

JUURTE JA VARTETA KÕRSVILI 90

Meie planeedi suurim viljasalv peitub vee all . . . 90
Professor Tamiya ütleb: „Põllumajanduse tulevik on vetikad" 91
Frankfurdi rajoon võib katta maailma valguvajaduse 94
Revolutsioon toidukaardil 95
Klorella – kosmonautide toit 96
Loomasööt merekarjamaadelt 97

„SANTA MARIA" LOGIRAAMAT ON JÄLLE AKTUAALNE 98

Tuleviku rahvamajanduse tooraineparadiis 98
Vetikatest ja büssusest rõivad 100
Foiniikia purpuri mõistatus 100
Ränk amet 101
Uppunud ehtelaegas 102

Ka korallid lähevad moest 104
Põhjamaa kivi 105
50 kvadriljoni tonni soolaga täidetud tünn 106
Sinine metalliladu 107
Hiiglaslik veealune naftatankimisjaam 111
Nafta Läänemere all 112
Põlev vesi 113
Inimene Prometeuse osas 116
Deuteeriumienergia kogu Euroopale 117
Kuldne süsi revolutsioneerib maailmamajandust . . 118
Sinine kuusüsi 118

LINNAD OOKEANIS 121

Hilisemad põlvkonnad elavad ümbritsetuna merest . 121
Kolmanda dimensiooni asustamine 122
Tokio merekvartaal 123

KALADELE TULLAKSE KÜLLA 125

Meie planeedi sinine külg avastatakse 125
Kattu Maran alistab meie „kuuarmi“ 126
Mänguvurr teenindab navigatsiooni 127
Täie auruga läbi udu 129
Vee all asendavad kõrvad silmi 131
Soojavoolud narrivad kajaloode 133
Alistatud veekatus 134
Vaenukinnas „Challengeri“ vapil 135
Veerõhku ründamas 138
Tuukrikellast tuukriülikonnani 138
Laskumine vee alla 140
Konninimesed uputavad lahinglaeva 141
Akvalang teostab pöörde tuukritehnikas 142
Vedela keskkonna kättemaks 144
Stuudio ookeanis 147
Nui haide jaoks 147
Kopeeritud seepia 149
Veealune õhupall 150
11 000 meetri sügavuses 150

NEPTUN AVALDAB OMA SALADUSED . . . 153

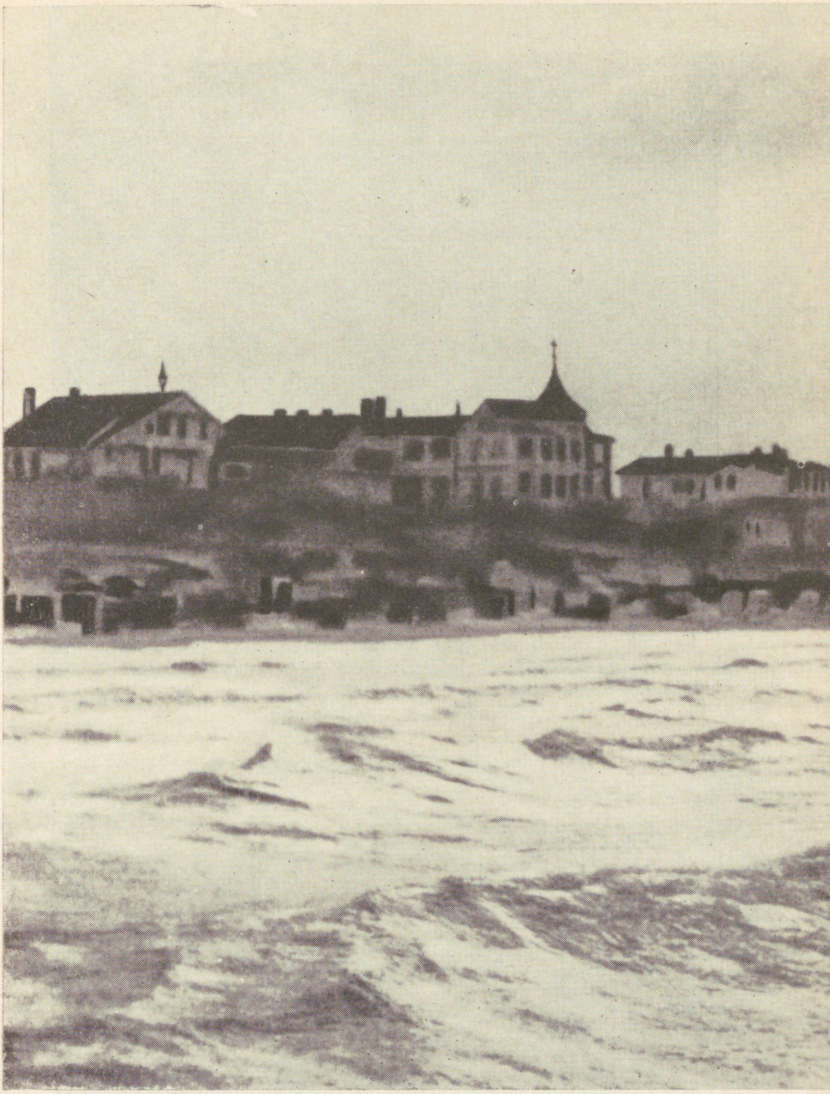
Kuid kõik meresaladused pole veel lahendatud . . . 153
Elav toiduahel 154
Kõrgeltarenenud abüssaalikääbused 156
Laternad meresügavuses 158
„Intelligentsed" merekoletised 159
Lärmakas vaikuse maailm 161
Ookeani põhi mõõdetakse 162
Kas saab merekõrbetes kalu kasvatada? 166
Jõed läbivad ookeane 167
Ettevaatust, radioaktiivne vesi! 169
Viivitada enam ei tohi 170

