



Peter Klemm

**KIVI-
KIRVEST
AURU-
MASINANI**

89002

UMASINANI

EG
K524 A-32476

8
232

Peter Klemm

KIVI- KIRVEST AURU- MASINANI

Jutte tehnika 100 000-aastasest
ajaloost

ja koigile teistele noortele,
kes näevad ja kujundavad aastat 2000

KUTUTATUD
A. 000
..... 1973

M. Y. Godev...
Linn...
1973

...JONIJU UTRAT
...000UTAMAAR



„Valgus“ * Tallinn 1973

1-1-3
08-73

A-3247
K 52

UMASINAMI
Peter Klemm

Originaali tiitel:
Peter Klemm
Der Weg aus der Wildnis
Geschichten aus 100 000 Jahre Technik
5. Auflage
Der Kinderbuchverlag
Berlin 1972
Illustrationen von Hans Baltzer und
Heinz-Karl Bogdanski

ST
URU-
MASINAMI

Saksa keelest tõlkinud U. Liivaku
Kaane kujundanud K. Polli

KUSTUTATUD
"...." 200...a.
Ainet.

N. V. Gogoli nim. Tartu
Linnalehesõprade Selts
(RANGEON)
Inv. n. 89002

F

TARTU ÜLIKOOL
RAAMATUKOGU

Volgus" • Tallinn 1973

MAAILM, MILLET ME ELAME,

on inimese loodud. Ta on selle loonud tehnikavahenditega. Peaaegu kõik, mis meid ümbritseb, mida me kasutame ja käsitseme, kuulub tehnikasse, on tehnikatoode või tehnika abil kujundatud: taskunoast televiisorini ja vibupüssist reaktiivmootorini. **KATRINALE ja kõigile teistele noortele, kes näevad ja kujundavad aastat 2000**

Me elame ja liigume inimese loodud või tema vajadustele kohandatud maailmas, tehnika varal elamiseksõhlikuks tehtud maakeral.

Kuna me sellises maailmas oleme sündinud ja üles kasvanud ning kõike olemasolevat ja uut järk-järgult tundma õpime, näib kõik meile enesesimõistetavana. Me ei unesta, et pilte saab läbi õhu üle kanda, rakette kosmosesse saata või riidet kivisõest valmistada. Pigem oleme hämmastunud selle üle, et inimesed paar aastakümnet tagasi seda veel ei osanud.

Meil on õppis raske ette kujutada aega, millel inimesed pidid läbi ajama ilma elektrienergia, raudteede ja trükimasinatega, millel neil pööratud isegi teraskirveid või korralikke saapaid ega saanud neid ka poest osta.

Hoopiski ei oska ette kujutada, mis meiega juhtuks, kui meid tänapäeva keskkonnast tolesse aega viidaks. Ehk küll mõnelegi poisile tunduks romantilisena olla kiviaja jahimees või julge mammutikütt, kellest koguni oma sugukonna pealik saab, juhtuks tegelikkuses hirmus õnnetus. Mis hakkaksid need poisid peale meie tööriistade ja abivahenditega, korteri ja rõivasteta, võimaluseta harjumuspäraselt tootuda.

Kümnete aastatuhandete jooksul pole inimene tehnikavahenditega mitte üknes ümbritsevat maailma muutnud, vaid on nende pidevate muutumistega koos ka ise muutunud. Ta on sedavõrd muutunud, et tagasipaisatuna selle arengu algusesse ei saaks ta enam nii elada nagu tema ürgaegsed esivanemad. Kõigi oma kõrgele arenenud võimete ja oskustega poleks tal meelises midagi peale hakata. Seevastu puuduksid tal aga peaaegu kõik eeldused, mis olid inimestel kauges minevikus.

Ent kui palju meid tänapäeva inimese, meie kaugete esivanemate võitlus- ja viitatuslohest elust ka ei eristaks ega lahutaks, oleme siiski nende eluoluga lahutamatu seoses. Esiteks müüdi põlvkondade sugulusharjumused ja kõigi eluolude arenemises kandu. Teiseks, ka elust endast tuginud püstitamises — Mead, inimese kodu, meie suures- vate vajaduste kohaselt üha tõrskem muutis. Eriti lühidelt meid muudavaks, rikkamaks ja lihtsamaks. Nende vajaduste rahuldamiseks esitatakse tehnikale suuri ülesandeid.

Inimese loodud, lakkamatult täiustatud ja üha kõrgemale arenenud tehnika tagab inimese olemasolu, kujundab tema keskkonda, muudab Mead ja ka inimest ennast.

Inimese teigi maailma loojaks ja kujundajaks tehnika, mille areng algas pühkivest ega ole automaatsustega veel kangelikult lõpule jõudnud. Tehnika moodustab inimkonna arenemistoost suure ja küllepe- kõige huvitavama osa.

MAAILM, MILLES ME ELAME,

on inimese loodud. Ta on selle loonud tehnikavahenditega. Peaaegu kõik, mis meid ümbritseb, mida me kasutame ja käsitseme, kuulub tehnikasse, on tehnikatoode või tehnika abil kujundatud: taskunoast televiisorini ja vibupüssist reaktiivmootorini. Meie korterid, majad ja linnad, kogu meid ümbritsev kultuurmaastik põldude ja metsadega on inimese töö tulemus, on kujundatud tehnikavahenditega.

Me elame ja liigume inimese loodud või tema vajadustele kohandatud maailmas, tehnika varal elamiskõlblikuks tehtud maakeral.

Kuna me sellises maailmas oleme sündinud ja üles kasvanud ning kõike olemasolevat ja uut järk-järgult tundma õpime, näib kõik meile enesestmõistetavana. Me ei imesta, et pilte saab läbi õhu üle kanda, rakette kosmosesse saata või riidet kivisöest valmistada. Pigem oleme hämmastunud selle üle, et inimesed paar aastakümnet tagasi seda veel ei osanud.

Meil on üpris raske ette kujutada aega, millal inimesed pidid läbi ajama ilma elektervalgustuse, raudteede ja trükimasinateta, millal neil polnud isegi teraskirveid või korralikke saapaid ega saanud neid ka poest osta.

Hoopiski ei oska ette kujutada, mis meiega juhtuks, kui meid tänapäeva keskkonnast tollesse aega viidaks. Ehk küll mõnelegi poisile tunduks romantilisena olla kiviaja jahimees või julge mammutikütt, kellest koguni oma sugukonna pealik saab, juhtuks tegelikkuses hirmus õnnetus. Mis hakkaksid need poisid peale meie tööriistade ja abivahenditeta, korteri ja rõivasteta, võimaluseta harjumuspäraselt toituda.

Kümnete aastatuhandete jooksul pole inimene tehnikavahenditega mitte üksnes ümbritsevat maailma muutnud, vaid on nende pidevate muutumistega koos ka ise muutunud. Ta on sedavõrd muutunud, et tagasipaisatuna selle arengu algusesse ei saaks ta enam nii elada nagu tema ürgaegsed esivanemad. Kõigi oma kõrgele arenenud võimete ja oskustega poleks tal metsluses midagi peale hakata. Seevastu puuduksid tal aga peaaegu kõik eeldused, mis olid inimestel kauges minevikus.

Ent kui palju meid, tänapäeva inimesi, meie kaugete esivanemate võitlus- ja viletsusrohkest elust ka ei eristaks ega lahutaks, oleme siiski nende eluoluga lahutamatus seoses. Esiteks muidugi põlvkondade sugu- lussvahekordade ja kõigi elualade arenemistee kaudu. Teiseks, ka elust endast tingitud paratamatusega — Maad, inimese kodu, meie suurene- vate vajaduste kohaselt üha rohkem muuta. Elu tuleb teha mugavamaks, rikkamaks ja ilusamaks. Nende vajaduste rahuldamiseks esitatakse teh- nikale suuri ülesandeid.

Inimese loodud, lakkamatult täiustatud ja üha kõrgemale arenenud tehnika tagab inimese olemasolu, kujundab tema keskkonda, muudab Maad ja ka inimest ennast.

Inimese tegi maailma loojaks ja kujundajaks tehnika, mille areng algas pihukirvest ega ole automaattehastega veel kaugeltki lõpule jõud- nud. Tehnika moodustab inimkonna arenemisloost suure, ja küllap kõige huvitavama osa.

MAALM, MILLES ME ELAME.

on inimese loodud. Ta on selle loonud tehnikavahenditega. Peaaegu kõik mis meid ümbritseb, mida me kasutame ja käsitame, kuulub tehnikasse. on tehnikas loodud või tehnikas ehitatud: tarknool, televisioon ja vabapuhast reaktiivmootorid. Meie kodud, majad ja linnad, kogu meie ümbritsev kultuuriruum, kõik põlvkondade ja metsade on inimese töö tulemus. on kujundatud tehnikavahenditega.

Me elame ja elume inimese loodud või tema vajadustele kohan- datus maas, teinud vahel elamusvõimalikult teinud maskaral.

Kuna me elame maas, meie elamine sõltub sellest, mis meil on. Kõike elamiseks vajalikku me ei saa loomalt saada. Me peame kõik meie elamiseks vajalikku ise looma. Me ei võime ette võtta, et kõik meile vajalikud asjad võid meil loomalt saada. Pigem oleme häälestanud selle üle, et inimesed peavad asustama need kujud, mis meil on.

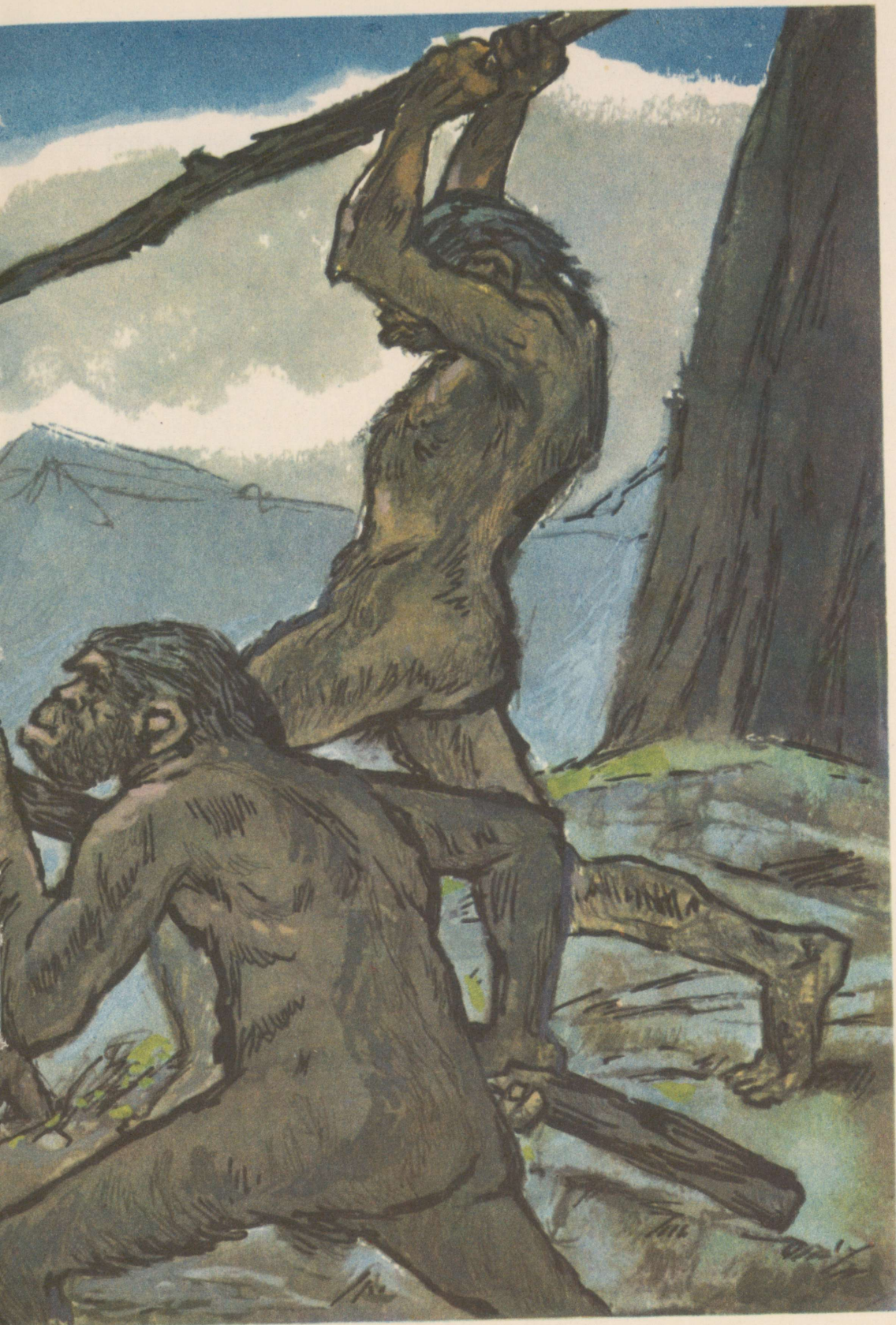
Mõel on õige teha, ette kujutada, mis meil on. Millal inimesed pidid elama ilma tehnikavahendite, vahendite ja tehnikavahendite, millal neil polnud isegi tehnikavahendeid või korralikke seadmeid, mis saavad neid ka poest osta.

Hoopiski ei oska ette kujutada, mis meiega juhtuks, kui meid täna- päeva kaebustest tolmest saaga viidaks. Ehk küll mõnelgi poolel tunduks romantilisena olla kivisajanduses või jalgel marmarist. Kellest kõrgem oma sugukonnast peab, juttuks tegelekkes hirmus õnnelik. Mis hakkaksid need poisid peale meie tööriistade ja abivahen- diteta, korraldus ja võimevõimelise harjumuspärase eluga.

Kümnelt aastat tagasi, jooksul pole inimese tehnikavahenditega mitte ükski ümbritsevat maailma muutnud, vaid on nende pidevate muutustega koos ka ise muutunud. Ta on sedavõrd muutunud, et tänapäevast selle arengu alguses ei saaks ta enam nii elada nagu tema ühikused esivanemad. Kõigi oma kõrgel arengul võime ja oskustega poleks tal meeluses midagi peale hakata. Seevastu praegused tal aga peaaegu kõik elud, mis olid inimestel kauges minevikus.

Orgaja kütid pidid oma jõu oskuslikult ühendama. Vaid ühiselt olid nad tugevamad kui kõige tugevam loom. Ohisest tegevusest tulenes vastastikuse mõistmise, keele väljakujundamise vajadus.





TEHNIKA METSLUSE AJAL

ÜRGINIMESE KÄSI ♦ KUIDAS TULD TALTSUTADA ♦ AVASTAMINE JA LEIUTAMINE ♦
KIVIAJA PÜÜGIMASINAD ♦ EHITUS JA KÜND ♦ RATAS

ÜRGINIMESE KÄSI

sooritas tegusid, mis tänapäeval vaevalt küll imetlust äratada võiksid, ehkki oli tegemist elu arenemisloos selle ajani enneolematute nähtustega. Käe saavutused algasid sellega, et maast korjati üles kivi, puu küljest murdunud oks ja pahklik puujuur nuiaks.

Ka inimene, kes neid asju pihku võttis, too esimene tehnikamees, ei jätnud millegagi vägevast muljet. Oigupoolest polnudki ta veel päris inimene ega ka päris tehnikamees. Tegelikult oli ta alles rohkem ahv kui juba inimene, kuid ta kõndis kahel jalal ja oskas teravaservalise kiviga lõhkuda kõige kõvemagi pähklikoore ja üdikondi, et himustatud sisu kätte saada.

Tema loomadest esivanemad seda ei osanud.

Tema ja teised ahvinimesed, kes ühes karjas elasid, oskasid kivi-dega täpselt pildudes eemale peletada ka kõige kardetavama kiskja, enamgi, tapvate nuiahoopidega võisid nad tal kolju sisse lüüa ja loomale otsa peale teha. Nad suutsid seda, kuna nende käsi oli üpris võimekas elund, mille sobivad tööriistad veelgi tõhusamaks tegid.

Kui raske oli aga tänapäeval nii loomulikuks peetavat käeosavust saavutada, selgub siis, kui me proovime leivapätsi küljest vasaku käega viilu lõigata. Pareмага läheb see lihtsalt, vasakuga on peaaegu võimatu. Paremakäeliseks kuluks meil aastaid, enne kui vasak käsi niisama osavaks saab.

Ent kulus kümneid aastatuhandeid, kuni ahvinimese kätest said nüüdisinimese töökad käed. Käed said vilunuks pidevas töös. Tõepoolest, nagu kirjutas kord Friedrich Engels, pole imetusväärne inimekäs «üksnes töö vahend, vaid ka selle tulemus».

Lisaks sellele õppis inimene rääkima.

Nagu teisedki karjas elavad stepiloomad, oskasid ka need inimese-taolised ahvid väljendada häälitsustega pelgust ja rõõmu, põlastust ja meeldimist, oskasid hoiatada ja appi karjuda: Kuid alles täieliku eraldumise ajal loomariigist tekkis inimestel vajadus üksteisele rohkem öelda. See vajadus omakorda sügenes ühise töö sunnil.



Ühise töö all mõistame küttemist ning salga olemasolu tagamist. Inimene pole röövloom. Mis kiirusse, nõtkusse ja jõusse puutub, jääb inimene igale kiskjale alla. Vaid üheskoos olid inimesed ülekaalus, ühiselt küttsid nad ka loomi, kellest toituisid. Ühisel jahipidamisel on inimühiskonna kujunemisel ja kindlustamisel suur tähtsus.

Küttemiseks mõeldi välja üha uusi ja kohasemaid tööriistu, jahti pidades kujunes aina uusi olukordi, millega kütid pidid kiiresti kohanema ja ühise tegevuse huvides omavahel kokkuleppele jõudma. Vajadus üksteisele midagi teatavaks teha kujunes järelikult kooselust ja elatise hankimise tarvidusest. Nii lõi ühine töö endale teatud mõttes hääle kandja — keele. Keel on tihedas seoses mõtlemisega. Mõtlemine on mõeldamatu keele, sõnade ja mõisteta. Keele mõjul arenes ka mõtlemisvõime ja üldse inimese aju.

Kõik, mis siin mõne lausega ära on öeldud, sai teoks mitmesaja aastatuhande vältel. Ja kindlasti kulus niisama palju aega, kuni esimesest maast üleskorjatud ja hiljem jämedalt tahutud kivist sai esimene hoolikalt ihutud, külgedelt nugaterav ja alt ahenev tulekivist pihukirves, mis sobis ühtviisi hästi nii lõikamiseks ja puurimiseks kui ka kaapimiseks, torkamiseks ja uuritsemiseks.

Pihukirves oli juba leiutus, inimese tehnikatoode, tööriist, mida looduses ei leidunud. Kuid inimesest poleks saanud esimese tööriista leiutajat, kui ta enne seda poleks olnud leidja. Looduse pakutud palja malaka ja lihtsa kiviga oli ta oma olemasolu taganud ning asunud oma eluolu paremaks muutma ja keskkonda mõjustama.



Ürgaja tehnika algas umbes 700 000 aastat tagasi pihukirvega, esimese tööriistaga, mille inimene valmistas

Kui kehva mulje need kujuneva inimese esimesed ülilihtsad abivahendid meile ka jätavad, ometi pandi nende abil toime suurimad ümberkorraldused, mis seniajani looduses aset olid leidnud. Koos esimeste tööriistadega sai inimene inimeseks, nendega sai temast tehnikamees.

Kaevamistel Pekingi lähedal leiti pool miljonit aastat tagasi elanud ahvinimeste luukeresid. Leiti ka loomade luid, kelle liha need ahvinimesed olid söönud, samuti jämedalt tahutud kivitööriistu ning pakse tuhakihte, mis sisaldasid rohkesti söestunud luid.

KUIDAS TULD TALTSUTADA,

sedä need ahvinimesed juba teadsid. Mõistagi oli tuli nende esivanematele, nagu üldse kõigile elusolenditele, esiotsa midagi kohutavat. Välgu kujul pilvedest sööstev tulekiir, mis metsa põlema süütas, või päikeselõõsas leekima lööv põuane stepp põhjustasid ju hävitavaid õnnetusi. Leekidemeres hukkus palju loomi.

Kui kasulik see hävitav ja vaenulik tuli siiski olla võib, seda oli aga vaja alles kogeda.

Küllap avastati kõigepealt, et ta annab sooja ja valgustab. Nimelt siis, kui mõni ahvinimeste kari söandas pärast loitvate leekide vaibumist põlengupaigale minna. Maapinnast õhkus mõnusat soojust ja suure tule jäänus, tõrvasesse juurikasse haardunud vagur lõke levitas pilkases öös

hubisevat valgust. Lõke oli kasulik, sest peletas eemale ka kõige rünnakuhimulisemad kiskjad. Tule ümber soojas tuhas võis mugavalt ja vaenlaste eest kaitstult magada.

Palangul oli aga muidki tagajärgi. Tuleasemelt leitud viljad, mugulad ja juured olid küpsenud, praetud ja hautatud ning maitsesid nüüd teisiti ja paremini, neid oli kergem närida. Ka tules hukkunud väikeste ja suurte ulukite liha oli muutunud hõlpsamini söödavaks ja maitsvaks.

Pikka aega lepiti tuleasemete otsimise ja suure tule kasulike jäänustega.

Me näeme, kuidas inimene, vastandina alateadlikult tegutsevale loomale, ümbritsevasse maailmasse kaalutlevalt suhtus. Ta õppis kõiki nähtusi järjest paremini selle järgi hindama, kas need olid talle kasulikud või kahjulikud. Ta õppis ka algselt kahjulikke nähtusi mõjustama, nii et need talle enam kahju ei teinud või koguni alalist kasu andsid.

Tähelepaneku läbi, et tuhaga kaetud pahklik puutüvi mitmeks päevaks hõõguma jäi, puhastatult ning kuivade lehtede ja raagudega ümbritsetult aga taas eredalt leekima lõi, avastati võimalus selline hõõgutuvi elukoopasse kaasa võtta ning tuld koos selle pakutud suurema julgeoleku ja mugavustega säilitada.

Nii sai pilvedest langenud või tulemägede kaudu maapõuest hoovanud metsikust ja taltsutamata tulest taltsas koopatuli. Muidugi pidi teda kogu aeg kuivade puudega toitma ning tulevalvurite ülesanne oli eriti vastutusrohke — lõke ei tohtinud iialgi kustuda.

Tulest sai järjest rohkem köögiori.

Tulle pandud kivil saadi lihatükke praadida ning mugulaid, vilju ja seemneid küpsetada. Puruks litsutult ja pehmeks hautatult kõlbasid nad toiduks ka väikelastele. Peale selle sai ürginimene tule abil mõndagi söödavaks teha, mis varem polnud toiduks kõlvanud. Ka sai nüüd tagavarasid soetada, sest tules kuivatatud liha säilis kauem, ja päevad, mil ühtki looma ei õnnestunud tappa, polnud enam ilmingimata näljapäevad.

Kui kari pärast saagirikkama jahiala leidmist elupaika vahetas, võttis ta tule loomulikult kaasa. Mitte põleva oksa näol, vaid tulise söena, mida kuiva puidujahu varal sai õõnsas luus või sarves hõõgvel hoida ja hõlpsasti ühest kohast teise toimetada. See ei tähendanud sugugi, et inimesed viisid kaasa üksnes köögiorja ning kõige kindlama kaitsja röövulukite eest; neil oli nüüd kaasas ka mugavus ja heaolu. Kui tuli soojendas, sai ka kõige karmimatel aladel talutavalt elada ja magada.

Vanema kiviaja küttide ja korilaste sugukonnad said nüüd kliimast olenemata tungida niisugustesse piirkondadesse, mis neile enne täiesti elamiskõlbmatud olid olnud. Neil oli ju kaasas teatud mõttes omaenda kliima — tuli. Külmemaid öid ja karmimaid talvi võisid nad veeta loomulikes kaljukoobastes, maasse kaevatud aukudes või okstest ja niinest ehitatud onnides.

Ei saa küllalt rõhutada, kui oluline, kui tohutult oluline oli inimese edasiarenemisele tule avastamine ja kasutuselevõtt.

Tuli tugevdas kogu sugukonna ühtekuuluvust, sest tema säilitamine nõudis järelemõtlemist, mis omakorda põhjustas teatava tööjaotuse.

Meile nii enesestmõistetav koldetuli oli saanud inimkonna arenemise pöördepunktiks. Nüüdsest oli tuli võrdtähenduslik eluga üldse.

Ent alati oli tema olemasolu ohus. Kui juhtus suur õnnetus, et sugukonna tuli kustus, siis oli enesestmõistetav, et võidi tuua hõõguvaid süsi



igalt teiselt tuleasemelt. Aga kui kaugel oli mõnikord naabersugukonna eluase! Tuld ei keelatud kunagi. Teda ei keela ka tänapäeva loodusrahvad, isegi mitte siis, kui suguharud on omavahel vaenujalal.

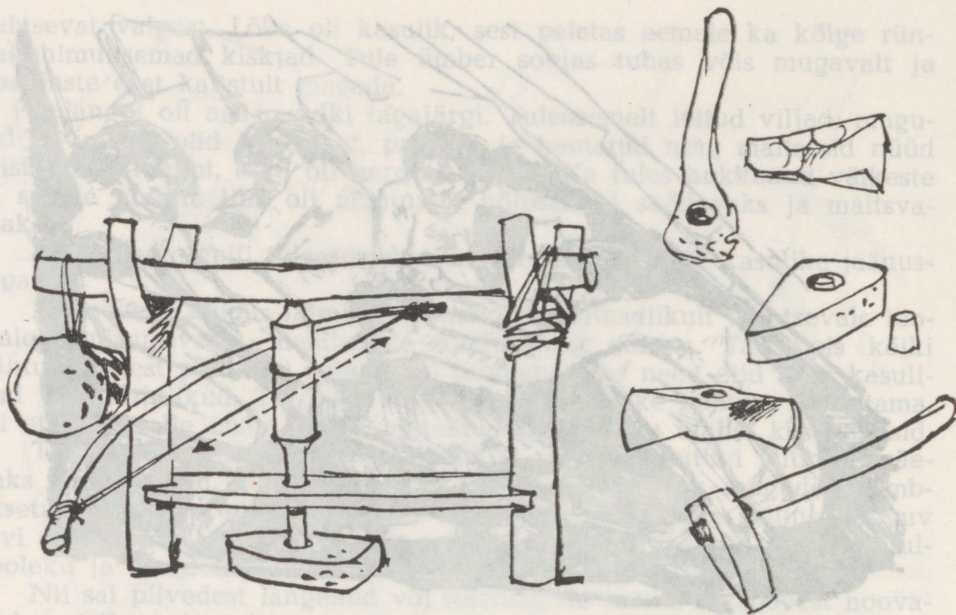
Pole ime, et tuli kõigi rahvaste muistendites, muinasjuttudes ja lugudes — mis küll alles palju hiljem kirja pandi — eriti suurt osa mängib. Kreeka muistendites röövis Prometheus jumalalt tule ja tõi inimestele. Karistuseks aheldasid jumalad ta Kaukasuse mägede külge. Austraalia metsades räägivad põliselanikud veel tänapäevalgi, et kaua-kaua aega tagasi olevat tibatilluke lind, käblik, oma saba all sädeme salamahiti taevast alla toonud.

Esialgul oli inimestel vaid tuli. Kui taheti, et ta olemas oleks, pidi teda aastatuhandete vältel leegi või hõõgivate sütena säilitama. Oskus ise tuld tekitada, toota tuld «mitte millestki», oli tundmatu. Tuletegemise pidi alles leiutama.

Ei maksa muidugi arvata, et mõni eriti nupukas mees maha istus ja järele mõtlema hakkas, kuidas leiutada tuletegemist. Appi tuli hoopis teine kogemus, mis saadi tööriistu tootes.

Me räägime kiviajast ja mõtleme sellega, et põhilised tööriistad valmistati kivist. Peale selle oli aga ka tööriistu luust, teravaservalistest karpide kodadest — nn. konnakarpidest, ja puidust. Puit oli eeskätt tooraine, mida tööriistadega töödeldi. Puidust oli oda, millega kütt oma kätt n.-õ. pikendas, puidust olid ka vibu ja nool, millega tapeti põgenevaid ulukeid.

Muide, mõlemad on tõelised leiutised, looduses neil eeskujud ei leidu. Võib-olla oli see tagasipaiskuva noore puutüve vetruvus või pingulitõmmatud loomasoone võnkumine, mis andsid ajendi aastatuhandeid peaaegu muutumatuks jäänud olulisima jahipidamisriista — vibu — leiutamiseks.



Kivipurimismasin, mis leiutati umbes 5000 kuni 6000 aasta eest

Väike puursüdamik keskmise kiviirista kõrval näitab, et alati ei puuritud auku tühjaks. Kasutusel olid ka õõnespuurid, millega töötlemisel jäi järele silindriline südamik

Me ei tea seda; küll aga teame, et kivist tööriistadega — mis ajapikku pihukirvest üha kitsamateks eriotstarveteks välja arendati, ja mida lõpuks sai kasutada ainult kirve või noana, uuritsa või kõõvitsana, puuri, pistoda või nooleotsana — töödeldi puitu ja nahka ning tulekivi ennast.

Igaüks teab, et puurimisel või kaapimisel tekib soojust. Et sellest teataval määral varjatud tulest ka lahtine leek võib süttida, avastati ehk siis, kui tules eriti kõvaks karastatud teravaotsalise puitpuuriga auku teise, pehmema puidutüki sisse puuriti. Vurrina käte vahel keerutatav puitpuur ajas tuliseks puuraugu ja lõpuks süütas hõõguma puurimisel peeneks hõõrutud puidu. Et aga säde, mis end peene suitsujoaga reedab, ettevaatlikult peale puhudes lõkkele lahvatab, oli teada juba sellest ajast, mil tuld aastatuhandete eest säilitama hakati.

Niisiis, õpiti ise tuld tegema. Tuletegemine oli leiutatud. Looduseannist oli inimene teinud tehnikamenetluse.

Nüüd, mil ta seda igal ajal süüdata sai, oli tuli täielikult inimese võimuses.

Sellised eriotstarbeks väljaarendatud tulepuurid, tulehõõritsad ja tulesaad, millega pehmem puit kõvema abil põlema süüdatakse, on mõnel rahval veel tänapäevalgi kasutusel. On ju näiteks Brasiilia ürgmetsade indiaanlased peaaegu samal kiviaja kultuuri arenemisastmel nagu aastatuhandete eest kogu inimkond.

Mõned ühendasid käsitsi pöörlema pandud tulevurri vibuga. Vibunöör pandi osava võttega kaks korda ümber puurimiskepi. Kui vibu

nagu viiulipoognat edasi-tagasi tõmmati, pöörles kepp kiiresti vasakule ja paremale. Nii hakkas kuiv pehme puit peagi hõõguma ja süttis, kui pihus hoitava lapiku kiviga kõvasti puurimiskepile suruti.

Täpselt samasugune oli esimene eelajalooline tööpink — puurmasin. Vibupuurist sai tõeline töömasin. Puur paigutati nii nutikalt puitraami külge, et teda sai kividega koormata. Käitasid kaks vastakuti istuvat meest, kes puurivibu edasi-tagasi tõmbasid. Nende vahel pöörles puurivarras kivist puuriga. Puurauku puistati peent liiva, mis koos veega suures puuri tõhusust sedavõrd, et peale puidu sai puurida auke ka luusse ja kivisse. Seniajani tuli kirve või vasara valmistamiseks siduda kivikiil loomasoontega puitvarre külge. Nüüd võidi puurida kivisse auk ja puidust vart sai kivikirvega palju kindlamalt ühendada. Nood vasarad ja kirved nägid juba välja nagu meieaegsedki, ainult et nad olid kivist. Nende kuju olid kiviaja inimesed aastatuhandete eest juba sedavõrd täiustanud, et me tänapäevalgi ei tea, kuidas neid veel paremaks ja otstarbekamaks muuta.

Mitte üksnes nendes tööriistades või algelises puurmasinas, vaid ka paljudes muudes meile tuntud riistades ja menetlustes esineb põhimõtteid, mis on aastatuhandete eest avastatud ning leiutistes rakendust leidnud.

Siin on ehk õige aeg öelda, et

AVASTAMINE JA LEIUTAMINE

on teineteisest põhiliselt erinevad. Me teame, et inimene avastas näiteks tule, kuid leiutas menetluse, kuidas sobivate vahenditega ise tuld teha.

Niisiis, avastada saab vaid seda, mis looduses olemas on: mõne seni tundmata saare, uue taimeliigi või seadused, mille järgi elab ja areneb loodus ning inimühiskond.

Näiteks avastasid astronoomid seaduspärasused, mille järgi taevakehad maailmaruumis liiguvad; keemikud avastasid, et põlemine pole midagi muud kui teatud ainete ühinemine õhuhapnikuga, kusjuures tekivad soojus, hõõgumine ja leegid; arheoloogid, eelajaloo uurijad avastasid väljakaevamisi tehes ja oma leidude kõige silmapaistmatuid üksikasju teaduslikult seletades, kuidas eelajalooliste inimeste elu-olu välja nägi.

Tehnikas inimene leiutab, loob midagi, mida looduses olemas ei ole: tööriista, masina, seadme, rakise, millega ta oma töö tõhusust suurendab. Tehnikasse kuuluvad seega kõige laiemas mõttes kõik niinimetatud tootmisvahendid ning peale selle ka teadmised, oskused ja vilumus nende otstarbekaks kasutamiseks ja töövahendite edasiseks täiustamiseks.

Muidugi on avastamine ja leiutamine tihedalt seotud. Alguses kui tehti vaid loodusevaatlusi ja teadust polnud olemas, olid nad lahutatud. Ka tänapäeval pole nüüdisaegne tehnika mõeldav teaduseta ja vastupidi: pole kõrgele arenenud teadust vastava tehnikata. Enamikule leiutistele pidid eelnema teatud avastused.

Seega omandas ürginimene loodust vaadeldes selliseid teadmisi või kogemusi, mida leiutistes tehniliselt rakendada sai. Kuidas see võis toimuda, saab meile selgeks pottsepatoõ näite varal.

Tõenäoliselt olid esimesed inimesed toodetud nõud kõrkjatest või puukooreribadest punutud korvid; mõned neist tehti tugevamaks ja tea-



Mitmesuguse kujuga pottsepised, nagu niinimetatud paelkeraamika noorema kiviaja algusest ja nõorkeraamika selle lõpust, tähistavad kiviaja kultuuri põhijärke

taval määral ka veetihedamaks sel teel, et nad mõlemalt poolt saviga üle vööbati.

Muidugi oli suur õnnetus, kui selline nõu juhtus tulle kukkuma. Üllatuseks aga ei juhtunud nõuga midagi halba. Ta oli koguni vett-pidavam ja kõvem kui enne ega ligunenud enam vees pehmeks. Tulest võeti välja hoopis teine materjal kui sinna oli kukkunud; rohekast savist oli saanud uus pruun kivitaoline aine.

Kui see kummaline, ent kõmuline avastus tehti, ei teadnud muidugi keegi, miks see nii on. Ükski inimene poleks osanud seletada, millised muutused kuumuse mõjul materjali — liivaga segatud või puhta savi — ehituses toimusid. Selle mõistatas teadus alles palju hiljem ära. Küll aga avastati, et see muutus on kasulik.

Muidugi polnud veel tehnilisi juhendeid, kuidas savinõusid tules kõige paremini karastada ja põletada. Alles paljude põlvkondade kogemuste ja oskuste varal tegid arukad pead niisuguse hulga leiutisi, mille tulemusena pottsepatöö, tules kõvaks põletatud, otstarbekaks kujundatud ja rikkalikult kaunistatud savinõud noorema kiviaja ainelise kultuuri kindlaks koostisosaks said.

Nii saadi juba kõige vanemal ajal vaatluste ja kogemuste teel teadmisi, millel hiljem rajanesid loodusteadused. Paljud seda laadi avastused kas ajendasid tehnilisi leiutisi tegema või aitasid neid teoks teha.

Mõnekski leiutiseks andis loodus vahetut innustust; inimese ülesanne oli seda vaid oma vajadustele kohandada. Siia kuuluvad kahtlemata elamud, mida inimene ehitas.

Ta ei saanud selleks eeskuju üksnes mõõkhambuliselt tiigrilt, kes leppis kaljukoopaga, mille ta valmis kujul eest leidis. Küllalt näidiseid pakkusid kokkukantud kõrtest, sulgedest ja raagudest teravmeelselt ehitatud linnupesad, rebase- ja mägraurud ning kobraste kantsid.

Nii tekkisid algeline tuulevarje, mis koosnes rohmakalt maasse torgatud okstest ning oli rohu ja lehtedega tihendatud, niinest punutud seintega või puukoorest valmistatud mattidest hütid, mida saju ajal veel loomanahkadega kaeti, ning maasse kaevatud süvendid, mille kohale sai telgina pinguldada loomanahku või paigutada peenikesi puutüvesid.

Kuiigi tuulevarje, mille sai igal pool käepärast olevast materjalist kiiresti kokku panna, kaitses tegelikult, rohkem leeaset kui tema taga puhkavaid inimesi, oli ta siiski tulevase elamu esimene sein. Hajali

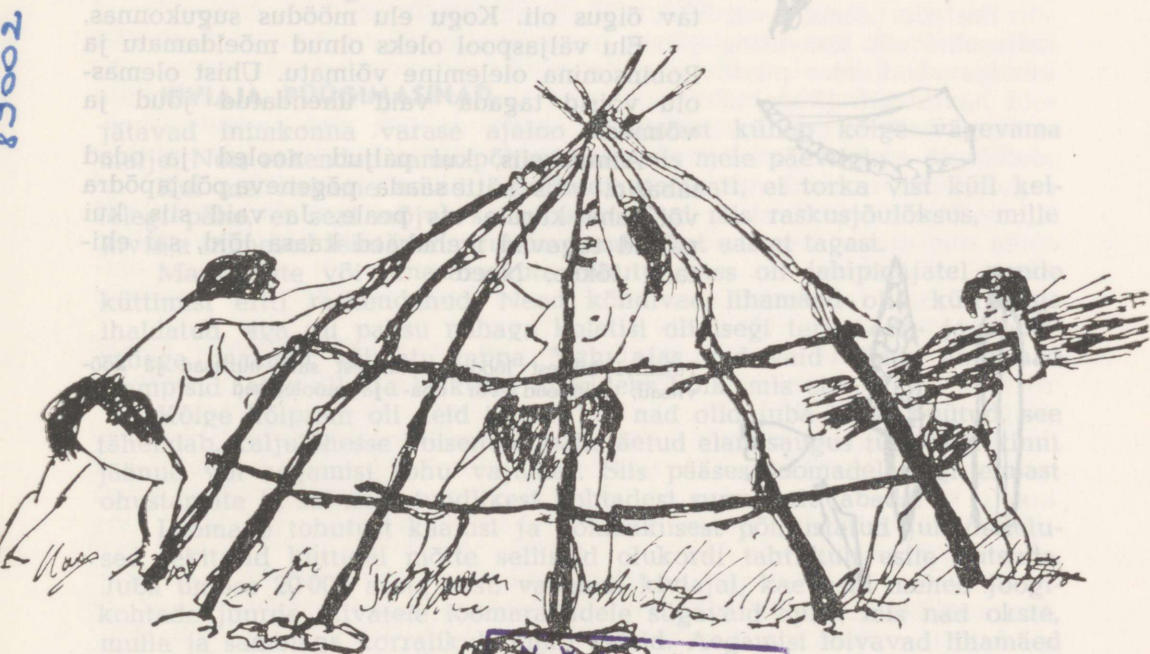
paiknevatel telgikujulistel või poolenisti maasse kaevatud onnidel olid hiljem juba ümberringi seinad. Nagu tuulevarjeid, nii sai onnegi võrdlemisi kiiresti püstitada. Eriti väärtuslikke osi — matte, nahku ja sobivaid telgitugesid — sai kandamiteks jaotatuna kaasa võtta, kui sugukond mujale rändas.

Nood kütid ja korilased olid ju peaaegu alati teel. Nad käisid rändavate loomakarjade kannul, püstitasid laagri mõne joogikoha lähedusse ja kui sinna enam ulukeid ei tulnud, otsisid uue jahiala. Tihti peale tuli edasi rännata ka sellepärast, et vilju ja mugulaid otsivad naised laagripaiga ümbrusest enam midagi söödavat ei leidnud ja nõudsid ümberasumist uuele korjealale.

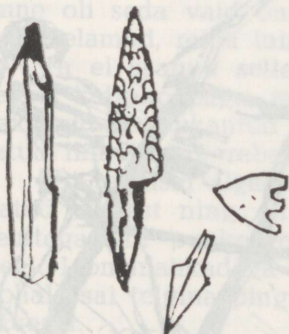
Inimene sõi kõike, mida ta küttis, korjas või jõest kätte sai. Kõik, mida sugukonna kooselavad liikmed saagiks said, kuulus kõigile ja söödi ühiselt ära; kui küttimine vahel pikemat aega tulemusi ei andnud, siis nad kannatasid ka koos tühja kõhtu. Igaüks aitas jõudumööda kaasa, et väike ühiskond võimalikult hästi varustatud oleks.

Mehed käisid jahil ja paremad nende seast õpetasid kasvavatele noorukitele jälgede lugemise ja vibulaskmise kunsti ning näitasid kätte kõik oskused, mis neil olid looma jälgede leidmiseks, tabamiseks ja siskonna väljavõtmiseks.

Teised jälle töötlesid eriti osavalt tulekivi, see on materjali, millest peasjalikult valmistati nuge ja pistodasid, nooleotsi, kiskudega harpuune ja kõõvitsaid. Osavate löökidega eraldasid nad tulekivi küljest õhuke siiki, mis olid peaaegu niisama vahedad kui teritatud nuga; tulekivi eriti kõvast südamikust, mille küljest enam siiki lahti lüüa ei saanud, valmistasid nad täpselt tahudes vahedaid kirveterasid.



17. Põlvkonna nimi.
Taru Linna
Keskraamatukogu
(Rändfond)



Kindlasti oli ka mehi, kes paistsid silma lõksude ehitamise oskuse poolest. (Kuidas nende osavalt ehitatud lõksudega lood olid, seda saame veel lähemalt teada.) Ning lõpuks oli jahimehi, kes teistest osavamini oskasid kõikuvalt ruhelt harpuuniga kalu küttida, kes kõrkjatest rüasid oskasid teha ning neid täpselt õiges kohas jõkke lasta, nii et kalad otse võrku pidid minema.

Naistel olid omakorda käed tööd täis metsast söödavaid marju, mugulaid ja juuri tuues, millele lisaks korjati metsikult kasvavate kõrsviljade seemneteri, juurviljade mahlakaid lehti või magusaid pähkleid. Peale selle valmistasid nad kõõvitsate ja kaabikutega puhastatud nahkadest soojendavaid ja kaitsvaid rõivaid, punusid raami peal onnide ja laagripaikade jaoks seinamatte, võlusid nobedate sõrmedega painduvatest vitstest või tugevatest kõrkjatest korve. Nad hoolitsesid laste eest, hoidsid puhtana onnid, mis nad enamasti ise ehitanud olid, ning kandsid lõpuks puud kokku, mida vajasid raugad, kes olid pandud tulevalvuriteks.

Nii tegi ühiskonna iga liige, mida jaksas. Loomulikult oli töö raskuse järgi meeste ja naiste vahel jaotatud. Ent töö oli igaühe enesestmõistetav kohustus, nagu ühiselt saavutatust võrdse osa saamine igaühe enesestmõistetav õigus oli. Kogu elu möödus sugukonnas.

Elu väljaspool oleks olnud mõeldamatu ja Robinsonina olelemine võimatu. Ühist olemasolu võisid tagada vaid ühendatud jõud ja võimed.

Ainult siis, kui paljud nooled ja odad tabasid, võis kätte saada põgeneva põhjapõdra või teha karule ots peale. Ja vaid siis, kui paljud tugevad mehekäed kaasa löid, sai ehitada lõkse. Need

Tulekivi küljest löödud kildudest said uuritsad ja kõõvitsad, jahinoad või oda- ja nooleotsad



KIVIAJA PÜÜGIMASINAD

jätavad inimkonna varase ajaloo leiutistest küllap kõige vägevama mulje. Neis rakendati samu põhimõtteid mis meie päevilgi.

Kui me viskame mündi šokolaadiautomaati, ei torka vist küll kellelegi pähe, et seal mõjub sama raskusjõud mis raskusjõulõksus, mille kiviaja inimesed leiutasid mitukümmend tuhat aastat tagasi.

Mammutite või ninasarvikute tohutu mass oli jahipidajatel nende küttimist eriti raskendanud. Need kõndivad lihamäed olid küll väga ihaldatud, aga nii paksu nahaga koletisi oli isegi terve oda- ja noole- rahega peaaegu võimatu tappa. Valu ajas nad vaid vihale ning nad trampisid jalge alla ja kiskusid tükkideks kõik, mis ette jäi.

Kõige hõlpsam oli neid tappa, kui nad olid juba kinni püütud, see tähendab, kaljulõhessa libisenud, mahajäetud elamisaugus tugevasti kinni jäänud või aegamisi sohu vajumas. Siis pääses loomadele ligi ennast ohustamata ja sai neid tundlikest kohtadest surmavalt tabada.

Loomade tohutust kaalust ja kohmakusest põhjustatud juhuõnnetused tekitasid küttidel mõtte selliseid olukordi tahtlikult esile kutsuda. Juba umbes 20 000 aasta eest, vanemal kiviajal, kaevasid mehed joogi-kohtade juurde viivatele loomaradadele sügavaid auke, mis nad okste, mulla ja samblaga korralikult kinni katsid. Aegamisi loivavad lihamäed astusid aimamatult õhukesele moondamiskattele ja kukkusid auku. Nüüd



Ürgaja kunst algab niinimetatud koopajoonistest, millel kujutati jahiloomi: ninasarvikut, mammutit, koopakaru, hiidhirve, metshobust jm.

olid nad üsnagi kaitsetud ja laagris valitses suur võidurõõm, kui niisugune hiiglane kinni oli püütud ning liha jätkus paljudeks päevadeks.

Nii leidis loomade omakaal tehnikas rakenduse.

Ent see polnud veel kõik. Tähelepanekutest, kuidas lahtimurdunud kaljurahn või kivivaring järsku mäenõlva mööda hävitaval hool alla kihutas või kuidas puutüved maha raksatasid, võis tekkida mõte selliseid hävitavaid jõude tahtlikult valla päästa ning ühtlasi looma pihta suunata, kellele muidu oli raske ligi pääseda. Nii said alguse raskusjõulõksud, kasutati ära teatud kõrgusele tõstetud kivide või puutüvede raskusjõudu — nende varjatud energiat. Nüüd tarvitses magusa söödaga ligimeelitatud karul astuda osavalt mehhanismisse paigutatud kepile või sööta nuusutades keppi peaga veidi kõrvale lükata, kui ta juba vallandas tõkestid ja hoovad, mis virna laotud kaljurahne või puutüvesid ohtlikus, täpselt tasakaalustatud asendis olid hoidnud. Otsemaid varisesid tohutud raskused karule peale ja tapsid ta.

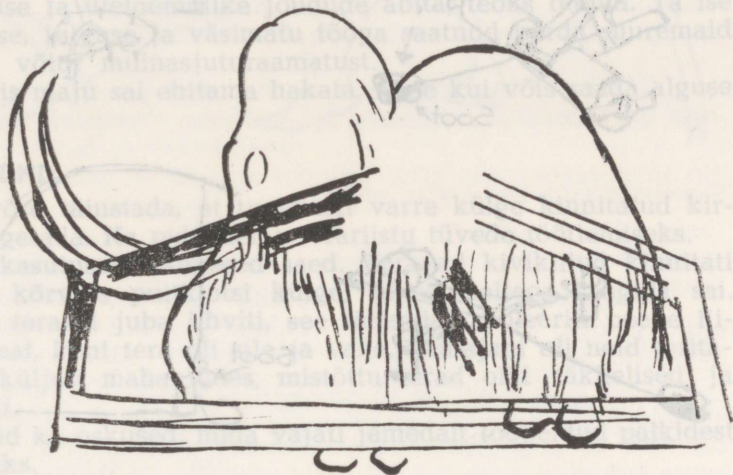
Hiljem kogeti, et mingi vetruv materjal, näiteks loomakõõlus, ümber risttelje keerutatuna, püüab alati algasendisse tagasi pöörduda. Väändepingeline on tugevam, kui mitu vääti kokku keerutatakse — korrutatakse.

Muide, sellisel väände põhimõttel töötab ka mängulaeva kummimootor. See keeratakse üles laevakruvi pöörates, millega kumminöörid kokku keerutatakse ja pinguldatakse. Kui laevuke vette panna ja kruvi lahti lasta, vallandub pingeline, kruvi hakkab vastassuunas pöörlema ning ajab laeva edasi.

Kui tugeva löögi võib väändepingega saavutada, selgub raamsaest, kus saelehte pinguldavad korrutatud nöörid, mida hoitakse pingeline all tõkestatud ristpulgaga. Kui pulka nihutades pingeline kogemata vallandub, nii et pulk saab tagasi karata, virutab ta ettejäädud käele sinise pleki.

neist väljendub soov saada soogi- ja joogipoolist, peavarju ja elatist ilma kehalist tööd tegemata. Sellel pidi appi tulema kata-epd-lauake või võluranits, imelamp või võlukapp.

Paljud neist unidustest ei inimene aastatuhandete jooksul oma tööga, ilma nõiduse ja võluväelike jõudude abita teinud. Ta ise on oma leidlikkuse, võime ja väsimiseta tööga saavutanud, mis teinud inimesid kui ükski teine inimene. Enne kui pidi appi tulema kata-epd-lauake või võluranits, imelamp või võlukapp.



Koopajoonis lõksu-
langenud mammuti
kujutisega

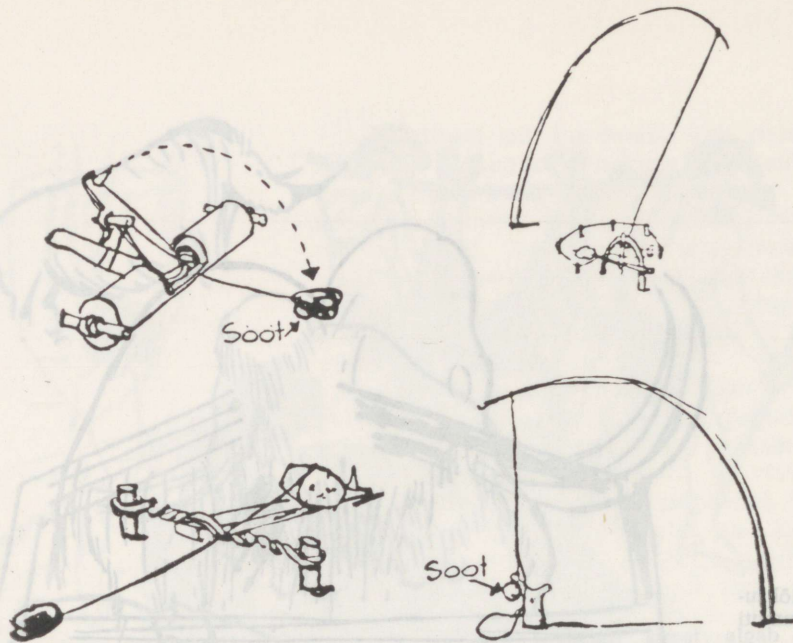
Juba mitu tuhat aastat tagasi tapeti loomi pingulikeeratud lööklõksu ränga hoobiga või püüti neid allavuhiseva võrgu või kinninapsatava haaratsiga. Osavalt seatud tõkestitega tuli tekitatud pinget seni säilitada, kuni loom, keda püüda või tappa taheti, pingest tekkiva löögijõu vallandas.

Oli veel mitmesuguseid lõkse. Silmuslõksus tõmbas vibutav ritv silmuse kokku just sel hetkel, mil loom peadpidi silmuses oli. Sööta rebides vabastas loom ise söödaga ühendatud päästiku. Ja oli ka kombineeritud lõkse, milles toimis korraka mitu kirjeldatud põhimõtet.

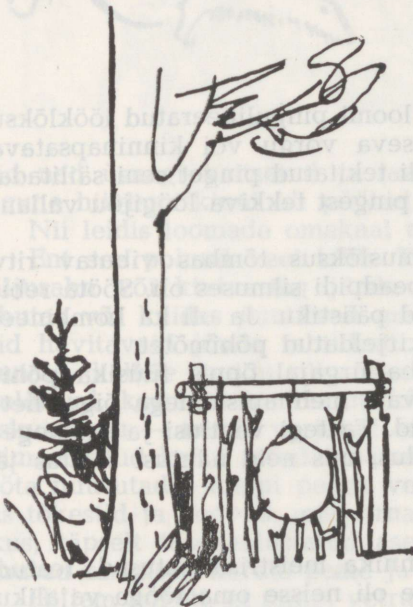
Õeldust ilmneb, kuidas inimene juba ürgajal õppis füüsika põhimõtete najal salvestama jõude, mis sobivate mehhanismidega õigel hetkel valla päästetuna ise mõjuma hakkasid. Ta tegi vaatlusi ja sai kogemusi ammu enne, kui tekkis füüsikateadus, mis neid nähtusi seletas ja nende seaduspärasusi põhjendas.

Need lõksud olid esmaklassilised tehnika meistrisaavutused, teatud mõttes esimesed automaadid. Kui inimene oli neisse oma tööga vajaliku jõu salvestanud, sooritasid nad oma ülesande iseseisvalt. Ülesseatult ja sadade riugastega hästi moondatult seisis nad inimese eest nii-öelda luures. Lõksud pidasid jahti, ilma et inimene ise oleks tarvitsenud kohal olla. Kütid võisid vahepeal uusi lõkse üles seada, puutüvedest ruhti põletada või relvi täiustada.

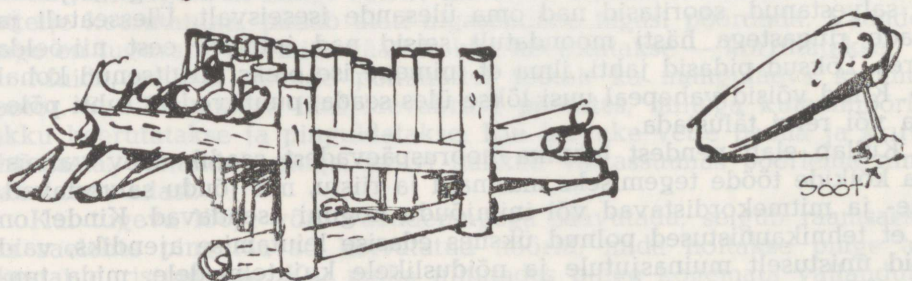
Küllap elab nendest tehnika nooruspäevadest saadik soov valmistada kõikide tööde tegemiseks masinaid ja riistu, mis jõudu salvestavad, kahe- ja mitmekordistavad või inimjõudu koguni asendavad. Kindel on ka, et tehnikaunistused polnud üksnes edasise leiutamise ajendiks, vaid viisid unistuselt muinasjutule ja nõiduslikele kujutelmadele, mida tunneme kõigi rahvaste muistendite ja muinasjuttude varasalvest. Paljudes



Säärased väände- ja völlaslöksud on tänapäevani kasutusel eskimotel ning Aafrika ja Lõuna-Ameerika ürgmetsades



Osavasti mulguks moondatud silmuslõks



Sellised raskusjõulöksud ootasid küti asemel saaki

neist väljendub soov saada söögi- ja joogipoolist, peavarju ja elatist ilma kehalist tööd tegemata. Selles pidid appi tulema kata-end-lauake või võluranits, imelamp või võlukepp.