Хельмут Ханке. СЕДЬМОЙ КОНТИНЕНТ. На эстонском языке. Обложка Х. Вийрес. Издательство «Валгус», Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

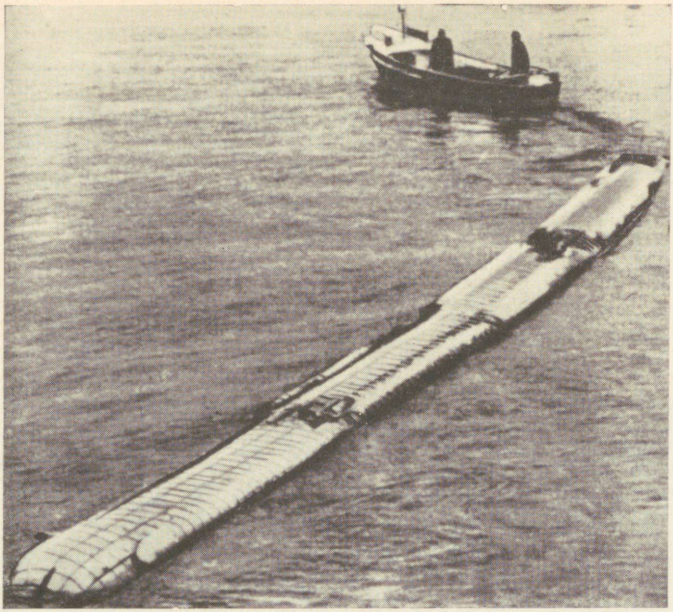
Toimetaja J. Metsar. Kunstiline toimetaja A. Säde. Tehniline toimetaja T. Linkvist. Korrektor H. Kull.

Laduda antud 21. VI 1968. Trükkida antud 8. X 1969. Läti NSV, Ligatne Paberivabriku trükipaber nr. 1, 54×84/16. Trükipoognaid 11 (+ kleebised). Tingtrükipoognaid 10,5. Arvestuspoognaid 11,85. Trükiarv 10 000. Tellimuse nr. 2127. Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk t. 40/42.

Hind 73 kop.

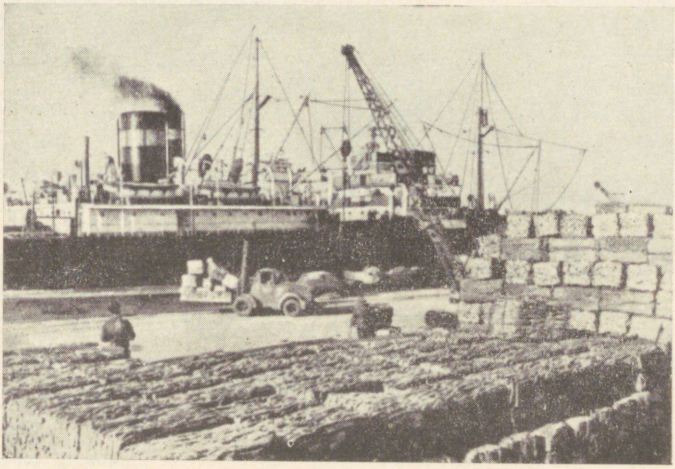


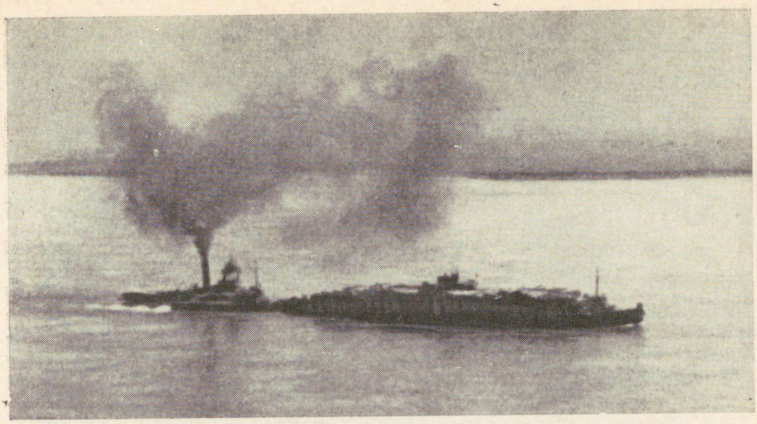
Maismaa ja meri.



Laevandus seisab otsustava pöörde ees. Näiteks hakkavad kunstlikest polüamiidkiududest „naftasardellid" üha edukamalt konkureerima kallite tanklaevadega.