Paljud neist unistustest on inimene aastatuhandete jooksul oma tööga, ilma nõiduse ja üleloomulike jõudude abita, teoks teinud. Ta ise on oma leidlikkuse, julguse ja väsimatu tööga saatnud korda suuremaid imesid kui ükski võlur muinasjuturaamatust.

Enne kui päris maju sai ehitama hakata, enne kui võis saada alguse

EHITUS JA KÜND,

tuli tööriistu niivõrd täiustada, et tugevasti varre külge kinnitatud kirvega sai puid langetada. Ka pidi olema terariistu tüvede töötlemiseks.

Tollal võeti kasutusele esimesed saed. Teravad kivikillud kinnitati tihedalt üksteise kõrvale puitklotsi külge, nii et sellega saagida sai. Kivist tööriistade terasid juba lihviti, see tähendab, poleeriti peene liivaga teise kivi peal, kuni tera oli sile ja vahe. Seniajani oli neid teritatud ainult kilde küljest maha lüües, mistõttu terad olid täkkelised ja murdusid kergesti.

Nüüd arenesid ka oskused, mida vajati jämedalt töödeldud palkidest majade ehitamiseks.

Enne kui tekkis soov kindlas majas elada, pidi tekkima tarvidus ühte kohta pikemaks peatuma jääda. See eeldas, et inimene ei sõltunud eranditult neist toiduainetest, mida loodus talle enam-vähem vabatahtlikult pakkus ja mida ta alaliselt rännates saagiks sai.

See juhtus, kui inimene oli avastanud, et kõiki püütud loomi ei maksnud kohe tappa, vaid parem oli neid nuumata ja lasta sigineda.

Mehed tõid noori loomi asulasse kaasa. Võib-olla olid metsseapõrsad, metsikult elavate veiste vasikad või väikesed metsikud kitsed ja lambad esiotsa mõeldud vaid lastele mängukaaslasteks. Ent nad kasvasid posttarandikes üles, taltusid ja sigisid isegi vangipõlves. Muidugi ei saa taltsaks teha kõiki metsloomaliike, kuid meie põhilised koduloomad kodustati juba tol ajal.





Kaevekepest sai kõblas, kõplast ader

Nii kujunesid küttidest ajapikku karjased, kes loomade eest hoolitsedes ja neid kasvatades said rohkem liha kui jahti pidades. Peale selle avastasid nad, et emaloomade piim on ka inimestele üpris toitev.

Samal ajal tegid ka naised ühe avastuse. Kui vahel pikemaks ajaks mõnele eriti saagirikkale jahti- või karjamaale elama jäädi, siis märkasid nad, et kogemata laialipudenud rohusemned ning jäätmeahunnikusse sattunud mugulad hakkasid idanema. Nad õitsesid ja kandsid lausa ukse ees vilju, mida otsides tuli muidu metsas tundide kaupa ringi luusida.

Külvi ja lõikuse saladus oli avastatud ning inimene taipas, et maa võib tema tahtmist mööda vilja kanda, kui teda vaid natuke harida.

Mõned sugukonnad ja hõimud, kes olid seni elanud viljade kogumise ja küttimisega hangitud saagist, hakkasid ise toitu tootma. Kui seniajani oli tähelepanu pööratud peamiselt jahipidamisvahendite täiustamisele, siis nüüd sai alguse maaharimisriistade areng.

Metsikult kasvavaid mugulaid ja juuri olid naised seni enamasti otsinud otsast harulise ja tules kõvaks põletatud kaevekepigaga. Nüüd sai kaevekepest istutuspulk, millega mullasse seemneauke torgati. Ja ühes otsas nurgeti eemaleulatava oksatüükaga kepest, mis sobis eriti hästi mulla kobestamiseks, vagude tõmbamiseks ja mugulate väljakaevamiseks, kujunesid aja jooksul vastupidav kivikõblas ja hitsmekepp.

Muidugi ei teatud veel midagi külvikordadest ega väetamisest ja polnud ime, et mõne lõikuse järel oli maa kurnatud ega kindnud enam vilja. Kuid see polnud nii hull, sest sugukond hakkas siis teist maatükki harima, kõplast seda ja istutas täis. Kõige muu eest hoolitsesid päike ja vihm.

Me võime ette kujutada, et ühel ilusal päeval tõi keegi mees haritavale maatükile härja ja sidus ta sügavale mullasse surutud kõpla varre külge. Kui härg tõmbas, ei tulnud nurgeti asetatud kõblas maa seest välja ning vedas mullakamarasse vao. Ja me ei saa ka tolele mehele või naisele mälestussammast püstitada, ehkki ta on selle ära teeninud, sest alles adra abil hakkas inimene viljakandvat maapinda alistama. Arvatavasti peaksime püstitama mälestussambaid paljudele kivi-aja inimestele, sest kindlasti on ader, nagu enne seda kõik teisedki tööriistad, abinõud, lõksud jm., leiutatud Maa paljudes asustatud paikades ja mitu korda.

Me nägime, et leiutised ei sadanud inimesele selgest taevast kaela nagu ootamatu äikesevihm, vaid et need olid teatud majanduslike, ühis-

kondlike ja kliimaolude ning vajaduste tulemus; nende eelduseks oli ainelise ja vaimse kultuuri teatud arenemistase.

Kus olid erijuhuks vajalikud eeldused, seal tehti nõutavad leiutised peaaegu paratamatult, mujal jäid nad alatiseks tegemata. Näiteks pole Sise-Aafrika asukad kelku leiutanud, sest et nad seda ei vajanud. Ja eskimod ei leiutanud atra, sest neil polnud sellega midagi peale hakata.

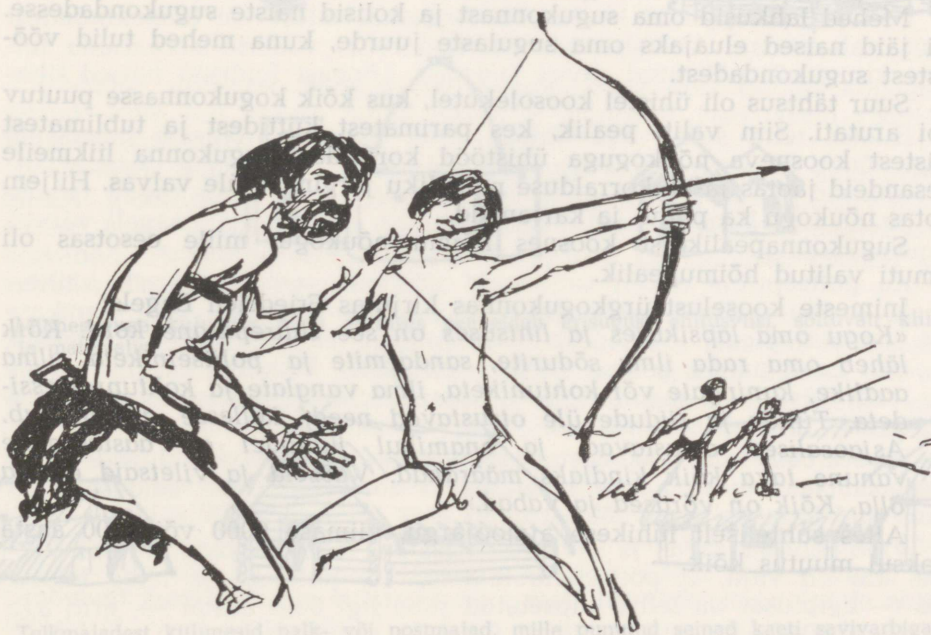
See-eest leiutati vibu ja oda kõigis maailmajagudes, samuti kui viskenui, lõksud või tulepuur, pottsepa- ja punumistöö, sest need olid kõikjal ühtviisi vajalikud ja võimalikud.

Me võime üldse väita, et kiviaja tehnika selle arenemisastmeni oli Maa kõigis asustatud osades jõutud enam-vähem võrdsele tasemele. Eri-nevused tekkisid alles siis, kui eri paikades — kõigepealt Lähis-Idas, Indias ja Hiinas umbes 6000 aastat enne meie ajaarvamise algust ning 3000 aastat hiljem Kesk- ja Ida-Euroopas — mindi aegamööda üle karjandusele ja põllundusele.

Ent ka esimestes loomi kodustanud ja põldu harinud sugukondades kehtisid veel niinimetatud ürgkogukonna kümneid tuhandeid aastaid vanad tavad. Kõik ühiselt toodetu oli ühisvara. Niisama vähe kui enne seda sai suure vaevaga ülesseatud lõks ühe inimese omand olla, oli nüüd kari või põld üksikisiku vara.

Küll olid juba tollal isiklikuks omandiks relvad, karuhammastest helmed või majapidamisriistad. Ent põhilised tootmisvahendid olid ühisomand.

Nagu kõik teised teadmised, nii olid ka tehnikaalased teadmised ühised. Mida oskas üks mees, seda oskasid kõik mehed ja mida teadis üks naine, seda teadsid kõik naised. Noorukitele ja neidudele õpetati kõiki oskusi, mida nad vajasisid, et end täiskasvanute kombel elatada.





Vanade kogutud teadmised anti noortele edasi rikastatuna omaenda elus kogutud arusaamade ja kogemustega. Sugukonna või suurema hõimu teadmistest ja tavadest ei läinud miski kaduma. Ent põlvest põlve lisandus uut.

Nende ürgkogukondlike põhimõtete järgi elati mitusada tuhat aastat.

Siiski oleks täiesti väär kaunistada ürgkogukondlikku elu romantiliste kujutelmadega või ühendada temaga legendi kuldsest ajastust. Teadlased on kindlaks teinud, et kiviaja inimene sai harva vanemaks kui 18 aastat. Nii lühike tõenäoline eluiga näitab, kui ohtlik ja viletsusrohke oli inimese elu sel arenemisastmel.

Sugukondlikule korrale oli iseloomulik, et mehed ei tohtinud abielluda oma sugukonna liikmetega — oma sugulastega. Nad pidid valima naise sama hõimu teisest sugukonnast.

Mehed lahkusid oma sugukonnast ja kolisid naiste sugukondadesse. Nii jäid naised eluajaks oma sugulaste juurde, kuna mehed tulid võõrastest sugukondadest.

Suur tähtsus oli ühistel koosolekutel, kus kõik kogukonnasse puutuv läbi arutati. Siin valiti pealik, kes parimatest küttidest ja tublimatest naistest koosneva nõukoguga ühistööd korraldas, sugukonna liikmeile ülesandeid jaotas ja elukorralduse mõistliku järgimise üle valvas. Hiljem jaotas nõukogu ka põllu- ja karjamaid.

Sugukonnapealikuist koosnes hõimu nõukogu, mille eesotsas oli samuti valitud hõimupealik.

Inimeste kooselust ürgkogukonnas kirjutas Friedrich Engels:

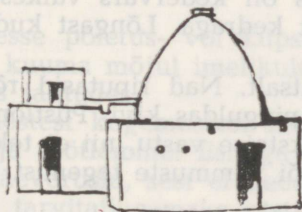
«Kogu oma lapsikuses ja lihtsuses on see suurepärane kord. Kõik läheb oma rada ilma sõdurite, sandarmite ja politseiniketa, ilma aadlike, kuningate või kohtuniketa, ilma vanglate ja kohtuprotsessideta. Tülide ja riidude üle otsustavad need, kellesse asi puutub. Asjaosalised otsustavad, ja enamikul juhtudel on aastasadade vanune tava kõik kindlaks määranud. Vaeseid ja viletsaid ei saa olla. Kõik on võrdsed ja vabad.»

Alles suhteliselt lühikese ajaloojärgu, viimase 6000 või 8000 aasta jooksul muutus kõik.

Alguse pani see, et edusammud toiduainete tootmises tõid kaasa esimese ühiskondliku tööjaotuse. See tähendab, et kujunesid hõimud, kes pühendusid karjandusele ja karjamaadele. Nad kasvasid eriti tootlikke loomi, peajasjalikult veiseid ja lambaid, ning eraldusid maaviljelejatest.

Muidugi vajasisid ka nemad põllusaadusi. Nad muretsesid neid sel teel, et vahetasid loomi, piimasaadusi, villa või nahku kõrs- ja puuviljade vastu.

Tõsiasi, et nii maaviljelejad kui ka karjapidajad suutsid nüüd rohkem toota kui nad ise vajasisid — nimelt ka oma kaubatarvitajatele —, tõi kaasa oluliste tulemustega arengu.



Mitmesugune kujundus maja ehituses peegeldab erisugust ehitusviisi, sõltuvalt kliimast ja materjalist



Telmajadest kujunesid palk- või postmajad, mille punutud seinad kaeti savivarbiga

Paiksete maaviljelejate hulgas, kes teataval määral ka koduloomi pidasid, puhkes kiiresti õitsele tehnika. Õitsengut ei pidurdanud seegi, et nad aeg-ajalt oma kimpsude ja kompsudega edasi pidid kolima ning uut maad raadama, sest vanad põllud olid viljatuks muutunud ja jäid sööti. Uues paigas püstitati taas tugevad palkmajad, millega inimesed olid vahepeal juba harjuda jõudnud. Laagrist oli saanud asula, küla.

Üsna pea avastati, et majaseinad ei tarvitse tingimata olla vastu-pidavatest puutüvedest ehitatud. Eeskätt seal, kus talv liiga karm ei olnud, piisas postidest ja taladest, mille vahele okstest seinad punuti ja saviga üle võõbati. Võis valmistada ka savitelliseid, mida kuivatati õhu käes või põletati.

Üldse oli eluviisi areng eri paikkondades ja kliimaoludes üsna erisugune.

Kui Idamaa soojemas kliimas sobisid eriti hästi õhu käes kuivatatud tellistest majad, siis oli kalarikka järve viljakatel kallastel otstarbekas püstitada majad vaiadele, et nad suurvee eest kaitstud oleksid. Mujal ehitati onne suurte puude latva või kõrgetele vaiadele, kuna tuli end kaitsta lähedase ürgmetsa kiskjate eest. Kui külataolised asulad lauskmaal asusid, kindlustati neid igasuguste vaenlaste eest pihhtarade, vallide ja kraavidega.

Nii arenesid majaehituses eri kujundused, mida veel meie päevilgi täheldada võib.

Vanade rahvaste elu polnud ilu ega mugavuseta. Majad olid hubased, muidugi vastavalt ainelistele võimalustele ja käsitöö tasemele. Punutud mattide, savinõude, relvade ja majakraami leitud jäänused annavad tunnistust, et kunstipärane vormitaju ning rõõm kaunistustest, ornamentidest ja piltlikest kujutistest kujunes juba üsna varakult.

Punumisest arenes ketramine ja kudumine. Eelkõige töödeldi loomavilla või taimekiude, nagu lina või puuvilla.

Naised olid õppinud lühikestest loomakarvadest või taimekiududest lõnga valmistama. Abivahendiks oli kedervars väikese hoorattana toimiva kivist või põletatud savist kedraga. Lõngast kudusid naised tihedat riiet.

Esiotsa tehti seda väga lihtsalt. Nad riputasid rõhtsale puuksale hulga lõngu kõrvuti. Iga lõnga pinguldas kivi. Püstitõngade vahele põimiti rõhtsad ja lükati tihedalt üksteise vastu, nii et tekkis tugev villane või linane riie. Enne kuubede või vammuste tegemist riie sageli värviti taimemahladega.

Ka pottsepile esitati suuremaid nõudeid, sest tagavarade säilitamiseks vajati mahukamaid nõusid, kus eriti seemnevili pidi putukate eest kaitstud olema. Nahaparkimisest oli kujunenud omaette tehnika-ala, sest head nahka polnud lihtne valmistada. Eelkõige nõudis hoopis uut laadi käsitöölisi metallurgia — leiutised, mis olid seoses metallide avastamise ja kasutuselevõtuga.

Umbes 6000 kuni 7000 aastat tagasi hakkasid inimesed, alguses Hommikumaal ja Indias, maake sulatama ja töötleva. Selle eelduseks oli oskus tuld kinnises ahjus lõkkel hoida.

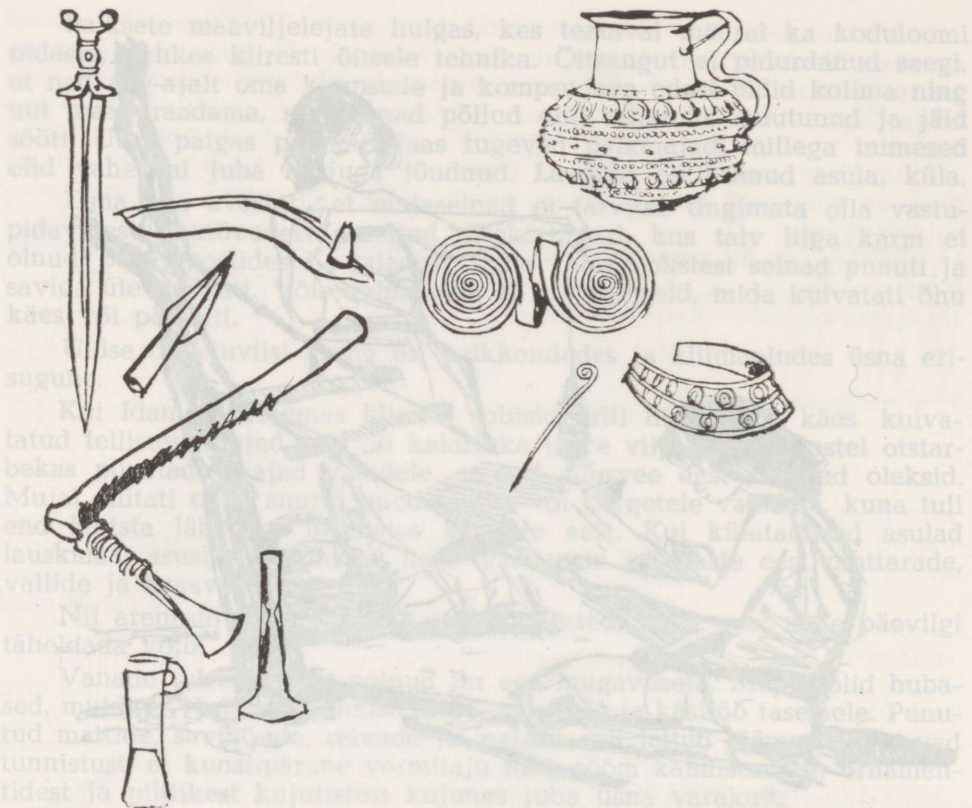
Vaid sellistes kivist ja savist ahjudes sai tõsta temperatuuri nii kõrgele, kui oli vaja, et pottsepatoteid kõvaks põletada ja leiba küpsetada — Egiptuses on leiba küpsetatud juba ligi 6000 aastat —, eriti aga metalle sulatada.



Mõnda sellisesse põletus- või küpsetusahju võis esiotsa kogemata sattuda kive, mis kuuma mõjul imelikult muutusid. Nad läksid vedelaks ning tardusid taas jahtudes.

Nendest esimestest kogemustest muutuvate «kividega» said alguse metalli tootmine ja töötlemine. Esialgu tehti kullast ja hõbedast ainult ehteid, kette ja käevõrusid, sest et need metallid rakendusotstarbeks ei kõlvanud. Hiljem tarvitati samaks otstarbeks ka looduses ehedalt esi- nevat vaske ja lõpuks vasemaaki.

Kui juba vasemaagi sulatamine esimeste metallitootjate ja seppade leidlikkusele ja võimetele suuri nõudeid esitas, siis läks asi veel raske- maks, kui tuhat aastat hiljem tina lisamisega pronks leiutati. Kõvast pronksist sai juba sepistada ka töö- ja sõjariistu, mis teravuselt, vastu- pidavuselt ja mitmekesisuselt kiviriistadest kaugelt üle olid. Pole ime, et vajadus pronksist relvade, nugade ja mõõkade, kirveste ja odaotste järele üha kasvas. Alates 3. aastatuhande lõpust enne meie ajaarvamist jõudis väärtusliku vase ning vase ja tina sulami töötlemise oskus Kesk- Euroopasse. Nii Hommikumaal ja Indias kui ka Kesk-Euroopas võrtsid ürgrahvaste elus erilise seisundi käsitöölised, kes seda tööd tundsid, kae- vandusest maaki töid ja sulatasid ning metallist tööriistu, relvi ja ehteid sepistasid. Veel nüüdisajalgi on sepp meie muistendeis ja muinasjuttu- des erandlik inimene: pooljumal või paharett.



Mõök, nuga, odaots, kirves ja kirveterad pronksiajast

Eriti kunstipäraselt valmistatud pronksesemeid

Metallitöötledjad tundsid üsna erialaseid töövõtteid, mis polnud enam sugukonna või hõimu ühisomand. Vastupidi, nad varjasid neid oskusi hoolikalt. Teadmisi anti edasi vaid oma poegadele või valitud abilistele. Nende endi nuputatud tööriistad said nende eraomandiks, nii nagu nende teadmisedki eraomandiks olid saanud.

Parendatud pronkstööriistad suurendasid teiste käsitööliste tööviljakust; eelkõige muutus tootlikumaks ja saagirikkamaks toiduainete hankimine, näiteks maaviljelus ja küttimine.

Tööviljakuse tõusul oli tohutu tähtsus. Enam ei pidanud kõik inimesed aitama toiduaineid hankida, osa neist võis pühenduda käsitööle ja kogu päeva sellele tegevusele kulutada. Seeläbi suurenes käsitöölise vilumus, nad suutsid toota rohkem ning paremaid vahendeid ja tööriistu.

Eesmärk oli nüüd oma toodete vastu teisi, eeskätt toiduaineid vahetada. Ja vastupidi — toiduainete tootjatel oli võimalik juba ette kindlaks määrata seda osa, mis nad tahtsid peale oma tarviduse kasvatada, et selle vastu majapidamis- ja tööriistu vahetada.

Tekkis kaubatootmine, see tähendab tooteid valmistati otseselt vahetuseks. Nii jõudis ajapikku lõpule niinimetatud teine ühiskondlik tööjaotus. Koos tehnika arengu ja tootlike jõudude kasvuga lagunes ürgkogukondlik ühiskond.

Et rohkem toota suudeti, kui elatumiseks vahetult vaja läks, ei pidanud enam kõik inimesed enda toidu hankimiseks tööd tegema. Üks või teine võis tegelda käsitöö või kaubandusega. Ülejäänud tootsid toiduaineid ka nendele, kes ise toiduaineid ei tootnud. Seega oli saanud võimalikuks, et väike rühm inimesi osalt või koguni täiesti tootmistööst vabanes, et nad teisi enda eest töötada lasksid, teatud määral nende tööd omastasid, neid ekspluateerisid. Ürgkogukonna võrdõiguslike inimeste ühiskond lagunes ekspluateerijate klassiks ja ekspluateeritavate klassiks. Tekkis klassiühiskond, kus tootmisvahendid olid eraomand. See klassiühiskond, kus esialgu olid vastaspoolteks orjad ja orjapidajad, muutis, nagu me edaspidi näeme, veel korduvalt oma iseloomu; siiski on ta maailmas püsinud kuni meie ajani. Alles sotsialismimaadel on tootmisvahendite eraomanduse kaotamisega kõrvaldatud ka kurnamine ja rõhumine ning võrdõiguslike inimeste ühiskond kõrgemal aremistasemel taastatud.

Klassiühiskonnas said ka teadmised eraomandiks. Tehnikaoskusi anti edasi ja arendati ainult teatud piires.

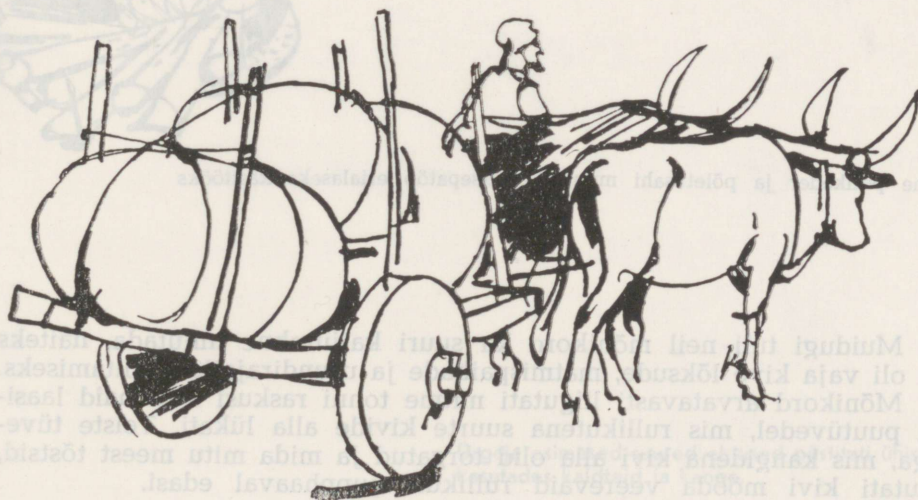
Ka looduse tunnetamine jäi nende ainuomandiks, kes olid pürginud inimeste ja loodusnähtuste vahendaja seisundisse. Need olid preestrid, kes kuulutasid end jumalatele ja ebajumalatele omistatud võimu täidesaatjateks.

Enne kui õppida tundma selle inimrühma tegevust ajaloo esimestes suurtes orjanduslikes riikides, pöördume veel kord tagasi ürgaja tundmatute leidurite juurde.

RATAS

on samuti üks olulisi leiutisi, mille eest me neile tänu võlgname.

Ka ratas leiutati igal pool, kus teda vaja läks. Areng veerevast puutüvest kodarrattani toimus paratamatult, sedamööda, kuidas tehnika vahendite ja teadmiste taseme tõus veokeid täiustada võimaldas. Küttide ja korilaste salkadel oli tõenäoliselt harva vaja suuremaid koormaid vedada. Tapetud mammutil sai kohapeal sisikonna välja võtta ja loom tükikaupa ära kanda.

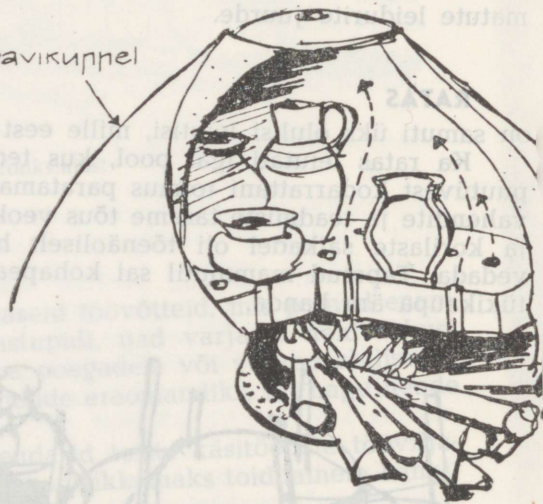




Oigu kuivas stepis või lumes, koorem jõudis alati sinna, kuhu veoloom ligi pääses



Savikuppel



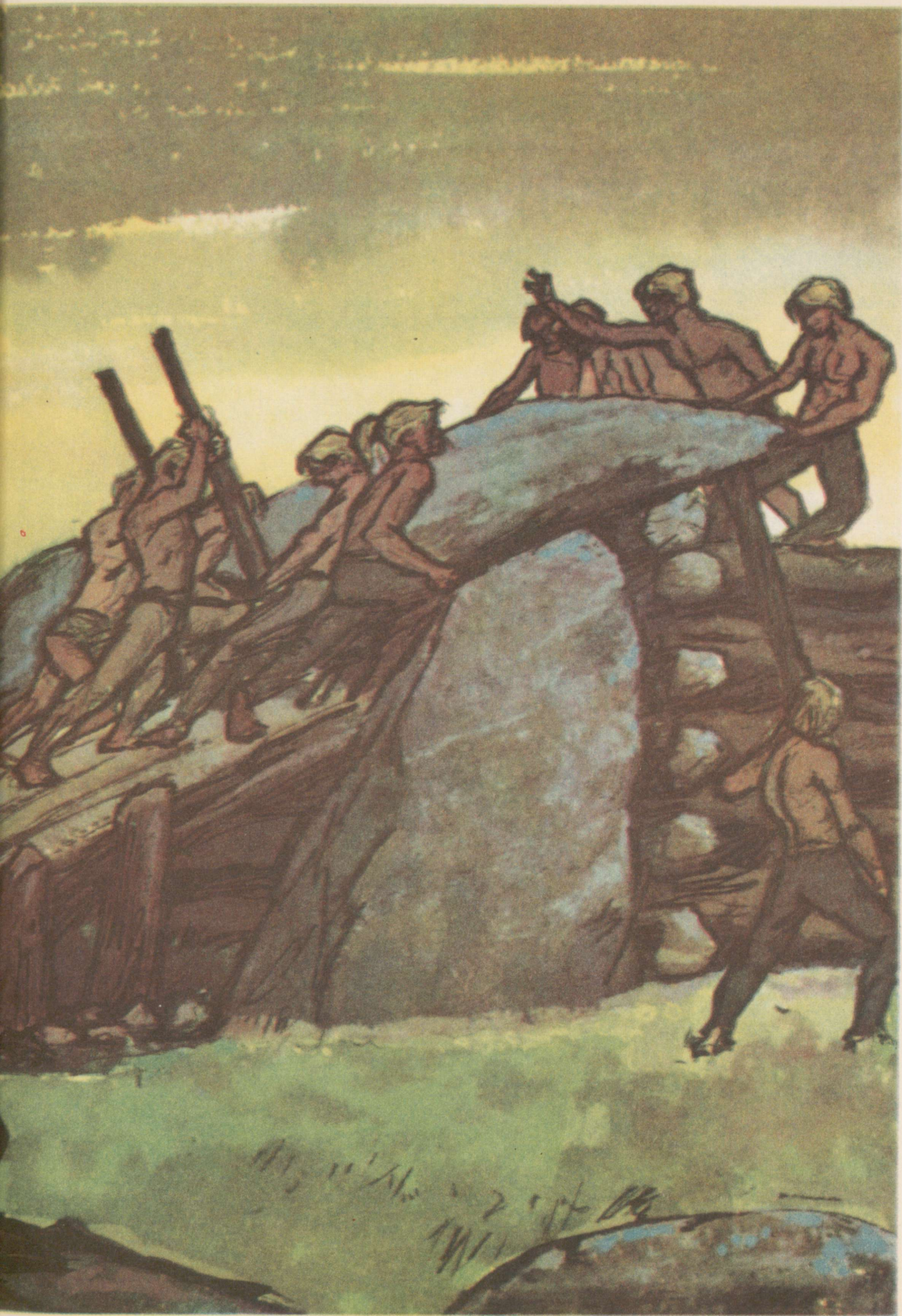
Lihtne potikeder ja põletusahi muutsid pottsepatöö erialaseks käsitööks

Muidugi tuli neil mõnikord ka suuri kaljurahne nihutada, näiteks kui oli vaja kive lõksude, matmispaikade ja usundirajatiste ehitamiseks.

Mõnikord arvatavasti liigutati mitme tonni raskusi koormaid laasitud puutüvedel, mis rullikutena suurte kivide alla lükati. Teiste tüvedega, mis kangidena kivi alla olid torgatud ja mida mitu meest tõstsid, nihutati kivi mööda veerevaid rullikuid jupphaaval edasi.

Orgaja esimesed suured ehitised püstitati ühise tööga,
kasutades kaldteid ja kange.





Kui kive tuli tõsta risti teiste, varem paigaldatud kivide peale, nagu hiidkalmetel, siis pidi nii palju mulda üles kuhjama, et tekkis järsk kallak, mis püstitasendis kivist kõrgemale ulatus. Veerevatel rullikutel või reetaolistel jalastel sikutati ja lükati hiiglakivi mööda kaldpinda üles.

Kui kivi paljude inimeste jõul, mida tugevdati osavalt paigutatud tõstekangidega, risti teiste peale oli lükatud, kanti kokkukuhjatud muld ära ja ehitus jäi vabana maapinna kohale kõrguma.

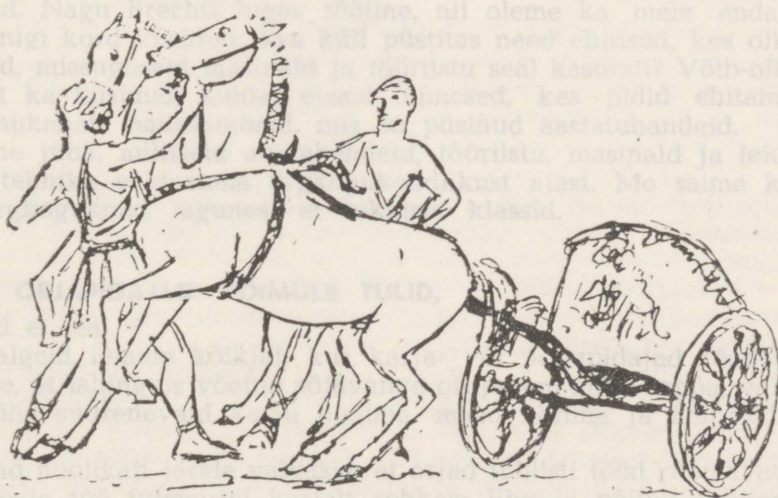
Ehkki me teame, kuidas ehitati, imetleme siiski ka veel tänapäeval seda tehnikat saavutust. Ürgaja ehitised tõendavad, et inimesed juba tolal mehaanika põhimõtteid, nagu kaldpinda ja kangi tundsid ning seega teadsid mõningaid neist algetest, mis olid hiljem vajalikud masinate ehitamisel.

Alles ürgaja tehnika käesolevas peatükis käsitletava lõigu hilisemal ajal avastati, et suhteliselt kohmakaid rullikuid, mille hõõrdetakistus oli väga suur, sai asendada rullikü küljest lõigatud ketastega. Nii tekkisid esimesed suured ja kohmakad puidust ketasrattad, mis kiiluti tugevasti telje külge.

Sellised rattad olid kasutusel nii Hiinas kui ka Kesk-Euroopa maal. Üks vanemaid on välja kaevatud sumerite maal Mesopotaamias.

On kindel, et juba 2. ja 3. aastatuhande vahel enne meie ajaarvamist oli Mesopotaamias, Süürias ning ka Induse ääres ja Turkestanis kasutusel ratassõidukeid. Neil kahe rattaga kärudel või nelja rattaga vankritel veeti härjadega esialgu arvatavasti koormaid ja kaupu. Nendega veeti ehitusmaterjale ja küttepuid ning viidi minema vahetatud või andamiseks läkitatud kaubad.

Tuleb veel märkida, et karjapidajate hõimud, rändrahvad, kes oma loomadega ühelt karjamaalt teisele kolisid, löid tõenäoliselt esimese kodusteks vajadusteks sobiva veoki — lohisti: pikad kokkuseotud kepid, mis veolooma seljalt kaugele taha maha ulatusid. Otsapidi maas lohisevate keppide vahele seoti koormad: telgid, nahapuntrad, küttepuud või väikesed lapsed. Veolooma seljas muidugi istus ratsanik.



Need aastatuhandete vanused lohistid olid veel hiljaaegu kasutusel Põhja-Ameerikas preeriaindianlastel ja Kaug-Idas.

Tehnika edasises arendamises aga osalesid karjapidajate hõimud väga vähe. See lihtsalt tuleneb nende elamistingimustest. Nende eluviis oli piiratud väga kitsa alaga. Pealegi ei seadnud karjapidamine ja rohu-
maaviljelus neile selliseid ülesandeid, kui oli täita paikseks jäänud maa-
viljelejate hõimudel.

Põllupidajatel täitis ketasratas veel teistki olulist ülesannet, ehkki sellisel kujul, milles ta rattana päris äratuntav ei ole, nimelt potikedrana. Seniajani tuli savinõusid vabalt käe vahel vormida. See oli aegaviitev töö, mida alguses tegid kodus naised. Ratta kasutuselevõtuga sai pottsepatööst erialane käsitöö. Pottsepp võis pöörleval laual mõne minutiga savikambust nõu vormida. Ta võis nõusid hulgana valmistada ja oma kaubaga varustada kõiki, kes sääraseid nõusid vajasisid. Vastukaubaks sai ta toiduaineid.

Metalli töötlemise täiustudes parendati kärusid ja vankreid sel teel, et ketasrataste asemele tulid pronksist kodarrattad. Kergete sõjavankrite ja pronksratastega veereme juba vanade orjanduslike riikide linnaellu.



KES EHITAS SEITSME VÄRAVAGA TEEBA?

BERTOLT BRECHT ♦ KUIDAS ORJAPIDAJAD VÕIMULE TULID ♦ PAISUDE
EHITAMINE ♦ ESIMENE TREIPINK ♦ ARENGU AHELAD

BERTOLT BRECHT

Suur saksa luuletaja küsib:

«Kes ehitas seitsme väravaga Teeba?

Raamatutes on kirjas kuningate nimed:

Kas kuningad tassisid kohale kaljurahnud?

Ja korduvalt hävitet Babülon —

Kes ehitas ta nii tihti üles? Mis majades

elasid kullasäralise Lima ehitajad?

Kuhu läksid õhtul, mil Hiina müür valmis sai,

müürsepad? Suur Rooma

on täis võidukaari. Kes püstitas need? Kelle üle

võidutsesid tseesarid? Kas paljukiidetud Bütsantsis

elati ainult paleedes?»

Kui tihti me veel tänapäevalgi loeme ja kuuleme vana maailma imedest. Me tunneme piltide järgi Egiptuse püramiide ja Kreeka toreid templeid. Nagu Brechti lugev tööline, nii oleme ka meie endalt kindlasti mõnigi kord küsinud: kes küll püstitas need ehitised, kes olid ehitusmeistrid, missuguseid masinaid ja tööriistu seal kasutati? Võib-olla oleme endalt ka küsinud, kuidas elasid inimesed, kes pidid ehitama kuninga surnukehale häuasambaid, mis on püsinud aastatuhandeid.

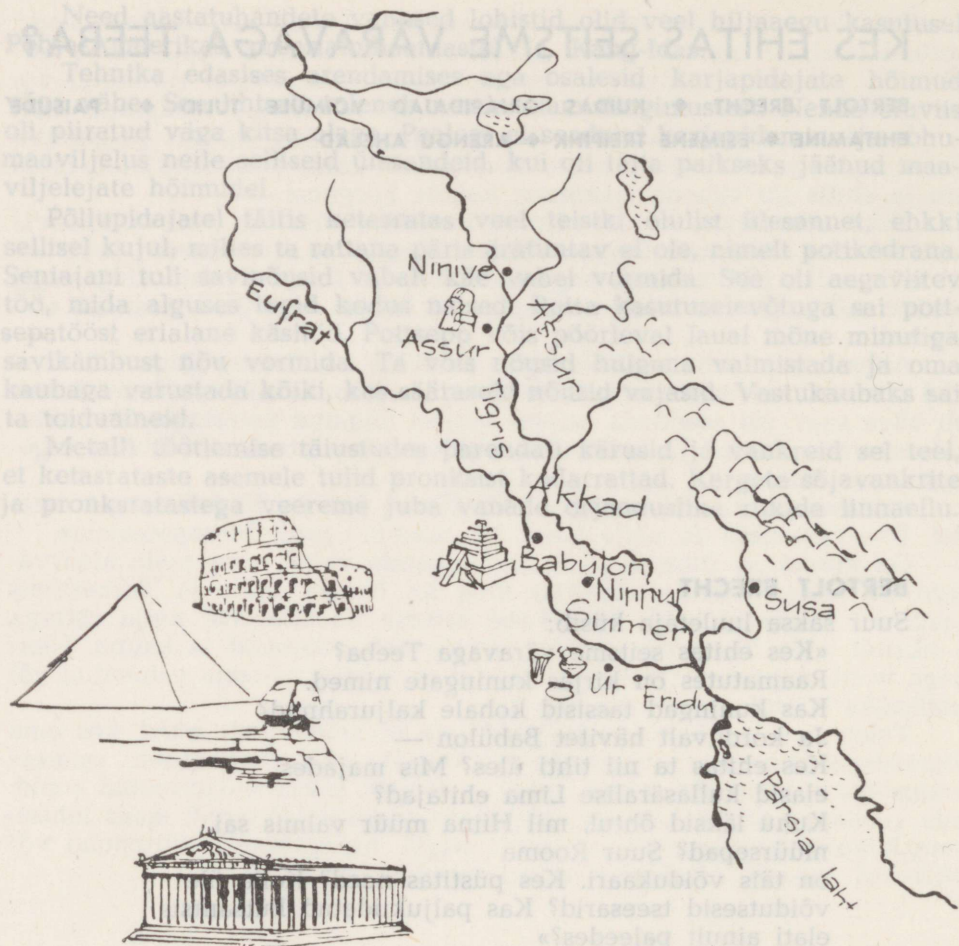
Me teame juba, milliseid abivahendeid, tööriistu, masinaid ja leiutisi pärines tehnika eeldustena ürgkogukondlikust ajast. Me saime ka teada, et ürgkogukond lagunes, et tekkisid klassid.

KUIDAS ORJAPIDAJAD VÕIMULE TULID,

seda me veel ei tea.

Orjuse algeid leiame kõikjal, kus karja- või põllupidajad jõudsid äratundmisele, et lahinguis võetud sõjavange oli parem mitte tappa, vaid panna nad üha suurenevaid karju hoidma, maad harima ja umbrohtu kitkuma.

Kui vabad hoolikalt järele valvasid, et orjad tublisti tööd rühmavad, siis saadi nende töö tulemusel karjalt rohkem liha ja põllult rohkem



Vanaaja kuulsaid ehitisi

Eufrati ja Tigrise vahel asus Sumer

vilja, sest iga ori tootis rohkem kui ta ise ära sõi. Ja kui orjamaanikud hoolitsesid, et orjad võimalikult vähem sööksid, siis oli kasu veelgi suurem.

Esiisade orjapidamisviisi, kus ori kuulus vabade perekonda, läks üle orjanduslikuks riigiks, kus paljudest endistest vabadestki said orjad.

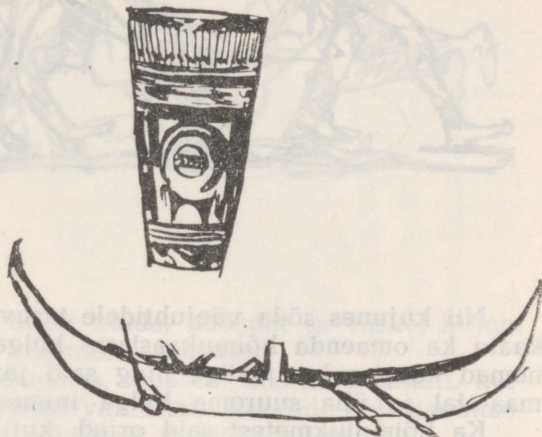
Ent seda teekonda peame täpsemalt jälgima.

Eufrati, Tigrise ja Niiluse viljakates orgudes ja suudmealadel, samuti Induse orus valitsevad tingimused võimaldasid maaviljeluse ja karjandusega tegelevatel hõimudel aastast aastasse ühtesid ja samu karjamaid kasutada ning põlde harida. Perioodilised üleujutused hoolitsesid põldude loomuliku väetamise ning nende viljakuse säilitamise eest.

Härjaküünd adraga, millele on paigutatud külviselehter



Savinõu Susast stiliseeritud koera- ja viljapeakujutistega



Hõbedast laevamudel Urist

Kindlad asulad ja kauakestev paikus tegid põllundusest ja karjandusest tuleneva arengu veelgi tuntavamaks kui neis sugukondades, kes olid alaliselt sunnitud oma elukohta ja põlde vahetama.

Sumerid, kes asustasid Eufraati ja Tigrise alamjooksu vahelist soist tasandikku, said rikkalikku saaki.

Nad olid õppinud iga-aastasi üleujutusi tammidega paisutama, vett hoidlatesse koguma ja põlde vajadust mööda jootma. Nad olid soid kui-vendanud ja põuapiirkondi kanalite abil niisutanud. Taibukate vesiehitistega olid nad loomulikku viljakust veelgi suurendanud, nii et nad oma põldudel ja karjamaadel suutsid palju rohkem toiduaineid toota, kui ise tarvitasid.

Ka nende käsitöölised olid äärmiselt tublid. Metallitootmine oli kõrgelt arenenud, kasutati pronksist tööriistu. Nende relvad, nahakaubad ja kudumistooted, nende savinõud ja ehted olid naaberhõimude ja mägi-rahvaste hulgas kuulsad ja ihaldatud, käis elav kauplemine.

Muidugi tõmbas see rikkus ka vaenlasi ligi. Asjaolu, et röövihimulised mägihõimud aeg-ajalt kallale tungisid, aitas võimule väepealikud, kelle sõdalasi alaliselt relvis hoiti.

Üsna varsti keerasid sumerite pealikud odad ümber ning tungisid omakorda teistele hõimudele ja rahvastele kallale, et neid röövida, ja kui see ära tasus, nende maid hõivata. Saagist jätsid nad suurema osa endale. Maa kõrval said ajapikku olulisimaks sõjasaagiks kaasatoodud vangid. Nad pidid orjadena pealikute ja sõjaülikute põldudel töötama.



Nii kujunes sõda väejuhtidele tasuvaks äriks, ühtlasi said nad ülekaalu ka omaenda hõimukaaslaste hulgas. Nad olid kõige vägevamad, nemad käsutasid sõjaväge ning said järk-järgult võimu üha suuremal maa-alal ja üha suurema hulga inimeste üle.

Ka hõimuliikmetest said orjad, kui nad just madalamate väejuhtidena või preestritena valitsejate klassi ei kuulunud ja orjapidajad ei olnud või niinimetatud «vabade vaestena», see on käsitöölise või väikealupidajatena oma isiklikku vabadust ei säilitanud.

Orje nimetati «kõnelevateks tööriistadeks», vastandina «tummadele», s. o. kirvele või adrale, ja «ammuvatele», s. o. koduloomadele.

Orjapidajad tegid orjadega, mis pähe tuli. Neid lasti kokkuvarisemiseni töötada, koheldi julmalt, tapeti või müüdi.

Ka «vabad vaesed» pidid orjapidajate heaks tööd tegema, kuid neil oli teatud õigusi ja nende töö eest tasuti. «Vabade vaeste» kihtkonnast, kes vahel ise väikesteks orjapidajateks said, värvati sõdalasi; käsitöölisest said käsitöötehnika arengu kandjad.

Orjanduslik majandus sai seega alguse varalisest ebavõrdsusest ja orjapidajate võimu tagamise tööriistana tekkis orjanduslik riik. Seal orjastati sõjaväe ning ametnike ja haldusaparaadi abil omaenda rahvas ning rõhuti ja kurnati enamasti veel arvukamalt võõrast rahvusest orje.

Peaaegu kogu maa kuulus pealikuile, kellest olid saanud hõimuülid ning hiljem kuningad. Oma perekonnaga, soosingualuste väejuhtidega, kellest nad ülikuid tegid, ning preestrite ja kõrgemate haldusametnikega moodustasid nad sünniaadli. Loomulikult ei lasknud nad end enam valida, vaid pärandasid isikliku võimu, rikkuse ja valitsemisõiguse oma lastele.

Kõik ürgkogukondliku korra rahvavõimu alged hävitati.

Kogu saak läks preestrite, ülikute, kuningate ja vaaraode salvedesse. Neile kuulusid loomad karjamaal ja vili põldudel, nende omad olid viinamäed ja õlipuusalud. Nemad rajasid töökodasid ja tellisepõletamishaje, kus töötasid orjusse langenud käsitöölised. Nende valduses olid



kaevandused ja kivimurrud, kus orjad kulda, hõbedat ja vaske, hiljem ka rauamaaki kaevandasid või marmorit murdsid.

Neile kuulusid ka laevad sadamates, tehased, kus neid ehitati, ketrus- ja kudumistöökoad, kus purjesid valmistati. Laevade abil kaubitse- sid nad kõigi toodetega, mis tulid põldudelt ja töökodadest.

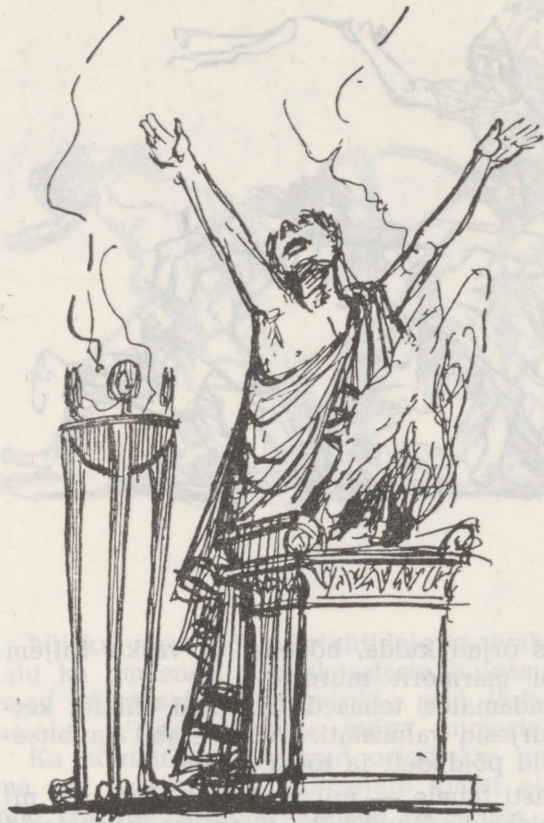
Sel ajal — pangem seda hästi tähele — mil tootlikud jõud olid nii kaugele arenenud, et inimesed oleksid võinud kõhu täis süüa, kannatasid nad jälle nälga, milleks neid nüüd sundisid ühiskondlikud suhted.

Nälja loomulikud põhjused, mis seisnesid tööriistade ja loodusetun- netuse algelisuses, küttimise kehvades tulemustes või halvast saagis esi- meste maaviljelejate viletsatelt põldudelt, olid neis viljakais piirkonda- des kõrvaldatud. Ent toodangust ei kuulunud miski orjadele, nemad said rikkustest, mis nende kätest läbi käisid ja mida nad oma virkuse ja oskustega lõid, vaid niipalju, et nad endil kuidagiviisi hinge sees hoidsid, mõnikord sedagi mitte, sest orjanduslikes riikides olid nüüdsest peale päevakorras suured näljahädad.

Rikkalikud saagid muutusid kuldeheteks, kalliteks siidist või puu- villast rõivasteks, mida toodi Hiinast ja Indiast, viirukiks, mida veeti kaamelitega Lõuna-Araabiast, Liibanoni väärispuiduks, millega paleede seinu kaeti.

Saagist maksid kuningad ja vaaraod kinni vallutussõjad, mida nad pidasid teiste hõimude alistamiseks. Sellest toitsid nad ka tuhandeid orje, keda läks vaja paleede, hauasammaste ja templite ehitamiseks.

Ürgkogukonna inimeste vajadused olid algelised. Toit ning kaitse looduse tujude eest olid peamised. Inimesed olid juba arendanud võime neid vajadusi ühise tööga rahuldada. Koos klassivõimuga kujunesid valitseval klassil järjest suuremad vajadused. Nende rahuldamiseks pii- ras ta teiste inimeste, rõhutud klasside lihtsamaidki eluvajadusi. Sunni- viisil pidid kurnatavad tagama kurnajaile küllusliku elu toreduses ja pillamises.



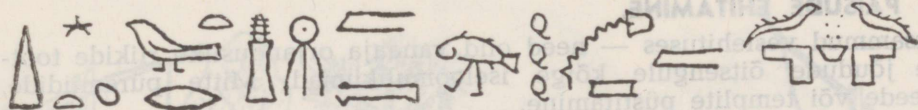
Valitsejate üha suurenevad nõudmised edendasid küll erapooletult võttes tehnika arengut — seda seika ei tohi kahe silma vahele jätta —, kuid orjad, kellelt olid võetud kõik õigused ja nende töö tulemused, polnud muidugi rahul.

Valitseva klassi hulka kuulusid ka nõidpreestrid, kes panid mängu kogu oma mõjujõu, et rahvaid salapärase üleloomulike jõudude ja jumalatekummardamise kaudu kuulekaks teha. Nad ei mõelnud välja üksnes jumalaid ja pahu vaime, kes loodusjõudude ja loodusnähtuste taga pidid seisma, vaid kuulutasid ka, et kuningad ja vaaraod on elavad jumalad. Nii pidid orjad oma hirmsaid valitsejaid veel palvuses kummardamagi.

Loitsijate või ravitsejate hulgast võrsunud preestritest, kes olid õppinud haigusi tervistavate taimedega ravima, moodustus orjandusliku riigi valitseva klassi üks koostisosa.

Kõikides vanaaja riikides — Mesopotaamias, Egiptuses, Hiinas või Indias — aitasid ühed ja samad asjaolud preestrite võimu veelgi tugevdada. Nimelt nemad hakkasid kõikjal looduse kohta saadud teadmisi koguma. Loodusnähtuste vaatlemine ja tõlgitsemine sai preestrite eesõiguseks.

Lõpuks teadsid veel ainult nemad, kuidas, näiteks, tähtede asetuse järgi võis ära tunda, millal suurvesi jõge mööda alla hakkab voolama.



Piltkirjast kujunesid stiliseeritud märgid, mis tähistasid sõnu

Nemad oskasid kalendrit arvutada ja mitmesuguseid haigusi ravida. Nemad määrasid aja maaharimiseks ja külviks, nemad arvutasid välja, kui palju toodangust tuli andamiks viia ja kui kõrget maksu maksta.

Nende tegevuse tulemusena tekkisid kirjamärgid ja hieroglüüfid, millega teadmisi sai põlistada ja templitesse vangistada. Tähe- ja arsti-teadus ning matemaatika — esimesed teadused, millele siin alus rajati, teatavas mõttes müüriti pühakodade seintesse. Teadused olid salapärasest ebausust läbi imbunud ning preestrid tugevdasid ja laiendasid nende abil oma võimu rahvaste üle. Kirjaoskajatel preestritel oli vaba aega igasuguste teadmiste hankimiseks; nad võisid põhjalikult vaadelda, uurida ja võrrelda, paljude sajandite jooksul teadmisi koguda ja neid säilitada.

Teaduse alged sugenesid seega valitseva klassi teenistuses ja said tema ainuomandiks, mille varal ta oma võimu tugevdas. Rahvas ei tohtinud neist teadmistest osa saada, ta tuli hoida teadmatuses, siis sai teda tekkivate teaduste abil veelgi hõlpsamini valitseda. Niiviisi suleti rahvale — käsitöölisele ja talunikele — ka nende töö edasiarendamise allikad, nimelt uued teadmised looduse kohta, mis, nagu me nägime eelmises peatükis, tehnika arengut kõige tugevamini mõjustanud olid.