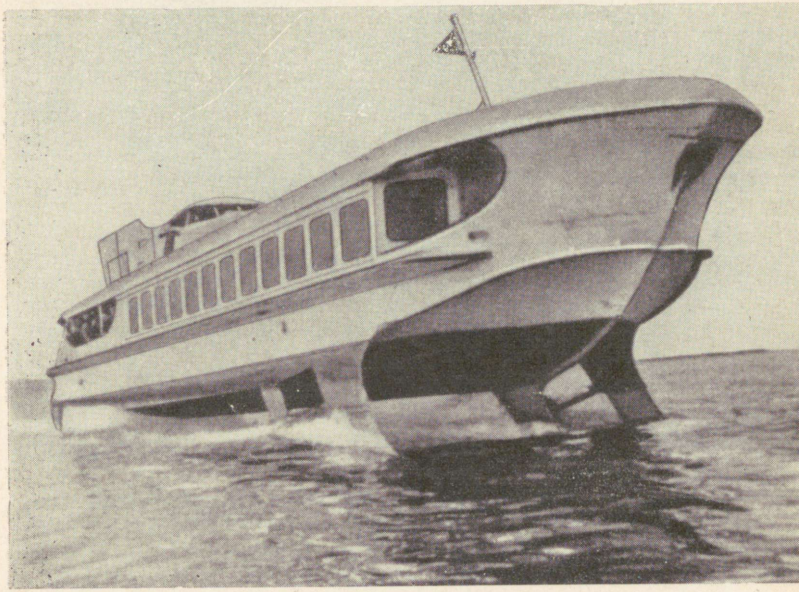
Suur kaubasadam.

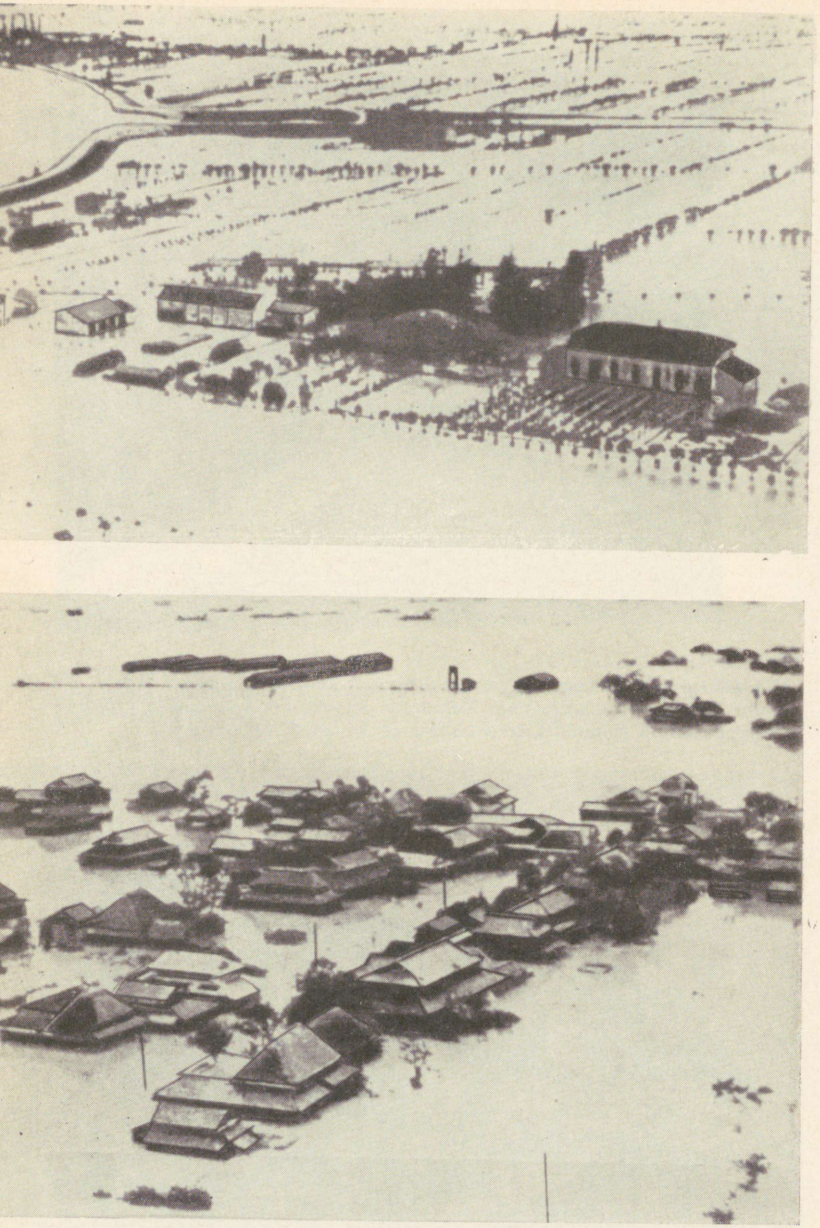




Meretransport on kõige ökonoomsem kaubaveoks suurtele kaugustele. Tulevikus kasvab selle tähtsus veelgi.

Käesoleval ajal konstrueerivad laevaehitajad veealustel tiibadel laevu. Nii on juba õnnestunud märksa tõsta jõelaevade kiirust. Fotol kujutatud veealuste tiibadega laev on ehitatud Gorkis „Krasnoje Sormovo" laevatehases.





Maa ajalugu on mere ja maismaa lakkamatute heitluste ajalugu. Ülemisel pildil: Po jõe delta üleujutus. Alumisel pildil: uputus Jaapanis Kiušiu saarel.