Sel teel irdusid klassivõimu tõttu teadus ja rakendustehnika, avastamine ja leiutamine.

Seda kõike peab teadma mõistmaks, kuidas võis juhtuda, et suurte orjanduslike riikide mitme tuhande aastase olemasolu jooksul vaid üsna vähe tehnilisi uuendusi ja leiutisi tehti, vähe uusi füüsika põhimõtteid rakendati. Kui vägevat muljet näiteks püramiidid ka ei jäta, tegelikult kasutati nende ehitamisel vaid neid teadmisi, masinaid, mehaanilisi vahendeid ja tööriistu, mis olid juba varem leiutatud ja kasutusele võetud. Tõsi küll, täiustatud käsitöötehnika oli neid parendanud ja sadade tuhandete orjade jõu võrra olid nad tugevamaks saanud.

Selles üldse seisneski uue tootmisviisi, orjapidamise üleolek ürgkogukondlikust korrast ja tema esialgne areng. Orjaparved võimaldasid rakendada tehnikavahendeid, kogemusi ja teadmisi suurimas ulatuses ning teostada nii hiiglaslikke kavatsusi, mis ürgühiskonnas poleks mõeldavad olnud.

Kui Tigrise ja Eufrati või Niiluse ääres asuvad sugukonnad suutsid esialgu suurvett paisutada ja reguleerida vaid väikestel aladel, siis kava-kindel ühtne orjatöö rakendamine võimaldas lahendada juba suuri vesi-ehituslikke ülesandeid.

PAISUDE EHITAMINE,

edusammud vesiehituses — need olid vanaaja orjanduslike riikide tootlike jõudude õitsengule kõige iseloomulikumad. Mitte püramiidide, paleede või templite püstitamine.

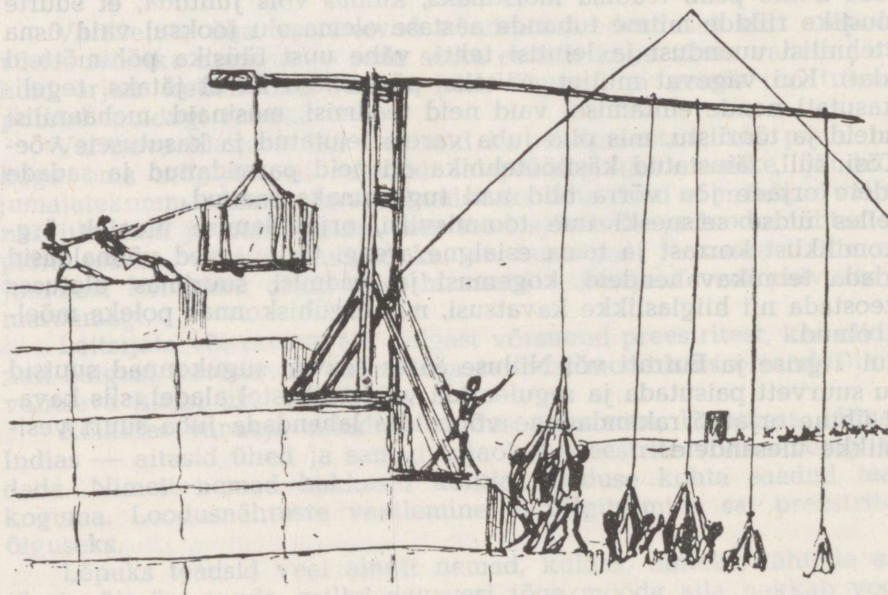
Kui kogu Egiptus umbes 3200. aastal enne meie ajaarvamist Ülem-Egiptuse kuninga Menese võimu alla heideti, hakati otsemaid Niiluse suurvee kogumiseks tammide vahele rajatud veehoidlaid ühtseks suureks niisutusseadmetikuks ühendama. Vastavalt tammide ja kanalite korrashoiu vajadustele pandi üksikute lõikude järelevalve maakondade asehalduritele.

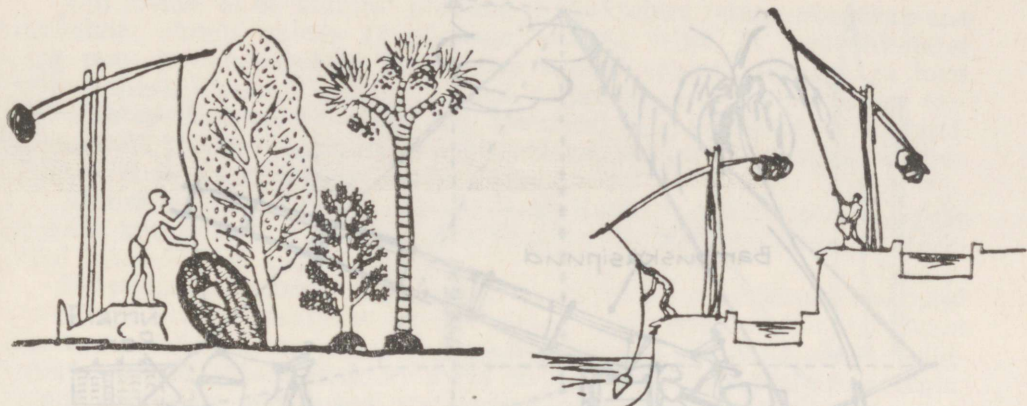
Jõgi tõi suurvett kõigest kord aastas, kui Päike Siiriuse märgi all seisis; selle olid tähetargad preestrid täpselt kindlaks teinud. Kuna nad aga ei teadnud, et suurvesi pole midagi muud kui iga-aastaselt vihmaajal Abessiinia mägismaa kohal allasadanud paduvihm, siis uskusid nad, et üleujutus põhjustab Siirius ise.

Täpselt samuti uskusid nad, et hommikukaste on maha voolanud kuukettalt, sest vihma polnud ju öösel sadanud ja kust pidi siis kaste tulema, kui mitte Kuult? Ent see olgu vaid möödaminnes märgitud, et näidata, kui suur oli teaduse algaegadel oht seostada asju, mis ühte ei kuulunud. Teadusele suureks kahjuks säilisid sellised ekshiarvamused pikka aega.

Niisiis, jõgi tõi suurvett vaid kord aastas. Järelikult sai ka saaki vaid üks kord. Väikesi maalappe aga niisutati veetõsteseadmetega aasta läbi ning neilt saadi kaks või koguni kolm saaki.

Need veetõsteseadmed olid väga lihtsad, ehitatud kangi põhimõttel: peened puutüved olid paigutatud kaheolgsse kiigena alusele. Tüve pikema õla küljes rippus nõõri otsas nahkämber, mida ori jõeveega täitis. Lühem õlg oli koormatud suure kiviga, nii et ämbrit oli võrdlemisi





Egiptuse veetõsteseade — šaduff — ammutas päevast päeva Niiluse vett...
...ning tõstis selle aste-astmelt põldudele

kerge tõsta ja mõni meeter kõrgemal väiksesse veehoidlasse tühjendada. Hoidlast tõsteti vesi samasuguse tõsteseadmega veel astme võrra kõrgemale.

Nii «voolas» vesi aste-astmelt mööda kaldanõlva üles, kuni jõudis põldude kõrgusele, kus ta väikestes kraavides maad niisutas.

Sellised veetõsteseadmed, šaduffid, on Niiluse ääres veel tänapäevalgi kasutusel.

Indias on ammutusseadmeid täiustatud. Seal on pikemad kiigepuud, mida üks või kaks meest edasi-tagasi liikudes õõtsutavad. Nad jooksevad käsipuude vahel mööda kangi pikemat osa, kuni suur nahkämber vette vajub ja täitub. Siis lähevad nad tagasi lühikesele, samuti kiviga kooritud kangiõlale ja nende raskuse mõjul tõuseb pikk õlg üsna kergesti. Hulka vett mahutav ämber kerkib kaevust või jõest, hoovatakse üles ja vesi valatakse niisutatavate astanguliste põldude kraavidesse.

Egiptuse valitsejaid ahvatles võimalus kahe või kolme lõikuse varal oma sissetulekuid suurendada. Ent oli võimatu paigaldada nii palju tõsteseadmeid ja hankida nii palju orje, et kogu maad niisutada.

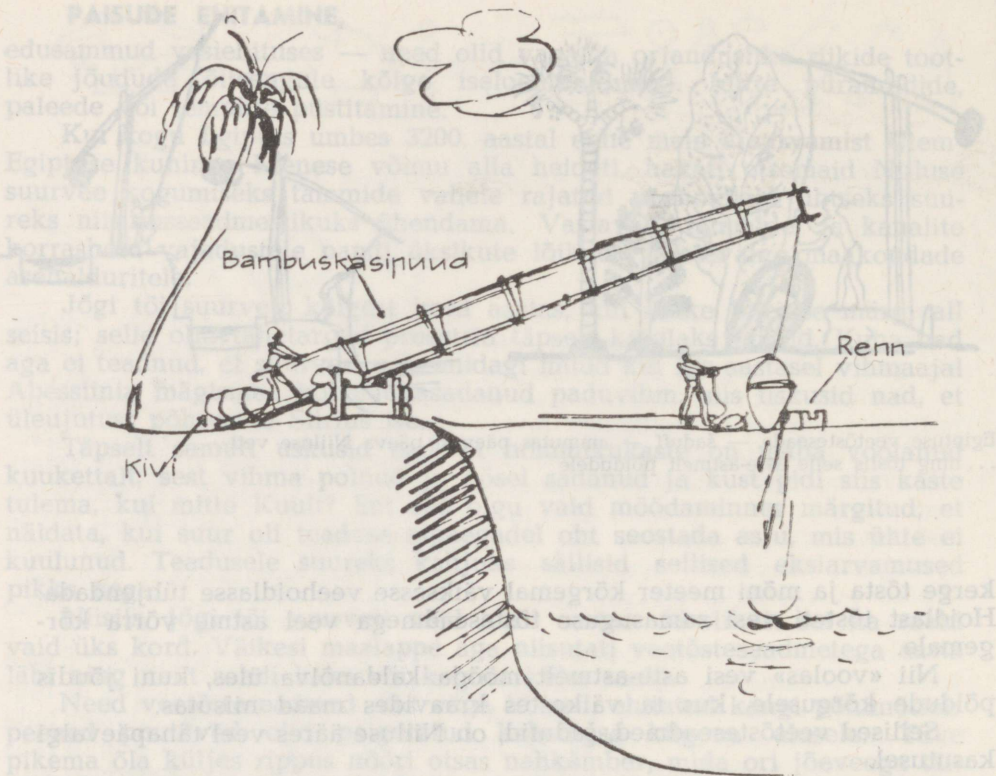
Selle asemel kavandasid ja rajasid nende ehitusmeistrid kes teab kui suure arvu orjade abil paisu, mis ühe osa Niiluse üleujutuse suurveest kinni pidas. Vee madalseisu ajal sai sealt vett järk-järgult niisutus-hoidlatesse lasta.

Pais, mis ehitati umbes 2000 aastat enne meie ajaarvamise algust, on kindlasti Vana-Egiptuse kõige suurejoonelisem tehnikasaavutus. Pealegi tõi ta tohutut tulu, ehkki esijoones vaaraodele, nende preestritele, asehalduritele ja igas teenistusastmes ametnikele.

Kuulus kreeka rändur ja ajalookirjutaja Herodotos kirjeldas palju sajandeid hiljem seda rajatist oma isikliku mulje järgi. Ligikaudse ettekujutuse saame, kui kuuleme, et paisjärve pindala oli umbes 686 ruutkilomeetrit ja paisutuskõrgus 8 kuni 12 meetrit.

Pais kahekordistas ühel hoobil Egiptuse viljasaagi, peale selle vältis ta Niiluse liiga ulatusliku üleujutuse ohtu.

Teises kohas, Araabia poolsaarel, praeguses Jeemenis, lasksid Saaba kuningad umbes 1700 aastat enne meie ajaarvamist rajada samalaadse



Sellise ammutusseadmega saadi Indias vett kätte ka üsna sügavalt

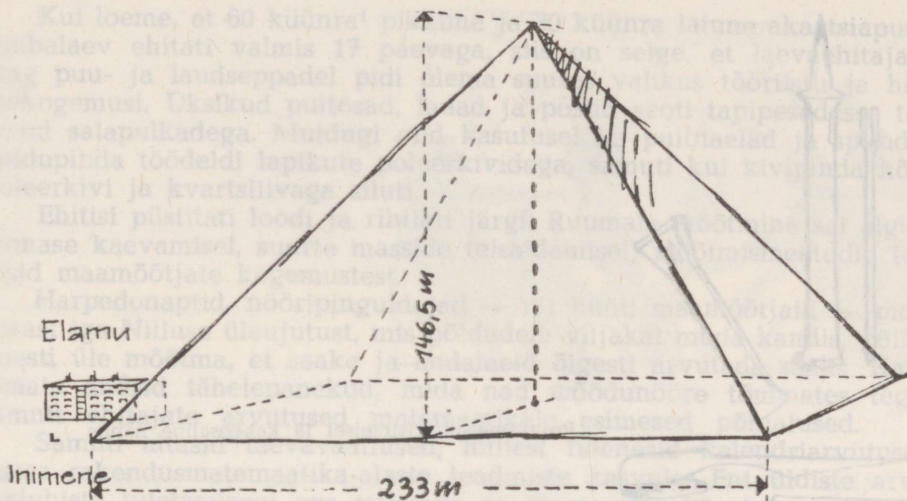
paisu. See olevat olnud 3,2 kilomeetrit pikk ja 36,5 meetrit kõrge, paisu tammi alus olevat olnud 152 meetrit paks. See vägev kiviehitus püsis umbes 2000 aastat, siis varises kokku ja põhjustas tohtu üleujutuse.

Selliseid ehitustöid ei saanud muidugi ilma masinateta teha. Kui meenutame, mismoodi toimisid hiidkalmete ehitajad ja kuidas töötasid lihtsad veetõsteseadmed, siis võime pikemata ette kujutada, kuidas nägid välja nende müüride ehitamisel kasutusel olnud menetlused ja masinad. Tegemist oli kaldteede ja tõsteseadmetega.

Ühe püramiidi juurest leiti tellistest laotud kaldtee jäänused. Mööda kaldteed vinnati üles suuri ehituskive. Arvatavasti olid kivid madalatel kelkudel, mille jalaste alla valati vett, et nad paremini libiseksid. Seda-mööda, kuidas ehitus edenes, kõrgenesid ja pikenesid ka kaldteed. Pärast tippu jõudmist kaldteed lammutati.

Kui oletada, et igal sellisel kaldteel neli orja umbes 660 kilogrammi raskuse kivi üles vedasid ja et veod üksteisele neljainutiste vaheaegadega järgnesid, siis suutsid nad kümne tunniga ümmarguselt 150 vööri teha. Sellele püramiidile arvestati umbes 1 430 000 kivi ja vööri. Seega, kui kaasa arvata kaldteede kõrgendamiseks kuluv aeg, ehitati püramiidi vahetpidamata umbes 30 aastat!

Hiljem ehitati ka kaldteedeta. Juba mainitud kreeka ajaloolane Herodotos ütleb ühes reisikirjas aastast 440 enne meie ajaarvamist:



Veel tänapäevalgi mõjukas

«Püramiide ehitati omamoodi astmestikuga, mis nägi välja nagu astmete või mademetega trepp. Pärast seda kui esimene made valmis, tõstsid nad lühikeste puitõlgadega masinate abil üles teised kivid, mis enne seda olid maast esimesele astmele tõstetud. Kui kivi üles oli vinnatud, võttis selle vastu teine masin, mis seisis esimesel astmereal, ja tõstis ta teisele astmereal. Masinaid oli kas niisama paju kui astmeid või siis toimetati masinaid, mida oli lihtne teise paika tõsta, sedamööda järgmistele astmeridadele, kuidas oli vaja kive tõsta.»

On arvatud, et ühel suurel püramiidil oli kuni 600 sellist tõsteseadet, igaühe juures 50 orja. Seega töötas ainuüksi selle püramiidi ehitusel 30 000 meest ja peale selle kindlasti teist niipalju kivide kohaleveol, plokkide mõõtu töötlemisel ja kivimurdudes. Herodotos väidab, et kivimurdudes töötas korraka kuni 100 000 orja.

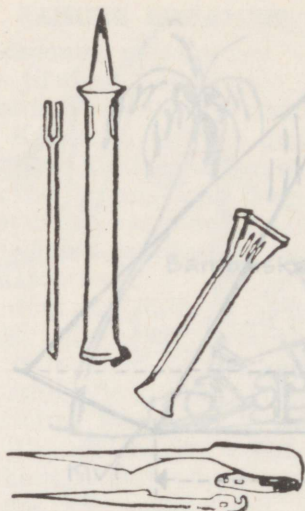
Cheopsi püramiid, mille aluse külg oli algselt 233 korda 233 meetrit ja kõrgus 146,5 meetrit, on ehitatud 2 300 000 lubjakiviplokkist, mis kaaluvad kuni 35 tonni. Kui maha arvata kaljusüdamik, millel püramiid seisab, siis on müüritist umbes 2 520 000 kuupmeetrit.

Püramiidi olevat ehitanud 100 000 orja 20 aastat. Huvitaval kombel on säilinud arvud just selle kohta, et nad ehituse kestel sõid ära rõikaid, sibulaid ja küüslauku 1600 hõbetalendi väärtuses. Üks talent vastab umbes 5000 margale.¹

Samasuguse orjatöö ja algeliste abivahenditega rajati ka paisud, sadamaseadmed, paleed, templid ja aidad. Ning ega tiike, kanaleid ja akveduktegi teisiti rajatud.

Lausa hämmastav on, kui osavalt kiviplokke töödeldi. Nad sobivad üksteise peale peaaegu vahedeta, nii et pragu on vaevunähtav, ehkki kokkupuutepinnad ja vuugid ei ole mõrdiga kaetud

¹ 1 SDV mark = 40,5 kop. Tõlk.



Pronksmeisel, ristmeisel ja kaheosaline näpits

Palju hilisemal ajal, Rooma ehitustel, tarvitati mörti. Seal leiutati ka kellu, mis alles meie päevil hakkab kaotama oma tähtsust mürsepa peamise tööriistana.

Muide, esimeste püramiidide ehitamisel kasutati Egiptuses veel kivist tööriistu, ehkki neid osati juba valmistada ka pronksist. Pronksi tarvitati aga vaid relvatehnikas. Pronksist mõökade, pistodade, noole- ja odaotstega tagasid vaaraode sõdalased oma üleolekut karjapidajatest naaberhõimude ning sealt orjusse toodud meeste ja naiste üle. Valitsejad ei söandanud pronkstööriistu orjade kätte anda. Oht oli suur, et neist vasaratest, kirvestest või meislitest võisid orjade käes pistodad ja noad saada!

Alles siis, kui orjapidajad tundsid, et nende võim on kindel, anti orjade, s. t. kiviraidurite või laevaehitajate kätte pronksist ja hiljem ka rauast tööriistad. Käsitöölised täiustasid neid sedavõrd, et vasarad ja tangid, meislid või näpitsad said kõige erisugusemateks otstarveteks sobiva kuju, mida tänapäevani pole suudetud parendada.

Meile juba tuttava vibupuuri põhimõttel kasutati siin selliseid puurmasinaid, mis korundiga graniiti, porfüüri ja basalti töötlesid. Kasutati ka õõnespuure. Väljakaevamistel on tihti leitud kivi küljest selliste puuridega eraldatud silindrikujulisi südamikke. Siiski tunneb teadus puurisüdamikke ka nooremast kiviajast; juba tollal kasutati torukujulisi lihvitud luud kivide puurimiseks.

ESIMENE TREIPINK

oli kasutusel egiptuse treialitel; selle ajamiseks oli samuti vibu. Treitav puittoorik pandi rõhtsalt kahe raudteraviku vahele, mis olid kinnitatud lühikeste varda külge. Treial kükitas maasse kinnitatud pingi taga, liigutas vasaku käega vibu, mis toorikut keerutas, ja surus paremaga peitli vastu pöörlevat puittoorikut. Peale selle läks vaja paremat jalga, millega peitlit vastu puitust tuge suruti.

Veel tänapäevalgi võib näha peaaegu samasuguseid treipinke töötamas, näiteks India töökodades.

Kui loeme, et 60 künra¹ pikkune ja 30 künra laiune akaatsiapuust kaubalaev ehitati valmis 17 päevaga, siis on selge, et laevaehitajatel ning puu- ja laudseppadel pidi olema suures valikus tööriistu ja häid töökogemusi. Üksikud puitosad, lauad ja postid seoti tapipesadesse torgatud salapulkaadega. Muidugi olid kasutusel ka puitnaelad ja splindid. Puidupinda töödeldi lapikute poleerkividega, samuti kui kivipinda kõva poleerkivi ja kvartsliviivaga siluti.

Ehitisi püstitati loodi ja rihtlati järgi. Ruumala mõõtmine sai alguse pinnase kaevamisel, suurte masside teisaldamisel; mõõtmismeetodid tekkisid maamõõtjate kogemustest.

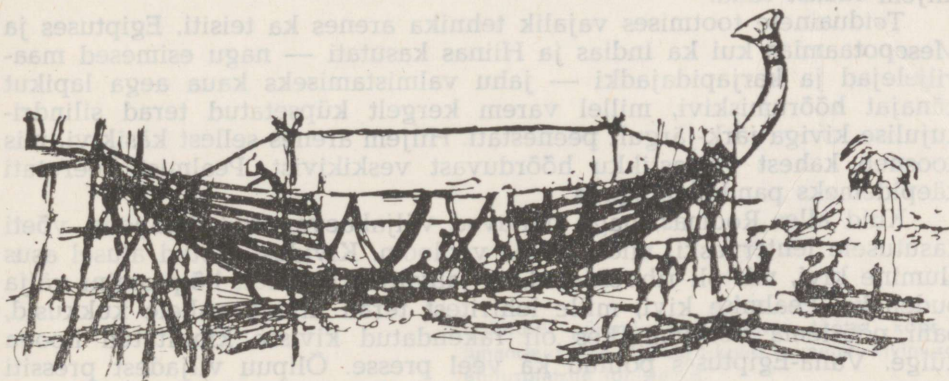
Harpedonaptid, nõõrippinguldajad — nii hüüti maamõõtjaid — pidid pärast iga Niiluse üleujutust, mis põldudele viljakat muda kandis, põllud uuesti üle mõõtma, et saake ja andameid õigesti arvutada saaks. Kahtlemata andsid tähelepanekud, mida nad mõõdunööre tõmmates tegid, samuti ehitajate arvutused matemaatikale esimesed põhialused.

Samuti aitasid taevavaatlused, millest tulenesid kalendriarvutused, kaasa rakendusmatemaatika-alaste teadmiste kasvule. Ent üldiste arvutusjuhiste tuletamiseni ega valemite ja teoreemide koostamiseni egiptlased ei jõudnud. Seda tegid alles kreeklased. Üldse on Kreeka see maa, kus teadusliku süstematiseerimise hajusatest algetest kujunesid välja teadused kui süsteemid.

Egiptuses puutume kokku mõningate vanimate raudesemetega. Tegemist on kaelakee «pärlitega», rauatükkidega või väheste tööriistadega, mis on leitud haudadest, templitest ja püramiididest. Vanimad raualeiud pärinevad umbes 3200. aastast enne meie ajaarvamist. Kuid tollal polnud raud kindlasti veel tarbemetall. Põlisrauaaeg ning tegelik rauast tööriistade ja relvade valmistamine algas Egiptuses viimase aastatuhande algul enne meie ajaarvamist. Ja alates umbes 600. aastast enne meie ajaarvamist esines raud pronksist sagedamini. Igal juhul tulenevad niisugused järeldused leidudest. Armeenias ja Lõuna-Kaukaasias toodeti ja töödeldi rauda juba tuhat aastat varem ning paljude uurijate arvates alustati ka Aafrikas rauatootmist ammu enne kirjutatud ajaloo algust.

Rauda saadi kõikjal sel teel, et laialtlevinud pruunrauakivi või kamarmaagi väikesi tükke pandi koldeauku puusüte peale. Põlemasüdatud puusüsi aeti loomuliku tõmbe või löötsaga lõõmama. Püdelast rübust tulid esile rauakristallid, mis tõmbusid käsnejaks klombiks.

¹ Eri maadel erisuguse nimetuse all esinenud pikkusühik, mille pikkus eri paigus oli õige mitmesugune; Põhja-Aafrikas oli ta võrdne umbes 0,5 meetriga. *Toim.*





Kreeka sepad antiikaja vaasipildil

Sellist rauaklomp oli lihtsam saada kui vase- või pronksiklomp. Kuid tema muutmine tarvitamiskõlblikuks separauaks oli raske. Rohkesti räbu sisaldav tainataoline rauaklomp tuli tagumisega puhastada rääst, «tihendada» ning, enne kui metall jahtuda jõudis, sellele soovikohane ese sepistada. Ent ka siis polnud tööriistad ega relvad oma pronksist teisikutega võrdväärised. Nad olid palju pehmemad. Kui fosforirikastest maakidest õnnestuski kõvemat rauda saada, siis oli see rabe ja habras.

Ut metalli tuli töödelda hoopis teisiti kui vaske ja pronksi. Alles siis, kui pärast arvatavasti aastatuhandeid kestnud vaevanagemist leiu-tati karastamine, oli separaud pronksist igas suhtes parem.

Ürikutel põhinevad andmed vanaaja rauatootmise kohta on üliharuldased. Olulise ürikulise tõendi eest võlgname tänu kreeka luuletajale Homerossele, kes elas umbes 800 aastat enne meie ajaarvamist. Ta kirjutab «Iliases»:

«... kui sepp puusepakirve või koduse kirve valju sisina saatel jäi-
sesse vette kastab, et seda karastada; sest see teeb raua kõvemaks.»

Hilisema aja kirjanikud, nagu Hippokrates ja Plutarchos pajatavad, et kuumi sepiseid jahutatakse õlis. Seega avastati juba väga ammu, et metall sellise karastamisega painduvamaks läheb.

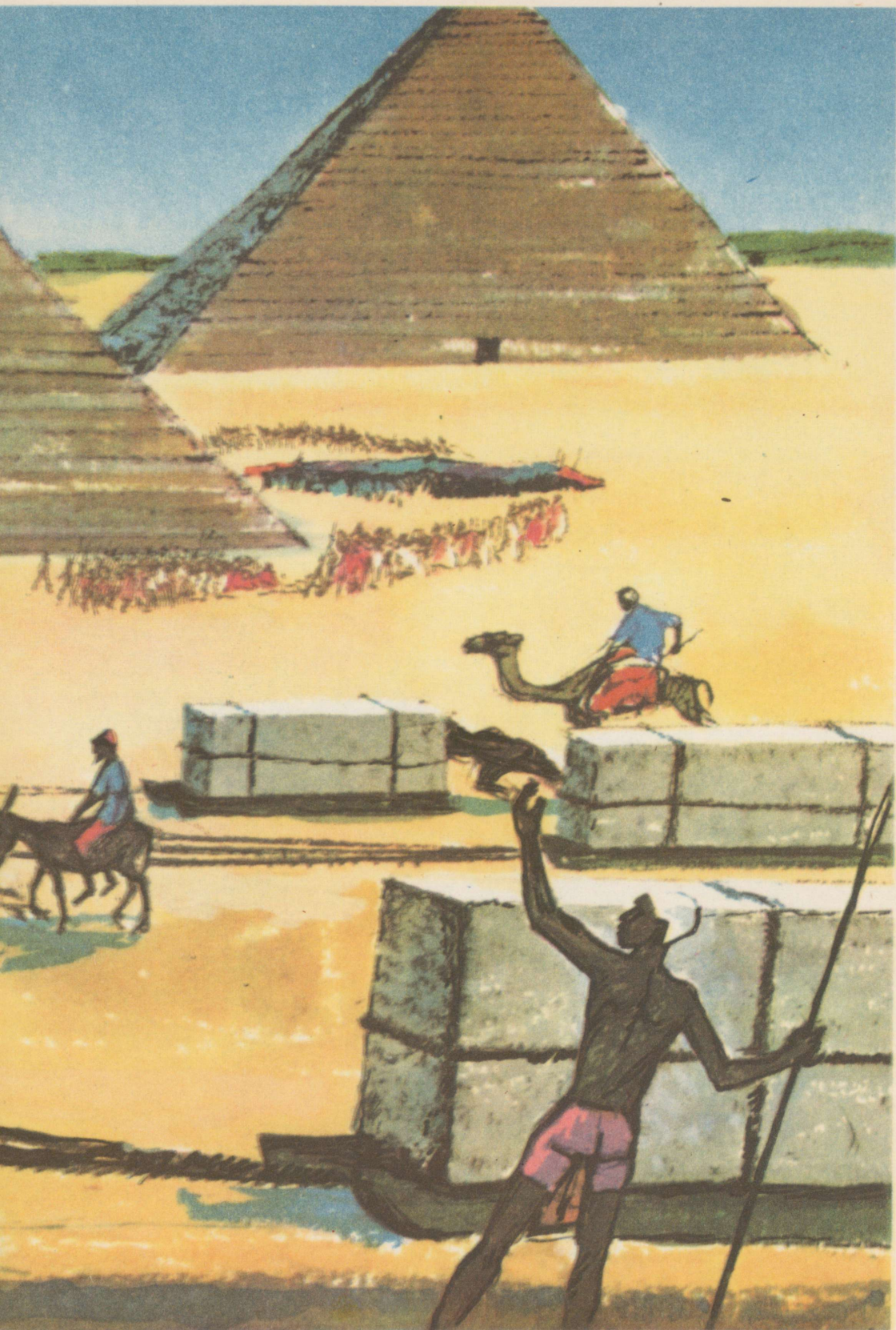
Metallitöötluste edusammud võimaldasid valmistada mitte üksnes paremaid relvi — mõõku ja kilpe — või vangistatud orjadele rauast kaelaraudu ja kette, vaid ka puidust konksadrale rauast teraviku ja hiljem rauast saha.

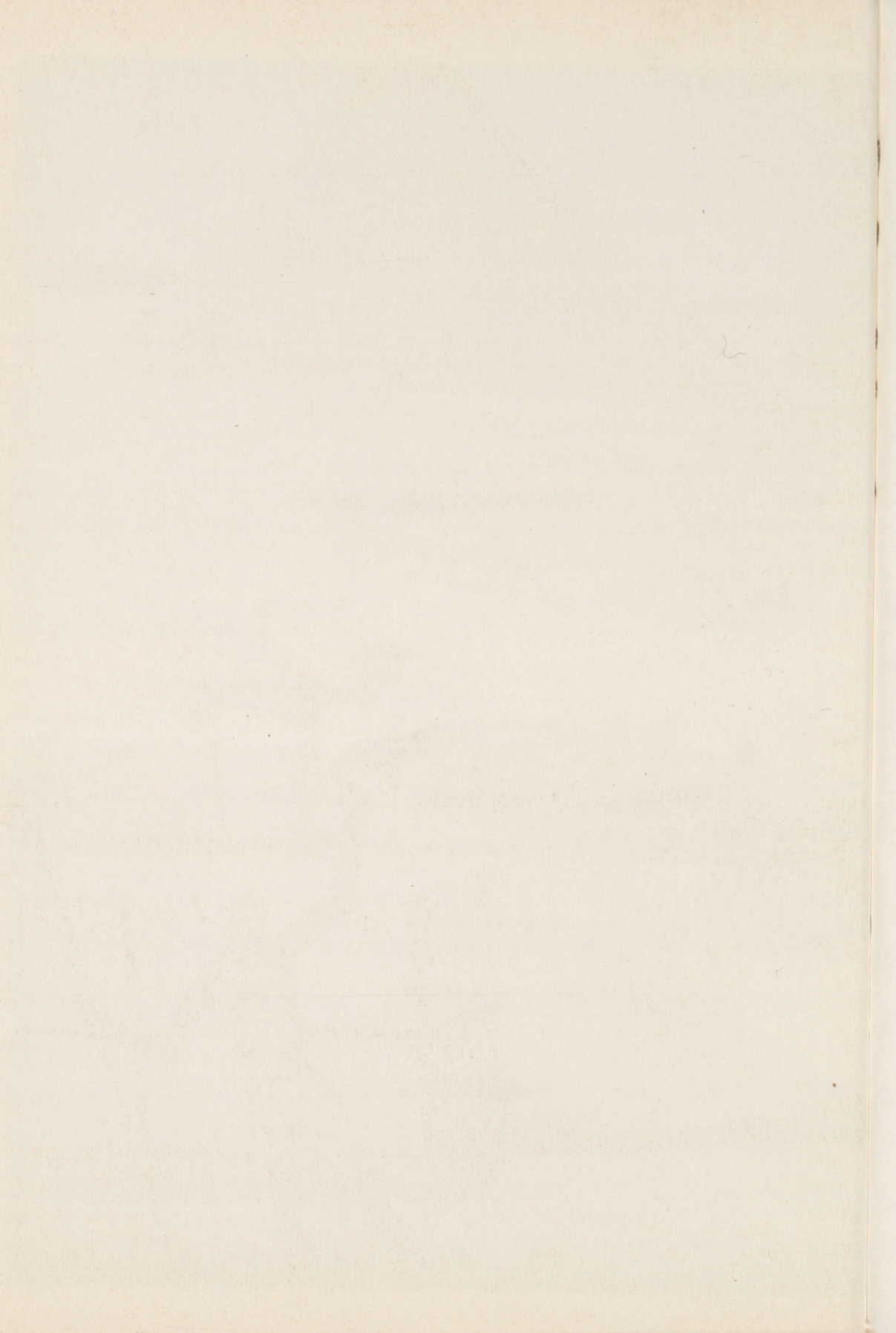
Toiduainete tootmises vajalik tehnika arenes ka teisiti. Egiptuses ja Mesopotaamias kui ka Indias ja Hiinas kasutati — nagu esimesed maa-viljelejad ja karjapidajadki — jahu valmistamiseks kaua aega lapikut künajat hõõrumiskivi, millel varem kergelt küpsetatud terad silindrikujulise kiviga järk-järgult peenestati. Hiljem arenes sellest käsikivi, mis koosneb kahest vastastikku hõõrduvast veskikivist. Pealmist keerutati käepidemeks pandud pulgaga.

Kuid alles Roomas, nagu näitavad väljakaevamised Pompeiis, võeti kasutusele lehterveski, mida käitas veoloom. Kividest laotud alusel asus alumine kivi, mis oli rihveldatud, et jahvatis külgedelt hõlpsamini välja pudeneks. Pealmise kivi, mille lehtritest terad kivide vahele kukkusid, pani pöörama veoloom, kes oli rakendatud kivisse kinnitatud hoova külge. Vana-Egiptuses polnud ka veel presse. Õlipuu viljadest pressiti

Egiptuse püramiidide ehitusel töötas koos palju tuhandeid orje. Tahatud kivid toimetati kivimurdudest ehitusplatsile lohistades.





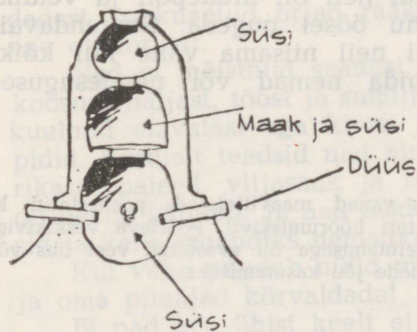
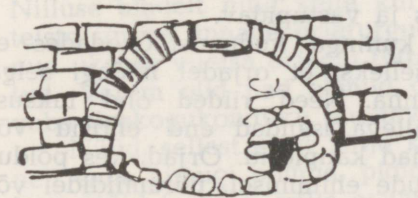


mähle tugevas liinases rihelõtkis mille
 otsa katgaga ni kõvasti kinni kee-
 tati et lõikamisel väänõpessis. Hi-
 sein oli Roomas juba päris õliveski-
 kus viinases kolleveskies summutused
 kivi õhpuu viin kakti istand ja näis



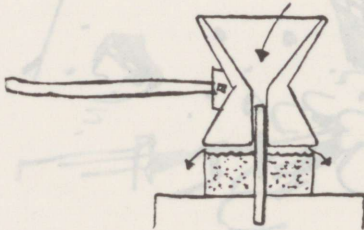
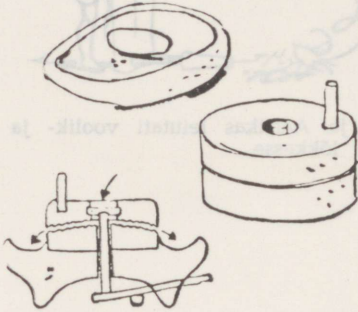
Vana-Egiptuses täitsid lõõtsa aset puhumistorud. Indias ja Aafrikas leiutati voolik- ja tempellõõtsad, millega puhuti õhku koldeauku tehtud lõtkesse

lõõtsa teideld - lõõtsõng vaheldumisi
 lõõtsõngas eest ja tagant läbi läks.
 Selliste kangaspuude Indias valmist-
 atud puuvilline või riikaitse mustiga



Vana-Rooma ja Aafrika rauasulatusahi

Seevast suudis tühipeale ühes töösma suurte andamitega
 paljaksuudid avasid vaevaks, ka võtot-eistatuses vaeviesisid või
 kumaga tühikokki taha pandud kaskõliste poogi. Nendega
 ühinesid siis ka orjad.



mahla tugevas linases riidetükis, mille otsi kaigastega nii kõvasti kinni keerati, et võib rääkida väändepressist. Hiljem olid Roomas juba päris õliveskid, kus viltustes kollerveskites ümmargused kivid õlipuu vilju katki litsusid ja neist õli pressisid.

Kudumine oli Egiptuses, nagu ka teistes orjanduslikes riikides, juba nii kõrgele arenenud, et töötati päris kangaspuudega.

Kudumisraamist või vabalt rippuvatest lõngadest, millele hiljem lisandus ristpuu, olid saanud kahe sambaga kangaspuud. Pööratavad rullid, mille vahel jooksid püstloodis lõimelõngad, võimaldasid valmistada piiramatult pikki riidelaidusid. Lõimelõngade vahele pandud rõhtpuud sai edasi-tagasi liigutada, nii et süstikuga lõimelõngade vahel edasi-tagasi heidetud koelõng vaheldumisi lõimelõnga eest ja tagant läbi läks.

Sellistel kangaspuudel Indias valmistatud puuvillriie või rikkaliku mustriga siidriie Hiinast ning linane Egiptusest oli väga ilus ja vastupidav.

Ent kuninga kudumistöökodades ei kootud selleks, et orjadel midagi selga oleks panna. Need riided olid luksuskaup, millega isandad end ehtisid või millega nad kauplesid. Orjad, kes põldudel, paisude ehitamisel, püramiididel või kaevandustes töötasid, pidid rõõmsad olema, kui neil oli niudepõll ja veidike õlgi, kuhu öösel pugada. Soojendavaid tekke oli neil niisama vähe kui kõike muud, mida nemad või nendesugused tootsid.

Nagu kõik vanad maaviljelejad, peenestasid ka egiptlased teri hõõrumiskivil. Pöörleva veskikiviga käsiveski leiutamiseega oli avastatud veel üks võimalus loomade jõu kasutamiseks

Nii tekkis kaosest ühikord... välisvaen
laste vastu, kes nende ka... orjused
hoidsid.

Nad olid palju teinud
nad tead ühe ühisvõime

Teadus tunnet paljusid
nud, ilma et allakäik...

tekib oletus, et need teinud
Väikesaaryulist varakaid

sed ja et nende asu...
polnud olemas...

sis oli kogu...
võimast...

Kujunen...
alade teke...

mine ja...
Kui...

pärast...
põne...
ka midagi...

Seega oli...
jõudnud.

Suurte...
Ühked...

Ühked nuubialased, keda Egiptuse orjakütid olid püüdnud Ulem-Niiluse aladelt ning kelle kui kõige tugevamate orjade eest Teeba ja teiste suurte linnade orjaturgudel eriti kõrget hinda maksti, ei kannatanud üksnes viletsa orjaelu tõttu, nad olid ka oma keskkonnast välja kistud. Varem olid nad elanud oma hõimus, olid oma sugukonnaga ning vaba ürgkogukondliku elu tavadega täiesti kokku kasvanud.

Nüüd, sellest elust välja kistuna, võõrasse maailma veetuna, millest neil enne aimugi polnud, pidid nad kivimurrus, põllul, ehitusel või töökojas töid tegema, mille otstarvet nad ei mõistnud. Nad ei saanud aru, mis kasu nende tegevusest oli, ei osanud keeli, mida paljudest paikkondadest kokku aetud orjad rääkisid. Nad ei saanud aru oma tegevusest ega olukorrast.

Nad ei mõistnud seadusi, mille järgi käis see kummaline elu, mis koosnes näljast, tööst ja sundijate piitsahoopidest. Ka polnud nad ealeski kuulnud elavatest ega kivist jumalatest, keda nad nüüd kummardama pidid. Kindlalt teadsid nad ainult ühte: kõik, mis neis riikides loodi — rikaste paleed, viljasaak ja laevad, mis selle Niilusel ära vedasid —, oli nende kätetöö. Ja nad teadsid, et inimesed, kes selle kõik endale võtsid ja kelle omandiks nemadki olid, ei teinud ise midagi.

Kui vähe puudub nüüd mõttest, et võõrad orjad võivad üles tõusta ja oma piinajad kõrvaldada!

Et nad aga ühist keelt ei kõnelnud, väga erisuguseid töid tegid — suurte ehitustel, põldudel, kodus või virgatsitena — ning neid seetõttu ka väga erisuguselt koheldi, siis võtsid nad esialgu väga harva ühisüritusi ette.

Seevastu sundis viletsus tihtipeale üles tõusma suurte andamitega paljaksriisitud «vabasid vaeseid», kes väeteenistuses vaevlesid, või kuninga töökodadesse luku taha pandud käsitöölise poegi. Nendega ühinesid siis ka orjad.



Amenhotep I, vaarao Uue riigi ajast, mis kestis 16. kuni 12. sajandini enne meie ajaarvamist

Siin sai rõhutatute võitlus valitseva klassi vastu uue, teadlikuma klassivõitluse vormi.

Näiteks kirjeldatakse orjade ülestõusu ühes papüüruses, mis on pärit aastast 1750 e. m. a. Me loeme, et ülestõusnud hõivasid pealinna ühe tunniga, võtsid kinni kuninga, ajasid laiali hoovkonna, tapsid ametnikud ja põletasid nende paberid. Nad käristasid katki maksukohustuste loendid, kihutasid minema kohtunikud ja tegid kuninga viljaaidad tühjaks.

Kui pealinn oli langenud, haaras ülestõus kogu Egiptuse. Rõõm ühel pool oli niisama suur kui kokkumine teisel pool.

Aga ka see on kirjas, kuidas asi edasi läks.

Niisutusseadmete paisud lagunesid, kanaleid ummistas muda. Enam polnud võimalik põlde niisutada.

Me saame ka teada, et maale tungisid hüksoslased, kes rahvad jälle alistasid ning Egiptuse orjade üle oma võimu kehtestasid.

Vaesed olid küll kuninga kukutanud, rikkad minema kihutanud ning purustanud nende valitsusaparaadi, mis koosnes preestritest, kohtunikest ja sõduritest. Ent nad ei osanud kättevõidetud võimu hoida. Nad ei teadnud ega võinudki teada, kuidas uut elu ehitada. Väike kildkond teadjaid, kes olid ühtlasi valitsejad, oli ju kõrvaldatud. Võim oli nüüd rahvahulga käes, kuid see koosnes võhikutest. Nad ei osanud lugeda ega kirjutada, ei teadnud midagi niisutusseadmetevahelistest seostest, ei osanud veeseisu langemist ega tõusu ennustada, hoopiski mitte reguleerida.

Sellele lisandus veel miski: orjad elasid ühiskonnas, kus töö oli põlu all, kus neid endid põlati kui kõnelevaid tööriistu. Kuidas oleksid nad pärast vanade võimukandjate kõrvaldamist seda põlatud tööd vabahtlikult edasi teha võinud, kuidas taluda edasi orjatöö häbi?

Ilma töö range organiseerimiseta, planeerimiseta, mis ulatus kaugele üle üksikkülade piiride, ilma keskse juhtimiseta pidi kogu kord kokku varisema.

Nii tekkis kaosest olukord, mis tegi inimesed kaitsetuks välisvaenlaste vastu, kes neile kallale tungisid ning nemad ja maa uuesti orjusse heitsid.

Nad olid palju tahtnud, ei olnud aga midagi saavutanud, sest ei leidnud teed uue ühiskonna ehitamiseks.

Teadus tunneb paljusid vanu kõrgkultuure, mis on ootamatult kadunud, ilma et allakäigu nähtavaid põhjusi oleks leitud. Lausa tahtmatult tekib oletus, et seal toimusid samasugused kurbmängud kui Egiptuses. Väikesearvulisi varakaid oli hõlpus kõrvaldada, et neil aga olid teadmised ja et nende asemele ei saanud astuda uus, edasipürgiv teadus, et polnud olemas uusi kujutelmi ühiskonna elu paremast korraldamisest, siis oli kokkuvarisemine üldine.

Nagu nägime, tegi orjandus ja tohutute tööliskade rakendamine võimalikuks suurejoonelisi saavutusi.

Kujunev ulatuslik ühiskondlik tööjaotus ning suure hulga kutsealade teke, mis sellest tööjaotusest tulenesid, elukutsete üldine eristumine ja vajalike tööriistade käsitsemine — see kõik kiirendas arengut. Kui seadus kindlaks määras, et «vaeste vabade» käsitöökutsealadid tuli parandada isalt pojale, saavutati käsitöötöehnikas kõrge tase.

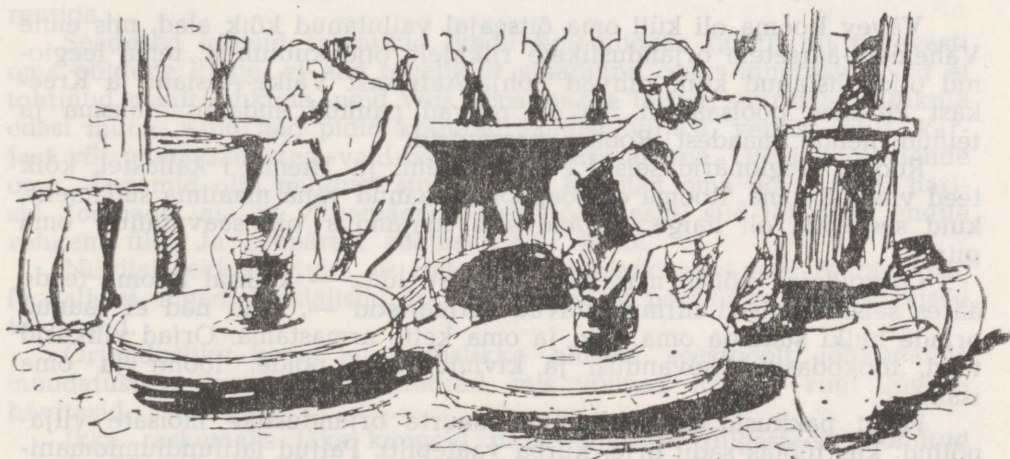
Nende vanaaja tööinimeste erialaseid oskusi pole suudetud ületada ka mitu tuhat aastat hiljem.

Seega oli inimene tehnika arendamises üsna otsustavale astmele jõudnud.

Suurte edusammude aja asemele tuli aga järk-järgult teine, millal orjapidajad mõtlesid veel ainult sellele, kuidas oma rikkusi, hiilgavat ja pillavat elu ning võimu säilitada. Seda võimu ohustas mitte üksnes pidevalt plahvatuslik olukord siseriigis, vaid orjapidajad olid ka peaaegu vahetpidamata kistud sõdadesse teiste valitsejatega, kes, nagu nad isegi, vallutusretkedega uut võimu ja uusi rikkusi lootsid saavutada.

Lõputute sõdade pidamise meeletud kulud pressiti maksude näol välja vabadelt talupoegadelt ja käsitööliselt.

Tehnika — tööriistade, masinate ja seadmete, menetluste ja tööoskuste — areng oli teatud määral seiskunud. Ajal, mil vabade talupo-



gade ja käsitööliste sissetulekust nii suur osa maksudeks läks, et nad vaevalt hinge sees suutsid hoida, polnud nad enam huvitatud, et nende toodang eriti hea või tööriistad veel otstarbekamad oleksid, et — nagu me tänapäeval ütleme — nende tööviljakus tõuseks. Sellest, kas nende töö paremaks läks, kas nad palju või vähe tootsid, ei saanud nad ise mingit kasu, mingit osa, mingit tulu.

Vahepeal olid Kreeka ja Rooma rikkad käsitöölised ise orjapidajateks saanud. Nad pidasid töökodasid, kus töötas tosinaid orje. Muidugi olid nad saanud sundijaiks ja kurnajaiks. Nad püüdsid võimalikult rohkem välja pressida enamasti õppimata orjadest, keda oli õpetatud kogu töökäigus vaid teatud ülesannet täitma. Kuid orjad, kellel oli ükspuha, kas nende töö tulemus on suur või väike, sest et nad ise sellest mingit kasu ei saanud, tegid vaid niipalju, kui hädapärast vaja, et sundija neid maha ei lööks või raevunud isand kaladele söödaks ei heidaks, nagu mõnikord ette tuli.

Niisuguses olukorras ei saanud tootmisvahendid ega tootmistehnika oluliselt areneda.

Orjapidamisest olid kujunenud

ARENGU AHELAD.

Kui rikkad käsitöölised tahtsid kasutusele võtta uusi tööriistu ja menetlusi, siis rikkusid asjast huvitamata orjad peened riistad ära, tegid äärmiselt kohmakalt kõike, mis tööd täiustada võis ja mille tulemuseks sai olla nende võimete suurem väljakurnamine.

Rikaste latifundiumiomanike põldudel polnud olukord teistsugune. Orjad, kel tuli nälgida heast või halvast saagist sõltumata, ei tundnud kröömivõrdki huvi põldude seisukorra vastu. Ka siis, kui rauaga kaetud sahk, rullimine, äestamine ja väetamine maaviljelust tunduvalt parendasid, jäid saagid väikeseks.

Maal tundsid orjad töö tõhustamise, tootmistehnika arendamise ning tööriistade täiustamise vastu niisama vähe huvi kui linnaski.

Nende olude üle kurtis Rooma kirjanik Columella:

«Orjad teevad viljapõldudele suurt kahju; nad hooldavad ja karjatavad härgi ning muid loomi halvasti; nad künnavad maad lohakalt.»

Vägev Rooma oli küll oma õitseajal vallutanud kõik alad, mis enne Vahemere-äärsetele orjanduslikele riikidele olid kuulunud, tema leegionid olid alistanud kõik rahvad Põhja-Aafrikast Väike-Aasiani ja Kreekast Pürenee poolsaareni. Ta oli rahvad pannud andamit maksma ja teinud nende maadest Rooma provintsid.

Rooma leegionärid seisid Niiluse, Reini ja Themse'i kallastel, kõik teed viisid Rooma. Rooma oli tõepoolest saanud vana maailma südameks, kuid see süda oli haige. Orjanduslik majandus oli saavutanud oma piirid.

Orjapidajad võisid mässulisi orje risti lüüa — kõikjal Rooma teede ääres seisid sellised hirmuäratavad surmaristid —, kuid nad ei saanud orjade hulki sundida oma tööd ja oma kette armastama. Orjad vihkasid tööd, töökodasid, kaevandusi ja kivimurdusid, põlde, loomi ja oma isandaid.

Peagi pakkusid latifundiumide, suurte orjanduslike mõisate viljapõllud, kus töötas sadu orje, kurba vaatepilti. Paljud latifundiumiomani-
kud, kes olid enamasti varakad kodanikud — Roomas elavad senaatorid,



Rooma keisririik — suurim ja viimane orjanduslik riik

rahandustegelased või miljonäridest maaisandad —, pidasid varsti kasulikumaks orjad vabaks lasta, oma tohutud mõisad partsellideks jaotada ning maa erru lastud sõduritele, vabastatud orjadele või väiketalunikele rentida.

Seadused köitsid talunikud, keda koloonideks hüüti, nii tugevasti oma põldude külge, et nad tegelikult maapinna osaks muutusid. Nad ei tohtinud maalt lahkuda, neid võis koos maaga teisele suurmaaomanikule edasi müüa. Kuid nad pidid kogutud saagist, viljast, veinist, õlist, karjast või piimasaadustest vaid osa rendina ära andma. Ülejääk oli nende oma. Andamid olid muidugi suured, aga kui nad oma põlde hästi hariesid, loomade, aia ja viinamägede eest hoolitsesid, siis jäi neile endile rohkem üle. Ja seepärast töötasid nad hästi.

Niiviisi tekkisid juba orjanduslikus majanduses uue tootmisviisi, feodalismi, alged. Feodalismi ajal said orjadest pärisorjad, sunnismaised talupojad.

Orjandusliku korra majanduslikke aluseid seestpoolt lõhkuvatele muudatustele lisandusid välismõjud, mis võimsa Rooma riigi lõpuks hävitasid.

Ikka raskemaks läks kaugeid piire sõjaliselt julgestada. Rõhutud provintsidest tõusid rahvad oma ikestajate vastu üles; toiduainete, maa-



Rooma insenerikunsti meistriteos — akvedukt

varade ja andamite juurdevool neilt lakkas. Kaotatud sõjad tõid rahameestele kahju; sagesid vastuhakud sõjaväes ja puhkes üha rohkem suuri orjade ülestõuse.

Koloonid, kellelt maaomanikud üha kõrgemat renti nõudsid, et hüvitada kahjud, mida isandad kaotatud provintsidest kandsid, liitusid orjadega; lisaks tulid linnade käsitöölised ning linnaproletaarlaste, varatute hulgad.

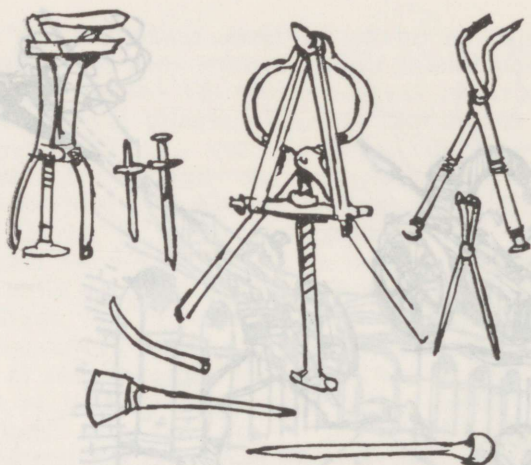
Nii mandus vana maailma haige süda aastasadu kestnud vapustustes lõplikult. Kui siis germaani ja slaavi hõimud üha suurema hooga maale tungisid, suri Rooma.

Roomas jõudis orjanduslik kord kõrgeimale arenemistasemele. Kuid tehnikas polnud loodud oluliselt rohkem kui orjanduslikus Egiptuses, Babüloonias või Kreekas. Rooma arhitektuur, mille kõrval riik kõiki tehnika ülesandeid teisejärgulisteks pidas, saavutas aegunud algeliste masinate ja orjadevääga küll silmapaistvaid tulemusi, mis linna-, silla- ja teedehituses veel tänapäevalgi imetlusväärset on, kuid peaaegu kõik see põhines juba varem rakendust leidnud tehnikateadmistel.