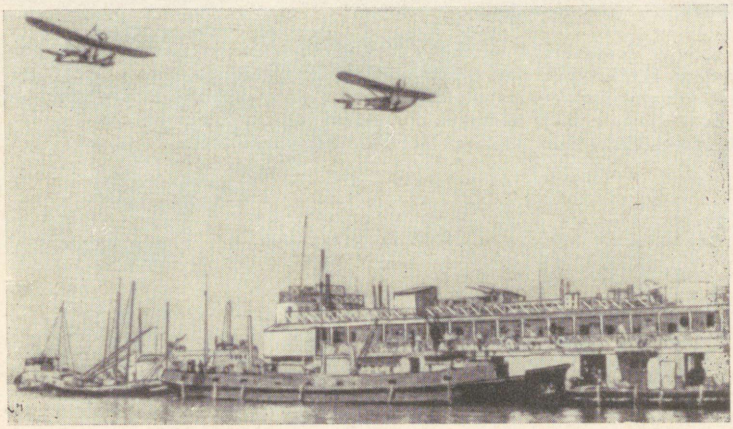
Küngas Zuiderseel – viimane varjupaik inimestele ja loomadele uputuse korral. Hallingeni saare (Põhjamere) elanikel tuleb tormi ajal, kui neil sõna otseses mõttes pind jalge alt kaob, tihtilugu peituda pööningule. Palju aastasadu on kestnud inimese heitlus merega. Fotol: Ringholti linna jäänused. See linn uppus 1362. aastal.

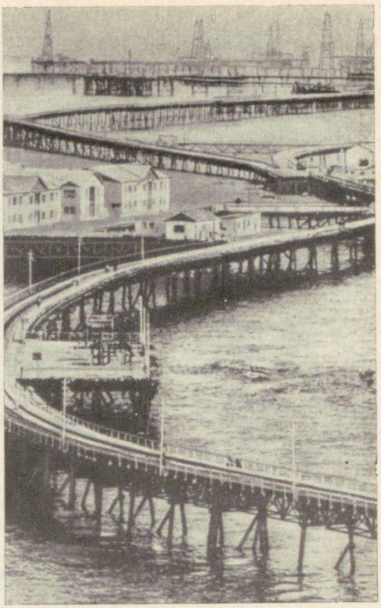




Väike kalurikülа Bristoli kanalis tõusu ja mõõna ajal. Loodete vahe on siin 8 meetrit.

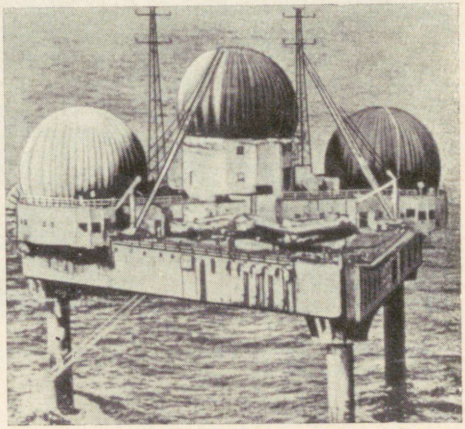
Vesilennukid aitavad kaluritel leida kalaparvi. Fotol: üks kalapüügikeskusi Kaspia merel.





Üha suuremat tähtsust omandavad merepõhja all paiknevad naftavarud. Naftalinn Kaspia merel, 100 kilomeetri kaugusel Bakuust.

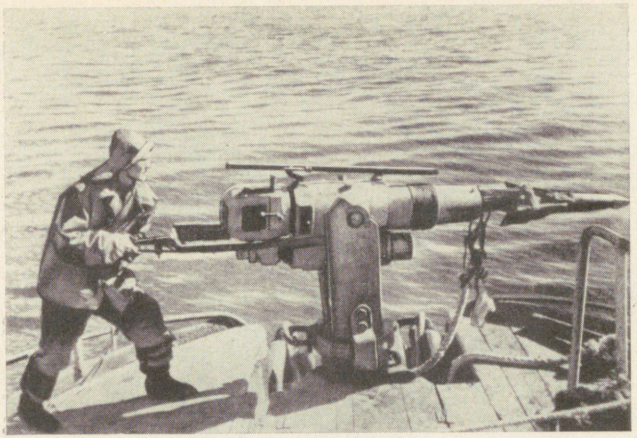
Ameerika Ühendriigid ehitavad kunstlike radarisaarte vööndi agressiivseteks eesmärkideks. Selleks kulutatavaid tohutuid summasid oleks otstarbekam kasutada ookeani uurimiseks. Fotol: radarseade, mis hiljem uppus konstruktsiooni tehnilise ebatäiuslikkuse tõttu.

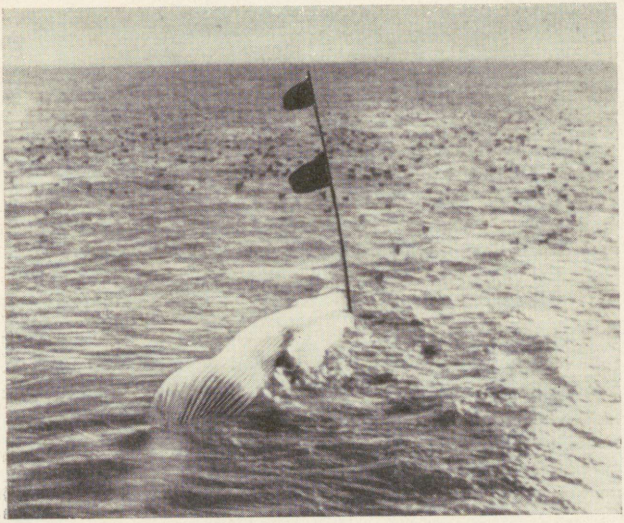






Nõukogude kalatööndus on maailma suurimaid. Alumisel pildil: tuuravirnad.



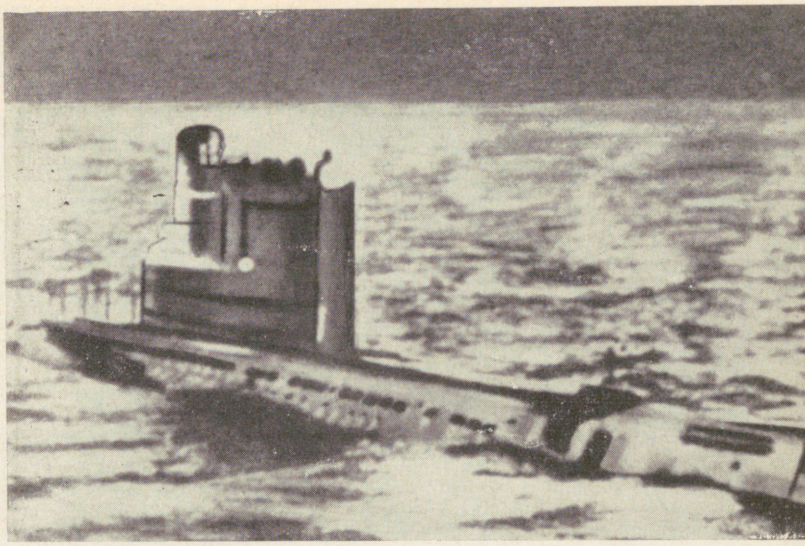


Kõige moodsamate tehniliste vahendite – ultraheli ja harpuunkahuritega peab inimene jahti vaaladele.

Et vaalakere ei upuks, puhutakse sellesse õhku. Lipud kergendavad tapetud vaala hilisemat ülesleidmist.

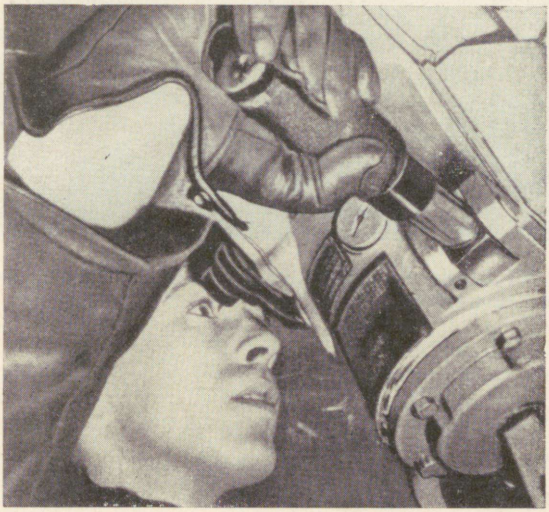


„Jüri Dolgoruki“ võib töödelda 24 tunniga 60 vaala.



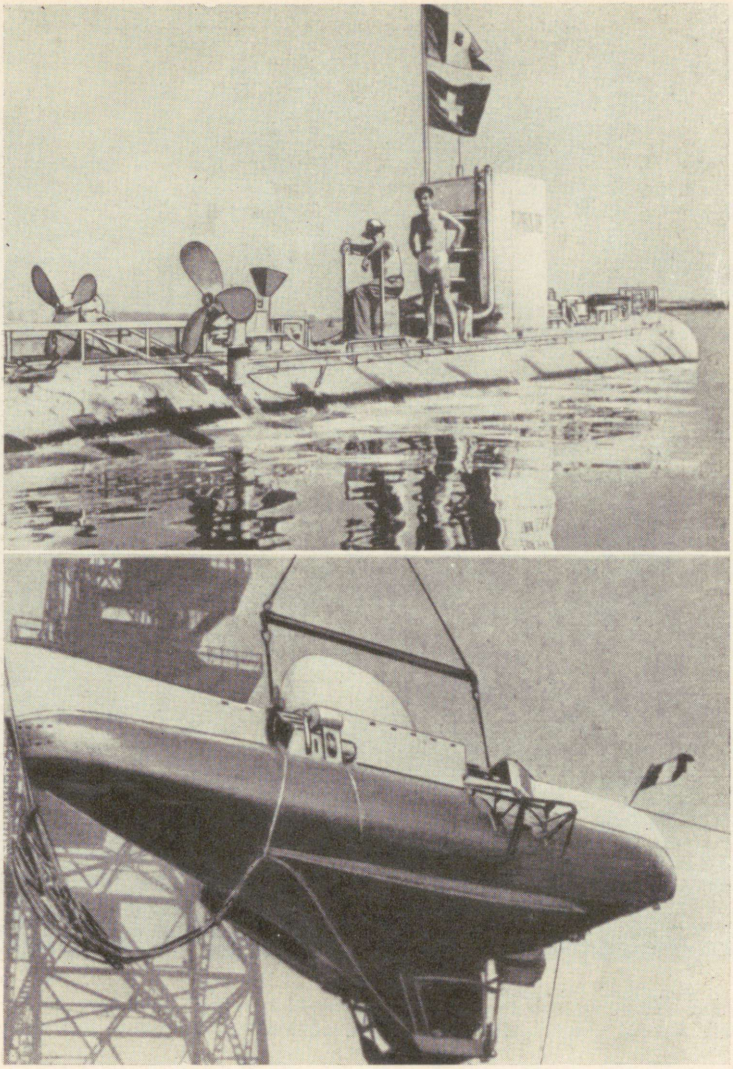
Nõukogude allveelaev „Severjanka“ tegeleb juba mitu aastat merekalanduse teadusliku uurimisega.

„Severjanka“ pardal jälgib ihtüoloog magavaid heeringaid.