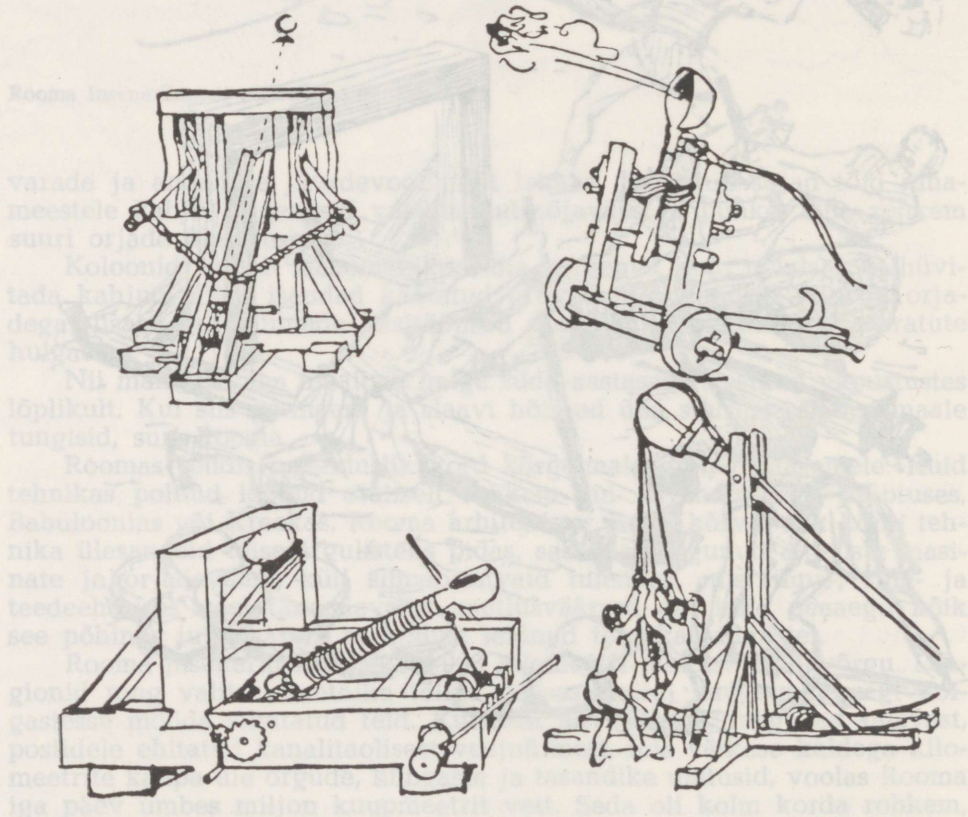
Rooma insenerid rajasid 300 000 kilomeetri pikkuse teedevõrgu. Legionid ning valitsusametnike tollad pääsesid riigi kaugeimatessegi kolkastesse mööda sillutatud teid. Kümnest akveduktist, mägedes algavast, postidele ehitatud kanalitaolisest veejuhtmest, mis väikese kaldega kilomeetrite kaupa üle orgude, küngaste ja tasandike ulatusid, voolas Rooma iga päev umbes miljon kuupmeetrit vett. Seda oli kolm korda rohkem, kui Rooma tänapäeval saab. Akveduktid toitsid terme — saunu, kaevisid tänavatel ja joogiveehoidlaid majades.

Rooma insenerid paistsid välja ka sõjamasinate ehitamisel. Ürgajal leiutatud väändelõksude põhimõttel ehitati suuri heitemasinaid. Keerutatud köitesse kätketud ning järsku vallandatud jõudu rakendati heitelaua abil suurte kivimürakate paiskamiseks ümberpiiratud linnadesse või vaenlaste ridadesse. Põlisest vibust oli saanud viskemasin, millega ras-





Täiuslikke arstiriistu Pompeiist



Selliste sõjamasinatega paisati või lennutati ümberpiiratud linnadesse kive, nooli või põlevaid esemeid. Viskemasina suurim lennuulatuse olevat olnud 850 meetrit

keid rauaga soomustatud teibaid või põlevaid esemeid vaenlaste pihta lennutati.

Mis selle riikliku tehnika kombel otseselt riigi huvide teenistuses ei olnud, pidi tunnustuse leidmiseks vähemalt valitseva kildkonna muga- vuse või meelelahutuse eest hoolitsema. Nii oli lugu kivipõrandate alla paigutatud küttekanaalitega rikaste elamuis, ratastoolidega, raskusjõu- lõksu põhimõttel töötavate söögitõstukitega või lavaseadeldistega teat- rites.

Ehitustööliste, kiviraidurite ja kujurite tööriistad olid vanas Egiptu- ses ja eeskätt Kreekas kasutusel olnutega võrreldes üpris vähe muutu- nud. Ent milline meisterlikkus oli Roomas tööriistade valmistamisel saa- vutatud, seda tõendavad Pompeis väljakaevatud arstiriistad. Nende näol on meil olemas suur valik mitmesuguseid ülimalt täiuslikke eririistu.

See, mis siin on lõikustarvide jaoks valmistatud, näitab, kui kaugele oleksid võinud areneda ka teiste alade tööriistad ja töövõtted, kui see oleks olnud neid käsitsevate tööliste huvides.

Võimalused selleks olid niisiis olemas, kuid orjatoöl rajanevad toot- missuhted ei lubanud neid võimalusi ära kasutada.

Ka masintehnikat ei arendatud edasi, ehkki katsetavad ja vaatlevad loodusteadlased olid avastanud uusi põhimõtteid ja loodusjõude. Orjade lihastejõule oli orjanduslik kord rajatud, see lihastejõud oli rohkem kui 4000 aastat põhiline liikumapanev jõud. Teda kurnati kõige julmemalt ka veel siis, kui oleks võinud osaliselt teoks saada igivana unistus suu- rest jõust, mille üle vaevatud inimesed juba iidsest ajast olid mõtiskle- nud ja mida nad oma muinasjuttudes olid kujutanud.

SUUREST JÕUST

**TURJA-, KÄE- JA JALALIHASTEGA ♦ INIMESED SÖTKERATTAS ♦ VESIRATAS JA
TUULEVESKI ♦ FROHNAU SEPAPAJA ♦ HERONI AURUTURBIIN ♦ VAAKUM ♦
UUED VEETÖSTEMASINAD ♦ PALJUDE LEIDURITE ÕLUL**

TURJA-, KÄE- JA JALALIHASTEGA

hoidsid orjad vanaaja tehnikamasinat käigus. Kui tihti nad küll kitsastes kaevanduskäikudes roomakil maaki otsides, veskikive keerutades, koormaid vedades või sepaääsil tule õhutamiseks lõõtsa tõmmates võisid igatseks unistada jõust, mis nende eest tööd teeks.

Ka seal, kus inimese energiat nii hirmsasti ei kurnatud kui orjanduslikes riikides, olid inimestel energiaallikana ja käitava jõu saamiseks käepärast ainult nende endi lihased. See tähendab — nende käsutuses olid küll juba kõik tänapäeval tuntud energiaallikad: loomade veojõud, voolava vee ja puhuva tuule mõõtmatu jõud, ning maapõue kätketud kivisöe- ja naftajõud.

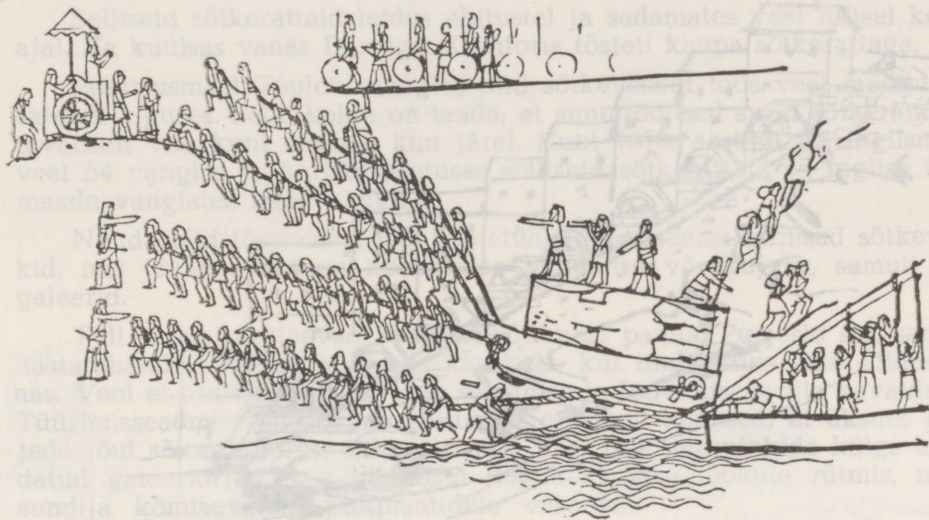
Lühidalt, inimese käsutuses oli kõik, mille päikeseenergia oli salvestanud või mida ta päevast päeva veeringluses või õhus liikvel hoidis. Tohutud jõud olid olemas, kuid inimene ei osanud neid veel rakendada. Ta polnud oma teenistusse pannud veel tuhandikkugi nendest jõududest, mida me nüüdisajal enesestmõistetavaks peame.

Loomulikult olid eeslid ja kaamelid saanud koormakandjateks. Egiptuse, Kreeka või Rooma sõdalaste kergete kaherattaliste sõjavankrite ette olid rakendatud kiired hobused, kohmakad härjad ajasid ringi gööpelveskeid, vedasid puitatra või reherulli, mis veeres üle mahalaotatud viljalademe ja eraldas järk-järgult terad.

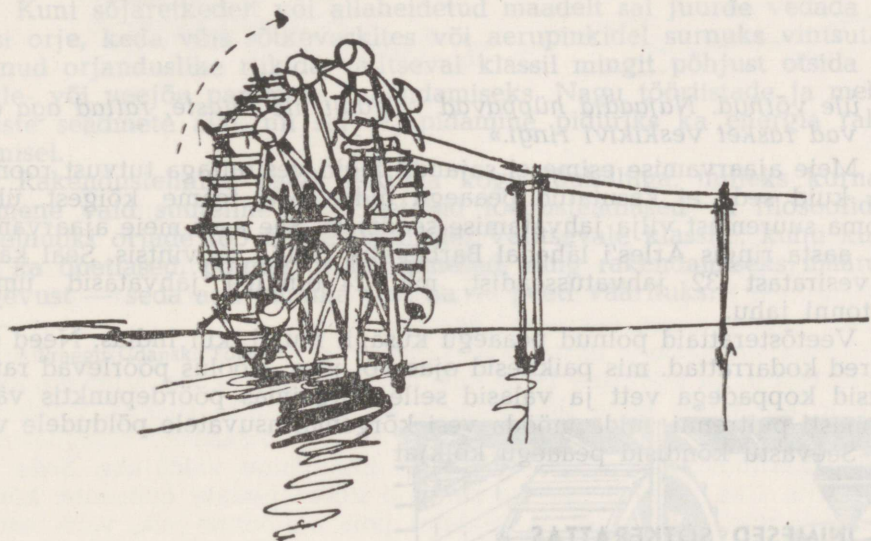
Kuid kõigi nende loomade jõudu sai rakendada vaid suhteliselt kergeteks töödeks, sest veorihm pandi neile lihtsalt kaela ja nad poleks saanudki suuri koormaid vedada, ilma end kägistamata või tuiksooni kinni surumata.

Alles meie ajaarvamise 9. kuni 10. sajandil leiutati sorirakmed, rangid ja rinnarihm, ning levis rautamine. Alles sellega algas loomade lihasejõu otstarbekas kasutamine. Seniajani oli iga orjarodu või ühel jõul tõmbav meesterühm neist jõudluselt üle olnud.

Seepärast näeme sõjavankrite või Rooma kuulsate võiduajamiste kujutistel, et ette on rakendatud ikka mitu hobust, enamasti neli või kuus kõrvuti, ehkki meie ettekujutuse järgi oleks nende kergete vankrite vedamiseks täiesti piisanud ühest või äärmisel juhul kahest.



Hiiglasuure kivist raidkuju vedamine Ninives



Jõevoolus pöörlev india veetõsteratas

Teisest küljest ei leia me hobuseid või teisi veoloomi üldse, kui maalidel või joonistel on kujutatud suurte esemete — kivide, raidkujude või obeliskide vedu.

Ka vesi voolas ja tuul puhus niisama hästi kui kasutult, see tähendab, neid ei rakendatud liikumapaneva jõuna. Vaid siin-seal oli kasutusel vesiratas, nii harva, et meil nende kui suurte erandite kohta võrdlemisi täpseid andmeid on. Vana-Kreekas ülistati üht sellist kõmulist vesiratast luuletuses, milles on öeldud:

«Laske oma kätel puhata, naised! Magage rahulikult, kiregu kukk päeva kuulutades asjatult teie äratamiseks. Teie töö on jõenümfid



Rooma vesiveski

üle võtnud. Najaadid hüppavad väledalt üle rataste, rattad aga ajavad rasket veskikivi ringi.»

Meie ajaarvamise esimesel sajandil tegid vesirattaga tutvust roomlased, kuid seda ei kasutatud peaaegu üldse. Me teame kõigest ühest Rooma suuremast vilja jahvatamise seadmest. See asus meie ajaarvamise 200. aasta ringis Arles'i lähedal Barbegalis, Gallia provintsis. Seal käitis 16 vesiratast 32 jahvatusseadist, mis 24 tunniga jahvatasid umbes 28 tonni jahu.

Veetõsterattaid polnud peaaegu kusagil mujal kui Indias. Need olid suured kodarrattad, mis paiknesid ojas või jões. Voolus pöörlevad rattad tõstsid koppadega vett ja valasid selle kõrgeimas pöördepunktis välja, enamasti puitrenni, mida mööda vesi kõrgemal asuvatele põldudele voolas. Seevastu kõndisid peaaegu kõikjal

INIMESED SÖTKERATTAS

Need olid orjad, kes hoidsid kinni rõhtpuust ning tallasid astmepulki. Kaks puidust rehvi ühendasid astmepulki nii, et need nägid välja nagu lattidest rull. Kogu aeg ratast sõtkudes, seega teatud mõttes nagu ronides mööda redelit, mille pulgad alla vajusid, ammutasid orjad jõevett puit-ämbrite või rõhtsate rennidega.

Veejõu rakendamine asendati orjade lihasejõuga.

Sõtkerataste varal liikusid Hiina jõgedel paadid, sõtkerattad panid liikuma kraanad, millega Roomas ehituskive tõsteti. Trumlikujulistes sõtkeratastes tõttas tihti üle kahekümne orja lõõtsutades mööda astmeid üles, mis nende raskuse mõjul alla vajusid, nii et nad paigal joostes suure ratta pöörlema panid. Ratas keris köit vintsile ja üle püstakal kraanal oleva rulli ulatuv köis tõmbas kivi üles.

Selliseid sõtkerattaid leidis ehitustel ja sadamates veel hilisel keskajal. Ka kuulsas vanas Danzigi¹ Krantoris tõsteti kaupa sõtkerattaga.

Prantsusmaal Touloni vanglas olid sõtkeveskid töös veel möödunud sajandi alguses. Selle kohta on teada, et sunnitöölised surid sõtkeratates tavaliselt viie kuni seitsme kuu järel. Kuni 1870. aastani oli Inglismaal veel 54 vanglas ja karistusasutuses selliseid sõtkerattaid ja Inglise asumaade vanglates meie ajalgi!

Nõnda olid tõepoolest läbi aastatuhandete olemas hirmsad sõtkeveskid, mis tänapäevani on nürimeelse piinamise võrdkujuks, samuti kui galeerid.

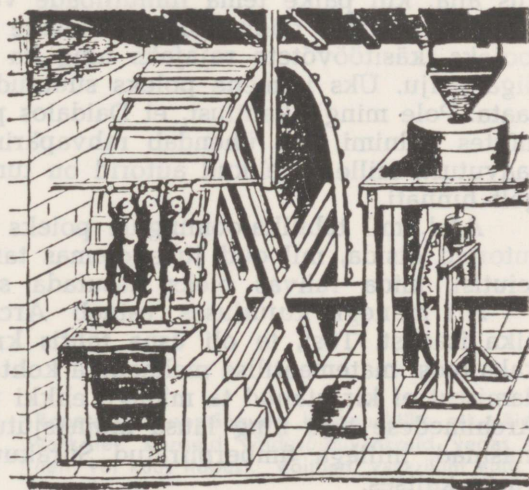
Tuli ju ka aerulaevad lihasejõul liikuma panna. Purjesid sai, samuti aastatuhandete vältel, vaid siis kasutada, kui tuul puhus otse sõidusuunas. Veel ei osatud tuult purjede seadmise ja loovimisega üle kavaldada. Tüürimisseadmed ja laevade ehitusviis ei olnud kohased, et üksnes purjede jõul sõita. Põhiline liikumapanev jõud olid aerupinkide külge aheldatud galeeriorjad, kes liigutasid kogukaid aere löökide rütmis, mida sundija kõmisevatele puitplaatidele vasardas.

Inimjõuga võideldi seega tuulejõu vastu, selle asemel et viimast ära kasutada.

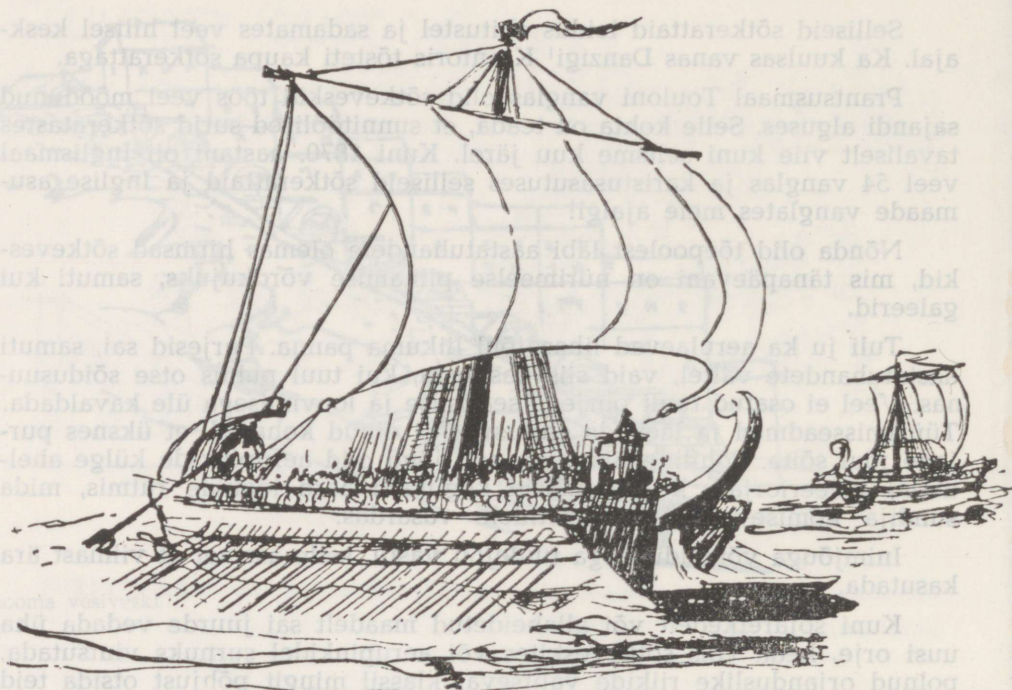
Kuni sõjaretkedelt või allaheidetud maadelt sai juurde vedada üha uusi orje, keda võis sõtkeveskites või aerupinkidel surnuks vintstutada, polnud orjanduslike riikide valitseval klassil mingit põhjust otsida teid tuule- või veejõu paremaks rakendamiseks. Nagu tööriistade ja mehhaaniliste seadmete alal, nii sai orjapidamine piduriks ka energia rakendamisel.

Rakendustehnika pandi liikuma kogu jõukuluga, milleks kurnatud inimene vaid suuteline oli. Õpetatud loodusteadlased ja filosoofid ei mõelnudki orjade töö kergendamisele. Valitsevale klassile, kuhu kuulusid ka õpetlased, polnud orjad inimesed, ning rakendamiseks määratud tegevust — seda aga tehnika just on — peeti väärituks.

¹ Praegu Gdansk. Tõlk.



Sõtkeratas jahuveski käitamiseks. Joonis Veranzio raamatust «Machinae novae», Veneetsia 1616



Kreeka teadlased (nad olid esimesed, keda me õigusega niiviisi nimetada võime) olid suure osa teaduse sugemeist templitest välja toonud ning paljudest üleloomulikkuse salapärastest lisanditest vabastanud. Kuid nad olid kaugel kavatsusest teadusi rahva sekka viia või neid üldse tegeliku kasu saamise eesmärgil harrastada.

Kreeka muinasloos austatakse suure inseneri, mehaaniku, ehitusmeistri, leiduri ja taidurina Daidalost, lendava Ikarose isa. Viimane kukkus alla, kui päike tema linnutiibade vaha pehmeks sulatas. Daidalost peetakse ehitiste, raidkujude ja saunade ning automaatsete mänguasjade loojaks, käsitöövõtete rajajaks ning ka linnulennu valdajaks. Seda on liiga palju. Üks inimene poleks suutnud kõike temale omistatut korda saata. Pole mingit kahtlust, et Daidalos pole ajalooline isik, vaid teatud mõttes üldnimi, mis ühendab rahvapärimeses kõiki vanemaid tehnika-saavutusi, mille tegelikud autorid on tundmatud, kelle teoseid aga kõrgelt hinnati.

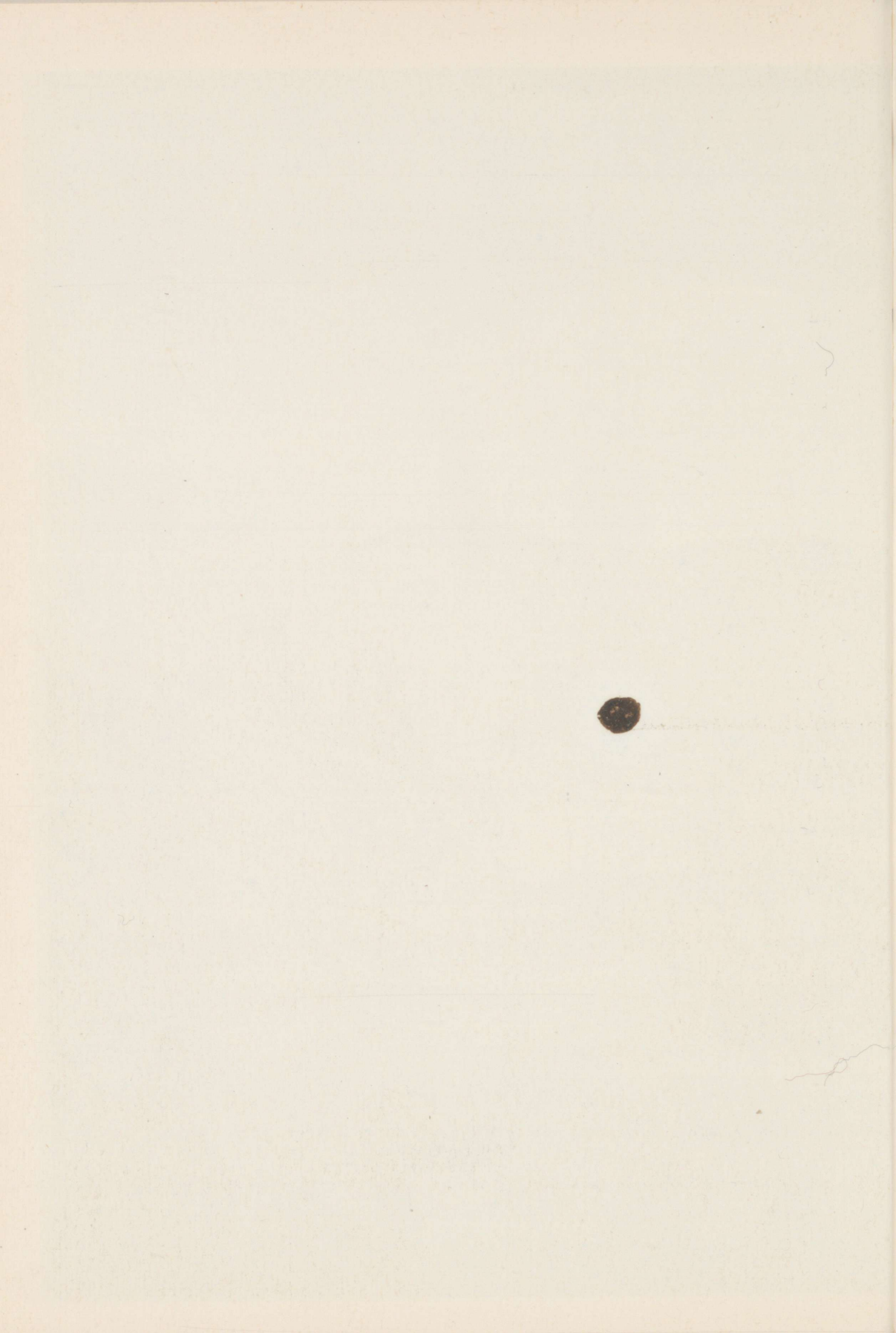
Ajal, mil tehnikaloomingule poleks enam vaja olnud muinasloolisi autoreid otsida, mil olid juba olemas targad õpetlased, ei tehtud enam leiutisi, mida rahvas oleks kasutada saanud.

Nii mõnegi kujutluses esineb Archimedes ühena moodsa tehnika isadest. Tõsi, ta oli üsna tähtis kreeka matemaatik ning avaldas kaks teost matemaatilise mehaanika kohta. Kuid saadud teadmiste rakendamises ei kirjutanud ta midagi, ehkki tema loodud on liitplokk ja nn. Archimedese tigu ning lausa muinasjutulise kuulsuse saavutanud sõjamasinad, millega ümberpiiratud Sürakuusa end kaua aega roomlaste vastu kaitses.

Rooma tsirkusemängude kõrgpunktiks oli võidusõit vankritel. Kergeid võidusõiduvankreid vedas kolm, neli või kuus hobust. Võitnud vankrijuht ehiti looberipärjaga.







Juba varem olid Platon ja Aristoteles nõudnud, et kõiki vabu kodanikke, kes mõnda käsitööala oma sisemise tubliduse eest hoolitsemisele ja vaimu harimisele eelistavad, tuleb häbi ja teotusega karistada. Ainult võõrad ja orjad pidid käsitööd tegema. Kodanikud pidid jõudeaja pühendama vabadele kunstidele ja teadustele.

Mil määral Roomagi õpetlased põlastasid kõiki töid, mida tehti kummargil ja mille puhul tähelepanu oli maha suunatud, selgub ühest Rooma filosoofi Seneca kirjast:

«Tarkus istub kõrgel troonil: ta ei õpeta käeosavust, ta on vaimu õpetaja... ta pole, et veel kord rõhutada, igapäevases elus vajalike tööriistade valmistaja. Kõik need on teisejärguliste vaimude leiutised.»

Ei maksa imestada, et enamik vanaaja õpetlasi, kes pidasid tööd inimväärivaks tegevuseks, mis kõlbas vaid orjadele, keda inimesteks ei peetud, ei näinud põhjust oma teadmisi mehaanikas ja füüsikas selliste rakenduslike ülesannete lahendamisele suunata, mis oleks olnud orjade, käsitöölise ja talupoegade huvides. Klassivastuolud süvendasid veelgi kuristikku avastamise ja leiutamise, teooria ja rakenduse vahel.

Sajanditel enne ja pärast meie ajaarvamise algust ehitati Aleksandrias tähelepanuväärseid aparate, mida käitati veejõul, suruõhuga või rullidel veerevate vasturaskustega. Mehaanik Ktesibios leiutas vee-pumba, veeoreli ja veekella. Philon Bütsantsist ja tema järgija Heron Aleksandriast löid ja kirjeldasid peenmehaanika aparatuuri imeteoseid.

Heron ehitas purskkaeve ja hüdraulilisi masinaid, ta kirjeldas automaate, millest pärast mündi sisseviskamist voolas pühitsetud vett. Ta andis juhtnõore templi ehitamiseks, mille väravad ise avanesid, kui süüdati ohvrituli, ja sulgusid, kui tuli kustus. Ta pani altarikujud tantsima ja ohverdama, ehitas pneumaatilisi automaatteatreid kujudega, mis liikusid, tegid muusikat ning andsid etendusi, milles möllas maru ja kõmises äike. Ta pani okstele mehaanilised linnud siristama ning laskis tuule- või veeorelitel vilet puhuda.

Ta kirjeldas ja valmistas sellisel hulgal mehaanilisi mänguasju, et teda peeti õigusega suureks taiduriks, taumaturgiks, nagu vanad kreeklased selliseid mehaanikuid nimetasid.

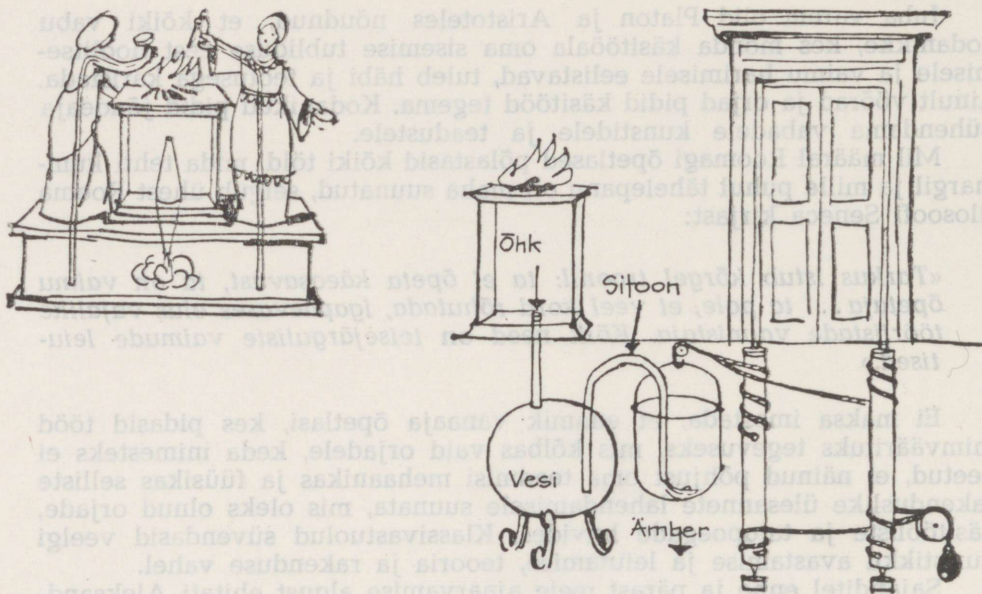
Tema niinimetatud rõhumasinates, mis sisaldasid sissesobitatud kolbidega silindreid, ventiile, kraane, hammasrattaid, kange ja kruvisid, rakendati suru- või kuumutatud õhu ning vee- või veeauru jõudu. Ta ehitas ressiivri ja esimese ajaloost teadaoleva auruturbiini.

Kuid ühelgi tema leiutistest, mitte ainsalgi aparaadil polnud rakenduslikku otstarvet, nad ei aidanud orjade tööd hõlbustada ega nende lihasejõudu asendada. See ei tulnud Heronil pähegi.

Temale ja tema ajastu õpetlastele oli lihtsalt huvitav vett loodusseaduste vastaselt ülespoole voolama sundida; see oli ime ja ainult see leidis tunnustust.

Ka kõik muud aparaadid ja mehhanismid olid ehitatud eeskätt selleks, et teha või vallandada liigutusi, milleks muidu läks vaja inimese või «deemonlike vägede» jõudu. Selliseid «surnud viisil» esile kutsutud liigutusi haritud inimesed imetlesid. Mõneks muuks, kasulikuks otstarbeks polnud need esiliigutajad ehk «automaadid» mõeldudki.

Me näeme, et selliseid mehhanisme oli võimalik valmistada. Selleks olid olemas põhimõtted ja tehnikavõimalused. Tänapäeva inimese seisus-



Altarituli kustutab iseenda enese tekitatud veeauruga või surub kuuma õhu toimel vee ämbrisse, mis alla vajudes avab templi ukсед

kohalt pidid nad aga mänguasjadeks jääma, sest vanades orjanduslikes riikides valitsev majandamisviis ja sellest tulenev mõttelaad ei lubanud neid rakenduslikel eesmärkidel teostada.

Teistsugustes majanduslikes oludes hakkasid Heroni imemasinad tähtsat osa etendama. Eks olnud see ju Heroni tilluke aurumasin, mis palju sajandeid hiljem oluliselt mõjustas aurumasin leiutamist.

Ent enne kui areng niikaugele jõudis, tuli selleks vesiratta ja tuuleveski varal vajalikud tehnikaalased ja majanduslikud eeldused kujundada.

Pärast seda kui antiikaeg koos Rooma riigiga lõpule oli jõudnud, kestis veel palju aastasadu, kuni uus feodaalne majandamisviis läbi lõi ja kanda kinnitas.

Tollal jäi Kesk-Euroopas palju vanu tehnikasaavutusi unustusehõlma või siis ei saanud neid enam rakendada, sest puudus keskvoim, kellele ei saanud korras hoida ei teid ega akvedukte, kanaleid ega linnade rajatisi.

Peale kõige muu rookis tugevnev kristlus koos kõigi «paganlike» tavadega välja ka antiikaja teadused, nii et üle kogu Öhtumaa laskus ebaisu ja müstitsismi öö. Selle asemel, et sundida loodust oma saladusi välja andma, uurisid õpetlased piibli ilmutusi. Loodusteadus, mille kreeklased olid templitest välja toonud, pagendati taas kirikutesse. Kõik, mis kirikuisade piibellikele ettekujutustele ja tõlgitsustele ei vastanud, oli keelatud ja pandi põlu alla. Usklike tähelepanu pidi olema suunatud sealilma, taevariiki, mitte aga maa peale ega oma maise elu parendamisele.

Tol ajal säilitasid ja rohkendasid antiikaja teaduse- ja tehnikapärandid araablased, õigemini rahvad, kelle araablased Väike-Aasiast Gibraltari alla olid heitnud ja islami riigiks ühendanud. Siin tõusid õitsele matemaatika ja astronoomia, arstiteadus ja keemia, siin kirjutati esimesed suured teosed geograafiast, uuriti bioloogiat ja zooloogiat. Kõrges aus olid siin ka tehnika ja mehaanika.

Alles ringiga üle Araabia sai Öhtumaa tuttavaks niisuguste energia-masinatega nagu

VESIRATAS JA TUULEVESKI,

mis alates 11. ja 12. sajandist kujunesid keskaja tootmise uuteks liikumapanevateks jõududeks.

Ka hobuste moodsad rangrakmed, tugev puit- ja nahktarind, mis toetub hobuse õlgadele ning võimaldab tal kogu oma jõudu näidata, on tõenäoliselt leiutatud Aasias ja Kesk-Euroopasse sisse toodud. Kui seniajani oli hobune suutnud vedada kõigest umbes 30 kilogrammi, siis nüüd oli tema tõmbejõud neli korda suurem.

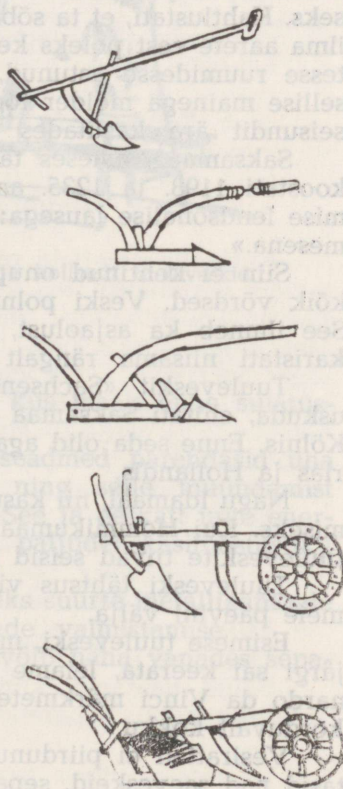
Selle leiutise tulemusena sai hakata paremini maad harima. Uuel raskel ratasadril oli kamara lõikamiseks nuga, rõhtne sahk, mis vagu tõmbas ning hõlm, mis mulda pööras ja kobestas. Sellega sai raskeid muldasid sügavalt künnda või alles üldse harima hakata. Esmajoones aga — tarvitses vaid üks kord vaguda.

Seniajani oli nimelt kaks korda küntud: teisel korral esimese künni vagudega risti, nii et põld nägi pealtvaates välja nagu võre.

Ühtlasi mindi kaheväljaliselt külvikorralt, mille puhul kesa ja viljaväli vaheldusid, nii et sööti jäetud maa järgmise aastani kosuda sai, üle kolmeväljalisele külvikorrale. Pärast kesa kasutati välja heinamaana ja alles siis jälle viljapõlluna.

Me näeme, milline tähtsus oli ainuüksi loomade veojõu paremal ärakasutamisel. Nüüd lisandusid sellele vee- ja tuulejõud.

On oluline teada, et täiesti väljaarenenud feodaalmajanduses koosnes töötav rahvastik talupoegadest ja käsitöolistest. Ei olnud enam orjade väge, kelle tuhandekordset lihasejõudu oleks saanud rakendada. Seepärast tehti kõik, et peale loomade jõu ka loodusjõud inimese teenistusse panna. Vesi ja tuul said nüüd tootmise vajalikeks eeldusteks.



Konksatra lahutavad rasket ratasadrast aastatuhanded



Altvoolu- ja pealtvooluvesiratas

Ainult Vahemere galeeridel säilis veel pikka aega orjatöö. Seal aheldati sunnitöölisi või vange aerupingi külge, kui suured purjelaevad juba ammu mööda meresid seilasid.

Veejõu rakendamisel oli tegemist kas pealtvoolu- või altvooluvesiratastega, olenevalt sellest, kas neid käitas alt vastu labidaid voolav vesi või pani liikuma vesi, mis oma raskusega pealtpoolt labidatele kukkus.

Väsimatult kolisevad veskirattad polnud peagi enam mingi haruldus. Kuid veskid jäid veel pikka aega kohaks, kus näis palju salapäraselt toimuvat.

Me teame paljudest muinasjuttudest, et veskite ümber on põimitud rohkesti salapäraseid muistendeid ning et möldrit peeti halvaks inimeseks. Kahtlustati, et ta sõbrutseb põialpoiste ja veehaldjatega. Kogu maailma aarete eest poleks keegi öösel veskisse läinud või neisse salapärasesse ruumidesse astunud, kui mölder kaasas polnud. Mis ime siis, et sellise mainega mölder tõepoolest veidi pentsikuks muutus või oma eriseisundit ära kasutades talupoegi veidi lollitas.

Saksamaa esimeses tavaõiguste kogumikus, «Sachsenspiegelis», mis koostati 1198. ja 1235. aasta vahel, on veskeid, muide, mainitud järgmise lentsõnalise lausega: «Kes esimesena veskisse jõuab, jahvatab esimesena.»

Siin ei kehtinud onupojapoliitika ega jõukamate mõju, veskis olid kõik võrdsed. Veski polnud lihtsalt mingi seade, ta oli midagi erilist. See ilmneb ka asjaolust, et veskite rikkujaid, rüüstajaid ja lõhkujaid karistati niisama rängalt kui muidu vaid kirikuröövleid.

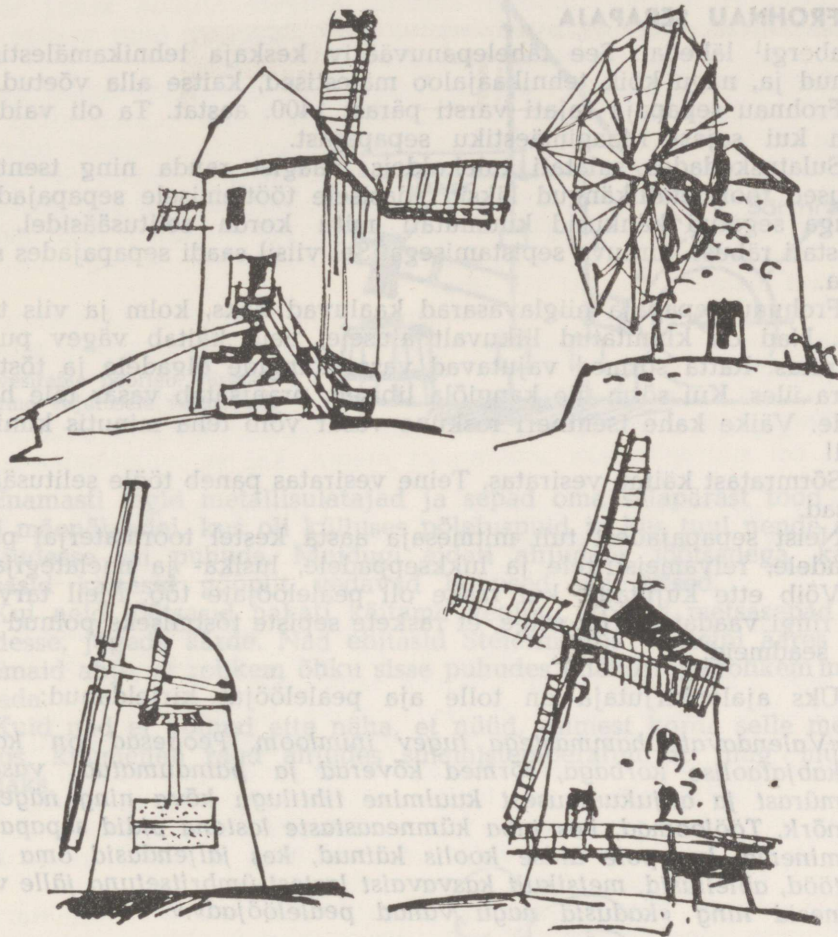
Tuuleveskit «Sachsenspiegelis» veel ei mainitud. Kui kroonikaid uskuda, ehitati Saksamaa pinnale esimene neist tõenäoliselt aastal 1222 Kölnis. Enne seda olid aga tuuleveskid levinud juba Normandias, Flandrias ja Hollandis.

Nagu Idamaal, nii kasutati neid ka Hollandis veetõsteseadmete käitamiseks. Kui Hommikumaa veskite tuulerattad olid rõhtsad, siis Euroopa tuuleveskite tiivad seisid püsti.

Tuuleveski tähtsus vilja jahvatamisel on säilinud palju sajandeid, meie päevini välja.

Esimese tuuleveski, mille pöörlevat kuplit koos tiibadega alati tuule järgi sai keerata, leiame itaalia suure maalikunstniku ja inseneri Leonardo da Vinci märkmetest. Da Vinciga puutume tehnika ajaloos veel korduvalt kokku.

Vesirattad ei piirdunud veskikivide ümberajamisega, üsna pea käitasid nad saeveskeid, sepapajasid ja vanutuskodasid, nad panid liikuma



Pööratav pukktuulik, vanad, pööratava ülaosaga kreeka ja hollandi tuuleveskid

metallisulatusahjude lõõtsad ja maagipurustid, kus maak enne sulatusahju panemist peenestati.

Puidust hammasrattad ja terved ülekandeseadmed parendasid üha rohkem vee mehaanilise energia rakendamist ning selle muundamist pöörlevate rataste ja võllide liikumisenergiaks. See ja eeskätt uute energiaallikate mitmekesine kasutamine suurendas paljudel käsitööstusliku tootmise aladel tunduvalt tööviljakust.

Veejõul käitatud seppapajad tegid võimalikuks suurte metallikankude sepiistamise ning suuremate rauast masinaosade valmistamise.

Kui suurt tööd vee-energia jõul teha sai, võib näha vanades seppapajades. Üks niisuguseid on

FROHNAU SEPAPAJA

Annabergi¹ lähedal. See tähelepanuvääriv keskaja tehnikamälestis on säilinud ja, nagu kõik tehnikaajaloo mälestised, kaitse alla võetud.

Frohnau sepapaja rajati varsti pärast 1400. aastat. Ta oli vaid üks enam kui sajast Maagimäestiku sepapajast.

Sulatuskodades sulatati tulekoldeis maagist rauda ning tsentneri² raskused toormetallikängud läksid edasisele töötlemisele sepapajadesse. Räbuga segatud känkusiid kuumutati mitu korda selitusääsidel. Nad vabastati räbust korduva sepistamisega. Sel viisil saadi sepapajades sepa-rauda.

Frohnau sepapaja hiiglavasarad kaaluvad kaks, kolm ja viis tsentnerit. Nad on kinnitatud liikuvalt alusele, neid käitab vägev puidust sõrmratas. Ratta sõrmed vajutavad vasarakangide õlgadele ja tõstavad vasara üles. Kui sõrm üle kangiõla libiseb, prantsatab vasar täie hooga alasile. Väike kahe tsentneri raskune vasar võib teha minutis kuni 120 lööki!

Sõrmrastat käitab vesiratas. Teine vesiratas paneb tööle selitusääside lõõtsad.

Neist sepapajadest tuli mitmesaja aasta kestel toormaterjal plekk-seppadele, relvameistritele ja lukkseppadele, lusika- ja naelategijatele.

Võib ette kujutada, kui raske oli pealelööjate töö. Meil tarvitseb vaid ringi vaadata ja on selge, et raskete sepieste tõstmiseks polnud min-geid seadmeid.

Üks ajalookirjutaja on tole aja pealelööjat kirjeldanud:

«Valendavate hammastega tugev inimloom. Peopesad on kaetud kabjtaolise korbaga, sõrmed kõverad ja paindumatud, vasarate mürast ja ahjukuumusest kuulmine tihtilugu kõva ning nägemine nõrk. Tööloomad, kes juba kümneaastaste lastena pidid sepapajasse minema, kes pole üldse koolis käinud, kes jäljendasid oma isade tööd, abiellusid, metsikult kasvavaist lastest ümbritsetuna jälle vana-nesid ning «kadusid nagu vanad pealelööjad.»»

Kui selle ametiala pilt visandati, hakkasid feodaalsete suhete rüpes mitmes majandusharus juba kapitalistliku tootmisviisi alged idanema. Ka kaevandamistehnikas, nagu näeme ühes järgmistest peatükkidest, oli saavutatud olulist edu, mis samuti kui parendatud rauasulatamis- ja sepistamistehnikagi, võimaldas tööviljakust tunduvalt suurendada. Uued seadmed, millest olulise osa moodustasid vesirattad energiaallikana, nõudsid üha kaugemaleulatuvat tööjaotust ning palju rohkem raha kui seda oli kaevuritel ja metallisulatajatel, kes seniajani olid omal käel maaki kaevandanud ja sulatanud.

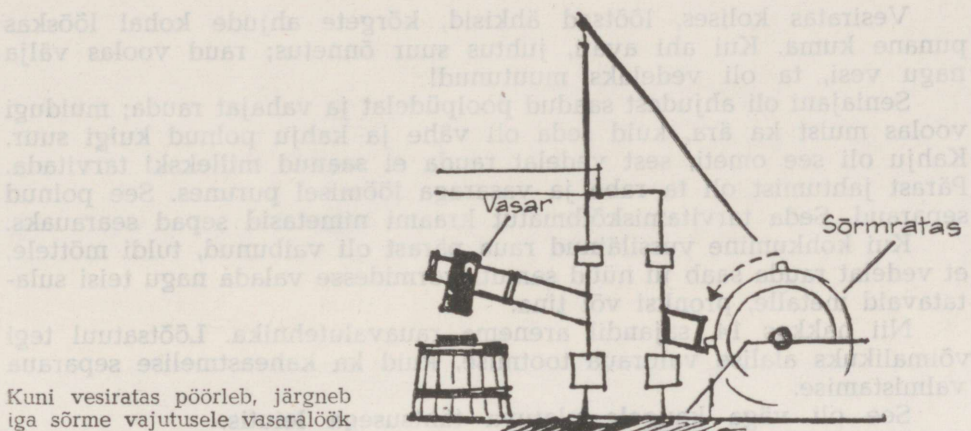
Nüüd mahutasid haljale oksale jõudnud kaupmehed oma raha suurt kasu tootavasse mäetööstusse või siis otsid pajameistrid uusi sulatus-ahje ja kaevandusi juurde ning tegid kaevuritest ja metallisulatajatest, kellele nad tööd andsid, palgatöölised.

Milline mõju neil sepapajade isandatel mäenduse arenemisele oli, sellest teeme juttu mujal.

Nüüd vaatame, kuidas mõjusid veejõul käitatud lõõtsad metalli-sulatusmenetluste parendamisele.

¹ Annaberg-Buchholz, linn Saksa DV-s Karl-Marx-Stadti ringkonnas. Tõlk.

² 1 saksa tsentner on 50 kg. Tõlk.

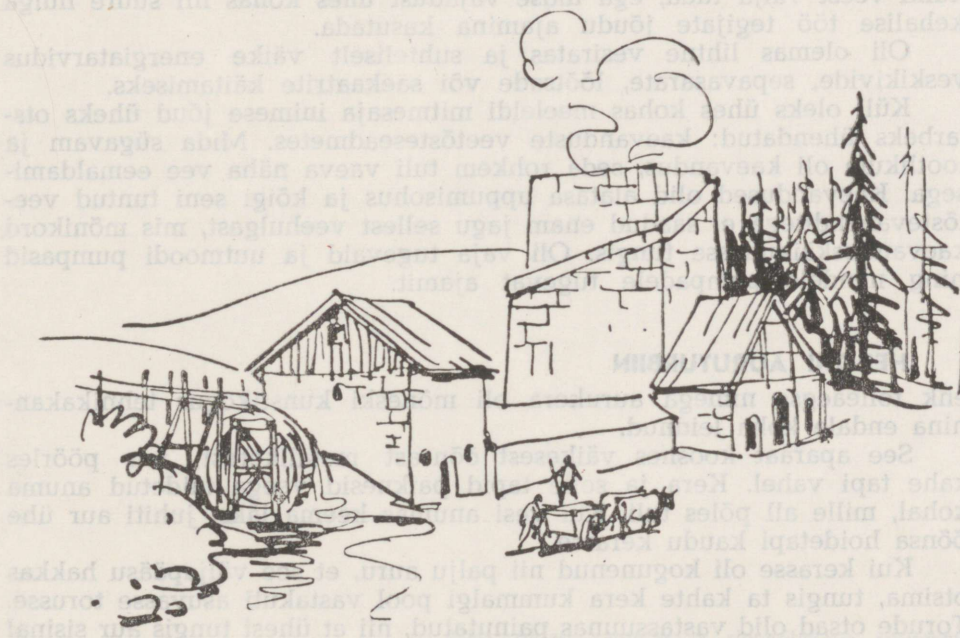


Kuni vesiratas pöörleb, järgneb iga sõrme vajutusele vasaralöök

Enamasti tegid metallisulatatajad ja sepad oma salapärast tööd metsastel mäenõlvadel, kus oli külluses põletuspuid ja kus tuul nende sulatusahjudesse sai puhuda. Muidugi aidati ahjudele lõõtsadega kaasa. Lõõtsasid käitasid gööplit vedavad hobused või kitsed.

Kui neid lõõtsasid hakati käitama veejõul, kolisid metsasepad alla orgudesse, jõgede äärde. Nad ehitasid Steiermargis ja Reini ääres uusi suuremaid ahje, et rohkem õhku sisse puhudes ühekorraga rohkem maaki sulatada.

Kuid nad ei võinud ette näha, et nüüd, esimest korda selle metalli ajaloos, kuumeneb raud ahjudes sulamistemperatuurini ning muutub vedelaks.



Vesiratas kolises, lõõtsad ähkisid, kõrgete ahjude kohal lõõskas punane kuma. Kui ahi avati, juhtus suur õnnetus; raud voolas välja nagu vesi, ta oli vedelaks muutunud!

Seniajani oli ahjudest saadud poolpüdelat ja vahajat rauda; muidugi voolas muist ka ära, kuid seda oli vähe ja kahju polnud kuigi suur. Kahju oli see ometi, sest vedelat rauda ei saanud millekski tarvitada. Pärast jahtumist oli ta rabe ja vasaraga löömisel purunes. See polnud separaud. Seda tarvitamiskõlbatut kraami nimetasid sepad searauaks.

Kui kokkumine vussiläinud raua pärast oli vaibunud, tuldi mõttele, et vedelat rauda saab ju nüüd samuti vormidesse valada nagu teisi sulatatavaid metalle, pronksi või tina.

Nii hakkas 14. sajandil arenema rauavalutehnika. Lõõtsatuul tegi võimalikuks alalise valuraua tootmise, kuid ka kaheastmelise separaua valmistamise.

See oli väga kaugele ulatuva tähtsusega leiutis.

Kõigepealt avastasid rauasulatajad, et sepistamiseks kõlbatut toorrauda sai suurepäraseks searauaks muuta, kui ta tuuletõmbuses teist korda sulas.

Uus tehnoloogia arendati kiiresti nii kaugele, et kõrgahi ei varustanud enam üksnes valurauaga, vaid muretses ümbersulatusahjudele ka toorrauda. Viimastes valmistati separauda, mis oli parem kui kunagi enne.

Ka see areng sai niisiis alguse vesirattast, mis lõõtsa käitas. Voolav vesi kui energiaallikas oli avastatud. Ent keegi ei aimanud, et vesivesikist saab kord kapitalistliku tööstuse vanaema.

Maakera ammandamatuist veejõududest oli kasutusel alles ojake. Teadmisega, et juba 100-meetrise kõrgusvahe korral 4 kuupmeetrit vett võib anda sekundis 4000 kilovatti ehk teiste sõnadega — sooritada sama palju kui 80 000 kehalise töö tegijat, poleks keegi osanud midagi peale hakata. Polnud ju veel olemas võimsaid turbiine, millega neid energiahulki veest välja tuua, ega üldse vajadust ühes kohas nii suure hulga kehalise töö tegijate jõudu ajamina kasutada.

Oli olemas lihtne vesiratas ja suhteliselt väike energiatarvidus vesikivide, sepavasarate, lõõtsade või saekaatriite käitamiseks.

Küll oleks ühes kohas meeeldi mitmesaja inimese jõud üheks otsarbeks ühendatud: kaevanduste veetõsteseadmetes. Mida sügavam ja tootlikum oli kaevandus, seda rohkem tuli vaeva näha vee eemaldamisega. Kaevandused olid alatasa uppumisohus ja kõigi seni tuntud veetõstevahenditega ei saadud enam jagu sellest veehulgast, mis mõnikord kaevanduskäikudesse tungis. Oli vaja tugevaid ja uutmoodi pumpasid ning nendele pumpadele tugevat ajamit.

HERONI AURUTURBIIN

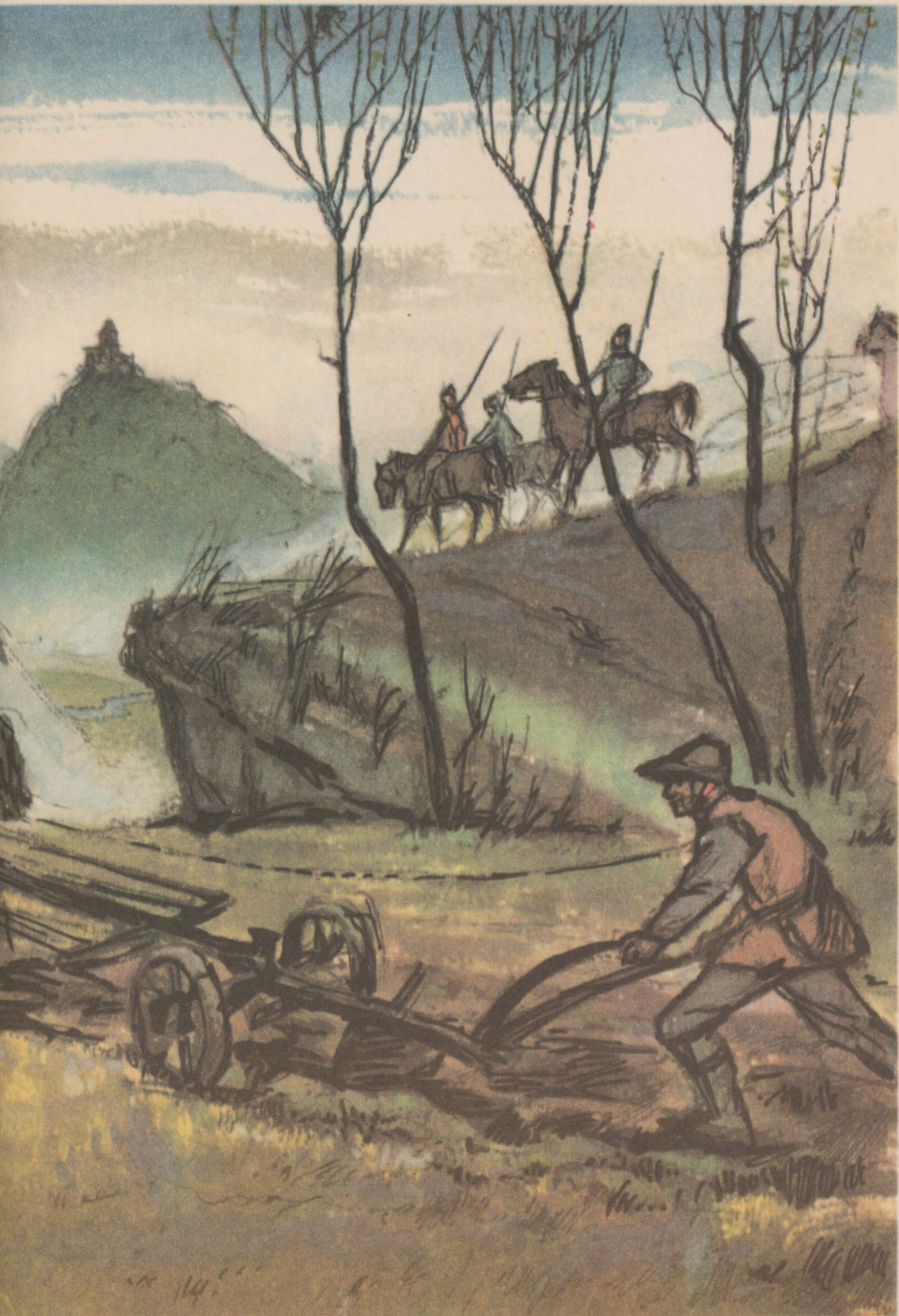
ehk tolleaegse nimega aurukera oli mõneski kunstikogus tehnikakanina endale koha leidnud.

See aparaat koosnes väikesest õõnsast metallkerest, mis pöörles kahe tapi vahel. Kera ja selleapid paiknesid veega täidetud anuma kohal, mille all põles tuli. Kui vesi anumast keema läks, juhiti aur ühe õõnsa hoidetapi kaudu kerasse.

Kui kerasse oli kogunenud nii palju auru, et see väljapääsu hakkas otsima, tungis ta kahte kera kummalgi pool vastakuti asuvasse torusse. Torude otsad olid vastassuunas painutatud, nii et ühest tungis aur sisinal

Alles pärast rangide ja rinnarihmaga sorirakmete kasutamiselevõttu sai loomade veojõudu ka raskete muldade sügavkünnil rakendada.







Heroni aurukera, vaid mänguasi

täisnurga all üles, teisest alla. Tekkinud vastumõju toimel hakkas kera järjest kiiremini pöörlema.

Selliseid «reaktiivturbiine», mis võivad olla ka õhu- või veesurvega käitatavad, on mitmesugusel kujul tänapäevani kasutusel. Iga väljapurskava vee survele pöörlev murukastja töötab samal põhimõttel. Ent nende jõud pole ajamina kasutamiseks küllaldane.

Kaua aega rakendati aurujõudu ainult teravmeelsetes mängukannides või silmapettekks ja mitte ainult Kreeka templites. Üks selliseid imeasju oli ka «puhkur». Preestrid said õõnsas jumalakujus märkamatu vett kuumutada, kuni auru surve jumalakuju suust suure puupunni kõva mürtsuga välja paiskas ja kuum pilv usklite peale vajus. On selge, et jumaluse säärane ilmne vihapurse kokkutulnutele sügavat mõju avaldas ja et nad tegid kõik, mida «nõiduse» alal asjatundlikud preestrid jumala viha leevendamiseks neilt nõudsid.

Järgmistel sajanditel leiutati veel palju aurujõul käitatavaid mänguasju, sealhulgas helisevad oreliviled ja aurukahurid. Nüüd aga ergutasid need füüsikalised mänguasjad tõeliselt kasutamiskõlblikku aurumasinat looma.

17. sajandil tuli tähelepanuväärsele mõttele Giovanni Branca. Roomas 1629. aastal ilmunud raamatus «Le Machine» kirjeldas ta aururatast, milles olid ühendatud puhkur ja vesiratas. Puhkur pidi labadele aurujoa paiskama ning seega ratta koos rattavärgiga liikuma panema.

Niisuguse masina võimsus olnuks muidugi tühine ja puhkuril oleks varsti vähem väljas olnud.

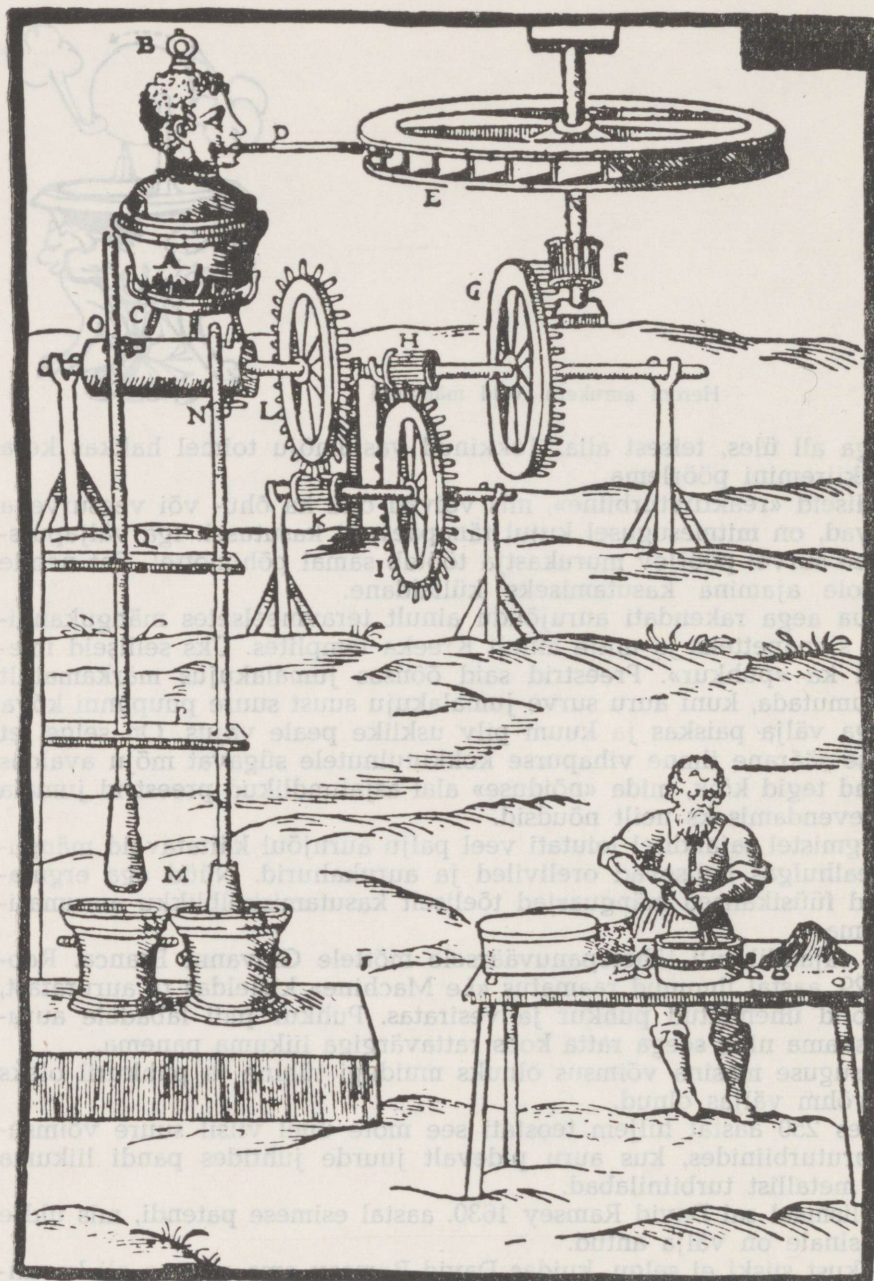
Alles 250 aastat hiljem teostati see mõte uuel viisil suure võimsusega auruturbiinides, kus auru pidevalt juurde juhtides pandi liikuma suured metallist turbiinilabad.

Inglismaal sai David Ramsey 1630. aastal esimese patendi, mis üldse aurumasinale on välja antud.

Ürikust siiski ei selgu, kuidas David Ramsey oma masina oli kavandanud.

See-eest aga kehtib patent nii paljude asjade kohta korraga, et mitmekülgsuse järgi võib üsna hea ettekujutuse saada, mida Inglismaal tollal leiutamiseväärseks peeti. Näiteks:

- 1) salpeetri tootmist,
- 2) vee tõstmist sügavatest kaevandustest tulejõul,
- 3) veskite käitamist seisva veekogu ääres alalise liikumisega ilma tuult, teenindavaid inimesi või hobuseid kasutamata,



Giovanni Branca aururatas. Labadega ratta ja ülekande kaudu pidi puhkur käitama tampimisseadet. (Le Machine, 1629)

- 4) vaipade tootmist ilma kangaspuudeta,
- 5) laevade, paatide ja pargaste valmistamist, mis liiguvad vastu tugevat tormi ja hoovust,
- 6) maapinna viljakuse suurendamist,
- 7) vee tõstmist madalatest kohtadest ja söekaevandustest uuel viisil,
- 8) raua ja vase pehendamist,
- 9) vaha pleegitamist.

Kahtlemata oli David Ramsey eeskätt huvitatud selle patendi varal nende leiutiste mõtte enda nimele kinnistamisest. Ta ise polnud oma patendi ainsagi punkti kohta rakendatavat tehnikalahendust leidnud. Ent teised, kes pärast teda mõnda, isegi tegelikult rakendatavat leiutist tahtsid patentida, pidid suu puhtaks pühkima, sest õigus neile leiutistele kuulus ju Ramsey'le. Sel juhul oleks ta oma õigusi küll vaid suurte raskustega saanud põhjendada, sest tema ettepanekud olid liiga segased ja üldised.

Edaspidi näeme veel korduvalt, kuidas patendikaitse võib tõkkeks saada, kui patent antakse ainult tehnilise lahenduse mõttele, mitte tehnikalahendusele endale, mis alles leiutise moodustab.

Teisest küljest aga oli ja on leiutise kaitse või õigemini leiduri omandiõiguse kaitse oma leiutisele tähtis asi. 15. sajandi lõpul kehtestati Veneetsias esimene patendikord, mis tagas leiutajale eesõiguse oma loomingule ning kaitses teda järeleaimamise eest. Hiljem järgnesid Madalmaad ja Saksi kuurvürstkond.

Kõige täpsemalt rakendati patendindust Inglismaal. Seal oli monopolide kohta kehtivas määruses juba 1624. aastal sätestatud:

«... selles kuningriigis tuleb edaspidi anda patente ja eesõigusi neljateistkümneks aastaks või lühemaks ajaks ainult uute tööstustoodete valmistamise või uute menetluste rakendamise kohta nende toodete või menetluste põelistele esmasleiduritele, tingimusel, et nimetatud tooted või menetlused patendi väljaandmise ajal teistel kasutusel pole.»

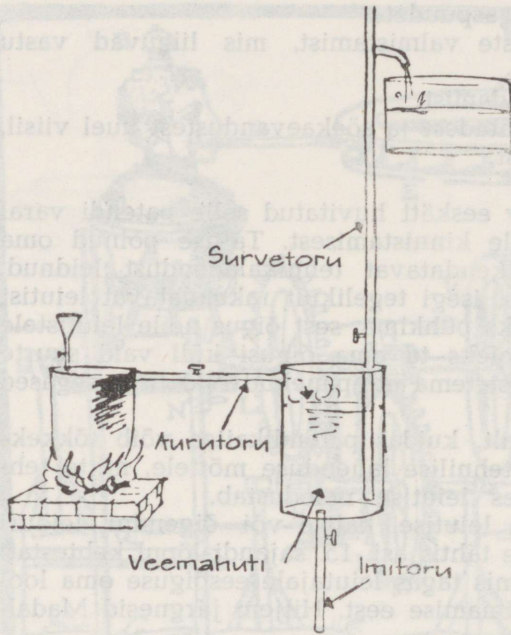
Aja jooksul polnud tugevnev inglise kodanlus enam rahul, et leiuriõiguse andmine oli midagi kuninga armuanni taolist. 18. sajandi lõpul tunnustati leidurite õigust nõuda patenti.

See kõik pidi tehnika arengut Inglismaal väga tugevasti edendama. Aurumasina saamislugu edasi jälgides tuleb meil tegemist Worcesteri markii Edward Somerseti ja tema veetõstemasinaga, mida leidur ise «poolkõikvõimsaks masinaks» nimetas:

«... kui liikuv osa ettepoole või tahapoole, ülespoole või allapoole, ringjoones või nurgi rõht- või püstloodis edasi-tagasi liigub ja liikumapanev jõud pidevalt mõjub, ilma et ükski loetletud liikumistest teisi takistaks või nõrgendaks... Seepärast võin ma seda masinat julgesti nimetada kõige imeväärsemaks seadmeks kogu maailmas. Ta võib väikese jõukuluga tühjendada veest igasuguseid kaevandusi ning isegi kõrgelasuvaid linnu veega varustada.»

Ka seda «kõige imeväärsemat seadet kogu maailmas» pole tegelikult valmistatud, ehkki tema peale 1663. aasta 3. juunil patent anti. Selles patendis on öeldud:

«Worcesteri markii Edward kinnitas tema majesteedile kuningale, et ta pikaajaliste pingutuste ja usinuse ning suure rahakulu tule-



Somerzeti «poolkõikvõimsa masina» oletatav kujundus

musena on avastanud looduse saladuse, nimelt vee tõstemasina, mis on väga tugev ja millel on senituntute ees suuri eeliseid. Ta pole seniajani kasutatud pump või jõumasina ega ka seade, mis töötab imitorude, ämbrite või lõõtsadega, nagu neid tänini on vee tõstmiseks ja teisaldamiseks kasutatud. Sellest masinast on üldsusele suur kasu. Kuna Worcesteri markii on nõus ja valmis maksma tema majasteedile kümnenda osa kõigest kasust, mis ta masinast saab, antakse talle tema leiutise kasutamise peale 99 aastaks ainuõigus.

Kui keegi peaks seda masinat järele tegema või kasutama, siis peab niisugune masin markii omandiks saama. Iga tunni eest, mis keegi ilma markii loata seda masinat kasutab, peab ta viis naelsterlingit trahvi maksma...»

Plaanide ja mudelite järgi ilmneb, et masin koosnes silindrist, kuhu lasti aur, mis seintel veeldus. Nii tekkis silindris õhutühi ruum, mis pärast ventiili avamist täitus veega. Aururõhuga sai vett silindrist kõrgemale suruda. Siis algas lugu otsast. Kui kaks silindrit omavahel ventiilide ning juurde- ja äravoolutorudega ühendada, sai pumbata vett katkematu joana.

Seega polnud tegemist päris aurumasinaga, vaid aurupumbaga, mis vett teisaldas.

Aurumasina ajastu ei alanud niisuguse enam-vähem suuresuuliselt üleskiidetud «poolkõikvõimsa» masinaga, vaid hoopis süütumalt. Seejuures tuleb kõigepealt arvestada, et aurumasinaid ei käita ju ainult aur, vaid ka õhurõhk.

VAAKUM

on silindris niisama oluline kui aur. See selgus juba Worcesteri auru-pumba puhul.

Õhutühja ruumi, vaakumit, ei tohtinud olla ei vanaaja filosoofide kujutluse ega kristliku jumalausu põhitõdede järgi. Ent kui Magdeburgi linnapea Otto von Guericke õhutühja ruumi üle pead murdis, oli senis-tesse usundilistesse kujutelmadesse maailma loomusest juba suur mõra löödud. Kopernik, Kepler ja Galilei olid loonud uue teadusliku maailma-pildi.

Maad ei saanud enam kujutleda maailma paigalseisva keskmene, jumala jalapingina. Teda oli tunnetatud sellena, mis ta tegelikult oli: Päikesesüsteemi planeedina, mis liigub nagu teisedki taevakehad.

Otto von Guericke oli selle uue maailmapildi vaimustatud pooldaja. Teda ei huvitanud Aristotelese arvamus, et tühja ruumi ei saa olla see-tõttu, et seda tuleks pidada võrdseks loomata jäänuga. Ometi on ju Maa olemas ja inimese kunagist olematuse seisundit ei saa taastada. Ka krist-likud usuteadlased, kes eitasid tühja ruumi, kuna «jumal on maailmas kõikjalviibiv ja eimiski saab seetõttu olelda ainult väljaspool jumala maailma», polnud talle ülikoolis oma sofismide kohta ainsatki tõendit suutnud anda.

Otto von Guericke tahtis tõestada, et õhutühja ruumi loomine Maal on võimalik.

Ta ei leppinud enam näiva tõega, et vaakumit pole olemas, kuna kõik õõnsad kehad on täidetud õhuga, mida saab sealt eemaldada vaid siis, kui midagi muud asemele panna. Ta tuli mõttele, et iga vaakumi ei täida miski muu, kui kõigel lasuv väline õhu surve.

Kui aga kõik õõnsused täituvad õhu survega, siis tarvitseb vaid teha anum, millesse õhk ei saa tungida, mida saab tühjaks pumbata ja tühjana säilitada.

Pärast seda, kui ta nimme selle katse jaoks imi- ja suruklapiga õhu-pumba oli leiutanud ning mõningad tühjaks pumbatud, kuid väikese vastupidavusega tammepuidust ja metallist vaadid atmosfääri välise surve toimel purunenud olid, laskis ta valmistada kuulsad paksude vask- ja messingseintega magdeburgi poolkerad. Pärast tühjakspumpamist surus välisõhk kera nii tugevasti kokku, et poolte lahtirebimiseks läks vaja 30 hobuse jõudu.

Sellega polnud maa peal üksnes vaakum tekitatud, vaid oli ka avastatud, milline jõud peitub atmosfääris, meile alaliselt mõjuvas õhu-rõhus.

1672. aastal pani Otto von Guericke mõne lausega kirja tõed, millest teised üsna pea tegid rakenduslikke järeldusi ja mille tulemuseks olid ülemaailmse tähtsusega leiutised:

«Õhk on midagi ainelist. Soojus paisutab ja külm tihendab teda. Õhku saab kokku suruda ja hõrendada. Kuid nii tihendamisel kui ka hõrendamisel on tegelikult piir. Õhul on kaal ja ta surub ise-endale. Ta surub kõigele. Inimesed vaid ei märka seda, kuna nad ise elavad õhus, mis neid igast küljest ühtlaselt ja tasakaalustatult ümbritseb ning neist ühtlasi läbi tungib.»

Ka Galilei ja eelkõige tema õpilane Torricelli olid õhurõhu saladuse jälile saanud. Ent nii vaimukalt kui Otto von Guericke, kes nendest sõltu-matult ja ilma nende katseid tundmata katsetas, nad vaakumit näitlikult ei tutvustanud.



Aastal 1678 laskis Louis XIV oma käskjalgadel kõigis Prantsusmaa linnades kuulutada, et ta oma amatelt, kes tehnikas vilunud on, ettepanekuid ootab oma uue Versailles' lossi parkides purskkaevude ja joastike käikupanemiseks, mis kõik seniolnu peab üle trumpama.

Päikesekuningas, kes prantsuse rahvast talumatult kõrgete maksudega laastas ja raha toretseva õukonna ülalpidamiseks raiskas, laskis aastatel 1681 kuni 1685 Marlys rajada seadmestiku, mida kaua aega peeti tehnika imeks ja «tehnika austusavalduseks päikesekuningale».

Seine'i vool pani pöörlema neliteist 12-meetrise läbimõõduga vesiratast, mis käitasid 221 pumpa. Need tõstsid vett mööda valurauast torusid aste-astmelt enam kui 160 meetri kõrgusele! Kõigepealt tõstsid 64 pumpa vee 48,5 meetri kõrgusele vahehoidlasse, sealt tõstsid 79 pumpa ta 56,5 meetrit kõrgemale teise vahehoidlasse ning 78 pumpa veel 57 meetrit kõrgemale.

Sellelt kõrguselt pääses veerõhk täiel määral maksvusele ning pani kuninga heameeleks tööle igasuguseid purskkaeve.

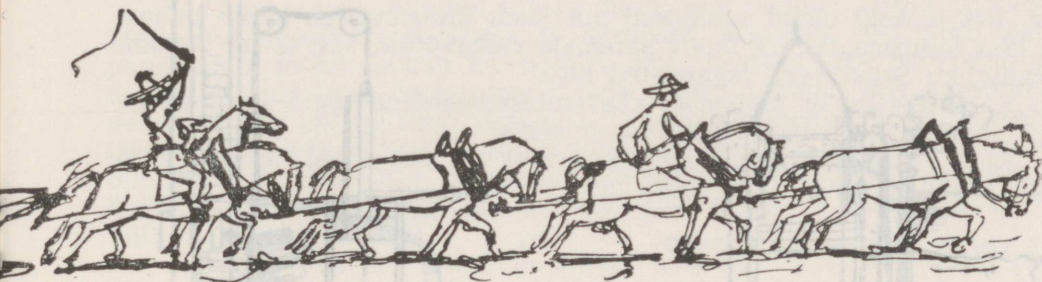
See meeletult kulukas seade, mis olevat läinud maksma 8 miljonit franki, on küll kõige võimsam veetõstemasin, mis kunagi ehitatud — ta tõstis päevas umbes 3200 kuupmeetrit vett —, kuid meie arvutuste järgi oli tema võimsus siiski kõigest 60 kilovatti. Umbes niisama palju kui tänapäeval keskmise veoauto mootori võimsus. Sellest hoolimata oli temast niisama vähe kasu kui Heroni survejõul käitatavatest masinatest. Mänguasi ei lähe sellest kasulikumaks, et ta hiiglasuureks aetakse.

Selle tohutu veetõsteseadmega, mis rahuldab feodalistliku ainuvalitseja toredusearmastust ja priiskamishimu, on aga ühtlasi seoses mõte atmosfäärirõhul töötavast kolbaurumasinast, mis hirmsa kolinaga rajas teed tööstuse arengule.

Teiste seas pakkus end veetõstemasinat ehitama hollandi looduseuurija Christian Huygens, kes töötas Pariisi akadeemias.

Huygens oli suurepärase matemaatik, füüsik ja mehaanik. Ta oli leiutanud pendelkella ning taskukellale terasest balansi. Ta püstitas valguse laineteooria ja tegeles masina leiutamise, milles tahtis tehnikas rakendada jõudusid, mille oli avastanud Otto von Guericke. Ta tahtis vaakumile mõjuva õhurõhuga panna liikuma kolvi.

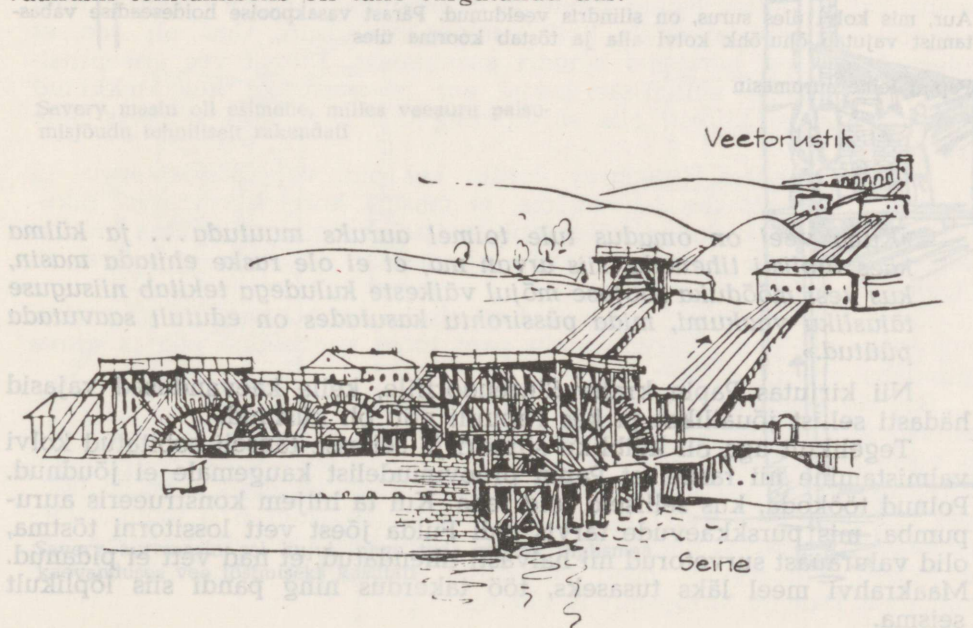
Tema masin koosnes silindrist, millesse oli sobitatud kolb. Läbi augu silindri põhjas puistati kolvi alla veidi püssirohtu ja süüdati. Plahvatuse surve paiskas kolvi vastu tuge silindri ülemisel äärel. Kuni põlemisgaasid läbi silindri külgventiilide väljusid, surus välisõhk aegamisi kolvile ning paiskas selle lõpuks läbi plahvatuse surve tekkinud vaakumi hooga silindrisse tagasi. Uus püssirohulaeng, ja silinder tegi järgmise käigu.



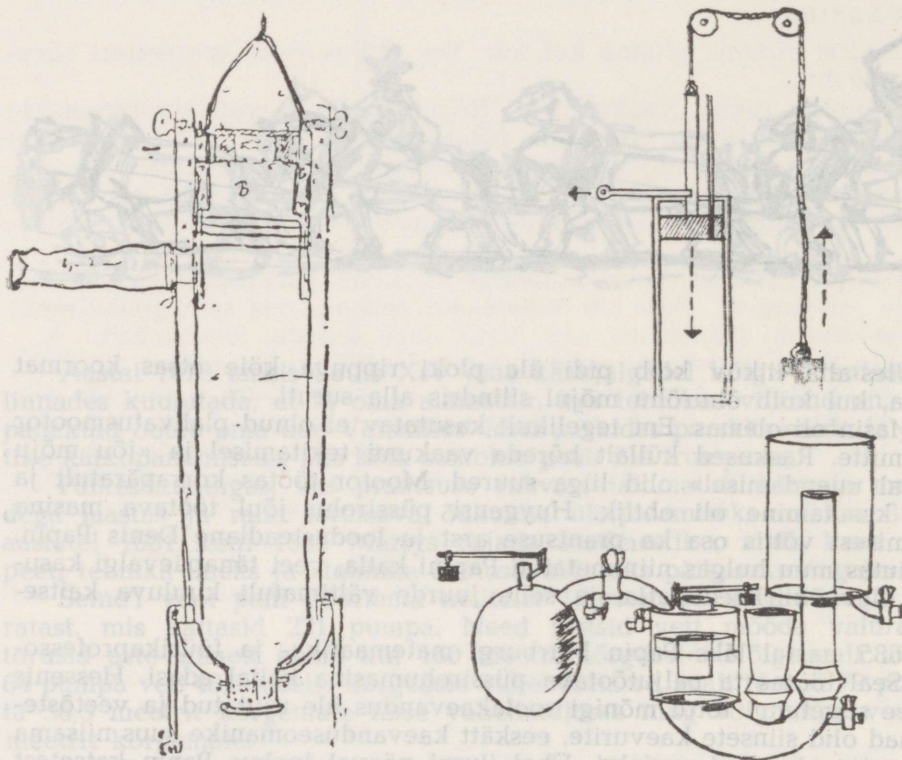
Üles-alla liikuv kolb pidi üle ploki rippuva köie otsas koormat tõstma, kui kolb õhurõhu mõjul silindris alla suruti.

Masin oli olemas. Ent tegelikult kasutatav ei olnud plahvatusmootor veel mitte. Raskused küllalt hõreda vaakumi tekitamisel ja «jõu mõju pideval uuendamisel» olid liiga suured. Mootor töötas korrapäratult ja tema kasutamine oli ohtlik. Huygensi püssirohu jõul töötava masina ehitamisest võttis osa ka prantsuse arst ja loodusteadlane Denis Papin. Ta leiutas muu hulgas niinimetatud Papini katla, veel tänapäevalgi kasutusel oleva kiirkeedukatla, ja selle juurde vältimatult kuuluva kaitseklapi.

1685. aastal läks Papin Marburgi matemaatika- ja füüsikaprofessoriks. Seal töötas ta paljutöötava püssirohumasina kallal edasi. Hessianis oli vee sissetungi tõttu mõnigi soolakaevandus üle ujutatud ja veetõstemasinad olid siinsete kaevurite, eeskätt kaevanduseomanike suus niisama alaline jutuaine kui mujalgi. Ühel ilusal päeval loobus Papin katsetest eluohtlikku püssirohumasinat ühtlaselt käima panna. Parema vahendina vaakumi tekitamiseks oli talle turgatanud aur.



Tohutu suur, kuid siiski väikese tootlikkusega seade Marlysi tähistab vanade jõumasinate võimsuse piiri



Christian Huygensi püssirohu jõul töötav masin. Omakäeline visand aastast 1673

Aur, mis kolvi üles surus, on silindris veeldunud. Pärast vasakpoolse hoideseadise vabastamist vajutab õhurõhk kolvi alla ja tõstab koorma üles

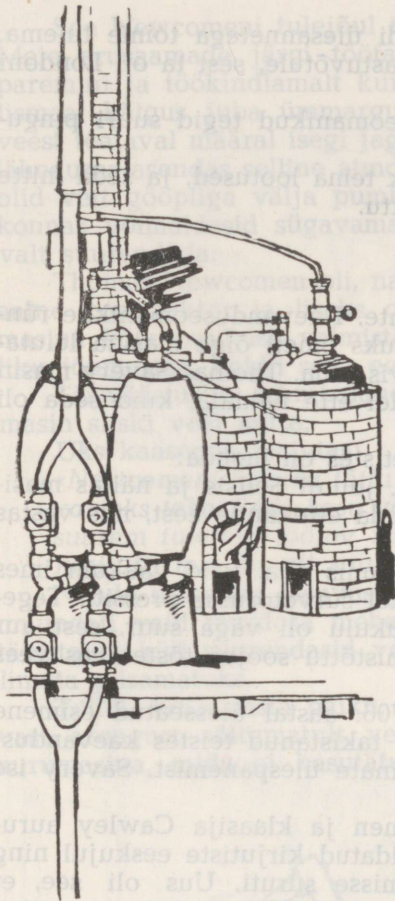
Papini teine aurumasin

«Kuna veel on omadus tule toimel auruks muutuda... ja külma käes tublisti tiheneda, siis arvan ma, et ei ole raske ehitada masin, kus vesi mõõduka soojuse mõjul väikeste kuludega tekitab niisuguse täiusliku vaakumi, mida püssirohtu kasutades on edutult saavutada püütud.»

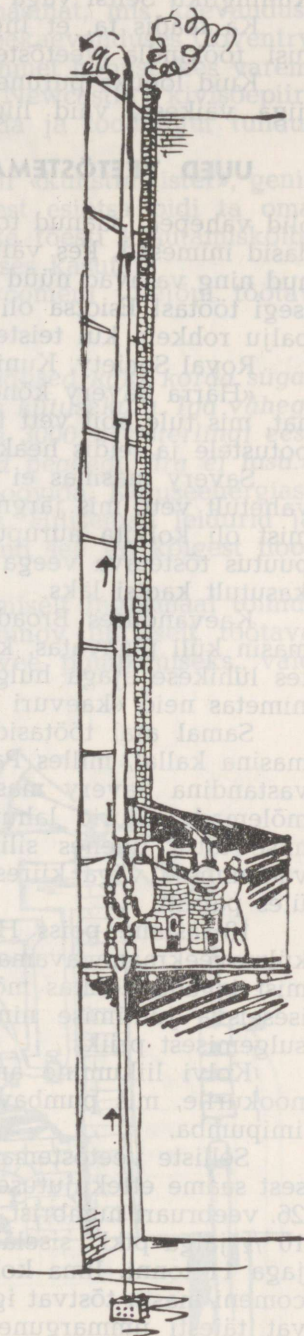
Nii kirjutas Papin krahv Sinzendorffile, kelle kaevandused vajasisid hädasti sellist jõuallikat ja kes Papinilt nõu oli küsinud.

Tegelikult aga oli kõlbliku silindri ja sellesse täpselt sobitatud kolvi valmistamine nii raske, et Papin proovimudelitest kaugemale ei jõudnud. Polnud töökoda, kus selliseid töid teha. Kui ta hiljem konstrueeris auru-pumba, mis purskkaevude tarvis pidi Fulda jõest vett lossitorni tõstma, olid valurauast survetorud nii halvasti tihendatud, et nad vett ei pidanud. Maakrahvi meel läks tusaseks, töö takerdus ning pandi siis lõplikult seisma.

Hessenis ei saanud Papin oma atmosfääriaurumasina plaane teoks teha. Tal oli ühtviisi puudus nii rahast kui ka asjatundlikest käsitöolis-



Savery masin oli esimene, milles veeauru paisu-
misjõudu tehniliselt rakendati



Savery aurumasin sel kujul, nagu teda mõnes Inglismaa
kaevanduses vee tõstmiseks kasutati

test, kes oleksid olnud suutelised uut laadi ülesannetega toime tulema. Ta läks Inglismaale, kus lootis paremale vastuvõtule, sest ta oli Londoni Kuningliku Seltsi väga lugupeetud liige.

Ka teadis ta, et Inglismaa kaevanduseomanikud tegid suuri pingutusi töökindla veetõstemasina saamiseks.

Kuid lõpuks purunesid Inglismaal kõik tema lootused, ja seda mitte liiga väikese, vaid liiga suure huvi tõttu.

UUED VEETÕSTEMASINAD

olid vahepeal saanud tosinate kaupa patente. Kaevanduseomanikke ründasid inimesed, kes väitsid, et nad on lõpuks ometi õige masina leiutanud ning vajavad nüüd vaid ehitamise tarvis raha. Thomas Savery masin isegi töötas! Esiotsa oli tal küll vaid mudel ette näidata, kuid seda oli palju rohkem kui teistel leiduritel.

Royal Society, Kuningliku Seltsi toimetistes on lugeda:

«Härra Savery kõneles 1699. aasta 14. juunil Seltsis ja näitas masinat, mis tule abil vett tõstis, Selts tänas teda ettekande eest, mis vastas ootustele ja leidis heakskiitu.»

Savery masinas ei surutud kolbi vaakumis alla, vaid vaakum imes vahetult vett, mis järgneval auru sisselaskel survetorusse pressiti. Tege- mist oli kolvita aurupumbaga, mille aurukulu oli väga suur, sest aur puutus tõstetava veega vahetult kokku, mistõttu soojus tõstetavas vees kasutult kaotsi läks.

Kaevanduses Broadwatersi lähedal 1706. aastal ülesseatud esimene masin küll plahvatas, kuid see õnnetus ei takistanud teistes kaevandus- tes lühikese ajaga hulga parendatud masinate ülespanemist. Savery ise nimetas neid «kaevuri sõpradeks».

Samal ajal töötasid ka sepp Newcomen ja klaasija Cawley auru- masina kallal, milles Papini tööde ja avaldatud kirjutiste eeskujul ning vastandina Savery masinale kolb vaakumisse suruti. Uus oli see, et mõlemad leidurid lahutasid silindri aurukatlast. Külma vee sissepritsi- mise tõttu tihenes silindrisse lastud aur nii ruttu, et kolb tekkinud vaakumisse väga kiiresti alla suruti ning uue aurujoaga silindris jälle üles paisati.

13-aastane poiss Humphrey Potter, kes pidi vaheldumisi auru- ja külmaveekraane avama ja sulgema, et masina kolvi korrapärasest liikumist tagada, leiutas mõnd köiejuppi ja kaalukangi appi võttes masina iseseisva juhtimise ning sai vaimu nüristavast kraanide avamisest ja sulgemisest priiks.

Kolvi liikumine anti edasi kahepoolsele õõtshoovale, niinimetatud nookurile, mis pumbavarva kaudu pani tööle kaeveõõne põhjas asuva imipumba.

Selliste veetõstemasinate tootlikkusest ja nende valmistamise täpsu- sest saame ettekujutuse, kui loeme «Annales of Newcastle'i» 1763. aasta 26. veebruari numbrist, et linna jõudis hiiglasuur aurusilinder. See olevat 10¹/₂ jalga pikk, siseläbimõõt 74 tolli ning kaaluvat koos kolvi ja põh- jaga 11 tonni. Ilma kolvi ja põhjata kaaluvat silinder 6¹/₂ tonni. New- comeni masin tõstvat iga käiguga 15¹/₂ tonni vett.¹ Silindri sisepind ole- vat täiesti ümmargune, hästi poleeritud ja tegevat valmistajatehasele Colebrook Dale'ile Shropshire'is täit au!

¹ Meie mõõtudes on need väärtused (ümardatuna) vastavalt: 3,7 m, 1,9 m, 11,2 t, 6,6 t ja 15,8 t. Toim.

See Newcomeni tulejõul töötav masin tegi minutis umbes 12 käiku. Meie arusaamade järgi töötas ta äärmiselt aeglaselt, ent siiski palju paremini ja töökindlamalt kui Savery oma. Aastaks 1769 oli Põhja-Inglesmaal käigus juba ümmarguselt sada sellist masinat, mis kaevandusveest teataval määral isegi jagu said. Uhes kivisöökaevanduses Coventry läheduses asendas selline atmosfäärimasin viitkümnet hobust, kes varem olid vett gööpliga välja pumbanud. 75 masinat Newcastle'i kivisööpiirkonnas võimaldasid sügavamaid kaeveõõsi rajada ja toodangut tunduvalt suurendada.

Thomas Newcomen oli, nagu tollal öeldi, suur «kunstimeister», geniaalne konstruktor ja lisaks osav käsitöeline, sest esialgselt pidi ta oma masina kõik osad ise valmistama. Ta lõi esimese tõesti kasutamiskõlbliku jõumasina, ehkki seda eeskätt vaid mäenduses kasutati.

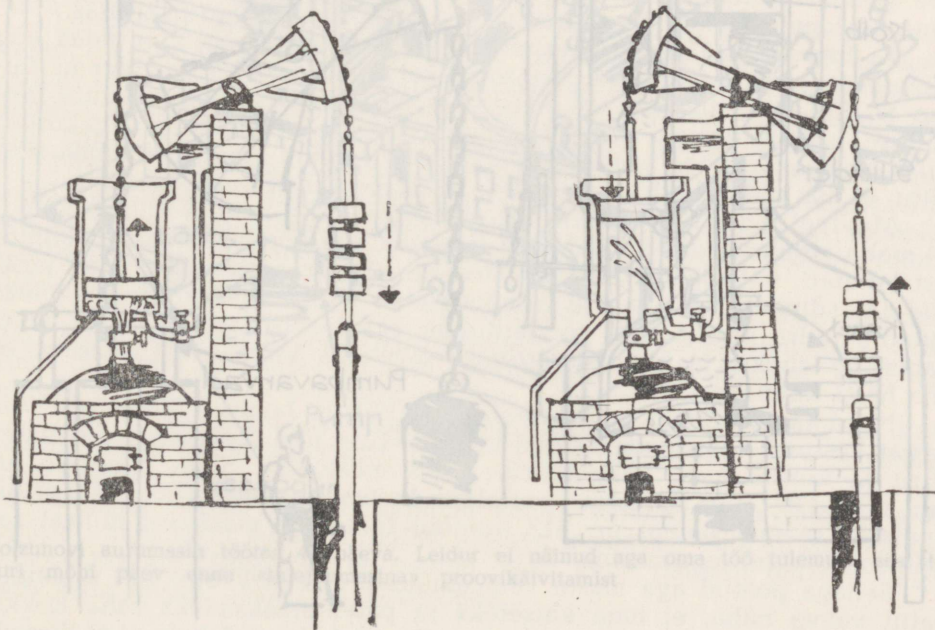
Täisväärtuslik tehnikalahendus polnud Newcomeni tulejõul töötav masin siiski veel mitte.

Üks kaasegne kirjutab:

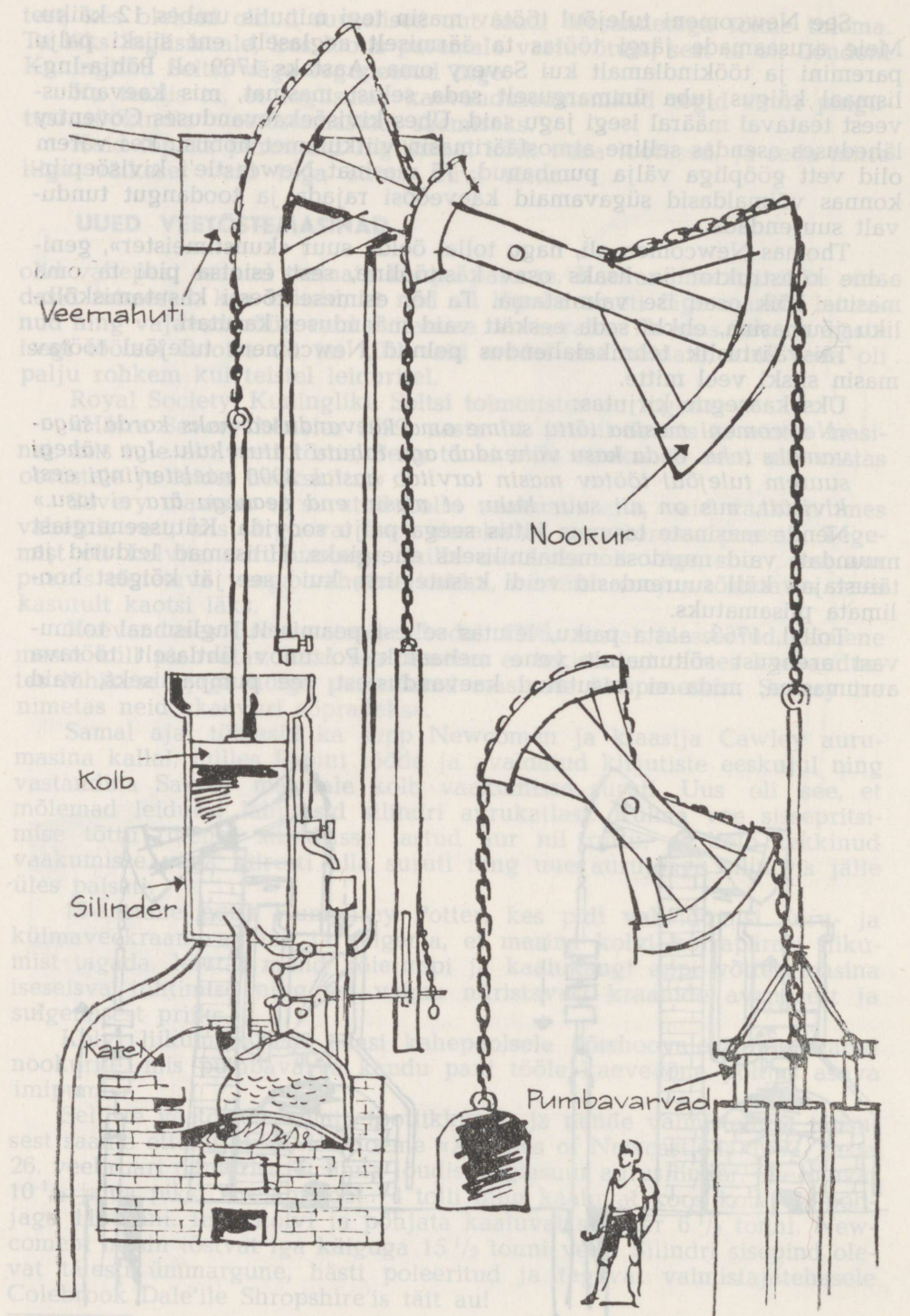
«Newcomeni masina tõttu saime oma kaevandused kaks korda sügavamaks teha. Seda kasu vähendab aga tohutu kütusekulu. Iga vähegi suurem tulejõul töötav masin tarvitab aastas 3000 naelsterlingi eest kivisütt, mis on nii suur kulu, et masin end peaaegu ära ei tasu.»

Nende masinate tasuvus jättis seega palju soovida. Kütuseenergiast muundati vaid murdosa mehaaniliseks energiaks. Hilisemad leidurid ja täiustajad küll suurendasid veidi kasutegurit, kuid see jäi kõigest hoolimata piisamatuks.

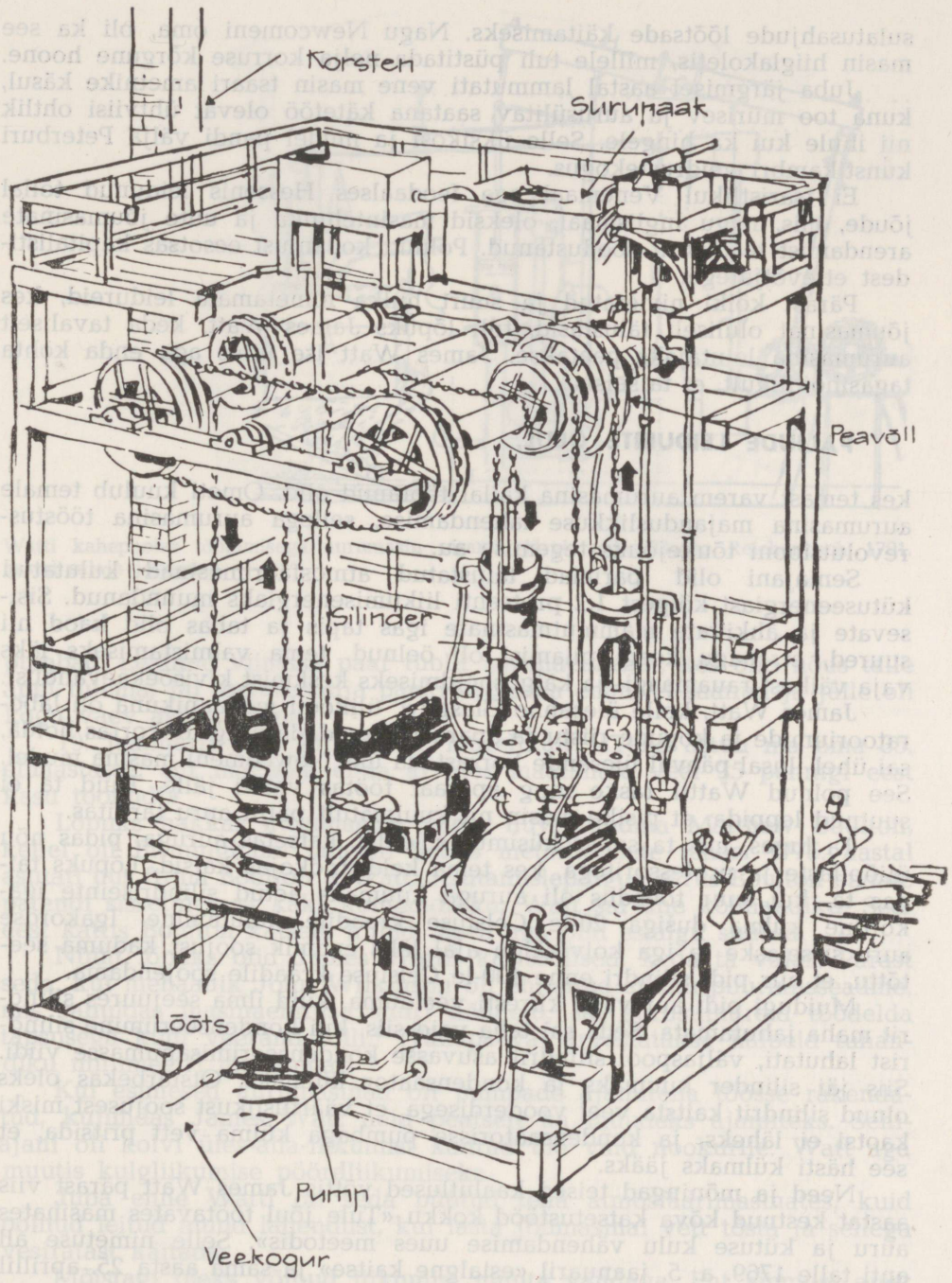
Tollal, 1763. aasta paiku, leiutas sellest peamiselt Inglismaal toimuvast arengust sõltumatult vene mehaanik Polzunov ühtlaselt töötava aurumasina, mida ei kasutatud kaevandustest vee pumpamiseks, vaid



Ules-alla liikuv kolb käivitab nookuri kaudu pumbavarva



Newcomeni täiustatud atmosfääri-aurumasinad tõstsid kaevandusest 24 tunniga 24 000 ämbrit vett



Polzunovi aurumasin töötas 43 päeva. Leidur ei näinud aga oma töö tulemusi, sest ta suri mõni päev enne «tulejumasina» proovikäivitamist

sulatusahjude lõõtsade käitamiseks. Nagu Newcomeni oma, oli ka see masin hiiglakoletis, millele tuli püstitada nelja korruse kõrgune hoone.

Juba järgmisel aastal lammutati vene masin tsaari ametnike käsul, kuna too mürisev ja aurusülitav saatana kätetöö olevat ühtviisi ohtlik nii ihule kui ka hingele. Selle üksikosi ja mudel pandi välja Peterburi kunstikambri veidrustekogus.

Ei tsaristlikul Venemaal ega feodaalses Hessenis leidunud tollal jõude, mis, nagu Inglismaal, oleksid masintehnika ja uute jõumasinate arendamist teadlikult soodustanud. Polnud kodanlust eesotsas kapitalistidest ettevõtjatega.

Pärast kõiki nimetatud ja suurt hulka nimetamata leidureid, kes jõumasinat oluliselt täiustasid, tuli lõpuks James Watt, keda tavaliselt aurumasina leiutajaks peetakse. James Watt ise ütles aga enda kohta tagasihoidlikult, et ta seisis

PALJUDE LEIDURITE ÖLUL,

kes temast varem aurumasina kallal töötanud olid. Ometi kuulub temale aurumasina majanduslikkuse lahendamise, sellega aurumasina tööstusrevolutsiooni tõukejõuks tegemise au.

Seniajani olid parimad täiustatud atmosfäärimasinad kulutatud kütuseenergiast kõigest 1,2 protsenti liikumisenergiaks muundanud. Sisi-sevate ja ähkivate mammutmasinate igas tapis ja tabas olid kaod nii suured, et, nagu keegi pilamisi oli öelnud, tema valmistamiseks läks vaja väikest rauamaagi- ja käigushoidmiseks keskmist kivisöökaevandust.

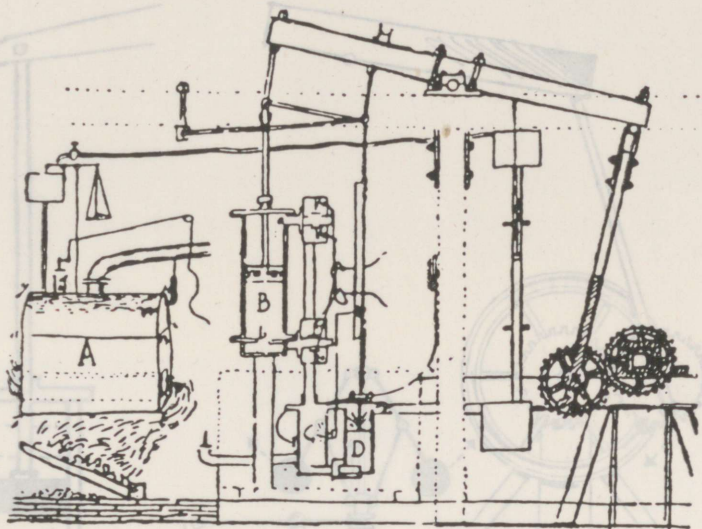
James Watt, kelle ülesanne Glasgow' ülikooli mehaanikuna oli laboratooriumide ja kogude riistu ja aparate hooldada ning töökorras hoida, sai ühel ilusal päeval ülesande korrastada üks Newcomeni masina mudel. See polnud Wattil raske ning aparaat töötas varsti jälle. Kuid ta ei suutnud leppida, et pisike masin nii kuulmatult palju auru tarvitas.

Ta luges, mis ta selles küsimuses leidis, katsetas auruga, pidas nõu üliõpilaste ja professoritega, kes tema keldritöökojas käisid. Lõpuks taipas ta, kui suur tobedus oli auruga kuumaks aetud silindriseinte igakordne külma dušiga 20-le Celsiuse kraadile jahutamine. Igakordse auru sisselaske ja iga kolvikäigu ajal läks enamik soojust kaduma seetõttu, et aur pidi silindri enne 100-le Celsiuse kraadile soojendama.

Muidugi pidi aur väga kiiresti veelduma, kuid ilma seejuures silindrit maha jahutamata. Seda sai teha vaid siis, kui kondenseerumine silindrist lahutati, väljaspool silindrit asuvasse kondenseerimisanumasse viidi. Siis jäi silinder kuumaks ja kondensaator külmaks. Otstarbekas oleks olnud silindrit kaitsta veel vooderdisega, et väärtuslikust soojusest miski kaotsi ei läheks, ja kondensaatorisse pumbaga külma vett pritsida, et see hästi külmaks jääks.

Need ja mõningad teised kaalutlused võttis James Watt pärast viis aastat kestnud kõva katsetustööd kokku «Tule jõul töötavates masinates auru ja kütuse kulu vähendamise uues meetodis». Selle nimetuse all anti talle 1769. a. 5. jaanuaril «esialgne kaitse» ja sama aasta 25. aprillil kuulsaks saanud patent nr. 913 tulejõul töötavale masinale, millest sai esimene tõeline aurumasin.