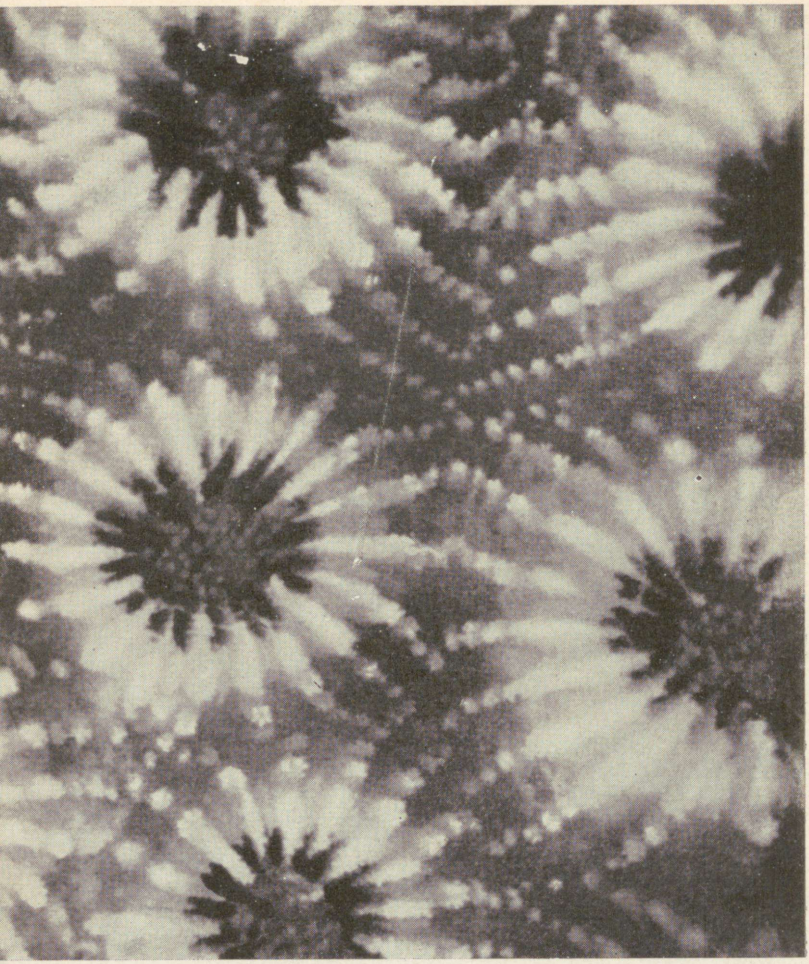




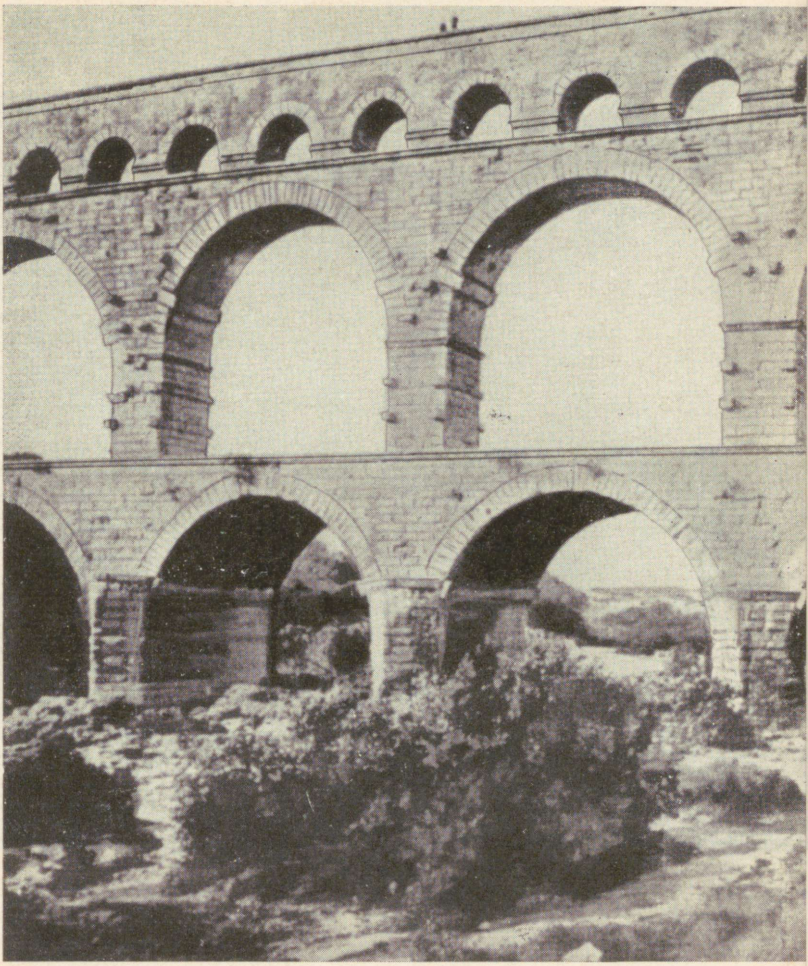
Vaikse ookeani radioaktiivne mürgistus Ameerika vesinikupommide plahvatuse tagajärjel Marshalli saarte juures.