Sellega polnud aga masin veel ehitatud. James Wattil tuli ütlemata palju vaeva näha, et oma katseteks ja patendimaksudeks raha kokku saada. Kui ta lõpuks oli leidnud rahamehe, ei kõlvanud kuhugi töökojad, kus pidid valmima suure täpsusega silindrid, kolvid, kondensaatorid ja



Watti kahepoolse töötamisega aurumasin visandi järgi, mille Georg Reichenbach 1791. aastal salaja joonistas

pumbad. Leidnud viimaks paar tublit masinaehitajat, kes olid nõus talle appi tulema, jäi toetuseandja pankrotti, raha enam ei saanud ja jälle oli kogu vaev asjata olnud.

19. jaanuaril 1770 kirjutab ta murelikult: «Täna astun ma oma 35. eluaastasse, ent ma pole enda arvates maailmale veel 35 pennigi eest kasu toonud!»

Lõpuks hakkas aurumasina vastu huvi tundma Matthew Boulton, kellel oli Birminghami lähedal Sohos metalltoodete tehas. 1775. aastal asutati uus firma Boulton & Watt. Asutamislepingus varus Boulton endale patendi sissetulekust kaks kolmandikku, Watt sai ühe kolmandiku. See eest kattis Boulton katsete kulud, need aga olid esialgu suured.

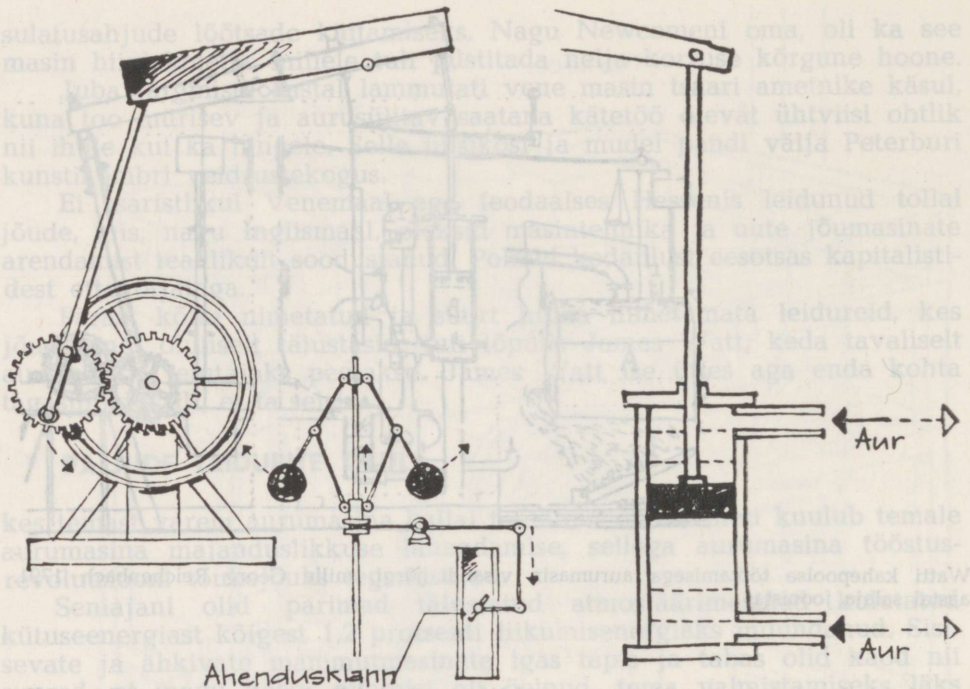
Nüüd lõpuks olid James Wattil käsitöölised, keda ta vajab. Pärast seda, kui mehaanik John Wilkinson oli ehitanud silindripuurimisseadme, mis rahuldab masinaehituse suuri nõudeid, sai aurusilindreid töödelda täpsusega kuni veerand tolli.¹ (Tänapäeval arvestatakse hälbeid tuhandiku millimeetri täpsusega!)

Kui esimesed aurumasinad oli pumpade ajamitena töösse rakendatud, kujundas James Watt neid peatselt ka muudeks ajamiteks. Seni ajani oli kolvi üles-alla-liikumist kantud üle vaid nookurile. Watt aga muutis kulgliikumise pöördliikumiseks.

Juba enne Watti oli seda püütud teha atmosfäärimasinates, kuid polnud leitud muud lahendust, kui lasta jõumasinal vett tõsta ja sellega vesiratast käitada.

Mõistagi oleks võinud liikumist muuta vändaga. Ent ammust ajast tuntud vändale oli seoses tulejõul töötava masinaga võtnud patendi üks nõobivabrikant. Seepärast ei saanud Watt enne patendi tähtaja lõppemist seda lihtsat põhimõtet rakendada.

¹ See on umbes 6,4 mm. Toim.



Ahendusklapp

Watti planetaarülekanne ja tsentrifugaalregulaator auru juurdepääsu automaatseks reguleerimiseks

Vaheldumisi ülalt ja alt sissevoolav aur surub kolvi alla või üles

Ta töötas välja niinimetatud planetaarülekanne, kus üles-alla liikuvale kangiõlale jäigalt kinnitatud hammasratas liigub ümber völli kinnitatud hammasratta ja paneb selle koos völliga pöörlema. Ajami liikumist ühtlustab hooratas. Rataste või ülekanderihmadega sai nüüd völli pöörlemist teiste masinate käitamiseks üle kanda.

Et reguleerida auruga varustamist sõltuvalt masina koormusest, võttis ta kasutusele tsentrifugaalregulaatoriga ühendatud ahendusklapi. Mida kiiremini tsentrifugaalregulaatori mõlemad metallkuulid tiirlevad, seda enam pürivad nad väljapoole ning vähendavad ahendusklappi sulgedes auru juurdepääsu. Tiirlemise aeglustudes vajuvad kuulid allapoole ning avavad tee aurule.

Sel moel on tagatud auru juurdepääs masina koormusega õiges vahekorras, ilma et inimene kontrollima ja juhtima peaks. Watt rakkendas käitamiseks mitte enam ainult atmosfääri survet kolvile, vaid ka auru paisumisjõudu silindris.

Enne seda oli lähtealuseks vastupidine põhimõte. Auruga tekitati vaakum. Nüüd panid kolvi liikuma auru surve ja atmosfääri surve. Üsna varsti pani aga Watt kolvi edasi ja tagasi liikuma ainult aurujõul, ilma et ta oleks lasknud atmosfäärirõhku kolvile mõjuda.

Need niinimetatud kahepoolse töötamisega aurumasinad tarvitasid vaid neljandiku kivisöest, mida neelasid vanad atmosfääri-aurumasinad.

Vee jõul käitatavad sepapajad, kus vahetpidamata mürtsusid vasarad, leegitsesid ääsituled ja tahma-
mustad mehed hõõguvat rauda töötlesid, olid tehnika
arengu kolded.





Pole ime, et Watti aurumasin kiiresti läbi löi. Ta tegi rohkem kui aurumasinalt oli oodatud.

Seda pidi taipama ka õllevabriku omanik, kes vee pumpamiseks oleks meelsasti soetanud Watti aurumasina, kuid kes siiski umbusaldas selle töövõimet. Ta tahtis täpselt teada saada, kas see kallid teraskoletis teeb niisama palju tööd ära kui hobune, kes seni oli pumpa ringi ajanud. Seepärast tegi ta kõigepealt kindlaks hobuse tootlikkuse. Järjest piit-
sutades laskis ta hobusel päev läbi täieliku kurnatuseni gööplit ringi ajada ja vett pumbata. Muidugi tahtis ta aurumasina suhtes suure võimsuse saavutada. Siis arvutas ta välja, et vaene loom oli kaheksa tunniga kaks miljonit kilogrammi vett tõstnud.

James Watt arvutas selle mõõdetud mehaanilise võimsuse järgi välja hobujõu — umbes õllevabrikandi katsele vastavalt — s. o. võimsuse, mida on vaja, et ühes sekundis 75 kilogrammi vett ühe meetri kõrgusele tõsta.

Nii tuli ilmale võimsuseühik — hobujõud¹.

Sellega ei püstitanud James Watt mälestusmärki hobusele üldse, vaid piinatud ja oma töövõime piirini ära kurnatud hobusele. Tegelikult on normaalse hobuse võimsus kõigest umbes $\frac{2}{3}$ hj ja pidev võimsus ilma looma täielikult kurnamata $\frac{1}{2}$ hj ringis.

Ka James Watt ise sai mälestusmärgi kuulsas Londoni Westminster Abbeys «mitte tema surematu nime austamiseks, vaid näitamaks, et inim-
kond on õppinud lugu pidama nendest, kellele ta kõige rohkem tänu võlgu on».

James Watt suri 1819. aastal jõuka mehena. Ta oli saanud rikkaks nagu ettevõtjadki, kes tema masinatega oma vabrikuid käitasid, ent ta olevat sellegipoolest jäänud tagasihoidlikuks meheks, inseneriks, kes ka raugaeas ei saanud elada töökojas töötamata.

Seevastu asutasid kaevanduste ja tekstiilivabrikute omanikud, kes tema poolt vallapäätatud suurest aurujõust esimestena puhaskasu said. rikaste klubisid, kihutasid neljahobusetõldades mööda tänavaid ja pistsid oma edu tõendina, nagu ehtsad tõusikud kunagi, kübarapaela vahele viienaelase rahatähe.

Enne kui hakkame käsitlema neid «tööstureid» ja tööstuskapitalismi ümberkujundavat mõju maailmakorrale, vaatleme mõningaid teisi tehnikas arenemissuundi. See, et aurumasinad ning uued tööpingid ja tekstiilimasinad üldse ehitati ning neid seeriatootmises nii suurel hulgal valmistati, on paljude töölis- ja käsitöölispõlvkondade loomulise töö ja pidevalt kasvanud tööoskuste tulemus. Need põlvkonnad kujundasid kõige erisugusematel aladel eeldused nüüdisaegse tööstuse ja tehnika tekkeks.

¹ Praegu kehtiva rahvusvahelise mõõdustiku järgi on hobujõud (lüh. hj) 735,5 vatti ehk 0,7355 kilovatti, inglise hobujõud (lüh. hp) aga 745,7 vatti. Toim.

MEISTERMEESTEST, INSENERIDEST JA MASINAEHITAJATEST

AURUJÕU TALTSUTAMISEKS ♦ MEIE MASINAEHITAJATE EELKÄIJAD ♦ RENESSANSI-
AJASTUL ♦ PÜSSIROHI, KOMPASS JA PABER ♦ MUST VALGEL ♦ GEORGIUS AGRICOLA
♦ KAEVURIYASAR JA KIRKA ♦ «RÄNDAVAD VESKITOHTRID» ♦ LUKKSEPAD
JA KELLASSEPAD ♦ «ANDROIDID»

AURUJÕU TALTSUTAMISEKS

ja masinaajastusse jõudmiseks läks vaja ka seniseid suuri saavutusi metallisulatuses, metallurgias, masinaehituses ja tööriistade valmistamises. Selles arengus oli oma osa paljudel seppade, puuseppade, veskitohtrite ja meistermeeste põlvkondadel.

James Watt tunnistas avameelselt, et ta seisis paljude leidurite õlul, kes olid tegelnud aurumasina probleemiga enne teda. Ta oli tänulik ka abi eest, mida sai Glasgow's looduseuurijatelt, nagu Blackilt ja Robinsonilt. Nad ajendasid teda teoreetilisi küsimusi selgitama ning juhtisid loodusteadusliku mõtlemise teele.

Muidugi tunneme neist leidlikest ja osavatest käsitööldest nimepidi vaid väheseid; enamik elab edasi nimetus panuses, mis neil on tehnika alalises ja paljudel aladel peaaegu märkamatu arengus. Kuid liiga tihti unustatakse neid üldse mainida.

Minevikus on võetud vaatluse alla eranditult tehnika suurmehi. Need, kes oma leiutiste geniaalsed mõtted teoks suutsid teha, kes kuulsaks ja enamasti ka rikkaks said ja kelle nimi alatiseks on seotud tehnikas revolutsiooni põhjustanud muudatustega.

Nimetuks jäänud uuendajate, isegi kogu töötava rahva teened jäid enamasti hoopis märkamata. Ilma alaliste väikeste ja tibatillukeste edusammudeta kõigil käsitöötehnika aladel, ilma vilumuse ja täpsuse suurenemiseta ning käsitöölaliste, kaevurite ja tööliste rohkete turgatusteta mitmekesiste argiülesannete lahendamisel poleks aga uute tehnikalahenduste mõtet üldse tekkidagi saanud. Sellest rääkimata, et siis loomulikult poleks olnud võimalusi leiutiste tegelikuks elluviimiseks.

Sellest, et ühiskondlikud suhted leiutiste menule aluse panevad ning nende kasutuselevõtu või mahavaikimise üle otsustavad, oli juba juttu. Ent ka ühiskondlikud olud on ju tootlike jõudude, nende iseloomu, ja tootmissuhete peegel.

Järelikult peab nii tehnika kui ka ühiskonna areng leiutamiseks küps olema. See tähendab, et pikema või lühema aja jooksul peab toimuma palju kvantitatiivseid muutusi, mis peaaegu märkamatuks, kuid pidevalt valmistavad ette suurt hüpet: murrangut tehnikas või ühiskonnas.

Kuna tehnikas on uuele kvaliteedile üleminek alati seoses nende inimeste nimega, kes kõiki vahendeid ja võimalusi rakendades uue päeva-valgele toovad, siis väidetakse vahel, et just nemad — Watt, Arkwright või Stephenson, et vaid mõnda nimepidi nimetada — on tehnika seda või teist ala revolutsioneerinud või üldse tööstusrevolutsiooni esile kutsunud. Seejuures — ja see ei vähenda üldse nende leidurite teeneid — tõstis nad tegelikuses esile rahva loomejõud. Nad kasutasid ära kõik nende ajani kogunenud töötulemused, tehnikaalased oskused ja kogemused ning neid kannustasid majanduslikud olud.

Lühidalt, aeg oli küps, nõudis vajalikuks saanud leiutisi ja soodustas mehi, kes neid tegid.

Masinaajastu tehnika küpsemine ilmnes kõige silmanähtavamalt aladel, mis juba vana- ning keskajal tehnika arengut ja lihtsate masinate kasutuselevõttu olid soodustanud.

MEIE MASINAEHITAJATE EELKÄIJAD

töötasid esijoones ehituses, mäenduses ja veskiehituses.

Vanaaja ehitusnäidetest ilmnes juba, kuidas mehaanika kõige lihtsamate põhimõtete rakendamise tulemusena valmisid lihtsad masinad, nagu tõstevahendid, liitplokid, kaldpinnad jms.

Niisuguste masinate areng jäi keskajani seostatuks ehitusega. Linnuste, losside, kirikute ja linnade, ladude ja sadamaseadmete arhitektid või ehitusmeistrid olid ühtaegu ka «masinainsenerid», ainult et tol ajal veel sellist nimetust olemas ei olnud. Masinad, mida nad kasutasid, olid puudust ja seetõttu valmistasid neid puusepad. Küllap nemad tihtipeale tundsid kõige otstarbekamaid tõstevahendeid ja -seadmeid paremini kui tegelikud masinate eest vastutajad.

Kui otsime masinaehitajate eelkäijaid, siis ei kuulu nende hulka üksnes ehitusmeistrid, vaid ka nende abilised, puusepad — üldse ehituse tehnikamehed.

Me tunneme paljusid keskaja silmapaistvaid ehitusmeistreid. Ja kui maname silme ette nende teoseid, Wartburgi Eisenachi juures, Albrechtsburgi Meissenis või Strasbourgi katedraali, siis on sedamaid selge, et tööd pole teinud ainuüksi tublid ehitusmeistrid — arhitektid, kiviraidurid ja sepad —, vaid ka tähelepanuväärsed tehnikamehed.

Kui ehituskunstnikud kiviraiduri nimemärgi näol või mõnel muul viisil oma isikliku töö pitseri jäädvustasid, siis ei tea me niisama hästi kui midagi puuseppadest ja mehaanikutest, kes oma tehnilised abivahendid ehituse teenistusse andsid, kes tellinguid püstitasid ja mitme tonni raskusi tahutud kive paika panid.

Milliseid nõudeid masinainseneridele ja nende abilistele esitati, seda ei tarvitse me välja lugeda vanade katedraalide pilvekõrgustest tornidest või raskesti ligipääsetavatesse kohtadesse rajatud kindlustest; me võime seda lugeda ka vanast raamatust arhitektuuri kohta. Selle lõpetas 1452. aastal itaalia õpetlane Leon Battista Alberti.



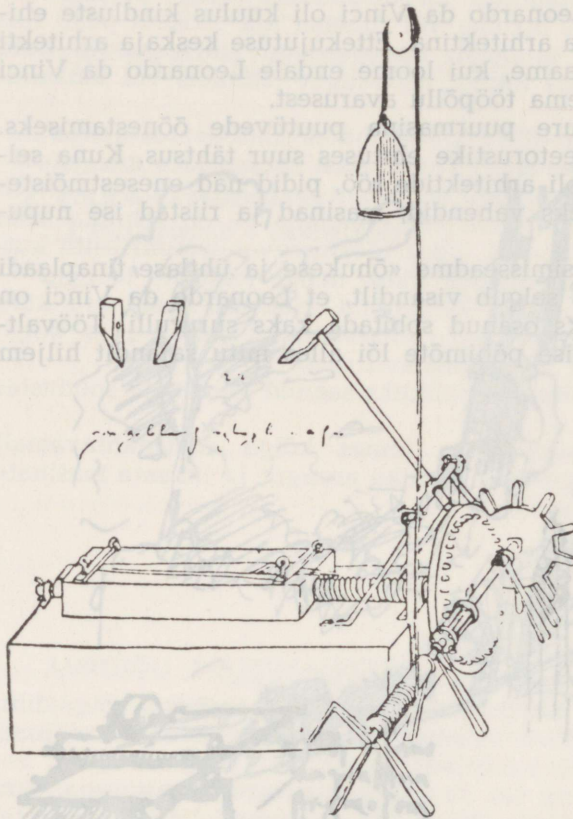
Kõigepealt nendib ta, et arhitektiks kõlbab vaid see, «kes on õppinud kindla ja imekspanemise väärt plaani ja kava järgi nii mõtetes kui ka tunnetes kindlaks määrama ning teoks tegema seda, mis koormaid teisaldades ning kehasid ühendades ja liites inimese eluliselt tähtsamaid vajadusi kõige paremini rahuldab...»

Alberti kirjutas võlvide liikidest, kivisildade ehitusest ja asjust, mis tänini ehitusalasse kuuluvad. Peale selle pühendas ta aga ühe peatüki ka koormate teisaldamisele ja selle juurde kuuluvatele abivahenditele. Ta kirjeldas sobivate teede, s. o. kald- või rullteede ehitamist, andis seletusi liitplokkide, tigude ja hoobade kohta ning näpunäiteid teatud tõude kasutamiseks. Lõpuks manitses ta oma asjatundlikke lugejaid:

«Kui tuleb suurt koormat tõsta, siis peab rahulikult, mõõdukalt ja järelemõeldult töö kallale asuma, sest ka kõige kogenumal võib niisuguses ettevõtmises täiesti ootamatult igasuguseid vääratusi ning paradamatuid vigu ja ohte ette tulla.»

Nii tolle aja kui ka tänapäeva kohta käib kogenud ehitusmeistri väide, et

«kui sul miski korda läheb, mida sa oma mõistust usaldades oled ette võtnud, siis ei ole sinu meeleteravuse kiitus ja tunnustamine mitte nii suur, kui on pahameelelaine sinu plaanituse ja kergemeel- suse üle, kui su töö ebaõnnestub».



Raskusajamiga viiliraidesmasin. Leonardo da Vinci visand u. 1500. aastast

Ta nuputas viiliraidesmasina kallal. Rippuv raskus pidi käitama võlli ning see panema tappülekande kaudu liikuma kruvikelgu. Vasar, mida sõrmratas ikka ja jälle löögiks tõstis, andis viilitorikule ridamisi rööbiti langevaid lööke. Viilitorikut nihutas täpsete vahemaade võrra kruvikelk.

Ka see masin, õigemini sarnane, kuid palju algelisem, leiutati uuesti Prantsusmaal alles 200 aastat hiljem.

Seega näeme, et paljud omal ajal Leonardo leiutatud masinad jäid kasutusele võtmata.

Ta õppis tundma kõike uut, mis käsitööstehnikas välja kujunes. Paremini kui keegi teine tema ajal tundis ta mehaanika põhimõtteid, masinaelementide ehitust ja koostööd. Kuna ta mõistis üksikute töövõtete mehhaniseerimise suuri võimalusi, lõi ta erilise armastusega täiesti uuelaadseid masinaid.

Ta konstrueeris turbiinikujulisi vesirattaid, visandas liikurvankreid, pööratava katusega tuulikuid, ketrusmasinaid, ta vermis enda leiutatud masinaga münte, leiutas sukeldumisaparaadi ja langevarju ning tegeles lennumasinat konstrukteerimisega.

Kuna aga tema ajal manufaktuuridest olid alles alged ja arenenud kapitalistlik tootmisviis veel mägede taga, siis polnud uute energia- ja töömasinate järele veel majanduslikku vajadust. Leonardo oli arengust mitu sammu ees. Seetõttu jäid tema masinad ja aparaadid paberile, ehkki nad olid tehnika seisukohalt mõeldavad ja vähemalt enamik neist juba tollal valmistatavad.

Neid pabereid pidi Leonardo koguni salajas hoidma ja peitma. Aeg mitte ainult polnud tema leiutisteks küps, seda varjutas ka kiriku sünge võim, mistõttu tema masinaid saatana kätetöök arvati. Kuna teda niikui-nii jumalasalgajaks peeti ja ta looduseuurijana asjadega tegeles, mis, kui inkvisitsiooni nuuskurid sellest haisu ninna oleksid saanud, ta tuleriidale oleksid viinud, oli ta oma käsikirjadega nii ettevaatlik, et enamik neist alles sajandeid hiljem jälle päevavalgele tuli.

Siis aga olid tema leiutised ammu uuesti — muidugi teiste poolt ja õigel ajal — tehtud ja kasutusele võetud.

Leonardo da Vinci näite varal saab mõistetavaks, miks keskajast uusaega üleminekul —

RENESSANSIAJASTUL

— just kunstnikud nii suurel määral pöörasid tähelepanu tegelikkusele, ilmalikele asjadele: loodusele, inimese elule ja tööle.

Kaubanduse ja käsitööga rikkaks saanud Itaalia linnades — Veneet-sias, Firenzes ja Milaanos — olid kaubasaksad, laevaomanikud ja panku-rid, samuti ka teenistusaadlikud, kes Itaalia linnade ja väikeriikide vahelistes igavestes sõdades palgasõdurite juhtidena esile olid kerkinud, teatud ühiskondlikuks jõuks saanud. Nad olid maailma näinud mehed, kes söakate meresõitajana, ettevõtlike kaupmeestena või taibukate rahandustegelastena omaenda mõistust usaldasid.

Nende huvid ja mõtted erinesid üsna oluliselt meeste omast, kes seniajani olid valitseva feodaalide klassi mõtlemisviisi määranud. Kui katoliku kiriku usu, teaduse ja ilmaliku ülemvalitsejana oli teadust seni kui teenijatüdrukut oma teenistuses hoidnud ning ainult jumala aupais-tuse ja kõikvõimsuse tõestamiseks ning maa peal kehtiva korra ülista-miseks kasutanud, siis nõudis tõusev kodanlus teaduselt midagi muud.

Rikkad kodanikud ootasid õpetlastelt vastust asjalikele eluküsimus-tele neid huvitava tootmise, haldamise, rahanduse, laevanduse või moodsa sõjatehnika alalt. Nende kaptenid tahtsid usaldusväärseid mere-kaarte ja purjetamise käsiraamatuid, nende linnavalitsused vajasisid õigusteadlasi ja seadusi, mis vastaksid suurkodanluse huvidele, nende sõjapealikud nõudsid suurtüki- ja püssimeistreid, kes peale kahurite valamise oskaksid ka kuulide lennuteed arvutada.

Ühesõnaga — kodanlus tahtis looduses valitsevaid seaduspärasusi tundma õppida ja loodusjõude rakendada. Selleks vajas ta ilmalikke matemaatikuid, astronoomi ja geograafe, tal oli vaja uut teaduslikku maailmavaadet, mille tähelepanu oleks pööratud sellesse maailma, aine-lisse maailma, inimeste vajaduste poole, mis rajaneks tegelikkusel ega hõljuks unistustes paradiisist ja põrgust ning maast kui jumala jala-pingist.

Sellele lisandus kodanlike rahaülikute kihk oma rikkusi avalikult näidata. Polnud haruldus, et nad vallutuste, abiellumise või omaenda võimutäiuse tulemusel said krahvideks, hertsogiteks ja kuningateks, isegi kardinalideks või paavstideks. Nad tahtsid paleesid, losse ja kaubamaju, kallist mööblit ja kullassepatöid, nad tahtsid maale, kus nad jäädvustatud oleksid, marmorist mälestussambaid ja pronksist rinnakujusid.

Kui maalikunst oli seniajani olnud käsitöö ning kiriklikele tellijatele maaliti kindlaskujunenud kujutelmade kohaseid pühakupilte, siis purus-tas uute kodanlike tellijate mõju senise piiratuse. Nad tahtsid, et kuju-tataks neid ja elu, see tähendab, nende elu ja looduse ilu.

93A Ehkki need uued mõtted maalidel suures osas veel usundirüüs või vanade muistendite eeskujul esinesid, määras kujutamisi viisi siiski varase kodanluse ilmalik vaim. Maalid olid elurõõmsad, kujutasid esiplaanil inimesi, ilusaid naisi ja mehi, kes hoopiski enam ei kiratsenud maailmast võõrdunud lihasuretuses, vaid kes kogu südamest ja kõigi meeltega elust rõõmu tundsid.

Samuti kui tõusev kodanlus teadusele uusi ülesandeid andis, aitas tal kloosterlikust piiratud ja kiriku viljatust rüpest vabaneda, müstitsismi maha heita ja tõeliseks teaduseks saada, mis inimese huvides looduseadusi uurib, nii juhtis ta ka kunstnike püüdlused elu tõelusele ja ilule. Tihtipeale innustasid uued ülesanded ka kunstnikke endid loodus- ja elunähtusi teaduslikult seletama.

Maalikunstnikud uurisid inimkeha anatoomiat. Muidugi salaja, sest kirikuvõimud olid anatoomia uurimise keelu alla pannud, nii et isegi arstidel polnud selget ettekujutust inimkeha talitlusest. Kunstnikud tegelesid botaanika ja zooloogiaga, eriti Leonardo uuris väga põhjalikult linnulendu, õhuvoolusi, vee liikumist ja teisi loodusnähtusi.

Kuna uurimisega tegelevad ja iseseisvalt õppivad kunstnikud olid enamasti vabad igasugusest dogmaatilisest piiratud ja kuna neilt nõuti suurte loominguliste ülesannete täitmist, milleks nad lihtsalt pidid rohkem teadma kui teaduse ametlikud esindajad, siis olid mehed, nagu Alberti, Leonardo da Vinci või Michelangelo niisama tähtsad õpetlastena kui kunstnikena. Nad olid teadlased, ehitusmeistrid, insenerid, kirjanikud, maalikunstnikud ja kujurid ühes isikus.

Eelkõige Leonardo isikus olid lausa kõikehõlmavalt liitunud uurija ja kujundaja, avastaja ja leiutaja vaim.

Enesestmõistetavalt ei jäädvustanud need kunstnikud üksnes rahaülikute kuulsust, ei ehitanud ainult neile paleesid ega kindlustanud nende linnu ja sadamaid. Ka kirik pidi kasutama ilmaliku loomingulaadiga kunstnike teeneid, kui ta tahtis end nii kunsti kui ka tehnika poolest võrdselt suurejoonelistest teostega ehtida ja külgetõmbavamaks teha.

Kirik ja tema õpetlased polnud peaaegu üldse andnud tõuget olmelist laadi jõupingutusteks, mis näiteks arhitektuuris ning sellega seostuvas loodusteaduse ja tehnika harudes ilmnesid. Nad ei tahtnud tunnista inimest kui vaimset ja majanduslikku loojat, nad viitasid linnukestele taeva all ja lilledele väljal, kes ei külva ega lõika ja keda issand jumal sellegi poolest toidab.

Vastukaaluna sellele elu-, töö- ja tehnikavaenulikule mõtteviisile, mille eesmärgiks oli säilitada kirikuvürstide ja feodaalisandate võimu, oli tekkinud uus maailmavaade. Seda hoidsid ülal rikkad kodanikud, kes olid kindlad oma jõule ja võimule, teadlased, kes jälle hakkasid teadmisi ammutama kirikuvande alla pandud antiikteadlaste teostest ja kes taas õppisid looduselt ning oma teadmisi katseliselt kontrollisid, samuti kunstnikud, kes avastasid oma loomingule eeskujuks antiikaja täiuslikult ilusad kunstiteosed. Nad valmistasid ette antiigi taassündi.

Mõiste renessanss tähistab kodanluse uuest maailmavaatest vaid üht osa; noore, ülesmäge pürgiva kodanlaste klassi laiahaardelisem liikumine oli humanism. See kaitses isiku õigusi kiriku rõhumise vastu ning liitis taas elustatud vana varakapitalistlikus tootmises tekkiva uuega. See humanism, mis maist olemist ainsa tõelisusena mõistis ning inimesse kui oma saatuse isandasse suhtus, levis üle kogu Euroopa.

Aurujõu taltsutaja James Watt sai küll tugineda paljude talle eelnenud leidurite kogemustele, ent veel rohkem sõltus ta nende mehaanikute, seppade ja puuseppade tööoskusest, kes aitasid tema masinat ehitada.





Friedrich Engels kirjutas, et see aeg oli «suurim edumeelne murrang, mida inimkond oli selle ajani läbi teinud, aeg, mis vajas ja sünnitas hiiglasti, mõttejõu, kirglikkuse ja iseloomu, mitmekülgset ja õpetatust hiiglasti».

Noore kodanluse uue maailmavaate alged ulatuvad 14. sajandisse, õitsengu elas üle see 16. sajandil. Kogu selle aja jooksul oli tema areng seostatud avastuste ja leiutistega, mis kõik kokku kaasa aitasid kapitalistliku tööstuse kujunemisele ja kapitalistliku tootmisviisi võidukäigule.

PÜSSIROHI, KOMPASS JA PABER

olid kolm hiina leiutist, mis põhjustasid suuri muutusi. Nad jõudsid juba selle aja alguses araablaste kaudu Öhtumaale.

Muhamed, kes esines jumal Allahi prohvetina, oli araabia hõimud usus ühendanud ja tema käsul olid nad Araabia viljatutest kõrbetest lahkunud. Enneolematu rõõvsõjaga tungisid nad naabermaadele kallale ning kandsid prohveti rohelise lipu lühikese aja jooksul Ees-Aasiast üle kogu Põhja-Aafrika Hispaaniasse välja.

Musulmanide usuvaimustusest ja vallutamishimust kihutatud ratsameeste jõugud olid kasvanud barbaritena. Kui nad aga olid alla heitnud mitmeid kultuuriliselt palju kõrgemale arenenud rahvaid ning kokku puutunud Vahemere-äärsete rikaste linnadega, mille vaimset ja ainelist kultuuri toitsid alles antiikaja allikad, võtsid araablaste need saavutused kiiresti omaks.

Kuna kogu nende võimupiirkonnas sai araabia keel ametlikuks ja teadlaste keeleks, siis kujunesid võimalused kultuuriliseks ja vaimseks vahetuseks alal, mis enne oli keele- ja territooriumipiiridega killustatud. Uha uued sõjakäigud suurendasid seda ala järjest rohkem ning lõpuks ulatus ta Induse jõest ja Hiina piirist Püreneedeni. Kolme maailmajao kokkupuude, nii paljude rahvaste ja kultuuride rakenduslike käsitööoskuste kui ka ajalooliste teaduslike teadmiste ühteliitmine tõi kaasa teaduse tohutu rikastumise ja õitsengu.

Selles piirkonnas ei katkestatud ka sidemeid antiikaja teadlaste, filosoofide, kirjameeste ja luuletajatega, nagu kiriku võimu all olnud keskaegses Euroopas.

Siin tõlgiti kreeka klassikute teosed araabia keelde ning need said sellist ringteed mööda hiljem ka Öhtumaal jälle tuntuks. Siin asutati ülikoole, suuri raamatukogusid ja tähetorne; araabia uurijate teadmised jäädvustati tähekaartides, meditsiiniõpikutes, anatoomiaatlases ja reisi-kirjeldustes.

Geomeetria ja trigonomeetria areng tõi kaasa matemaatika õitsengu. Pandi alus uuele teadusele, õpetusele võrranditest, algebrale — araabia keeles «al gebr valmokabala», s. t. täiendamine ja võrdlemine. Hindudelt ülevõetud arvusüsteemi täiendati nulliga, nii et sai võimalikuks iga arvu numbritega väljendada.

Nagu August Bebel kord kirjutas, oli araabia kultuuriperioodil «... suur tähtsus kogu inimkonna arengule. Selle kultuuriepohhita olnuks kogu pikk keskaeg koletu vaimutühjus, vaevu ületatav tagasilangus barbaarsusse.»

Araabia kultuuriga puutusid kokku ristisõdalastest rüütlid, kes uute kuningriikide rajamiseks ja Hommikumaa allaheitmiseks — seal voolavat piima ja mett — ikka uuesti ja uuesti muhameedlasi ründasid. Ristisõdalaste, veel rohkem aga tarkade itaalia kaupmeeste kaudu,

-	=	≡	∫	∫̄	∫̄	∫̄	∫̄	∫̄	∫̄	∫̄
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	

Mitmesuguseid näiteid araabia «sif-rite», s. o. numbrite arengust

kellel olid araablastega majanduslikud sidemed, samuti hispaania-araabia tiheda naabruse kaudu jõudsid Kesk-Euroopasse teadmised, raamatud, tehnikavahendid ja leiutised, mis pärinesid araabia maadelt või veelgi kaugemalt — Indiast, Hiinast ja Kesk-Aasiast.

Milline tähtsus oli sel viisil meie maadele tulnud tuulikul, hoburakmetel ja jalusel, seda me juba teame. Sugugi väiksema tähtsusega polnud püssirohi.

«Keemiarelvaga», nagu me tänapäeval ütleksime, olid alailma sõdu pidavad araablased teinud ebameeldivat tutvust juba võitluses bütsantslaste vastu. Peale viskemasinate, liikuvate soomustornide, müürilõhkimismasinate ja teiste sõjamasinate oli neil ka niinimetatud kreeka tuli.

Pommid täideti salpeetri, kustutatud lubja, nafta jt. ainete kergesti süttiva seguga. Kui sellised tuldsülgavad ja tossavad mürsud ründajate sekka kukkusid, oli kohkumine enamasti suurem kui kahju, ent igal juhul said bütsantslased segadusest kasu.

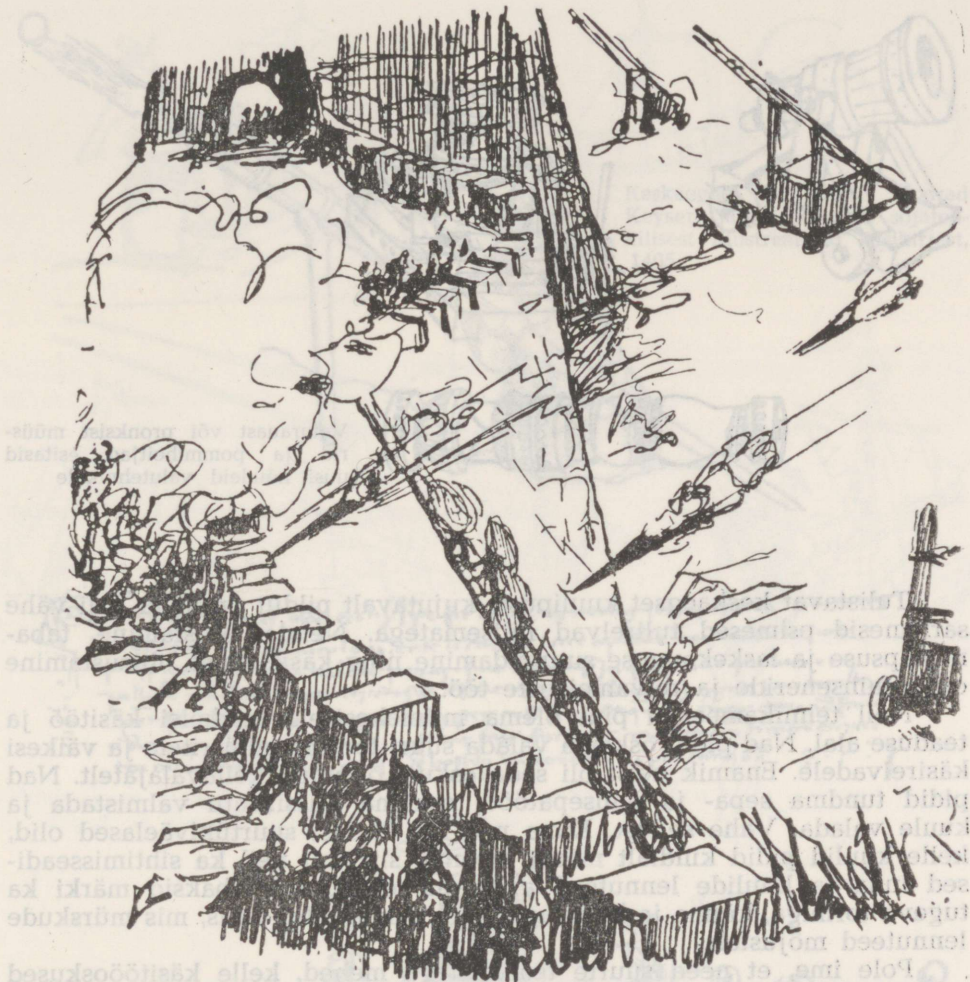
Palju ohtlikumad olid vedelsegud, mida nad tugevate pumpadega vaenlase kindlustustele pritsisid. Selle vedelikuga, millel oli omadus veega kokkupuutumisel plahvatada, tegid nad hirmsa lõpu ka maandumiseks lähenevatele vaenlase laevadele.

Loomulikult mõistatasid araablased ükskord ära, mis see bütsantslaste poolt riigisaladusena varjatud kreeka tuli on. Nad ise tarvitasid seda võitluseks Egiptuses, ja Palestiinas «pühale maale» tunginud ristiriütlite vastu. Nad täiustasid seda ja tegid sellest ründerelva. Süütepommide ja leegiheitjatega varustatud eriüksus kandis asbestrõivaid, nii et ta võis ohutult tormi joosta vaenlase linnadele, mis ta ise oli põlema süüdanud.

Hiinlased, kellega araablased Kesk-Aasias vahetult kokku puutusid, tarvitasid sõjapidamiseks samuti tulevärki meenutavaid kehi, nimelt nooli, mida tõukas püssirohurakett. Neid väga luuleliselt «ründava tule piikideks» nimetatud relvi mainiti kirjalikult esimest korda aastal 1130. Tulenoolte käikulaskmise kohta on täpsemaid andmeid Hiinast aastast 1232. Samal ajal tarvitati Hiinas ka püssirohuga täidetud raudpomme.

Kahtlemata jõudis koos raketipõhimõttega, see on väljuvate põlemisgaaside tagasilöögi tõkkejõu rakendamise oskusega, araablaste kätte ka püssirohu koostis. Sest juba aastal 1285 tegi araablane Hassan al Rammah raamatus «Hiina nool» ettepaneku kasutada rakette torpeedode ajamina.

Euroopas mainitakse püssirohtu kirjanduses esimest korda aastal 1366 luuletaja Francesco Petrarca raamatus. Arvatavasti tarvitati püssirohtu esimest korda juba Crécy lahingus aastal 1346. Teistel andmetel olevat saksa palgasõdurid juba 1331. aastal Itaalia linna Cívidalet piirates tulirelvi kasutanud ning 1340. aastal olevat Terni piiramisel valurauast

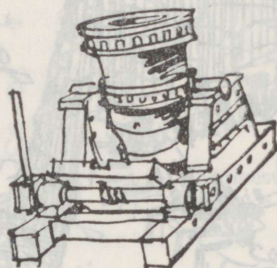
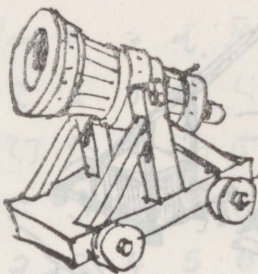


pommiheitjate ja kolm aastat hiljem pronkskahurite ja müüsritega tuljitatud.

Me näeme, et uute hirmsate relvade esimesed hõredad suitsupilved kaovad võitlevate rüütlite lahingumõllus. Ega see nii oluline olegi, millal esimene lask kõlas. Palju tähtsam on selle järelkaja, see on püssirohu ja plii varal väljakujunevad uued sõjapidamisvahendid, mis viimaks rüütlite ajastule lõpu tegid.

Tihti tsiteeritud Berthold Schwarz pole seega püssirohtu — kaaliumsalpeetri, väavli ja puusöe segu — leiutanud. Me ei tea ka seda, kus asusid Euroopa esimesed püssirohuveskid, arvatavasti Reini alamjooksul. Et aga Augsburg juba üsna varakult, 1370. aasta paiku, seal valmistatud müüsrite ja käsitulirelvade poolest kuulus oli, see on üri- kutega tõestatud.

Samuti on kindel, et püssirohtu hakati tarvitama tõukejõuna kuulide relvarauast väljapaiskamiseks Öhtumaal, et seega käsitulirelvad ja suurtükid on leiutatud Öhtumaal.



Valurauast või pronksist müüsid ja pommiheitjad esitasid uusi nõudeid valutehnikale

Tulistavat keskaegset kuulipüssi kujutavalt pildilt on näha, kui vähe sarnanesid esimesed tulirelvad hilisematega. Nende täiustamine, tabamistäpsuse ja laskekauguse suurendamine ning käsitsemise lihtsustamine oli sõjainseneride ja relvameistrite töö.

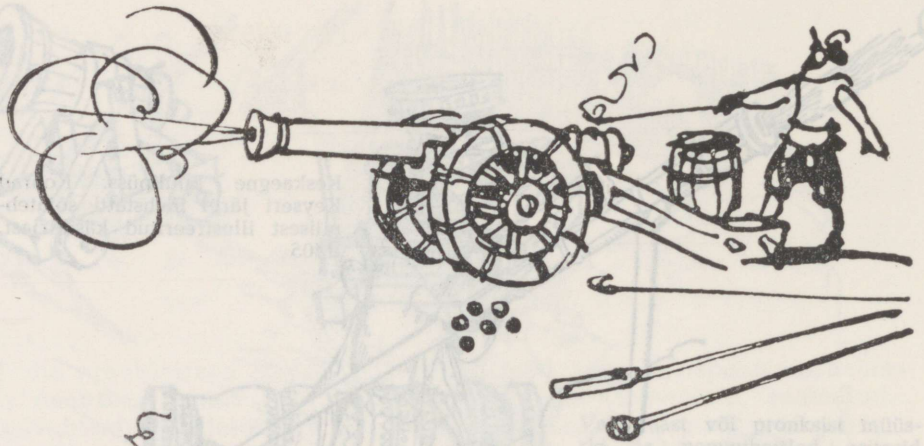
Neil tehnikameestel pidi olema mitmekesiseid teadmisi käsitöö ja teaduse alal. Nad pidid oskama valada suuri torusid müüsidele ja väikesi käsirelvadele. Enamik neist oli seda oskust õppinud kellavalajatelt. Nad pidid tundma sepa- ja puusepatööd, oskama püssirohtu valmistada ja kuule valada. Vähe sellest. Kuna nad ise ühtlasi suurtükiväelased olid, kelle kuulid pidid kindlalt märki tabama, siis tuli neil ka sihtimiseseadised luua ja kuulide lennuteed arvutada, et kuulid tabaksid märki ka tugeva tormiga, külma ja kuumaga, s. o. igas eriolukorras, mis mürskude lennuteed mõjustab.

Pole ime, et need suurte teadmistega mehed, kelle käsitööoskused seni tavalisest kaugelt üle küündisid, suures aus olid. Valitsevad vürstid ja linnaisad, kel tuli alailma tõrjuda röövrüütlite kallaletunge ja pisisõdu, pidid tublisti rahakotti paotama, kui oli vaja mõnda kuulsat relvameistrit ja selle abilisi tööle palgata, et nad välgu ja kõuemürinaga kindlusi purustaksid ja röövlipesi tühjaks suitsetada või linnu kaitsta aitaksid.

Üks kogenud relvameistreid kirjutas oma töö saladustest raamatu, mis avaldati 1420. aasta paiku.

Hiljem kasutati raamatut paljude meistrite välajõpetamiseks, sest sellest tehti üha uusi ärakirju ja ta oli laialt levinud. Seal seisab lugeda: «Relvameister pidagu alati meeles, et kui ta püssirohu ja mürskudega tegeleb, siis on tema käes ta suurim vaenlane, saatan ise.»

Kui tulirelvadel ühest küljest positiivne osa oli, sest nende varal kõrvaldati feodaalne killustatus, tugevnes kuningavõim ja kujunesid keskvõimuga riigid, siis töid nad rahvale kaasa ka suurt kahju ja palju kannatusi. Sõjad muutusid veel julmemaks. Enam ei saadetud lahinguväljale sõda pidama aadlisoost rüütleid ja nende sõjasulaseid, vaid rahva poegi, talumehi ja käsitöölisi, keda sõjateenistusse astuma sunniti või sõduriks värvati.



Saksa kahesteiskümneaelane suurtükk 16. sajandist



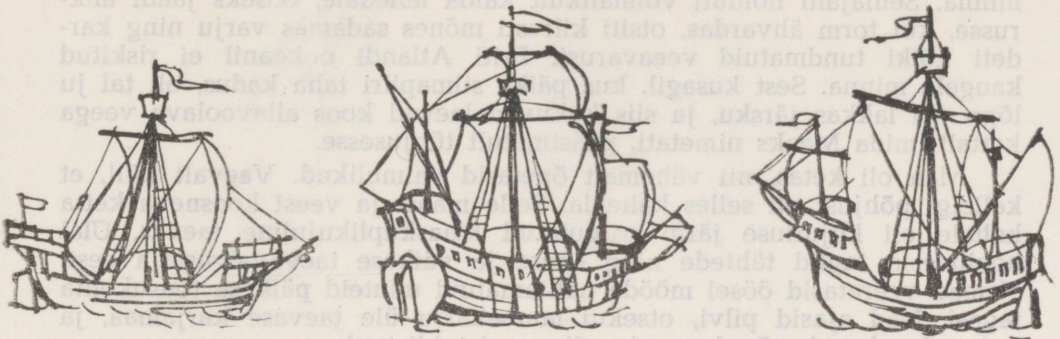
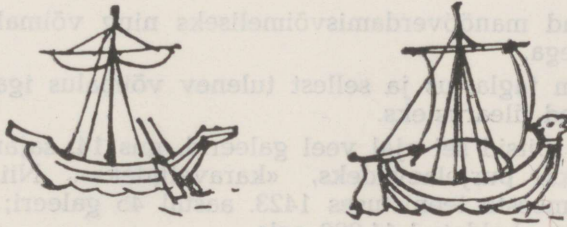
Kui mõõga, piigi ja ammuga olid sõda pidanud selleks eriliselt väljaõpetatud rüütlid ja nende relvakandjad, siis tegid arkebuusid, musketid, müüsid ja serpentiinid sõjast massivägede võitluse.

Koledused, rahvaste kaotused ja vereohvrid suurenesid järjest sedamööda, mida kaugemale jõudis «elajalik märatsus», nagu Leonardo da Vinci tulirelvade arengut nimetas.

Vähemalt sama tähtis, ehkki hoopis teist liiki leiutis oli kompass, põhjasuunda näitav magnetnõel. Ka see jõudis Öhtumaale Hiinast araablaste kaudu.

On teada, et Hiinas leidub igivanu niinimetatud kompassvankreid, mida kasutasid ka indialased. Nende rahvaste meremehed tegid pikki merereise juba siis, kui Vahemere laevamehed ei söandanud ranna äärest kaugemale minna. Vanade allikate ning uuemate uurimistega on tõestatud, et Hiina ja India maadeavastajate laevad on ammu enne Kolumbust Ameerikasse jõudnud.

Ühistest motiividest raidkunstis ja arhitektuuris kui ka keeleteaduslikest ja teistest uurimustest selgub, et Aasia ja Ameerika vahel pidid olema tihedad sidemed ajavahemikul 5. aastasajast enne meie ajaarvamist kuni 12. sajandini meie ajaarvamise järgi. Kui sidemed Hiina ja



Viikingilaevast arenesid kaubalaevad, niinimetatud nefid, ja pärast tüüri leiutamist knorrid, koged ja hulgid. Neile järgnes karavell

Vana-Ameerika vahel olid tõenäoliselt väga lõdvad, siis on indialased Peruu lausa kolonisaatoritena tegelnud. India teadlased on näiteks tõestanud, et peruu algkeeles on üle tuhande india tüve.

Kuna ka viikingid umbes 11. sajandil oma pikkadel merereisidel Ameerikasse jõudsid ja seal asundusi rajasid, on õigustatud küsimus, kas ehk neilgi kompasse põlnud. Tõepoolest oli neil «leidarstein», s. o. juhtkivi, kompassi eellane. Puitümbrisesse pandud magnetkivi ujus veeanus ja näitas täpselt põhja-lõunasuhti. Pealegi ei sõitnud viikingid oma kaugetel retkedel enam pikkadel sihvakatel aerupaatidel, vaid laiad, kõrgete parrastega laevadel, mis tormi ja lainetust paremini talusid. Neil laevadel oli kaks masti ning võõris ja ahtris kõrged tekiehitised. Ka seda tüüpi laeval läks veel aerutajaid vaja.

Suuremad purjed nõudsid, et laeval pidi suurem süvis olema, järelikult asus kiil sügavamal ja stabiliseeris laeva paremini. Sellest võis tulla mõte kiilu tagumine osa liikuvaks teha, nii et sellega kui tüüri laeva juhtida sai.

Esimene puhtpurjelaev oli 12. sajandil «knorr», tüüri ja ühe mastiga laevatüüp. Sellest arendati kuulsad «koged», mis kaubalaevadena astusid Põhja- ja Läänemerel suureneva kaubavahetuse teenistusse. Tüür

tegi need laevad manööverdamisvõimeliseks ning võimaldas purjetada ka tugeva tuulega.

Tüür, parem taglastus ja sellest tulenev võimalus igas tuules sõita tegid aerusulased ülearusteks.

Vahemerel sõitsid sel ajal veel galeerid, mis 14. sajandil kujunesid kolmemastilisteks purjelaevadeks, «karavellideks». Nii näiteks oli Veneetsia kaupmeeste teenistuses 1423. aastal 45 galeeri; aerusulastena oli pinkide külge aheldatud 11 000 orja.

14. sajandil jõudis araablaste kaudu Vahemeremaadele kompass. Nüüd sõandasid ka Itaalia, Hispaania ja Portugali laevad ulgumerele minna. Seniajani hoiduti võimalikult kalda lähedale, ööseks jädi ankrusse, kui torm ähvardas, otsiti kiiresti mõnes sadamas varju ning kardeti kõiki tundmatuid veeavarusi. Eriti Atlandi ookeanil ei riskitud kaugele minna. Sest kusagil, kus päike silmapiiri taha kadus, oli tal ju lõpp. Ta lakkas järsku, ja siis kukuvad laevad koos allavoolava veega kettalt, mida Maaks nimetati, päästmatult tühjusse.

Maa oli ketas, nii vähemalt õpetasid vaimulikud. Vaevalt küll, et kellelgi põhjust oli selles kahelda. Selle maast ja veest koosneva ketta kohale oli kujutluse järgi paigutatud klaaskuplikujuline taevas. Ülal hoolitsesid inglid tähtede ning suure ja väikese taevavalgustaja eest. Nemad veeretasiid öösel mööda nähtamatuid uduteid päikese tõusukohta tagasi. Nad ajasid pilvi, otsekui lambakarju üle taevase karjamaa, ja kui nad puhusid, põsed punnis, oli merel tubli tuul.

Muidugi teadsid mõned haritlased väga hästi, et juba Kreeka vanaajal oli püstitatud väide Maa kerakujulisuse kohta, kuid nad pidasid need ketserlikud mõtted endale.

Sedamööda, kuidas arabia maadelt saadi üha uusi teadmisi ja sealset uurimistulemusi teatavaks said, astus üha rohkem õpetlasi naiivsete piiblikujutluste vastu välja.

Araabias oli «teaduse šaik» Abd ar-Rahman koostanud juba tähe-katalooge. Oli olemas taevagloobusi ja Süüria kõrbes käisid meridiaanikaare mõõtmised, mille järgi sai arvutada maakera übermõõtu. Esimesed gloobused andsid umbkaudse ettekujutuse tollal tuntud maailmast.

Kolumbus oli esimene meremees, kes andmetest maa kerakujulisuse kohta järelduse tegi, et läände sõites võib seni tundmatut Maa tagumist külge mööda jõuda Indiasse ja Jaapanisse.

Kuulus looduseuuriija Paolo Toscanelli Firenzest kinnitas, et Genova kangru pojalt ja meremehel Colombol on oma oletustes õigus. Ta kirjutas: *«Teel läände leitakse need paigad mööda Maa alumist poolt sõites; seniajani on sinna alati jõutud pealtmaa ja maisi ida poole liikudes. Tee sinna on veel niisama tundmatu kui kõik need mereteed. Kuid päralejõudmine on kindel.»*

Et keset teed Lääne-Euroopast Ida-Aasiasse veel üks mander merest kerkis, seda ei aimanud Toscanelli ega Kolumbus.

Kui Kolumbus lõpuks, pärast inkviisitorite risküsitlusi Salamancas ja 21 aastat kestnud edutuid pingutusi Portugali või Hispaania kuningalt laeva saada, merele läks, avastas ta Euroopale Ameerika. Teatavasti arvas Hispaania kuninga poolt petetud, kuulsusest ja rikkusest ilmajätetud mees oma kibestuses ja vaesuses surmatunnini, et on leidnud mereteed Indiasse.

Veneetsia oli Itaalia tähtsaim sadamalinn ning keskaja kaubanduskeskus. Siin randus peaaegu igasuguse ehitusviisi ja suurusega laevu.





Alles pärast tema surma õiendasid maadeavastajate laevad selle eksituse, selgitasid, et tegemist on uue mandriga, purjetasid ümber maailma ja leidsid ümber Aafrika sõites tõelise mereteede Indiassa.

See kõik sai võimalikuks seetõttu, et merelaevadel olid kompassile lisandunud navigatsiooniriistad, nagu kvadrant ja oktant, mida varem olid kasutanud ainult astronoomid.

Avastuste ajajärgul kujunes uus, kõiki teadmisharusid mõjustav maailmapilt. Et andmed uutest maadest, uuest maailmakäsitusest, uutest humanistlikest vaadetest elule, inimesele ja loodusele nii kiiresti üle Euroopa levida said, selle eest võlgneti tänu kolmandale leiutisele, mis tuli samuti Hiinast araablaste kaudu.