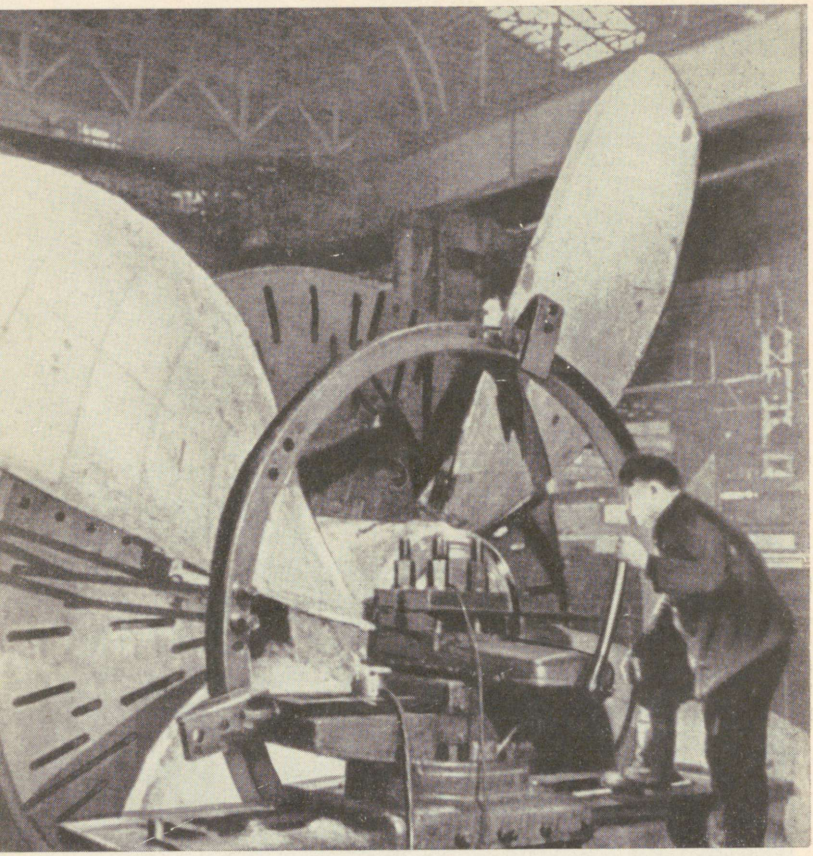
Sestsaadik kui Auguste Piccard konstrueeris oma batüskaafi, pole ookeanisügavustesse tungimine enam lahendamatu probleem.



Korallide lubiskelett (lähifoto).



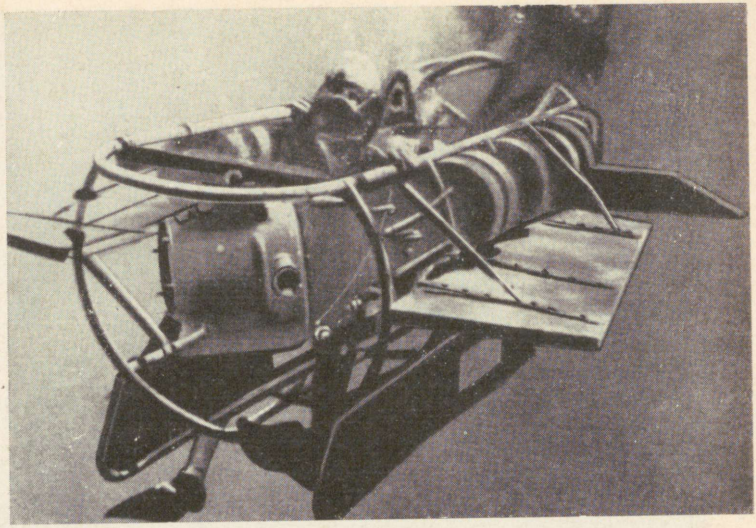
Hüdrotehnilistes seadmetes peegeldub antiikrahvaste kultuuri õitseng. Rooma inseneride saavutused hüdrotehnika alal on imeväärsed. Fotol: Rooma akvedukt.

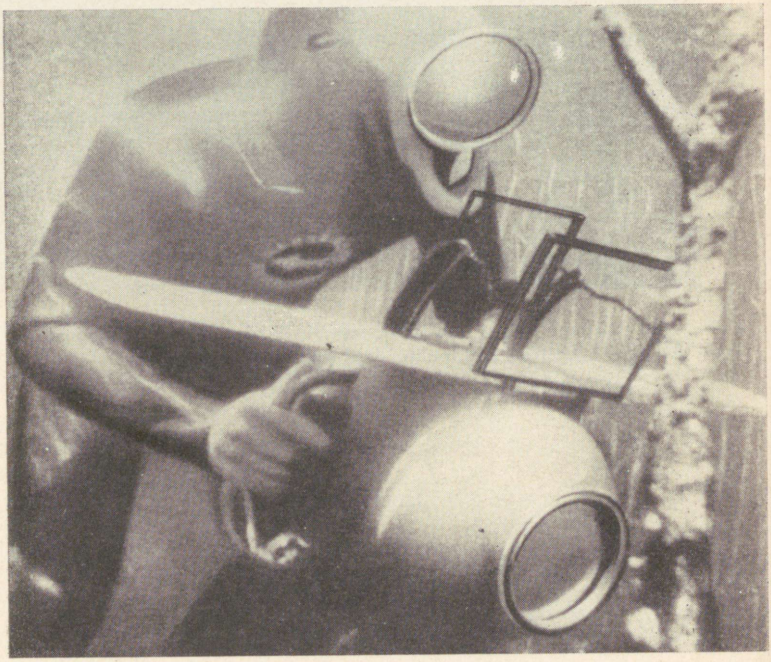


Laevakruvi töötlemine Leningradi laevatehases.



Juba mitukümmend aastat kasutavad Nõukogude okeanoloogid jäälaame Arktikas teaduslike triivjaamadena.