Paberi leiutas Hiina ametnik Cai Lun aastal 105. Ta märkas, et kaltsudest, mooruspuukoorest, kanepist ja rohust keedetud kiukõrdist sai pärast õhukeste kihtidena sõelal kuivatamist väga ilusat õhukest villakut. Kui lehti peitsida maarjasega, tekkis tasane, kuid siiski küllalt kare pind, millele sai väga hästi kirjutada.

Seniajani oli Hiinas kirjutatud bambusele või lihvitud puittahvlitele. Nüüd levis paberi tootmine kiiresti. Kuna aga see toode, nagu ka siidi-ussikasvatus ja siidikudumine, riigi saladuseks kuulutati ja kõigil oli surmanuhtluse ähvardusel keelatud sellest võõrastele rääkida, siis piirdus levik Hiina riigiga. Kui araablased 753. aastal Kesk-Aasias Samarkandi vallutasid, langesid nende kätte hiina töölisel, kes ühes töökojas paberit valmistasid. Pärast vangivõtmist avaldasid nad saladuse ja juba mõne aasta pärast töötas ka Bagdadis paberiveski.

Selle ajani tavaline papüürus, poognad, mida saadi papüürusesäsi ribasid risti üksteise peale pressides, tõrjuti täiesti kõrvale. Araabias valmistati paberit juba teatud standardsetes mõõtmetes — seitsmes kaus- tas. Peale selle valmistati veel pakkimis- ja suurätikuid ja õhukest paberit, mida sai edasi toimetada tollase lennuposti, kirjatuvidega.

Üle Sitsiilia ja Hispaania jõudis uus tootmisviis 13. sajandil Euroopasse. Õpetlased ja keskaja mungad, kes teoseid ümber kirjutasid, olid seni kasutanud pärgamenti, mida toodeti karvadest puhastatud ja silu- tud, kuid parkimata loomanahast. Selle kirjutusmaterjali valmistamine oli tülikas, ta oli kallis ja temast oli alati puudus.

Kuna ta nii kallis oli, siis kraapisid mungad vanalt pärgamendilt või usuküsimuste ümber käivates igavestes vaidlustes ketserlikeks tun- nistatud kirjatükkidelt kirja maha, et lehti uuesti kasutada. Muidugi ei osanud mungad arvestada nüüdisteadlaste uudishimu, kes röntgenfoto- graafiaga kaks või isegi kolm korda kustutatud vanu teoseid jälle loe- tavaks teevad. Sellest aga vaid muuseas.

Täieliku tähtsuse omandas paber alles siis, kui koos tõstetavate tähetüüpidega sai alguse raamatutrükkimine.

MUST VALGEL

sai nüüd lugeda, mida paljuresinud inimesed kaugete maade kohta kir- jutasid, kuidas õpetlased maailmaasju ette kujutasid ja mida uut nad olid teada saanud.

Ka raamatutrükkimise alged ulatuvad maale, kelle inimesi me arengu teerajajatena korduvalt oleme maininud — Hiinasse.

Seal valmistati juba 9. sajandil plokkraamatuid. Leheküljed trükiti puittahvlitelt, millel kirjamärgid ja pildid olid voolimise tulemusena muust osast kõrgemad. Sepp Pi Sheng olevat 1045. aastal leiutanud trük-



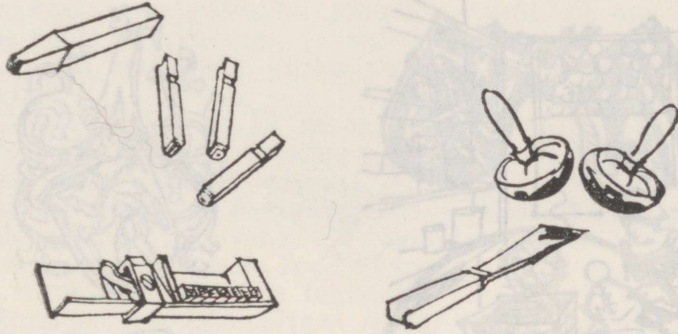
kimise põletatud savist valmistatud üksikute trükitüüpidega, seega teatud mõttes üksikute kirjamärkide tempeltrüki.

Ent ka Euroopas kasutati niisuguseid templeid monogrammide jaoks; juba Antiik-Kreekas värviti riidele mustrit puit- või savitemplitega.

Hiinas valati vasest trükitüüpe esimest korda 1392. aastal. Ka Koreas olevat 1407. aastal samasugused vasest trükitüübid kasutusel olnud. Et Johannes Gutenberg sellest midagi kuulnud oli, on äärmiselt kahtlane. Kindel on küll, et nii Hiinas kui ka Euroopas oli ühesugune vajadus kirjutatu paljundamistööd säästva menetluse järele.

Ümberkirjutamine kloostrivaikuses andis küll suurepäraseid kirjateoseid; peaaegu iga raamat, mida munk mitme aasta jooksul kirjutas, oli tõeline kunstiteos kaunite initsiaalide, keerulise kirja ja kallatud ääreehistega. Ent need raamatud jäid enamasti kloostrite raamatukogudesse. Kui üliõpilased, kaubasaksad, kunstnikud või õpetlased mõne kirikuisa teost, ladina keele grammatikat, seadusekogu või vanaaja teadlase teost oma valdusse saada tahtsid, pidid nad ise hanesule pihku võtma või ränga raha eest kirjutaja palkama.

Seepärast tegelesid paljud targad pead küsimusega, kuidas seda tööd kiirendada ja lihtsustada. Üks väljapääse oli trükkimine lõiketehnikas voolitud puitahvlitega. Menetlusel oli aga see suur puudus, et tähtede puidusse voolimiseks kulus märksa rohkem aega kui lihtsaks ümberkirjutamiseks. Peale selle sai plaadiga teha vaid piiratud arvu tömmiseid.



Patriits, trükitüübid, rivik ja sümboliks saanud värvipadjandid

Hoopis teist teed läks Johannes Gutenberg. Kullassepana, kes tundis hästi ka vermimist, oli tal ülevaade kõigist metallitöös esinevatest võtetest. Ta oli suuteline teostama oma mõtte ühe tähe haaval valatud trükitüüpidest, mida sai ikka uuesti ja uuesti sõna-sõnalt ja rida-realt uuteks trükilehekülgedeks laduda.

Me ei tea Gutenbergi leiutise teokssaamise üksikasju. Me teame vaid, et Gutenberg alguses ise tähti metalltemplite näol «lõikas», see tähendab osavalt viilis ja lihvis. Nende metalltemplitega valmistas ta vormid, milles sai valada igal arvul trükitüüpe, mis olid täpselt niisamasugused kui terasest algupärandid. Muidugi tuli valatud tähti veel veidi töödelda, viilida ja siluda; kui nad aga sorditult tähekesti lahtritesse pandi, siis oli iga A täpselt samasugune kui teised A-d ning ka kõik muud tähed olid omavahel sarnased nagu üks veetilk teisega.

Rivikus laoti tähed, muidugi peegelpildina, tekstiridadeks. Kui rida rea järel laotud oli ja terve lehekülje ladu valmis, siis tõmmati metallplokile rihm nii kõvasti ümber, et ükski täht nihkuda ega välja kukkuda ei saanud. Kruvipressi all tehti trükivärviga kaetud laost nii palju tõmmiseid kui ettenähtud arvule raamatutele vaja läks.

Enne poognate lehthaaval pakki ladumist tuli neid nõõril kuivatada. Et trükk parem saaks, niisutati juba paberit veega; ka värv pidi kuivama.

Nii trükkis Johannes Gutenberg Mainzis 1448. aastal ladina keele grammatika ja astronoomilise kalendri. Nii alustas ta ka kuulsaks saanud piibli trükkimist.

Gutenbergi piibel on tänapäevani ületamatu raamatutrükikunsti meistriteos; sellest hinnalisest raamatust on säilinud 44 eksemplari.

Piibli trükkimine laostas leiduri. Oma kavatsuse elluviimiseks oli ta sunnitud raha laenama, sest tal polnud mingit jõukust ega vara. Rikas kaupmees Johannes Fust laenas talle ajapikku 1600 kuldnat¹ liigkasu-protsendiga. Nagu nüüd välja on arvatud, pidi Gutenberg valama üle kolme miljoni trükitüübi; piibel koosnes kahest paksust kahendikkaustas köitest 1282 leheküljega. Selleks suureks ürituseks pidi ta oma töökoja vastavalt sisustama ning enne trükkimise alustamist palju aastaid töötama. 1455. aastal oli piibel valmis trükitud ning Fust nõudis oma raha tagasi. Loomulikult polnud Gutenbergil ligilähedaseltki niipalju raha.

¹ Kulden oli algselt kuld-, hiljem hõbemünt. Gutenbergi-aegne Reini-äärsete kuurvürstide münditud kulden oli peaaegu puhtast kullast ja kaalus 3,396 g. Nõukogude rubla kullasisaldus on 0,987412 g. Toim.



Trükkitüüpe valasid kirjavalajad

Asi läks kohtusse ja meister kaotas. Seega oli Johannes Fust oma eesmärgi saavutanud: leidur oli laostatud ja ta võis ise töökoja üle võtta.

Enne tüli oli Gutenberg alustanud veel ühe teose, Taaveti laulu- raamatu trükkimist. Ta oli jälle uued tähed valmistanud ning oma trük- kalitega suure ettevõtmise käima pannud. Lõpule viis selle petturliku Johannes Fusti ülesandel trükkal Peter Schöffer. Uhkelt panid nad lõpp- sõnaks:

«Trükkimise ja tähevalamise kunsti leiutamise teel on selle raamatu sulge kasutamata valmistanud ning usinusel jumala auks lõpule vii- nud Mainzi linna kodanik Johann Fust ja Peter Schöffer Gernshei- mist issanda aastal 1457, taevaminemispäeva eelõhtul.»

Gutenbergi nimi vaikiti maha.

Meister asutas uue trükikoja, mille omanikuks oli üks Mainzi advo- kaat, ning valmistas seal veel mitu teost.

Mõnda tema elulõiku varjab täielik pimedus. Uuema aja uurimised on küll palju taas päevavalgele toonud, kuid isegi tema sünniaasta pole veel täpselt teada; arvatakse, et see on 1397. Ka tema surmapäev on teadmata. Igal juhul on kindel, et Gutenberg 1468. aasta 26. veebrua- ril enam elus ei olnud.

Sõjasegaduste tagajärjel — Mainzi pärast võitles kaks peapiis- kopp — lahkus hulk Gutenbergi trükiselle linnast või aeti sealt välja. Nad olid küll töotanud, et hoiavad oma kunsti salajas, aga et nad ka võõrsil pidid peatoidust teenima, avaldasid nad oma teadmised meel- sasti, pealegi kuna «musta kunsti» jüngreid igal pool rõõmuga vastu võeti.

Juba 1470. aastal kirjutas prantsuse õpetlane Guillaume Fichet:

«Nad voolavad üle maailma laiali, nagu omal ajal sõjamehed Trooja hobuse kõhust. Nad kannavad Saksamaalt valgust igasse maailma- jakku.»



Aastal 1500 olevat 208 asulas olnud juba 1213 trükikoda, kus valminud 16 299 teost!

Kui need arvud ongi veidi liialdatud, annavad nad siiski pildi sellest, millise ulatuse oli raamatutrükkimine väheste aastatega võtnud.

Raamatunälg oli piiritu. Aastatuhandete jooksul kogutud teadmistevarad said nüüd kättesaadavateks. Paljud inimesed, kes olid seni pidanud leppima peaaegu ainult vanemate inimeste suuliste pärimuste ja kogemustega, mida nad isiklike kogemuste ja teadmiste võrra rikastatult noorematele edasi andsid, avastasid trükisõna varal uue maailma. Muidugi said seda teha vaid need, kes oskasid ladina keeles kirjutada ja lugeda.

Ladina keel oli Euroopa õpetlaste keel, oli kirikukeel, temast hoidsid kinni ka humanistlikud teadlased. Nagu araabia keel araabia riigis, nii oli ladina keel see ühiskeel, mis võimaldas mõttevahetust rahvaste ja nende murrete keelepiiridest hoolimata. See oli suur eelis. Ent ühtlasi jäi rahvas teaduse edenemisest kõrvale.

Enamik inimesi ei osanud ju isegi omaenda keeles kirjutada ja lugeda, võõrkeelest rääkimata. Rahvas ei saanud aru, mida papid ladina keeles kirikus jutlustasid ega teadnud, mida laulis, kui ta päheõpitud ladinakeelseid kirikulaule jorutas.

Mõned raamatutrükkjalid ja kirjastajad hakkasid ladinakeelseid teoseid tõlkima ja rahvakeeles avaldama. Nii trükkis Albrecht Düreri ristiisa Anton Koberger Nürnbergis juba 1483. aastal saksakeelse piibli ja 1493. aastal maailmakroonika. Tema käe all töötas 24 pressi taga üle saja selli; ta oli oma aja raamatukaupmeeste kuningas.

Kõik, kes tahtsid rahva või vähemalt kirjaoskajate linnakodanike poole pöörduda, lasksid oma raamatud ja kirjutised trükkida rahvakeeles. Ka Albrecht Düreri raamat «Õpetus, kuidas sirkli ja joonlauaga jooni, pindu ja terveid kehasid mõõta» ilmus Nürnbergis saksa keeles.



Kui Martin Luther 1517. aastal oma kuulsad 95 teesi ladina keeles Wittenbergi lossikiriku uksele kinnitas, andis ta sellega õigupoolest mõista, et ta ei pöördunud rahva, vaid selle ülikooli õpetlaste ja üliõpilaste poole, kus ta õpetas. Ta ei rünnanud oma vaidlusväidetega otseselt paavsti või kirikuülikuid, vaid ainult liiale läinud hangeldamist patukustutusega.

Paavst meelitas munkade abiga rahva taskust raha, lubades igähe, kes oma patukustutuskirja eest küllalt maksis, pattudest ja puhastustule needusest vabaks mõista.

Kui aga Lutheri teesid rahvale tõlkes tuttavaks said, nägid inimesed neis ühte tollal küllalt sagedastest rünnakutest paavsti ning tema suurte ja väikeste aukandjate vastu, kes ränga koormana rahva hinge ja taskut rõhusid. Vaimulikud priiskasid, elasid patuelu, valetasid ja petsid, mistõttu neid vihati nagu katku. Imestama pani vaid see, et rünnaku eesotsas oli usuteaduse professor.

Uudis sellest levis nagu kulutuli. Inimesed juubeldasid, kihutasid patukustutuskirjadega kaubitsejad minema ja pildusid nende paberid tuulde.

Kindlasti oli Luther ka ise oma teeside tagajärgedest vapustatud. Ta tahtis alustada vaidlust õpetlastega, ent nüüd nägi rahvas temas

juhti võitluses Rooma majandusliku rõhumise vastu. Et aga enamik vürste, eesotsas Saksi kuurvürstiga, ja teised aadlikud teda selles juhi osas toetasid, lootes rikkalikke kiriku varandusi omadega liita, siis sai Luther julgust.

Kirjutistes, mis nüüd juba ka saksa keeles ilmusid, kuulutas ta, et kirik saab väga hästi läbi ilma Rooma paavstita. Kuna ta enda sõnade järgi oli õppinud «rahva silmist lugema», põhjas ta ka liigkasuvõtmist, prassimist ja üldse toretsemist. Paavsti põlubulla laskis ta põletada, sest tundis end selleks küllalt tugevana. Usuvaidlustes tõugati teda samm-sammult uuenduste taotleja teele. Teda kaitsesid rüütlid ja kodanikud, teda usaldasid linnade kehvikud ja talupojad, kes uskusid, et ta koos nendega võitleb pärisorjuse ja teoorjuse, rikaste tsunftiisandate ja kaupmeeste, kogu maailma ebaõigluse ja omavoli vastu. Me teame, et Luther rahva lootusi üsna peatselt pettis. Talurahvasõjas reetis ta kehvikute ja talupoegade õiglase võitluse. Vastupidi toimis Thomas Müntzer, kes pärast verist lüüasaamist koos tuhandete teistega lõpetas kangelasvõitluse alles surres.

Kuid Luther lõi saksa kirjakeele.

See ongi õigupoolest põhjus, miks me seoses oma ainekuga Martin Lutherit mainime. Raamatutrükitehnika ja Lutheri piiblitõlge, mille ta tegi Wartburgis, aitasid kaasa ühtse saksa kirjakeele kujunemisele.

Seniajani oli näiteks Baieris räägitud ja kirjutatud teises murdes kui Reinimaal, Põhja-Saksimaal või Saksimaal, nii et vastastikune mõistmine oli raske.

Luther valis oma tõlkeks loomulikult selle keele, milles ta ise kirjutas ja mida ta ise kõneles. See oli Saksi kuurvürstkonna kantseleikeel, milles peeti ka kogu Saksi õukonna kirjavahetust. Püüdes kirjutada eriti ilmekalt, rikastas Luther seda kõnekeelest võetud väljendite ja kõnekäändudega. Kõigil Saksa maadel levinud Lutheri piibel, tema teised teosed ja tema mõjuvõim tegid selle kirjakeele väga kiiresti kõikjal mõistetavaks ja loetavaks.

Kes nüüdsest tahtis kõnes või kirjas eri murdeid rääkivate sakslaste poole pöörduda, tegi seda saksi murdel põhinevas uussaksa keeles. Nii sai aluse ühtne saksa kirjakeel.

Sel muudatusterohkel ajal ajas Saksimaal juuri ka teistsugune arengusuund, mis on loodusteaduses ja tehnikas niisama suure tähtsusega. Siin töötas

GEORGIUS AGRICOLA,

Saksa mäenduse isa ning paljude mäenduse ja metallurgiaga seoses olevate teadusharude rajaja.

Ta sündis 1494. aastal Gluchaus ja tema nimi oli Georg Bauer. Hiljem, õpetlasena, järgis ta tollast tava ja võttis endale ladinakeelse nime Georgius Agricola¹.

Ajal, mil ta Gluchaus kirikukoolis käis, levis üha uusi andmeid Kolumbuse avastatud «India maade» kohta. Bauer õppis tundma uut maailma, mis hakkas mõõtmatult avarduma. Hiljem käis ta Zwickau ladinakoolis ja kahekümneaastasena alustas Leipzигis filosoofia, s. t. usu-teaduse ja vanade keelte õpinguid.

Neli aastat hiljem oli ta samas Zwickau koolis, kus ta ise omal ajal õppinud oli, kreeka keele õpetaja ja rektori asetäitja. Aasta hiljem sai

¹ Bauer saksa ja Agricola ladina keeles tähendavad talupoega. Tõlk.

ta uue kreeka kooli rektoriks. Tema koolipinkides istus isegi hulk magist-reid ja doktoreid, et õppida antiikaja keelt, kreeka keelt.

Agricola hakkas suhtlema oma aja suurte humanistlike õpetlastega ja sai Zwickaus tuttavaks ka Thomas Müntzeriga. Kuid nii nagu paljud kodanlased, ei mõistnud ka noor õpetlane revolutsioonilist Thomas Müntzerit, kes töötas koos talupoegade ja lihtrahvaga. Ta ei näinud areneva rahvaliidumise rahvuslikku iseloomu. Ta ei erinenud põrmugi humanistide enamikust, kes astusid küll välja keskaja kiriku piiramatule võimu vastu ning inimese ja teaduse kiriku köidikutest vabastamise eest, kuid mõtlesid seejuures ainult kodanlaste klassi huvidele, kuhu nad ise kuulusid.

1522. aastal jättis Agricola usuteaduse sinnapaika ning hakkas õppima arstiteadust, alguses Leipzgis, pärast aga siirdus Alpide taha renessansi sünnimaale Itaaliasse ning õppis Bolognas ja Veneetsias.

Peale õpingute moodsas ülikoolis tõlkis Georgius Agricola koos teiste õpetlastega vanaaja kuulsate arstide Hippokratese ja Galenose teo-seid, mis raamatukaupmees ja trükkal Aldus Manutius välja andis.

Sel ajal kui kaugel Saksamaal puhkes talurahvasõda, mis laialdas rahvaliidumiseks kujunes, sai Agricola Veneetsias esimese ajendi mäenduse ja mineraloogiaga tegelemiseks.

1526. aastal pöördus Agricola arstiteaduse doktorina Saksamaale tagasi. Thomas Müntzer oli juba hukatud ja rahva usupuhastus oli Lutheri õnnistusel maha surutud. Oli alanud vürstide usupuhastus — nende kasuks ning rikka katoliku kiriku varade kahjuks.

Agricola läks vabasse kaevurilinna Joachimsthali¹ Maagimäestikus. Kümne aasta eest oli siin avastatud suuri hõbedasooni. Kuuldus sellest levis laialt. Kõigilt maadelt voolas siia kaevureid. Mõne aastaga sai Joachimsthali alevikust linn, kus 1521. aastal oli juba 8000 ja veidi hiljem koguni 18000 elanikku.

Piirkond kuulus krahvidele von Schlickidele, kes vermisid hõbe-dat. Nad müntisid nn. Joachimstalereid, kahe loodi² raskusi hõbedast kuldenkrosse, mida hiljem hakati lihtsalt taalriks nimetama.

Vanu teoseid uurides avastas Agricola, et antiikajal olid olnud tarvi-tusel mineraalidest saadud ravimid. Neid mineraale tahtiski ta kaevan-duspiirkonnast otsida. Kiiresti kasvavasse linna oli ta seega tulnud ees-kätt arstina. Siin ta lausa tahtmatult tunnetas, et edukas kaevur peab olema kodus paljudes oskustes ja teadustes.

See polnud sugugi kooskõlas tema aja õpetatud meeste üldiste arusaamadega. Mäetööstus oli Saksamaal küll õitsengul; Siegerlandist, kus eelajaloolisel ajal töötasid esimesed rauasulatajad Saksamaa pinnal, oli maagikaevandamine üle Harzi ja Ülem-Harzi Maagimäestikku levi-nud. Eelkõige kaevandati hõbedat, vaske, tina ja muidugi rauda. Saksa-maa oli mäetööstusmaade hulgas õigusega esikohal.

Keiser Karl V nimetas 1525. aastal kaevandusi «suurimaks anniks ja kasuks, mille kõigevägevam Saksa maadele on andnud». Ta hindas kaevanduste aastatoodangut kahele miljonile kuldkuldnale, mis oli tolle aja kohta lausa fantastiline summa. Pole ime, et vürstid, suurkaupmehed ja pankurid, nagu Fuggerid, Welserid või Höchstetterid sellele toodangule suurt tähelepanu pöörasid. Nad kauplesid kulla, hõbedat ja vasega. Nad aga mahutasid ka mäetööstuskäitistesse kapitali, et nende mõju «kulla»-

¹ Praegune Tšehhoslovakkias olev linn Jáchymov [loe: jaaksimof], Karlovy Vary lähedal, 1966. a. 4608 el. *Toim.*

² 1 lood = 16,67 g; Joachimstaler sisaldas 27,20 g hõbedat. *Toim.*

kaevandustes ja metallurgiatehastes täielik oleks ning et nad tehnika täiustamise teel saaksid toodangut suurendada.

Mäenduse suurest majanduslikust tähtsusest hoolimata oli ta paljudele midagi õudset, koguni häbiväärne tööala.

Agricola, kes peagi kõigis kaevandustes, sulatusahjudes ja töökodades heaks asjatundjaks osutus ning igal pool innukalt vaatles, uuris ja märkmeid tegi, käsitles neid õpetatud ametivendade väärettekujutusi oma raamatutes, eriti kaevandus- ja metallisulatustehnikasse puutuvates teoses «De re metallica»¹. Ta kirjutas:

«Paljud arvavad, et mäendus on midagi juhuslikku ning räpane tegevus, mis ei vaja niivõrd oskusi ja teadmisi, kui kehalist tööd. Kui ma aga selle töö üksikasju oma vaimusilma eest mööduda lasen, siis näib mulle asi sootuks teistsugusena... Edasi küsitakse, kas kaevandamine on korralike inimeste auväärne töö või koguni põlgus- ja häbiväärne. Meie aga arvame selle ausate oskuste hulka, sest me võime auväärseks pidada iga oskust, mis pole jumalavallatu, jõe või räpane. Ka kaevuri ja metallisulataja töö on auväärne, sest ta rohkendab varasid heal ja ausal viisil...»

Humanistlik õpetlane astus seega välja paljude inimeste «uskumatu, mõttetu ja narri» eelarvamusliku ettekujutuse vastu, et ükski rakenduslik töö pole vaba ja haritud inimese vääriline. Kaheteistkümmes peatükis maavaraõpetusest, kaevandustehnikast, metallisulatusest, mõõtmisest, mäeõigusest jm. näitas ta, kui palju kaevurid peavad teadma, kui targad ja osavad nad peavad olema, kui raske ja tähtis on nende töö ning millisele tehnikatasemele nad selles on jõudnud.

See teos oli esimene ülevaatlik mäenduse ja metallisulatuse õpik ning ühtlasi oma aja taseme usaldusväärne peegelpilt. Et ta aga loodusnähtuste ja protsesside vahel seoseid näitas, mida varem poldud märgatud, ja süstematiseeris, kus enne vaid hajali üksikteadmisi oli olnud, siis sai tema teos ühtlasi nurgakiviks teadushoonele, mida me tänapäeval mäeteaduseks nimetame.

Agricola pole midagi leiutanud, ta pole ühelgi alal tehnika uuendajana silma paistnud, küll aga oli ta mitmekülgse haridusega mehena loodusteaduse ja tehnika teerajaja ja edendaja üldse. Tema raamatust sai lausa mäendusentsüklopeedia. Ta oli ise Maagimäestik, Harzis, Mansfeldi ja teistes kaevanduspiirkondades tutvunud mäenduse kõigi külgede ja eritingimustega. Tema kogutud teadmised voolasid nüüd taas tegelikku tootmise tagasi ja viljastasid seda. Oma aja inseneride ja tehnikute kuulsuse kuulutaja sai ühtlasi nende õpetajaks.

Raamatu «De re metallica» lõpetas ta 1550. aastal. Ta elas tollal Chemnitzis, praeguses Karl-Marx-Stadtis, kus ta oli palju aastaid linna- ja vaeva raisanud ega olnud kuludegi ees tagasi kokkunud, et seda vilunud joonistajate käe alt tulnud loomutruude piltidega elavamaks ja arusaadavamaks teha, «nii et sõnadega kirjeldatud asjad, mis kaasaegsele või tulevikuinimesele tundmatud on, arusaamisraskusi ei valmistaks».

Tõepoolest, puulõiked pole üksnes väga näitlikud, nad annavad ka üksikasjadeni edasi seadeldisi, seadmeid ja masinaid või rakiseid, nii et nad kõlbaksid ehitus- või tööjoonisteks.

Koos käsikirjaga saatis ta Baseliisse trükkal Frobeni kätte 269 joonist. Seal tegid klišeerijad nende järgi puulõikeid. Küllap selle suure töö

¹ Tõlkes tähendab see «Metallidest». Toim.

pärast ilmuski raamat alles 1556. aastal, üks aasta pärast õpetlase surma. Kavatsatud saksakeelset sõnastust ei jõudnud ta enam koostada. Baseli professor Bech tõlkis aga teose otsemaid, nii et saksakeelne väljaanne ilmus juba 1557. aastal.

KAEVURIVASAR JA KIRKA

on vanast ajast olnud kaevurite kõige kasutatavamad riistad allmaatööl. Nad olid ja on kaevuri sümbolid. Kuid ainult nendega poleks ta kuigi palju suutnud.

Kui maapinna lähedalt proovikaevamisega maardla leiti, tuli püstkaeveõõnt ehk šahti või märke tungivat rõhtkaeveõõnt ehk stollit mööda maagisoonteni jõuda. Selleks läks vaja kirkasid ja kange, kiile ja labidaid. Vaja läks ka nahkambreid, millega kivim šahtist maapinnale tõseti, või väikesi vankreid, et kivimit stollist päevavalgele tuua.

Stollidest hargnevate strekkide pikendamisel kui ka kivimi lahtimurdmisel võeti appi tuletöö. Just selleks otstarbeks raiutud halud pandi kivimi või maagisoone vastu ja süüdati põlema. Leegid kuumutasid kaljut või kaevandatavat kivimit, millesse tekkisid juuspraod. Kui tuli oli kustunud ja suits hajunud, sai kaevur kobestatud kivimit oma tööriistadega kergemini kätte.

Tuletöö nõudis suurt oskust, sest kui tööst tulu pidi olema, siis pidid leegid täpselt sinna ulatuma, kus kasu kõige suurem oli: kas otse vastu maagisoont või seda katva või selle all lasuva aherkivimi vastu.

Väikeses sügavuses ja väikestes kaevandites tuldi toime võrdlemisi lihtsate teisaldusvahenditega: trossi otsas rippuvate tõstetoobritega, mis käsivinnaga üles toimetati, ja väikeste vankritega, mis veeresid puidust ketasratasest; vankritel veeti kaemis maa all laadimispaika. Mida sügavam kaevandus, seda keerukamaks läks vedu. Käitamiseks tuli kasutusele võtta sõtkerattad või hobugööplid.

Koos sügavusega suurenes ka mure kaevandusvee pärast, seetõttu tuli panna tööle vee-eemaldusmasinad.

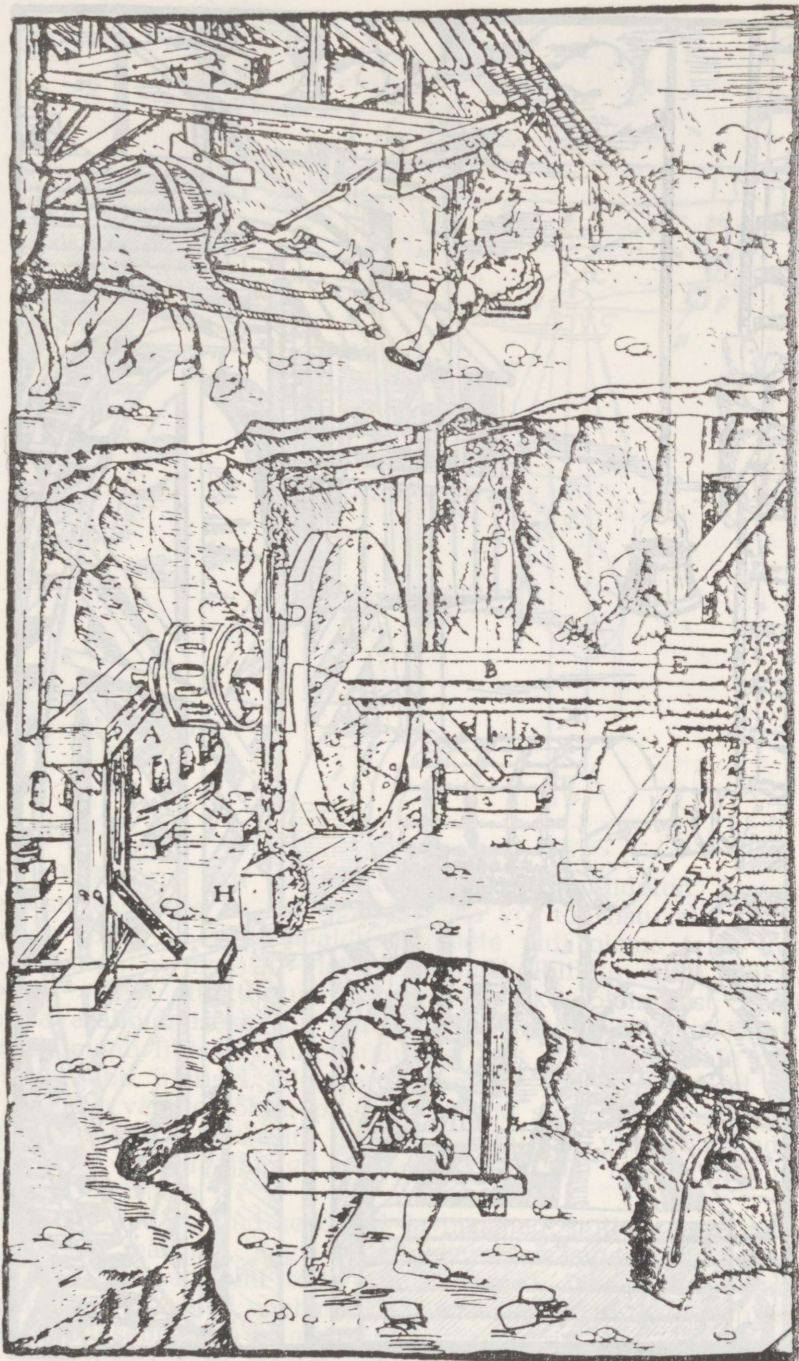
Agricola raamatust teame täpselt, kuidas need seadmed välja nägid. Kuna vesirattast oli sepapajades ja metallurgiatehastes suur kasu olnud, siis hakati ka kaevandustes vee väljapumpamiseks veejõudu rakendama, kus see vaid vähegi võimalik oli. Tihti juhiti vett päris kaugelt mööda puitrenni kaevanduseni, et siin langeva vee jõul vesirattast käitada. «Vesi tõstab vett», selle väite õigsus oli Agricola ajal ammu tõestatud.

Kui ülalt mägedest voolavat vett kohale juhtida ei saanud, siis prooviti orus oja kaldale vesirattast püstitada ning selle pöörlemist rütmiliselt üles-alla õõtsuvate hoobade kaudu kaevandusse üle kanda. Muidugi oli liikumisenergiat vahel mitme kilomeetri kaugusele üle kandva hoovastiku kasutegur üsna kasin. Vahepealne hõõrdekadu oli liiga suur.

Eriti aukartustäratav on Agricola kirjeldatud suur reversiivratas, mis omal ajal oli kindlasti kõige moodsam.

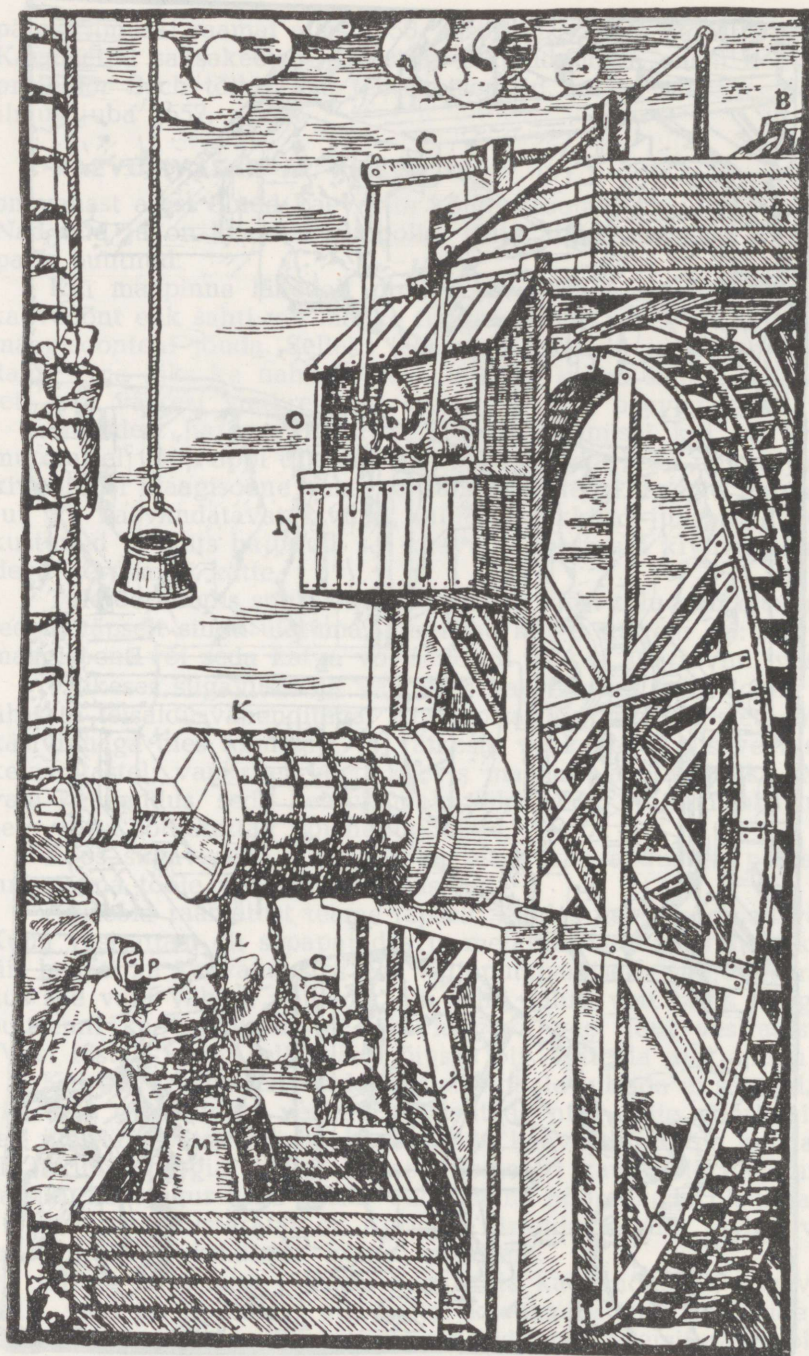
Oli ju vaja mitte üksnes kaevist ja kaevandusvett sügavikust üles tõsta, vaid ka koormaid alla lasta: kaevanduspuitu strekkide toetamiseks ja sulgemiseks, tööriistu, pumpasid jm. Reversiivratas oligi kohaldatud nii tõstmiseks kui ka allalaskmiseks.

Hiiglasuur vesiratas, mille läbimõõt on 10,50 meetrit, koosneb kahest koppeldest rummust — kopavööst, mille kopad asetsevad vastassuunaliselt. Hoobadega, mida masinajuht käes hoiab, saab ta kahe klapi abil juhtida vett reversiivratas kummalegi kopavööle, nii et ratas pöörleb soovitud suunas.



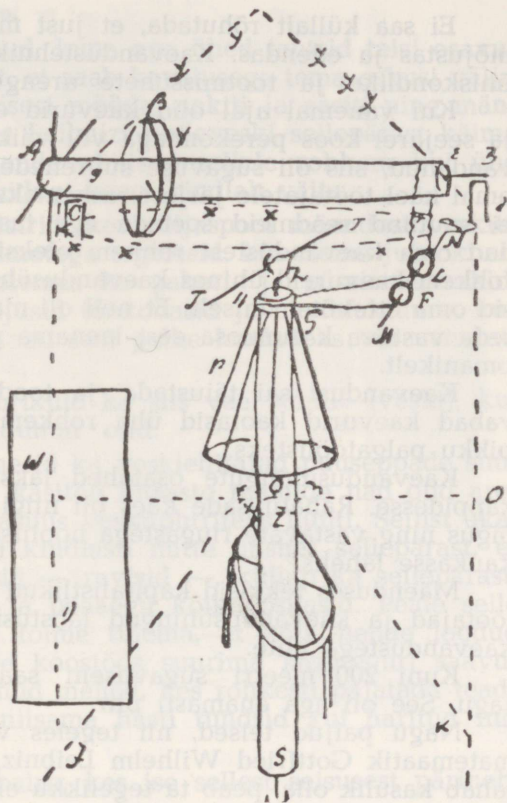
Hobugööpel. Puulõige Georgius Agricola «De re metallicast», 1556

Mäenduse meisternehed arendasid välja ka pumbaseadmed, mis juba lihtsategi tööstustega üha tõhusamalt töötasid ja auruga veetõstmisele teed juhatasid.



Suur reversiivratas. Puulõige Georgius Agricola «De re metallicast», 1556

daud nii tõmmata kui ka alla tõmmata. Kõik need liikumised saadakse saadakse sellest, et kaks klappi, mis on üksteisega ühendatud, pöörlevad üksteise suhtes. Kui üks klapidest pöörleb, siis teine pöörleb vastupidises suunas. See ongi reversiivratas, mis on üks lihtsamaid ja kõige kasulikumaid seadmeid, mis on olemas. See ongi reversiivratas, mis on üks lihtsamaid ja kõige kasulikumaid seadmeid, mis on olemas.



Vee tõstmiseks kasutatava tuuleveski kavand. Leibnizi visand aastast 1678

Pildil on nahkämbrid keti küljes kaevandusveega täidetud. Samuti sai aga selle tõsteseadmega ka maaki üles tõsta või tööriistu alla lasta.

Peale nende tõste- ja vee-eemaldusseadmete pidi olema teisi, mis hoolitsesid selle eest, et maa all oleks hingamiskõlblikku õhku. Ehkki inimestel polnud selget ettekujutust õhu ja hapniku olemusest, teati ometi, et surma ärahoidmiseks tuli kaevandusse juhtida värsket õhku.

Agricola kirjeldab lihtsaid tuulepüüdureid, mis olid maa peale paigaldatud ja tuult šahti juhtisid, edasi tuuletrumleid, milles pöörlesid tiivikud; need surusid värsket õhku puittoru mööda stollli. Kliimamasinana kasutati muidugi ka lõõtsasid, millega sai mitmel viisil õhustada. On märkimisväärne, et jalgajamiga lõõtsad suutsid 400 meetri pikkusi stolle küllaldaselt õhustada.

Kõik need leidlikult loodud seadmed ja masinad, millele lisandusid metallisulatuskäitiste masinad, nagu maagipeenestusmasinad, olid ehitanud meistermehed. Nemad olid tolle aja insenerid. Nad pidid olema ühes isikus puusepad ja sepad, mehaanikud ja vesiehitajad. Kui ehituses tõenäoliselt said puuseppadest esimesed masinameistrid, siis olid nende ametivennad mäenduses seda veelgi rohkem. Kaevandustes, nagu me juba teame, tekkis vee-eemaldusmasinate arendamisega vajadus aurumasina leiutamise järele.

Mäenduse meistermehed arendasid välja ka pumbaseadmed, mis juba lihtsategi täiustustega üha tõhusamalt töötasid ja auruga veetõstmisele teed juhatasid.

Ei saa küllalt rõhutada, et just mäendus masintehnikat igas suhtes mõjustas ja edendas. Kaevandustehnika arengul oli aga suur mõju ka ühiskondlike ja tootmissuhete arengule.

Kui vanemal ajal olid kaevurid enamasti üksi maavarasid otsinud ja seejärel koos perekonnaga või väikestes rühmades «omal käel» kaevandanud, siis oli sügavuse suurenedes vaja masinaid, mille hankimine omal käel töötajatele järjest raskemaks läks. Üksikult töötavad kaevurid ei suutnud seadmeid soetada ega tasuda meistermeestele, kelle abiga nad oma kaevandustest rohkem oleksid saanud välja pigistada. Järjest rohkem kaevureid ühines kaevandusühingutesse, see tähendab, majandasisid oma ettevõtet ühiselt. Et neil oli masinate jaoks raha vaja, pidid nad seda vastava kasumiosa eest laenama pankuritelt või rikastelt seppapajamanikelt.

Kaevandusi sai täiustada ja toodang suurenes. Kuid omaaegsed vabad kaevurid kaotasid üha rohkem oma varast ning muutusid ajapikku palgatööliseks.

Kaevandusühingute osatähed läksid järk-järgult rahameeste raudkappidesse. Rahatuusade käes oli niigi müügi-, töötlemis- või müntimisõigus ning vastavate riugastega hoolitsesid nad, et kasumi lõviosa nende kaudu läheks.

Mäenduses tekkisid kapitalistlikud ekspluateerimissuhted. Omal käel töötajad ja kaevandusühingud laostusid vähehaaval või sulasid suurte kaevandustega ühte.

Kuni 200 meetri sügavuseni saadi kaevandusveest enam-vähem jagu. See oli aga enamasti piir.

Nagu paljud teised, nii tegeles vee-eemaldamisega ka filosoof ja matemaatik Gottfried Wilhelm Leibniz, kes alati rõhutas, et kui teadus tahab kasulik olla, peab ta tegelikku elu abistama. Ta tegi koguni katset enda konstrueeritud tuulejõumasina kaevandusveest tõsta.

1681. aastal oli asi nii kaugel, et õpetatud puusepad, sealhulgas veskimeister Hans Linse, Harzis Clausthalis «proovi-tuulejõumasina tugeva tuulega esimest korda käima panid».

Õnnetu juhuse tõttu kukkusid aga luugid, «mis olid tiibadesse tehtud, et tugeva tuulega avaneda», maha ja tiivad tuli kettidega peatada.

Ka järgmistel kordadel juhtus ikka midagi: kord murdus sõrmratas, siis purunes tiib ja õuenõunik Leibniz kurtis tihti, «et inimesed tungivad tuuleveski ülaossa, viivad minema kõik, mis ette juhtub, keerutavad tiibasid ja tekitavad kahju».

Ajalookirjutaja märgib:

«On väga imekspanemistväär, et see suur mees pole veel tüdinud masinavärgist, mis talle nii palju raha, aega, vaeva, reise, tüli ja kirjutamist on maksma läinud, vaid et ta kõigest raskustest hoolimata muudkui uusi masinaid välja mõtleb...»

Siis kirjutab ta truudusetutest töölistest, kes olevat tihti vastu hakanud, ning kurdab, et ei ehitatud mäeametnike järelevalve all ega küsitud nõu ka üheltki meistermehelt. Võib-olla me ei eksi, kui oletame, et selles peituski põhjus, miks tuuleveski korralikult käima ei läinud. Meistermehed valvasid hoolega, et nende alal teised masinaehitajad ei tegeleks. Eriti pingelised olid suhted nende ja teiste masinameistrite vahel, kes rahvasuus kandsid hüüdnime

«RÄNDAVAD VESKITOHRID».

Need suhted polnud vaenulikud, kuna aga ühed tahtsid teisi osavuses üle lüüa ning üks arvas teisest, et saab kavalusega tema oskusi välja meelitada, siis käidi kaares üksteisest mööda, nokiti ja aasiti ning mägiti vastastikku mõnigi vemp. Kas Leibnizi tuuleveski sellepärast käima ei läinud, et meistermehed ja nende abilised sellele rohkem kui ühe pilgu olid heitnud, seda ei saa muidugi keegi kindlalt väita.

Veskiehitajad olid masinameistrid, kes väljaspool mäendust veskite ning nende juurde kuuluvate seadmetega tegelesid. Me oleme juba kuulnud, et peale jahuveskite olid olemas ka paberi- ja püssirohuveskid. Peale selle nimetati veskiteks paljusid töökodasid ja manufaktuure, kus töömasinaid veejõul käitati, kas saeti seal palke laudadeks või vanutati vilti.

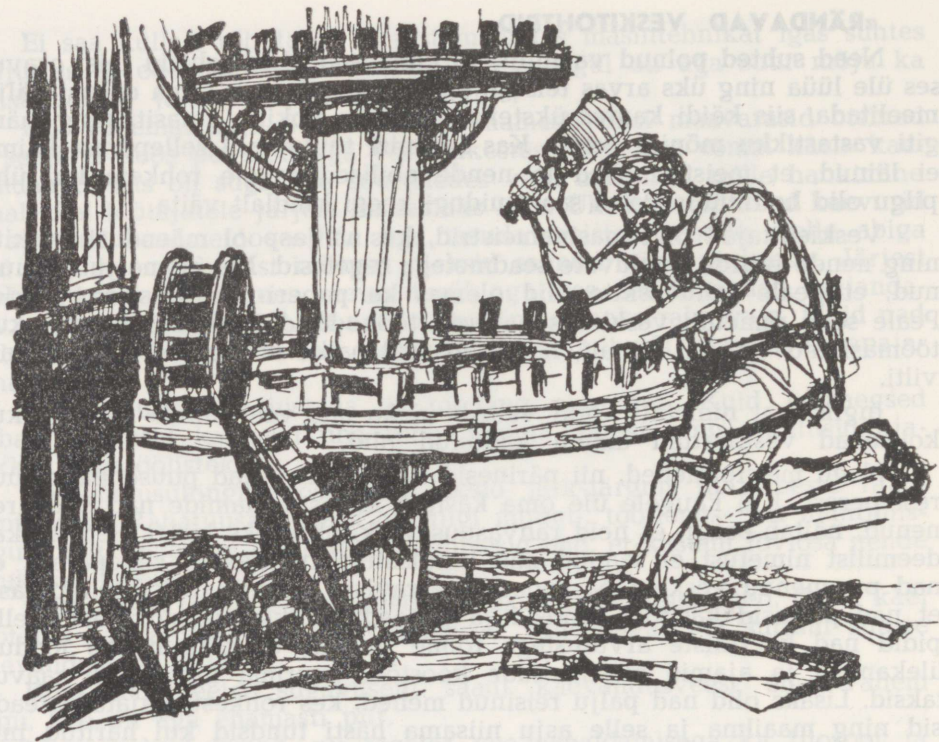
Inglismaal nimetati kõiki vabrikuid ka siis veel «mill» (veski), kui kolisevad veskirattad ammu kadunud olid.

Nagu meistermehed, nii pärinesid ka veskiehitajad puuseppade suu- rest perest. Kui kaugele üle oma käsitöö kitsaste raamide nad olid arenenud, näitab seegi, et neid rahvasuus veskitohtriteks hüüti. Sellist akadeemilist nimetust ei saanud nad kindlasti mitte üksnes sellepärast, et nad purunenud veskeid parandasid — ravisid —, küllap ka sellepärast, et nad paljusid käsitöid tundsid ja peaaegu kõike oskasid. Peale selle pidid nad keeruliste arvutustega toime tulema, et kõik nende loodud ülekanded ja ajamid masinaosade koostöös suurima kasuteguri saavutaksid. Lisaks olid nad palju reisinud mehed, kes rohkesti pajatada teadsid ning maailma ja selle asju niisama hästi tundsid kui haritud inimesed.

Inglise insener William Fairbairn, kes ise sellest seisusest pärineb, kirjeldab neid üpris kujukalt.

«Möödunud aegade veskiehitaja oli teatud määral masinaehitus- kunsti ainuesindaja; ta oli lugupeetav isik kõigis tuule- ja veejõu rakendamise küsimustes, ükskõik, kuidas neid jõude töökodades käitamiseks ka rakendati. Ta oli selle piirkonna insener, kus ta elas; teda jätkus igale poole. Ühtviisi vilunult võis ta töötada treipingi, alasi või hõövelpingi taga. Maal, linnadest eemal, pidi ta kõiki neid töid tegema. Nii sai temast leidlik ja ülemeelik rännusel, kes igal pool oskas käed külge panna. Nagu teisedki endisaja rändkäsitöölised, matkas ta mööda maad ühe veski juurest teise juurde ja hõikas: «Paikan katlaid». See ütlemine käis aga masinarikete kohta.

Seega oli möödunud sajandi veskitohter rändinsener ja -mehaanik, kes kõrges lugupidamises seisis. Ta oskas ühtviisi väledalt ja täpselt kirvest, vasarat ja hõövlit käsitseda; ta oskas treida, puurida või sepistada niisama hästi ja kiiresti kui sel alal väljaõppinud mehed. Ta oskas veskikividele rihvleid joonistada ja sisse rajuda niisama osavalt kui mölder ise või pareminigi. Üldiselt oli ta laitmatu arvutaja; ta tundis natuke geomeetriat ja maamõõtmist. Ta oskas masinate kiirust, vastupidavust ja jõudu arvutada; ta oskas vaateid ja lõikeid joonistada ning iga liiki maju, torustikke või veerenne ehitada, nii nagu tegelikult vaja läks. Ta oskas sildu püstitada ja kanaleid rajada ning kõiksuguseid töid teha, mida tänapäeval teevad ehitusinsenerid. Niisugused olid mehed, kes möödunud, 18. sajandi keskpaigani ja lõpuni meie maal suurema osa masinaid kavandasid ja valmis ehtasid. Polnud vist küll kasuliku-



mat ja iseseisvamat inimrühma kui need veskiehitajad. Nemad olid maa kõigi mehaanikaalaste teadmiste keskpunkt.»

Veskiehitajad ja meistermehed tegelesid vägevate rattavärkidega, mis alates 16. sajandi keskelt osalt juba valurauast valmistati ja mille terasest hambad olid kulumiskindlad.

LUKKSEPAD JA KELLASSEPAD

tegelesid aga väiksemate rattavärkidega, mille tähtsus sellegipärast sugugi pisem polnud.

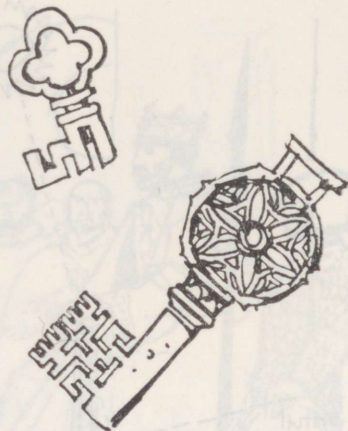
Keskaja kunstipärane rauatöö oli lukkseppade ja kullasseppade käes; kahtlemata olid nad kõige osavamad metallikäsitöölised. Veel tänapäevalgi äratavad nende keerukad lukud või rautised imestust.

Nende kõrgaeg sai aga alguse, kui nad hakkasid kelli valmistama.

Aja kulgu oli vaja mõõta juba vanast ajast peale. Olenevalt ainelise ja vaimse kultuuri tasemest mõõdeti ja määrati teda enam või vähem täpselt. Kui vanemal ajal oleks piisanud lihtsalt päikese või kuu seisu ligikaudselt teadmisest, et omavahel kokku leppida, siis ei olnud see ühiskondliku tööjaotuse suurenedes enam küllaldane. Päikese seisu määrati täpsemalt ja mõõdeti selleks eriti püstitatud sammaste varje. Sellised päikesekellad olid kõigis vanaaja kõrgkultuurides tavalised.

Järgmine samm suurema täpsuse poole seisnes selles, et enam ei mõõdetud varju pikkust, vaid tema vaevumärgatavat liikumist vastavalt

Võtmed olid niisama kunstipärased kui lukudki



päikese teekonnale taevas. Varju kasutati teatud mõttes kellaosutina ning tema tee jaotati väikesteks lõikudeks, mis tähistati numbritega.

Mida mimekesisemaks läks elu, eeskätt linnades, seda puudulikumaks jäi päikese kell, mis polnud isegi päeval usaldatav, sest pilves taeva aega ei näidanud.

Otsiti paremat ajamõõtmisviisi, vajalikuks oli saanud uus leiutis.

Vesi ei sisaldanud loomuliku aja mõõtu nagu päike. Kuid tähelepanek, et teatud kogusel veel kulub teatud nõust läbi teatud ava väljavoolamiseks alati ühepalju aega, tõi peaaegu kõikjal kaasa selle pideva väljavoolu rakendamise aja mõõtmiseks. Veel tänapäevalgi, millal veekelli enam ammu olemas ei ole, räägime aja voolamisest. Hiinas oli veekelli juba aastal 2700 enne meie ajaarvamist. Assüürias kasutati neid aja mõõtmiseks umbes 600. aastal e. m. a. ning tõenäoliselt sealt levisid nad kõigile Vahemere-äärsetele kultuurmaadele.

Süsteeme oli väga mitmesuguseid ja ka ajalõigud, millesse jagati kahe järjestikuse päikesetõusu vahe, olid väga erisugused. Lisaks tuli raskus suve pikki ja talve lühikesi päikesepäevi võrdselt jagada. Et üks kahekümneneljandik päeva on tund, mis koosneb kuuekümnest minutist, selles hakati kokku leppima alles Rooma ajal, arvatavasti Idamaa eeskujul.