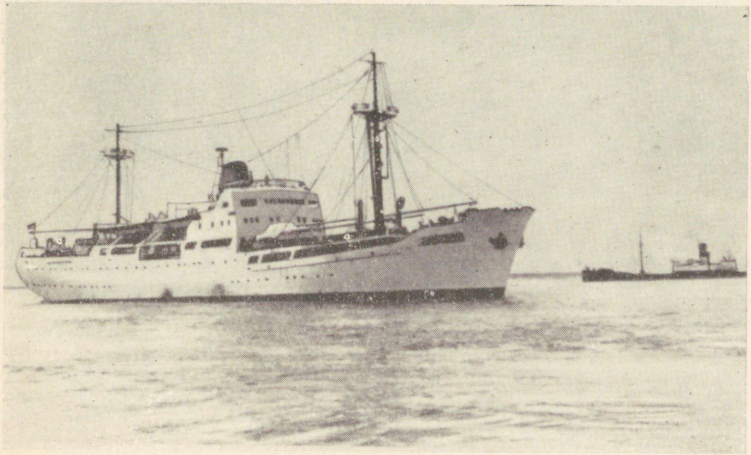


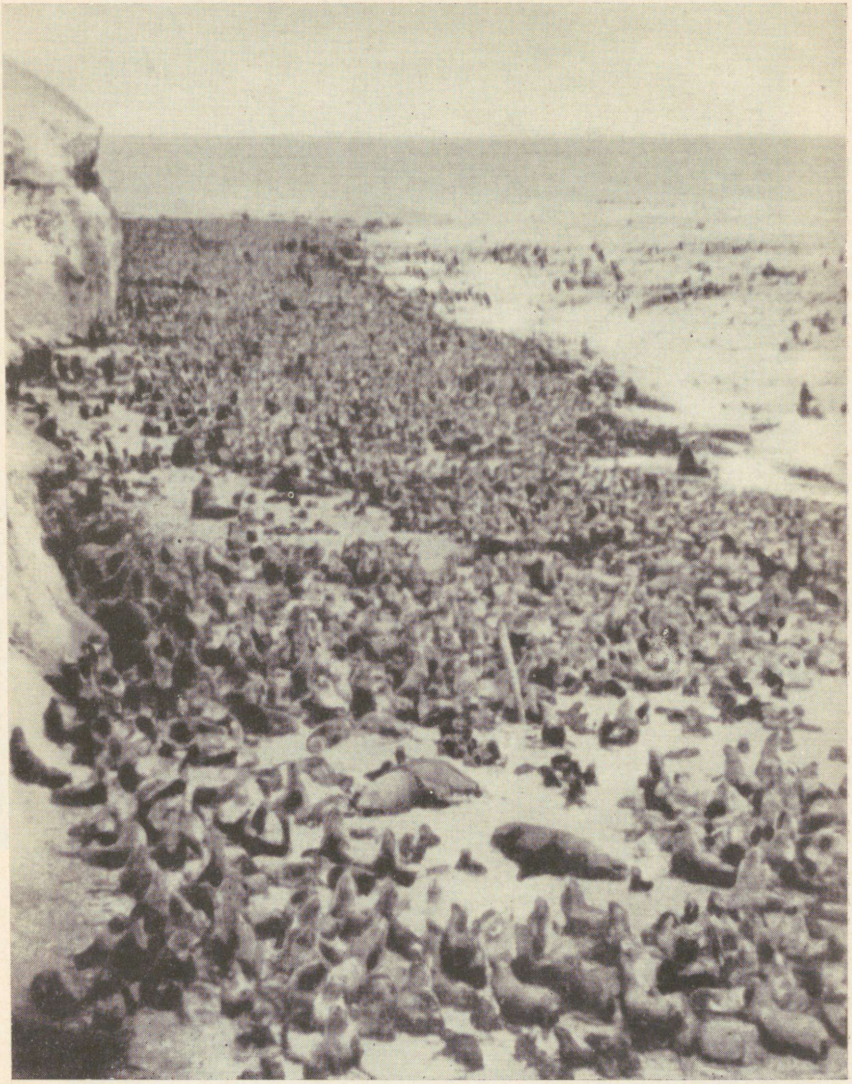
Akvalang võimaldas tuukril vabaneda raskest varustusest. Tänapäeva „konninimesed" tegelevad allveeujumisega mitte üksnes spordi mõttes, vaid võtavad ka osa teaduslikest uurimistöödest. Ülal: allveekaater teaduslike aparaatidega. All: allvee-filmikaamera.



Planktonivõrk järjekordse saagiga on hiivatud tekile.

„Mihhail Lomonossov" on moodsamaid ja suuremaid okeanograafilisi laevu. Ta on ehitatud Rostocki laevatehases. III rahvusvahelisel geofüüsika-aastal uuris see laev Atlandi ookeani põhja reljeefi.





Kunagised maismaaelanikud – loivalised – on erinevalt vaaladest veel praegugi säilitanud sideme maismaaga. Igal aastal kogunevad nad sigimisperioodiks mõnele mererannale. Fotol: loivaliste lesila ühel Ohhoota mere saarel.


Atlandi suurim sügavus
Roheline neeme saared
St. Pauli kaljud
LÕUNA-
AMEERIKA
RIO DE
JANEIRO
TRISTAN DA
CUNHA



Pilk seitsmendale kontinendile Lõuna-Ameerika ja Lääne-Aafrika vahel. Ka merepõhi on kaetud mägede, orgude ja nõlvadega nagu maismaagi. Joonis on valmistatud kajaloodimiste andmete järgi.

73 kop.

A
30165
2597252

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00259725 2