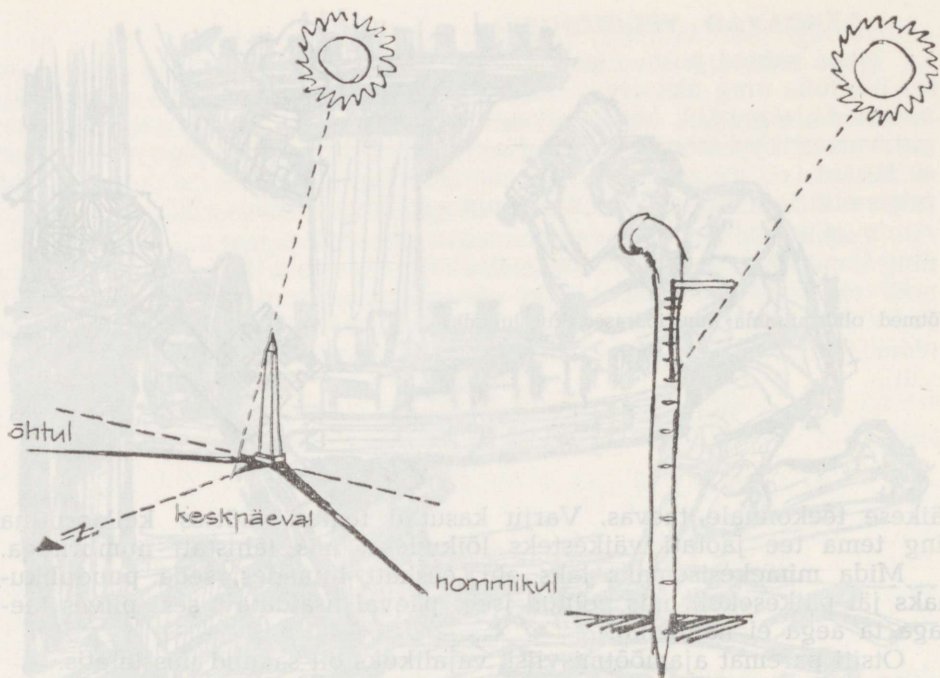
Vahest kõige huvitavamad on kellad, mille ümmargune numbrilaud ja pöörlevad osutid üsna moodsatena tunduvad. Osuti pandi ilma iga-suguste ratasteta pöörlema järgmiselt.

Väikeses anumast tõuseb veetase peaaegu märkamatu, sest kõrgemalasuvas anumast voolab vähehaaval vett juurde. Vees ujub puidutükk. Ujuki küljest läheb nõor üles ja teeb mitu keerdu ümber võlli. Nööri teises otsas ripub väike raskus. Sedamööda, kuidas ujuk aegamisi kerkib, vajub raskus nõori teises otsas allapoole ning võll pöörleb ümber oma telje.

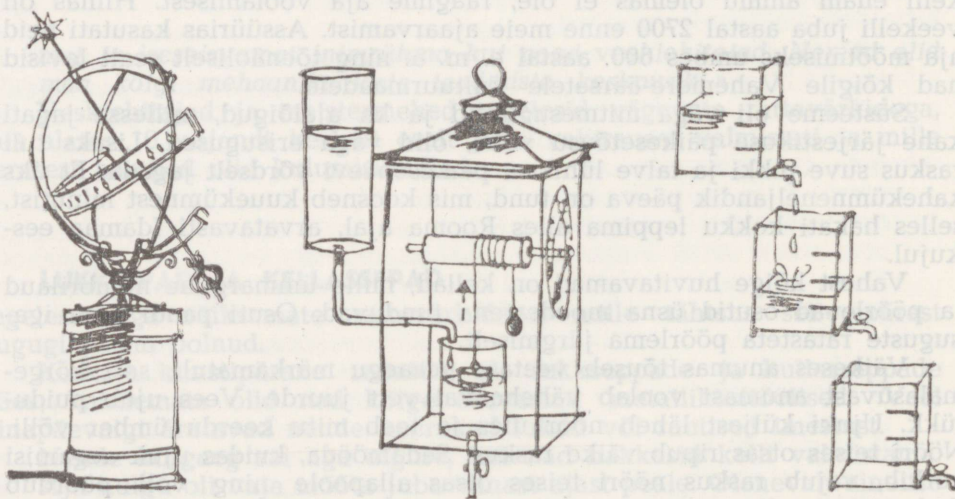
See kõik toimub kinnises mahutis. Väljast paistavad ainult numbrilaud ja tunniosuti, mis nähtamatu võlli otsas pööreldes aega näitab.

Roomas oli selliseid kelli küllalt palju. Teame ka edeva roomlase Trimalchio soovi, et keset tema hauda paigutataks kell, «nii et igaüks, kes aega vaatab, ka minu nime peab lugema, tahab ta seda või mitte».

Nagu palju muudki, nii kadus koos Rooma riigiga ka see oskus ajaloa tolmusse. Sel ajal kui Euroopas kellalööjavend aega ühest palvusest



Aega näitas obeliski või reisikepi külge kinnitatud pulga varju pikkus



Varjuvarda ja numbrikaarega päikesekell

Ka juurde- või äravoolava veega mõõdeti aega



järgmise missa sissehelistamiseni selle järgi mõõtis, kui palju psalme ta vahepeal lugenud oli — munkadel oli ju ükspuha, millal ta nad kabelisse palvusele helistas —, arendati Araabias kellaehitust.

Aastal 799 sai Karl Suur Harun ar-Rašidilt, tolleltsamalt, keda me nii paljudest muinasjuttudest tunneme, kingiks kella, millel kogu Öhtumaal võrdset polnud.

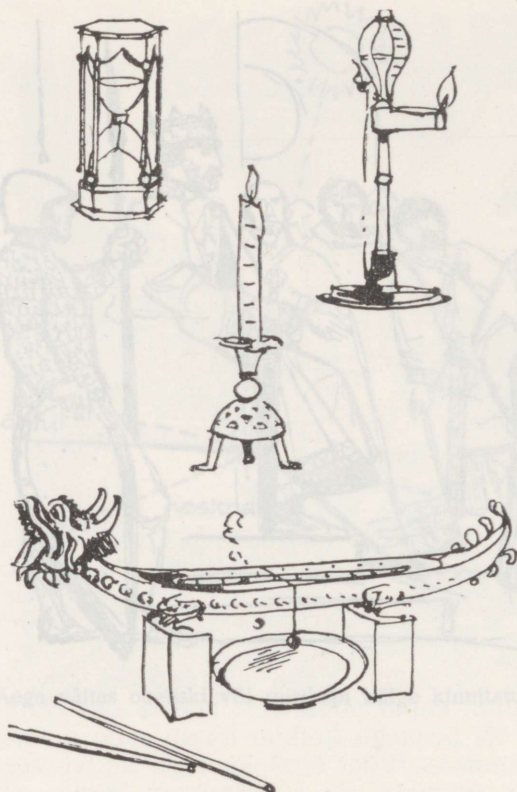
Keisri kirjatark ja õpetatud nõunik Eginhard pajatab:

«Pärsia kuninga saadik Abdulla ja kaks Jeruusalemma munka... kel oli ülesanne täita, ilmusid keisri ette. Kumbki munk, nime poolest Georg ja Felix, tõi Karlile kingitusi, mis oli saatnud Pärsia kuningas. Muude asjade hulgas oli väga imepärane kullast valmistatud kell. Käiguvärk, mida ajas ringi vesi, näitas tunde. Neid kuulutasid veel sama arv pronkskuule, mis vaskanumasse kukkusid. Keskpäeval kargas kaksteist ratsameest kaheteistkümnest uksest välja, mis nende järel sulgusid. Kella küljes oli veel palju imevigu-reid, kuid nendest rääkimine võtaks liiga palju aega. Kell kingiti keisrile tema palees Aachenis.»

Nagu voolavat vett, nii kasutati juba Vana-Kreekas aja mõõtmiseks ka nirisevat liiva. Meie munakellal on seega üpris pikk ja auväärne ajalugu.

Öösiti põlesid küünlad, mille jaotuste järgi sai ära lugeda, kui pikk osa ööst oli möödunud.

Hiinas pandi aeglaselt hõõguvad puupulgad draakonikujulise laevukese kohale. Pardasse tehtud märkide järgi sai aega määrata. Neid



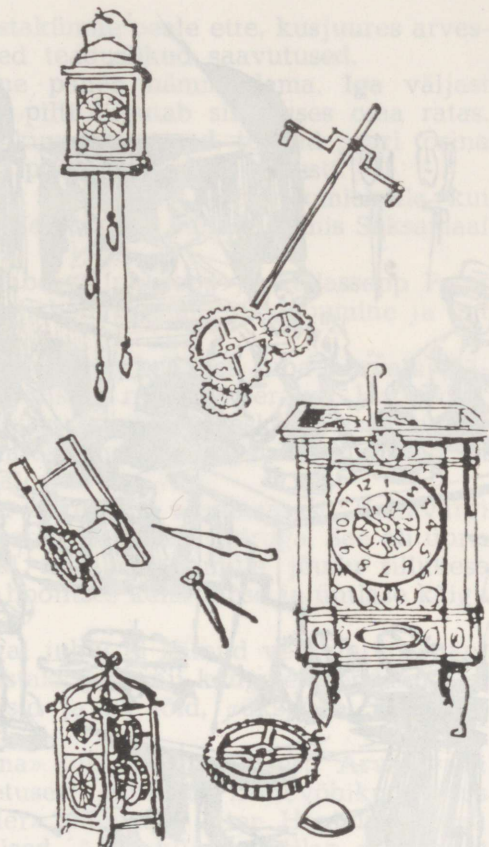
«Kelladeks» olid nirisev liiv, põlevad küünlad või hõõguvad pulgad, sest nende asend või pikkus muutus ühtlaselt

kelli kasutati ka äratitena. Niit, mille kummaski otsas rippus metallkuulike, kinnitati risti laevukese kohale, kus oli seile kellaaja märk, millal taheti ärkata. Vajalikul kellaajal põles niit läbi ja kuulikesed kukkusid kumisevasse vaskkaussi.

Alates meie ajaarvamise teise aastatuhande algusest on püütud ratastike ja raskustega asendada päikesekiirt ja veejuga millegi paremaga. Veekellade käigus hoidmine oli liiga tülikas. Vana-Hiinas, Egiptuses või Roomas pandi kelli valvama erilised riigiametnikud, preestrid või orjad. Nad pidid järele vaatama, et vett juurde või ümber valati, et sellest liiga palju ei aurunud, et liivateri väljavoolutorudesse kinni ei jäänud või muud häired voolamist ei takistanud. Seda juhtus aga küllalt tihti. Päikese-, vee- ja liivakellad ei vastanud enam ajajaotusele esitavatele suurenenud nõuetele.

Mõeldav oli osuti käitamine rippuva raskusega. Ent me teame, mis juhtub, kui raskus nõõri otsas üle rulli jookseb: ta vurab hetkega alla ja kukub nii sügavale kui saab. Ühe silmapilguga on tema asendist tingitud töövaru, tema seis- ehk potentsiaalne energia muutunud liikumis- ehk kineetiliseks energiaks, kuid seda ei saa ära kasutada, et osutit ilusasti sujuvalt tunni jooksul ühe numbri juurest teise juurde nihutada.

Järelikult tuleks raskuse langemist tõkestada, nii et tulemuseks oleks ühtlane ja alaline ringliikumine. See aga oli keeruline. Küllap murdsid paljud lukksepä ja mehaanikud pead, kuidas sundida ratta-



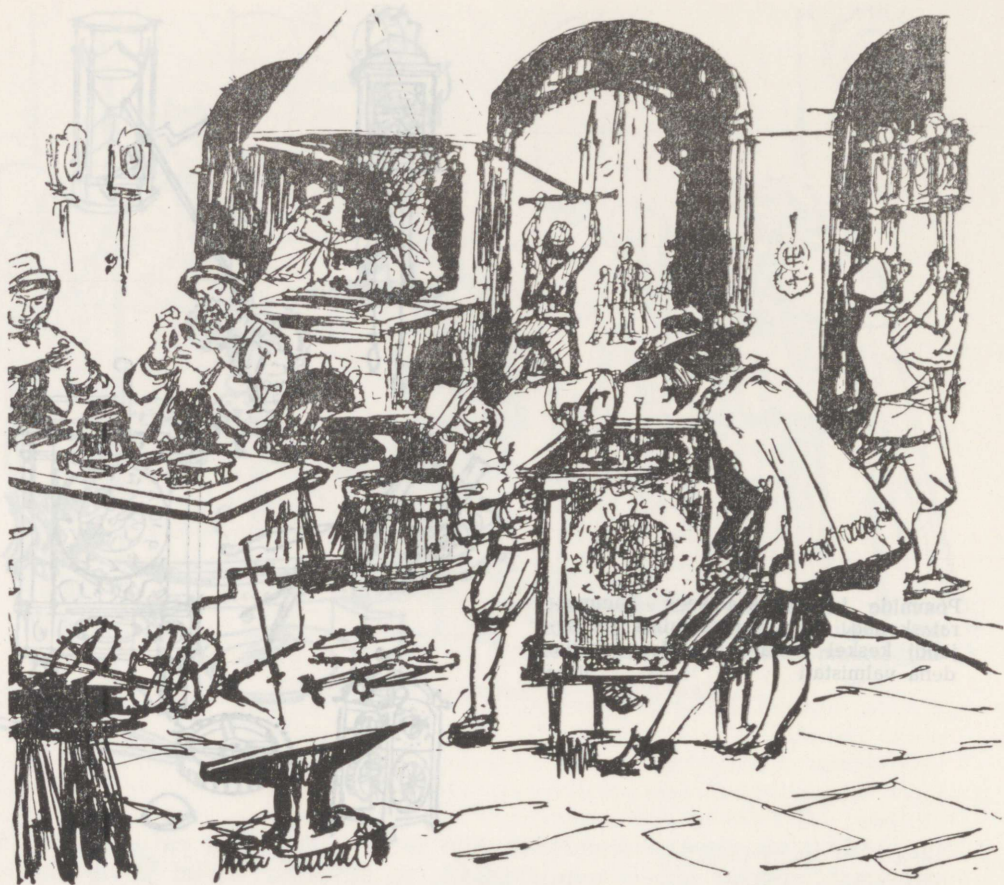
Pommide ja löögiseadisega hammasrataskellad, nagu neid Itaalias 16. sajandi keskel seinä- või põrandakelladena valmistati

värki üsna lühikesi samme tegema, kuidas tema alustatud käiku seisata, tõkestada ja uuesti alustada.

Vanim seisakaja ehk käivik, mida ka käiguregulaatoriks nimetatakse, oli «vaag», edasi-tagasi võnkuv varb, mis iga kord, kui ta kroonratta ühe hamba võrra edasinihkumiseks vabastas, raskuse tõmbe tõkestas, tagasi võnkudes aga raskusjõu kohe jälle vabastas, ning seda uuesti tõkestas, kui laskis kroonratta järgmise hamba läbi lipsata. Rippuv raskus ei saanud seega enam lihtsalt alla langeda. Ta sai seda käiviku tõttu teha vaid järk-järgult ning rattavärk hakkas aeglaselt ja ühtlaselt käima. Käiguregulaatorit aina täiustati ja muudeti, millega suurenes kella usaldatavus.

Tsistertslaste ordu munkade eeskirjades aastast 1120 tehakse kirikuteenreile kohustuseks hoolitseda, et «kell hommikumissaks lööks ja ärataks». Kas sellest märkusest piisab tõestamiseks, et tegemist oli löögiseadise ja pommidega kellaga, on kaheldav. Mõned uurijad siiski viitavad tolele tsitaadile ja arvavad, et hammasrataskellad olid toleks ajaks Euroopasse jõudnud.

Eespool nägime, et veekellad samuti löid ja äratasid ning selleks, et tõesti oma ülesannet täita, alalist hooldamist ja järelevalvet vajasisid. Selliseid kelli võisid kirikuteenrid üsna hästi hooldada, rattavärgiga kellad aga vajasisid esialgu palju asjatundlikumaid käsi kui kirikuteenrite omad.



Heinrich Wiek, saksa kellassepp, kes elas aastail 1334 kuni 1370, ehitas prantsuse kuningale Charles V löögiseadise ja pommidega kella. Ta töötas selle kallal kaheksa aastat. Kui kell Pariisis kuningalossi tornist aega kuulutas, vajas ta nii suurt järelevalvet ja hoolt, et kellassepp pidi tornikambris elama, kus ta alati käepärast oli. Selle eest sai ta «kuninglikku» palka 6 suud¹ päevas.

Heinrich Wiek ja tema prantslasest õpilane Jean Jouvans on esimesed nimepidi tuntud kellassepad.

Järgmistel sajanditel hakkas üha rohkem lukkseppi kellade ehitamisega tegelema. Ehitati peamiselt tornikelli. Eelkõige olid tublide kellaehitajatena suures lugupidamises Nürnbergi ja Augsburgi meistrid.

Mõned tiirlevate kujude, kellamängu ja kirevate kukkedega ning astronoomiaandmeid, nagu päikese ja kuu tõusu- ja loojakuuga ning tähtede liikumist näitavad kellad, olid väljapaistvad meistriteosed.

¹ suu [pr. sou, loe: suu], prantsuse rahaühik, oli algselt $\frac{1}{20}$ livri [pr. livre, loe: livr] ehk 12 denjeed [pr. denier, loe: denjee], alates 13. sajandist prantsuse hõbe-, hiljem vaskmünt; nüüd viiesantiimne münt (= $\frac{1}{20}$ franki). Praeguses vääringus on 5 santijimi umbes 0,82 kop. Toim.

Kalendriketaste arvutused mitme aastakümne peale ette, kusjuures arvestati ka liigaastaid, olid suurepäraseks teaduslikud saavutused.

Sellise kella südame vaatlemine paneb hämmeldama. Iga väljast nähtavat osutit, iga arvu, tähist ja pilti liigutab sisemuses oma ratas. Kui mõned rattad, nagu päikese- ja kuutsükli omad, teevad paari tosina aastaga üheainsa pöörde, siis teised pöörlevad üpris kiiresti.

Rostockis säilitatakse üht sellist keskaegset astronoomiakella kui vana käsitöökunsti erilist asitõendit. See on üks väheseid, mis Saksamaal säilinud on ja käib.

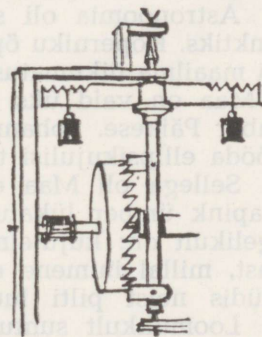
Umbes 1500. aastal leiutas Nürnbergi lukksepp ja kellassepp Peter Henlein taskukella. Selle eelduseks oli kellapommidest loobumine ja uut liiki käiviku leiutamine.

Vana «vaag» käivikuna oli väiksemates kellades juba kõrvale jäänud ning lühike kaaluõlguvõru kujuliseks rattaks keeratud. Hoovedru, mis ratta igal võnkel pinguldus ja ratast rahulikku keskasendisse püüdis tõmmata, oli balansiks nimetatava ratta niivõrd iseseisvaks muutnud, et see veelgi täpsemaks käiguregulaatoriks sai.

Peter Henlein valmistas balansi hoovedru seaharjasest. Kellavärgi ajamis asendas ta kellapommi üleskeeratava spiraalvedruga. See oli üpris tore asi. Üleskeeratuna pinguldatud terasvedru, mille jõudu tillukese kella rattavärgile jaokaupa üle anti, hoolitses kella täpse ja ühtlase käigu eest.

Esimesed «nürnbergi munad» igal juhul ei käinud veel ühtviisi täpselt, ehkki Henlein oli neid 1511. aastaks juba nii kaugele arendanud, et nad nelikümmend tundi järjest käisid ja ka löid, «ükspuha, kas neid kanti põues või kukrus».

Muide, väljend «nürnbergi muna» tuli keeleksitusest. Arvatavasti sai Frankimaa tavalisest kellanimetusest «Örlein» keelevõhikute suus «Eyerlein» (munake) ja lõpuks «Eier» (munad). Peter Henleini kellad olid ümmarguse lapiku karbi kujulised. Alles hiljem, küllap selleks, et keeleksitusest tulenenud vale kujutelma rahuldada, hakati Nürnbergis munakujulisi kelli valmistama.



«Vaag» ja hoovedruga balanss



Uhe osutiga nürnbergi muna

Nürnbergi muna aastast 1650

Huygeni pendelkäivik

Kellade valmistamise edasise arenguga on seoses mitu põlvkonda tublisid käsitöölisi, kes omandasid üha suurema vilumuse, lõid tööriistu ja töökoja sisustusi, mis nende keerulise tegevusega järjest paremini sobisid. Ent tehnika arengut sel alal ei mõjutanud üksnes käsitöölised, vaid ka õpetlased, nagu Galilei, kes avastas pendli ühtlase võnkumise, ja Huygens, kes leiutas pendelkäiviku ning rajas sellega teed tänapäevani kasutusel olevatele pendelkelladele. Nagu Galilei, nii oli ka Huygens looduseuurija, kes tegeles füüsika, matemaatika ja astronoomiaga.

Astronoomia oli saanud õpetlastevaheliste vaidluste eriliseks tulipunktiks. Koperniku õpetus oli lõonud kõikuma vana ettekujutuse Maast kui maailma liikumatust keskpunktist, mille ümber kõik tiirleb. Ta väitis, et Maa on vaid üks päikesesüsteemi planeete ja tiirleb koos teistega ümber Päikese. Johannes Kepler tõestas seejärel, et planeedid liiguvad mööda ellipsikujulisi teid.

Sellega oli Maa erandolukord taevavõlvi all kummutatud, jumala jalapink ümber lükatud ja piibli loomislugu tuli võtta sellena, mis ta tegelikult on: kujutelmana Maa tekkimisest, mis pärines eelajaloolisest ajast, millal inimene ei osanud veel looduse seoseid põhjendada, kuid püüdis neist pilti luua, neid seletada.

Loomulikult suhtus kirik sellesse uude revolutsioonilisse maailmapildi kui rünnakusse usu alusmüüri vastu. Ta laskis Koperniku poolehoidjaid jälitada; Giordano Bruno põletati tuleriidal ja Galileo Galilei kidunes inkvisitsiooni valve all. Ent sellegipoolest kinnitasid julged õpetlased uue teooria õigsust tõenditega.

Astronoomidele tuli selles appi 1600. aasta paiku Madalmaade klaasilihvijate leiutatud pikksilm. Nende silme ees kuhjusid avanenud tähistaeva sügavustes uue astronoomilise maailmapildi tõendid ning õpetlasi valdas lausa avastushullustus.

«Musta kunsti» jüngrite töökodades valmisid esimesed trükitud raamatud. Nende kaudu levisid teadmised rahvaste sekka.





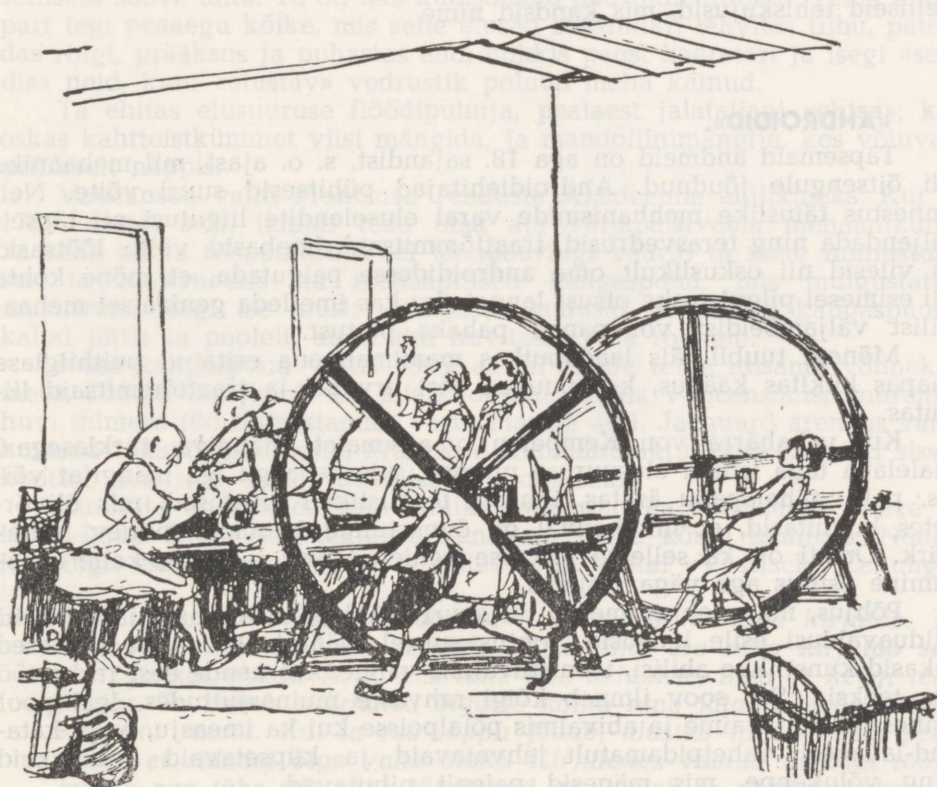
Kui üks tehniline abivahend, pikksilm, oli teadust tohutult viljastanud, siis tulid uuele arenemisastmele tõusnud teaduse teenistusse järjest uued tehnikavahendid, mis hiljem mõjustasid tehnikat üldse. Vajasid ju astronoomid üha paremate optikariistade kõrval ka uusi mõõteriistu. Üks neist oli kell.

Astronoomilised vaatlused nõudsid väga täpset aja mõõtmist. Sellised mõõtmised said võimalikuks, kui Huygens oli leiutanud pendelkella ja uue varbkäiviku.

Et ka meremehed järjest rohkem astronoomiariistu kasutasid, see tähendab, laeva asukoha geograafilist pikkust ja laiust tähtede kõrguse järgi määrasid, pidi neil täpse käiguga kell olema. Pendelkellaga, mis usaldatavuse huvides liikumatult paigal pidi seisma ning võimalust mööda ilmastiku eest kaitstud olema, polnud meremeestel muidugi midagi peale hakata. Laevakronomeetrite ehitamine kujunes seega tungivaks vajaduseks.

Huygens oli balanssi niipalju parendanud, et ta Henleini seaharjastest hoovedru asemele oli terasest spiraalvedru pannud. See suurendas tunduvalt käigu kindlust ja täpsust. Hiljem, kui Pariisi akadeemia ja Inglise parlament panid välja suured auhinnad laitmatult töötavate laevakellade väljatöötamise eest, asusid seda ülesannet lahendama kõige andekamad kellassepad.

Pärast nelikümmend aastat kestnud tööd õnnestus inglasel John Harrisonil 1761. aastal valmistada kell, mis pärast pooleaastast tormide-



rohkete meresõitu oli eksinud vaid üks minut kolmkümmend sekundit. Ta sai selle eest Inglise parlamendi auhinna, tõi küll, väljakuulutatud 20 000 naelsterlingist vaid poole, 10 000, sest tema kell veel ei rahuldanud tingimuseks seatud täpsusnõudeid.

Täpsusele esitatavate suurte nõuete tulemusena täiustasid kellasepad ja aparaadiehitajad neid pisikesi imeriistu järjest rohkem ning nad hakkasid aja jooksul läbi lööma ka igapäevaelus.

Mehaanikaalased teadmised rohkenesid ning avastatud jõu- ja liikumiseaduste rakendamise tähtsus üha suurenes. Mõned teadlased läksid niikaugemale, et püüdsid kõike mehaanika varal seletada.

Prantsuse filosoof Lamettrie kaitses raamatus «Inimene kui masin» seisukohta, et inimenegi polevat midagi muud kui mehhanism.

Eks pidanud see paljusid mõttele viima, et selliseid mehhanisme saab kunstlikult luua, kui vaid küllalt vaeva näha ja elava inimese järgi täpselt uurida, kuidas tema «mehhanismid» tegutsevad.

Juba ammu enne mehaanika filosoofilist tõlgitsemist olid osavad meistermehed proovinud teatud eluavaldusi mehaanikaliselt järele aimata.

Vana-Araabia lossiaedades olevat olnud tehislind, mis okstel istusid, siristasid ja tiibu lehvitasid. Heron Aleksandriast kirjeldas enda ehitatud automaatteatrit tantsivate kujudega ning valmistas igasuguseid õhu- ja veejõul liikuvaid imeasju. Archytas Tarentumist olevat valmistanud puidust tuvi ning Ptolemaios Philadelphos koguni tehisinimesi.

Kui uskuda pärimuslikke jutte, milles räägitakse puidust, metallist, nahast, vahast ja klaasist olenditest, siis olid keskajal kõik kohad täis selliseid tehiskujusid, mis kandsid nime

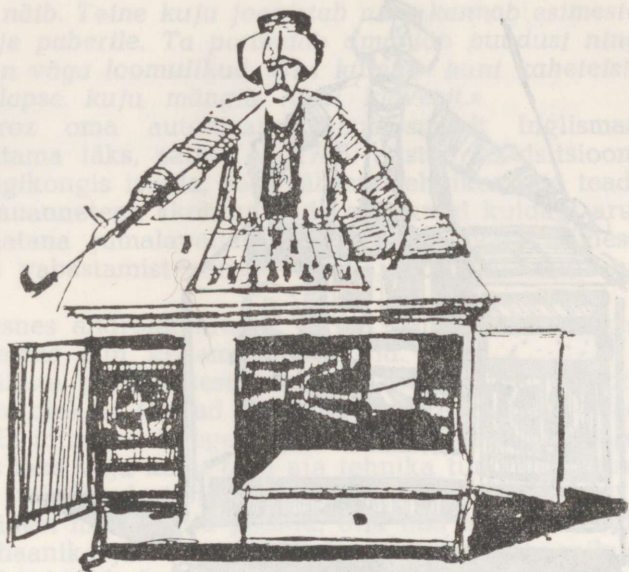
«ANDROIDID».

Täpsemaid andmeid on aga 18. sajandist, s. o. ajast, mil mehaanika oli õitsengule jõudnud. Androidiehitajad pühitsevad suuri võite. Neil õnnestus täiuslike mehhanismide varal elusolendite liigutusi nii täpselt jäljendada ning terasvedrusid, traattõmmitsaid, hoobasid, võlle, lõõtsasid ja vilesid nii oskuslikult oma androididesse paigutada, et mõne kohta oli esimesel pilgul raske otsust langetada: kas imetleda geniaalset mehaanilist väljamõeldist või panna pahaks pettust.

Mõnegi tuubil täis laadaputkas maailmaimena esitatud puithiiglase saapas kükitas käabus, kes puupea eest arvutas ja traattõmmitsaid liigutas.

Kui vabahärra von Kempelen oma «malet mängiva türklasega», malelaua taga istuva elusuuruse nukuga, mis peaaegu iga mängijat võitis, palju tähelepanu äratas, ilmusid teaduslikud arutlused, mis ülivõrretes kuulutasid, et inimkonnal on õnnestunud leiutada mõtlevalt ratta-värk. Ometi oli ka sellesse nukusse peidetud elus inimene, kelle avastamine osutus aga väga raskeks.

Põhjus, miks tehisinimesed nii suurt tähelepanu äratasid ja selliseid kiiduavaldusi esile kutsusid, johtus suurel määral sellest, et inimesed ihkasid kunstlikke abilisi, teenistuvalmis vaime, kes nende eest raske töö ära teeksid. See soov ilmneb kõigi rahvaste muinasjuttudes. Igal pool esines nii majavaime ja abivalmis põialpoisse kui ka imeasju, nagu kata-end-lauakesi, vahetpidamatult jahvatavaid ja küpsetavaid imeveskeid ning võlukeppe, mis mägesid paigalt nihutavad.



Jacques de Vaucansoni elu ja töö näite varal saab selgeks, kuidas selliseid soove täita. Ta oli üks kuulsamaid androidiehitajaid. Tema tehispargi tegi peaaegu kõike, mis selle elusad sõsaradki: lehvitas tiibu, paterdas ringi, prääksus ja puhastas end, nokkis peost kaerateri ja isegi «seedis» neid, kuni «elustav» vedrustik polnud maha käinud.

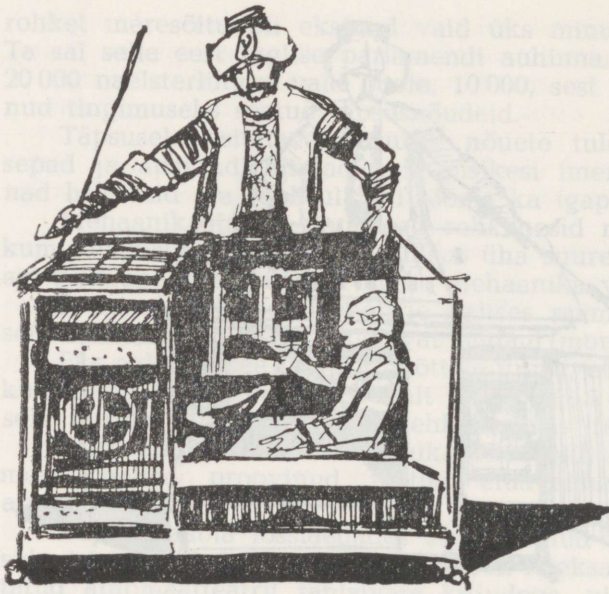
Ta ehitas elusuuruse flöödipuhuja, pealaest jalatallani «ehtsa», kes oskas kahteistkümmet viisi mängida, ja mandoliinimängija, kes võluvalt pillikeeli näppis.

Vaucanson valiti Prantsuse Teaduste Akadeemia auliikmeks. Kui ta 1782. aastal suri, leinati teda oma aja väljapaistvama mehaanikuna. Ja seda oli ta tõepoolest. Veel tänapäevalgi väärib ta meie tunnustust, sest ta konstrueeris ka mehaanilised kangaspuud, mis mulgustatud mustirulli järgi ise mustri kangasse kudusid. Kuid töö kangaspuude kallal jättis ta pooleli, androidid huvitasid teda rohkem.

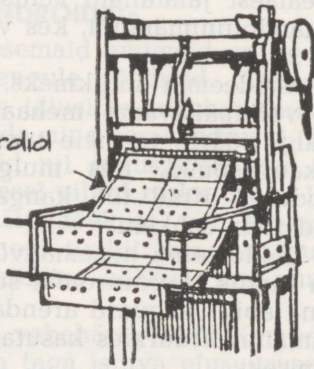
Need kangaspuud võttis 1805. aastal käsile teine niisama võimekas mees, Joseph Jacquard, kes siidikudujana tundis Vaucansonist suuremat huvi inimese töö lihtsustamise vastu masina abil. Jacquard arendas välja kuulsad žakaarteljed, mida Prantsuse siidimanufaktuurides kasutati sissekootud mustri riide massiliseks tootmiseks.

Kuulsate androidiehitajate hulka kuuluvad ka šveitslased Pierre ja Henri-Louis Droz. Nad tekitasid kenakese hulga kõmu tehnikas. Nende loomingut esitlemisest Pariisis kirjutas 1755. aastal «Vossische Zeitung»:

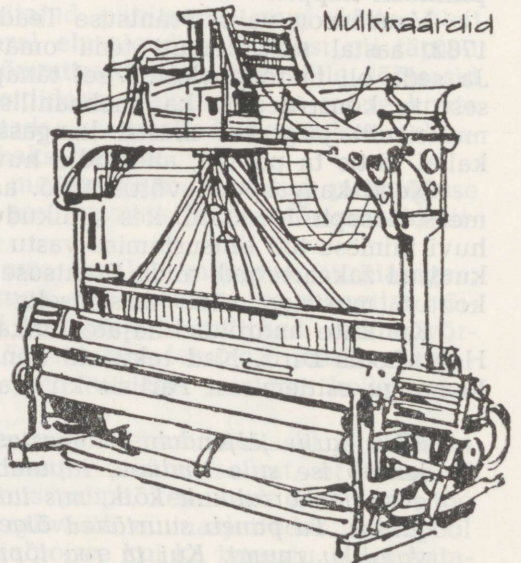
«Üks kuju jäljendab kaheaastast last, kes puldi taga kirjutab. Ta kastab ise sule tindisse, raputab liigse tindi ära ning kirjutab selgesti ja korralikult kõik, mis talle ette öeldakse, ilma et keegi teda juhiks. Ta paneb suurtähed õigesse kohta ning jätab sõnade vahele vajaliku ruumi. Kui ta rea lõppu jõuab, alustab ta uut ning peab hoolt, et ridadel õige vahe oleks. Kirjutades vaatab ta oma tööle, kui ta aga tähe või sõna lõpetanud on, tõstab ta silmad eeskujule,



Mulkaardid



Mulkaardid



Žakaarmasinast, mida sai paigutada igale käsikudumisteljele, kujunesid hiljem mehaanilised žakaarteljed

mida ta jäljendavat näib. Teine kuju joonistab ning kannab esimeste piirjoonte järgi varje paberile. Ta parandab oma töö puudusi ning kõik ta liigutused on väga loomulikud. Üks kümne- kuni kaheteistkümneaastase tütarlapse kuju mängib hästi klaverit.»

Kui Henri-Louis Droz oma automaate Prantsusmaalt Inglismaa kaudu Hispaaniasse näitama läks, sattus ta 1786. aastal inkvisitsiooni küüsi. Tal tuli kaua vangikongis istuda, sest väheste tehnikaalaste teadmistega ja kasinate vaimuannetega «kohtunikud» ei saanud kuidagi aru, et automaadid pole «saatana jumalavallatud sepitsused», vaid inimese kätetöö. Pärast lõplikku vabastamist suri ta ihult ja hingelt murtuna 1791. aastal Naapolis.

Isa Droz polnud üksnes androidiehitaja. Ta on tänapäevani suures aus, sest ta kutsus Šveitsis ellu kellamanufaktuurid.

Me poleks mehaanikute pentsikutest mänguasjadest juttu teinud, kui nende «kustitooted» oleksid jäänud vaid tehnika veidrusteks. Nad on siiski rohkem väärt. Et inimese elutegevust mehhanismidega nii täiuslikult jäljendada, selleks läks vaja kogu oma aja tehnika tundmist, suurt käsitööoskust ja palju tehnikaalast mõttelendu.

Ehkki neist androididest mingit tulu polnud, olid nad kasulikud selles mõttes, et nende mehaanika ja tihti suure mõtteleonnuga mehaanikud ise andsid ajendeid mehhanismide loomiseks, mis väliselt enam elusolenditega ei sarnanenud, ent see-eest kasulikke tööd tegid. Ka masinates mis kudusid, ketrasid, villa kraasisid ja silindreid puurisid, kanti inimese teatud alaliselt korduvaid liigutusi mehhanismidele üle.

Me nägime, kui paljudel käsitööladel inimene suure vilumuse pidi omandama, milline tema töö osavus ja täpsus pidi olema, enne kui aurumasinate, uute tekstiilimasinate ja metallitöötlemispinkide leiutamise mõttest tekkida said ning neid edukalt ellu rakendada õnnestus.

Neis peituvad vanade meistermeeste ja mehaanikute, kellasseppade ja seppade edusammud, neis on ühendatud kogu töötava rahva loomejõud, teadmised ja mõtteküllus. Et neid masinaid lühikese ajaga nii suurel hulgal toota, kui see tegelikult juhtus, oli vaja külluses oskustöölisi.

Kui aga uued masinad valmis olid ning üha uusi vabrikuid kerkis, siis hakkasid aurumasinate katelde all lõhkelaengud plahvatama, põlesid maha tehased ja purustati töökodasid, kus uusi masinaid toodeti. Tegutses hakkasid masinapurustajad, inimesed, kes võitlesid uute tehnikajõudude edasitungi vastu.



LÕIM JA KUDE

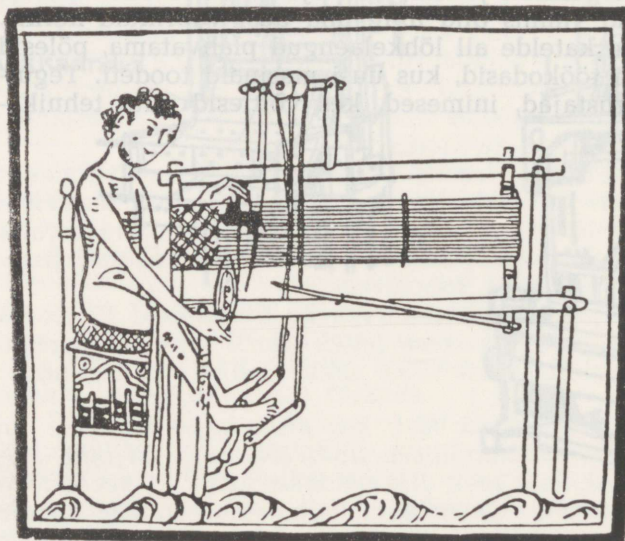
KÄSIKUDUMISTELJED ♦ ÖHTUNE KETRAMINE ♦ KESKAJA KÄSITÖÖLISED ♦ VAJADUS MASINAID LEIUTADA ♦ ROHKEM JA KIIREMINI ♦ AURU JA PUUVILLA ABIELU ♦ MASINAPURUSTAJAD ♦ PALGAORJADE TÖÖPÄEV

KÄSIKUDUMISTELJED,

millega lõime- ja koelõngast riidet valmistati, polnud aastasadade jooksul peaaegu üldse muutunud.

Nagu enamik tootmisriistu, ei olnud ka kangaspuud ja värten varasel keskajal antiikaja tehnika tasemelt kõrgemale jõudnud. Feodaalisandate mõisates pidid ketrama naised ja lapsed, kui neid põldudel tingimata tarvis polnud. Et üks kuduja täie jõuga töötada saaks, pidi tosin ketrajat teda lõngaga varustama.

Kedrati aga ikka veel nii nagu nooremal kiviajal. Vasaku kaenla all hoiti keppi, koonlapuud, mille külge oli seotud koonal villa või lina-kiudu. Vasaku käe sõrmedega näpiti kiudusid sirgeks, kuni saadi niduv



Tallalauaga kaheniiselised kangaspuud. Joonis 12. sajandi käsikirjast



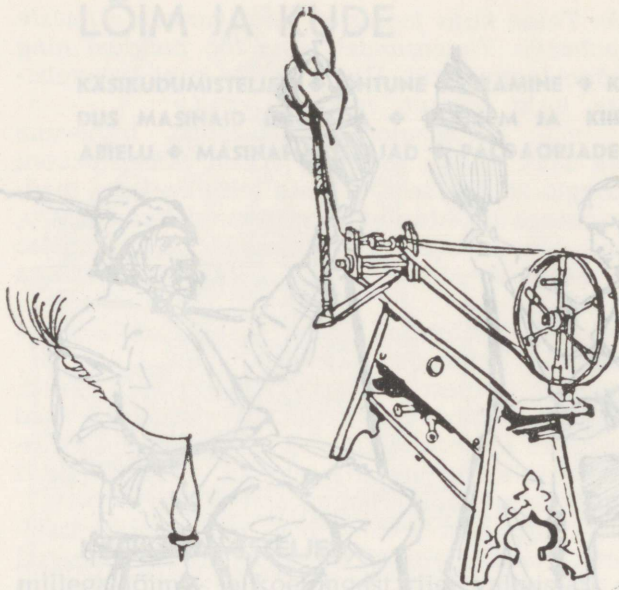
heie, mis parema käe peost läbi lasti. Heide otsas rippus kedervars, lühike puitkepp, millel alumises otsas oli raskuseks ümmargune savist või tinast keder.

Parema käe sõrmede vahel keerutati heiet ja kedervart, nii et heie pidevalt niitjaks venis ja ühtlasi lõngaks keerdus. Seejuures aitas pöörlev keder keerdumisele kaasa.

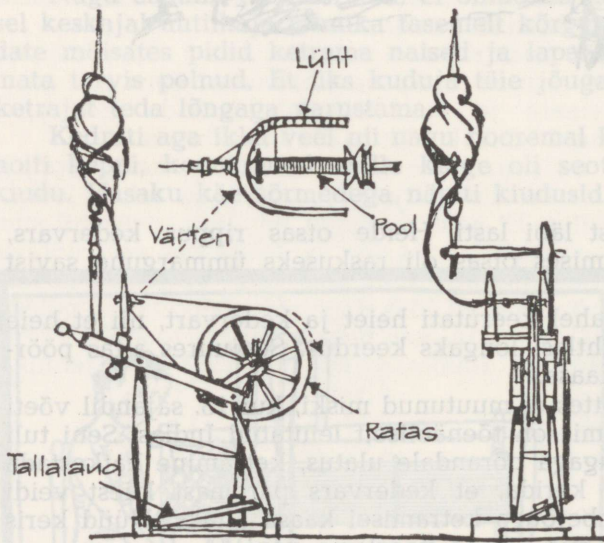
Selle menetluse põhimõttes ei muutunud miski, kui 13. sajandil võeti Euroopas kasutusele vokk, mis on tõenäoliselt leiutatud Indias. Seni tuli iga kord, kui kedervars lõngaga pörandle ulatus, ketramine katkestada ja lõng kedervarre ümber kerida, et kedervars paremast käest veidi allapoole rippudes oma tõmbejõuga ketramisel kaasa aitaks. Nüüd keris ketramise ajal lõnga ratas, mis värtna pöörlema pani.

Juba Leonardo da Vinci oli voki täiustamise kallal pead murdnud. Ta tahtis ratast käitada jalgajamiga ning tegi ettepaneku võtta kasutusele puithark ehk lüht, mis lõnga käe abita ühtlaste kihtidena värtnale keriks. Niiviisi täiustatud vokk lõi läbi alles 16. sajandil.

Nüüd piisas ühtedele kangaspuudele lõnga valmistamiseks neljastviiest vokist. Kuid ikkagi pidid piigad mõisates või kuninga ketrustubades hilisööni vokki vuristama.



Peale lihtsa kedervarre kasutati keskajal ka vokki, mis küll ainult lõnga keris



Suur samm edasi oli 1500. aasta paiku Johann Jürgensi leiutatud tallalaua ja lühiga vokk, millega sai katkestusteta kedrata

ÕHTUNE KETRAMINE

toovat õnne ja rõõmu. Kes aga juba hommikul voki taga istus, sel oli käes häda ja mure, sest ta ketras leiva teenimiseks.

Kel peale ketramise muud tööd polnud, teenis vaevalt supisoola jaoks.

Mõisates, kus pärisorjad feodaalisandate heaks tasuta tööd rühkisid, kehtis varem oma tarbeid rahuldav loonusmajandus. Kõik vajalikud põllumajandussaadused ja käsitöötooted valmistati ise. Nüüd muutusid härrasmõisad junkrumõisateks.

Georgius Agricola elas ja töötas Maagimäestiku kaevurite ja metallurgide hulgas. Ta kirjeldas kogu nende tööd. Tina sulatamise šahtahju juures tunti teda niisama hästi kui selitusääsi juures või sepapajas.





Talupoegadel tuli küll veel mõisas ja maaomaniku põldudel tegu teha, kuid peasjalikult pidid nad oma taludes tootma feodaalisandale vajalikke loonusandameid. Seda oli palju. Junkrud ei nõudnud üksnes vilja ja aiasaadusi, linde ja liha, vaid ka lina ja villa või nahku ja veini.

Loomulikult ei tarvitanud nad kõike ise ära, vaid müüsid linnadest tulnud kaupmeestele ja said vastu luksuskaupu, ehteid, siidi, vaipu, ilusaid relvi või karusnahku.

Loonusmajandusest oli saanud kaubamajandus.

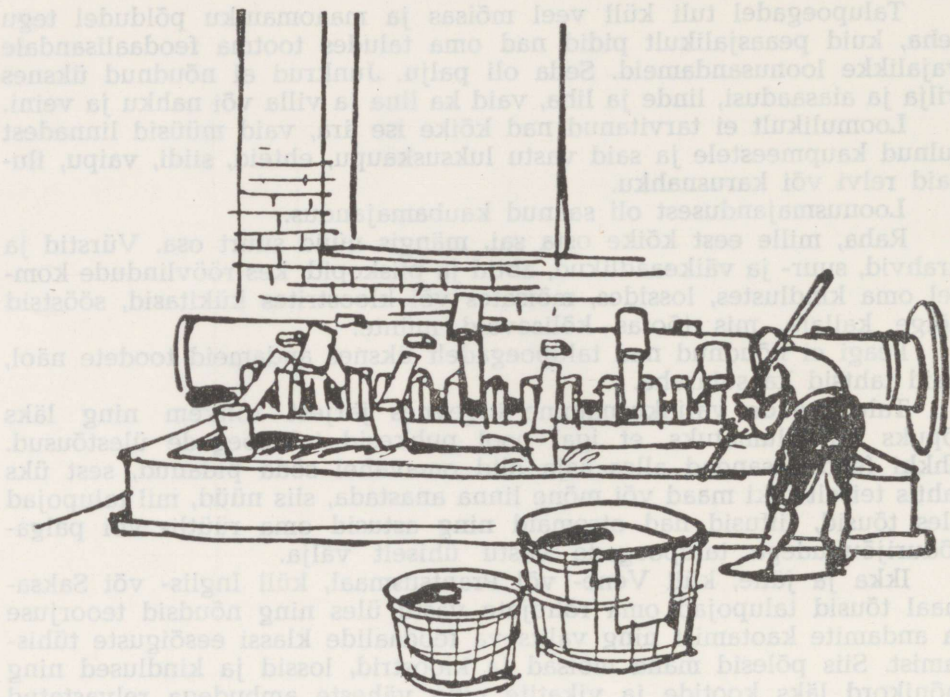
Raha, mille eest kõike osta sai, mängis nüüd suurt osa. Vürstid ja krahvid, suur- ja väikeaadlikud, abtid ja piiskopid, kes röövlindude kombel oma kindlustes, lossides, mõisates või kloostrites kükitasid, sööstsid kõige kallale, mis töötas kõlisevaid münte.

Peagi ei nõudnud nad talupoegadelt üksnes andameid toodete näol, vaid tahtsid ka sularaha.

Talupoegade väljakurnamine tugevnes järjest rohkem ning läks lõpuks nii talumatuks, et igal pool puhkesid talupoegade ülestõusud. Ehkki feodaalisandad alles äsja olid omavahel sõda pidanud, sest üks tahtis teiselt tüki maad või mõne linna anastada, siis nüüd, mil talupojad üles tõusid, liitusid nad otsemaid ning astusid oma rüütli- või palgasõdurijõukudega talupoegade vastu ühiselt välja.

Ikka ja jälle, küll Vene- või Prantsusmaal, küll Inglis- või Saksa- maal tõusid talupojad oma rõhujate vastu üles ning nõudsid teoorjuse ja andamite kaotamist ning valitseva feodaalide klassi eesõiguste tühistamist. Siis põlesid maha mõisad ja kloostrid, lossid ja kindlused ning mõnikord läks kootide ja vikatite ning väheste ambudega relvastatud talurahvamalevatel korda suuri maa-alasid vabastada ning hästirelvastatud palgasõdureid ja rüütleid minema kihutada.





Võitlevad talupojad saavutasid edu peamiselt siis, kui nendega liitusid linnade käsitöösellid ning vaesed kaevurid ja metallisulatajad. Sest ka nemad kannatasid vürstide ja suuraadlike omavoli all ning peale selle linnade rikaste tsunftimeistrite ja linnasakste või liigkasuvõtjatest kaupmeeste ja maaomanike surve all, kelle valduses olid kaevandused ja metallurgiatehased.

Selle tagajärjeks oli linnakodanluse liit rüütlite ja vürstidega. Aadelkond, kirik ja rikas kodanlus panid ühiselt kõik välja, et rahva ülestõuse maha suruda. Sadu tuhandeid tapeti, aeti teibasse või vardasse ja põletati. Suured talurahvajuhid olid Thomas Müntzer Saksamaal, Stepan Razin Venemaal ning Wat Tyler Inglismaal. Nende poolehoidjaid kohtlesid feodaalisandid iga kord julmalt.

Et täita oma isandate nõudmisi raha järele, pidid talupojad kuduma rohkem, kui nad ise tarvitasid. Rikkad kaupmehed, nagu Fugger ja Welser Augsburgis ning paljud teised, ostsid riide üles ja hankisid kodukangrutele selleks lõnga. Tekkis niinimetatud ettevõtlus; kaupmehi, kes kodutööliste töö andsid, nimetati ettevõtjateks.

Sel viisil toodeti peamiselt linast riiet ja parhi. Kodutööndus «õitses» sajandeid, eeskätt Saksamaa vaesemates piirkondades, kus väiketalunike ja vabadike maa oli vilets, andamid maaomanikele aga suured.

Kuna talupojad olid vaesed, ei tulnud neil üksnes kaks korda rohkem tööd teha, neid ka kurnati kahekordselt. Seda tegid feodaalne maa-isand ja kapitalistlik ettevõtja.

Keskaja arenevates linnades oli villase kalevi ja peente riiete valmistamine käsitöölise amet. Iga tööd tegid teatud käsitöölised, kes pidid kuuluma seda käsitööharu haldavasse organisatsiooni — tsunfti. Toor-

villa puhastamine, kraasimine ja ketramine kuulusid teistesse tsunftidesse kui kudumine. Kangrute tsunftil polnud omakorda midagi tegemist vanutajate või värvalitega.

Riiet vanutati selleks, et ta vees kolkimise ja pressimise tulemusena kokku tõmbuks ja tihedamaks läheks. Kalev «vildistati» tugevamaks, siledamaks ja pehmemaks.

Vesiratta kasutuselevõtmiseni tuli riidelaidusid või -palle käsitsi töödelda, vees jalgadega tallata või nuiadega kolkida. Hiljem tegid töö ära puitvasarad, mis pandi liikuma vesirattaga käitatava sõrmvõlli abil. Vasarad kolkisid күnades edasi-tagasi liigutatavat riiet. Nüüd tegi üksainus vanutaja ära niisama palju tööd kui enne seda tosin tugevat meest.

Juba need lihtsad vanutusmasinad kuulutasid ähvardavat ohtu. Kui Inglismaal selline vanutusveski ehitati, said vanutajad, kelle töö nüüd tarbetuks näis muutuvat, nii vihaseks, et nad veski purustasid. Nad tahtsid sel teel takistada seadmete ehitamist, mis tööjõudu säästsid ja nende käsitöö laostada võisid.

KESKAJA KÄSITÖÖLISED

olid oma oskused kõrgele järjele arendanud. Meistrid ei andnud õpilastele edasi üksnes neid võtteid, mis tulenesid tööriistade käsitsemisest ja kasutamisest, vaid ka tegelikke teadmisi omaenda kogemustesalvest. Nii säilis tsunftides ja anti edasi kõik äraproovitu: nii töövõtted ja -meetodid kui ka tsunftide põhikirjast tulenevad tsunftivormid.

Tsunfti tingimuste järgi ei tohtinud kedagi õpipoisiks võtta, «enne kui ta sünnitunnistusega pole tõendanud, et on sündinud seaduslikust abielust». Viie või kuue aasta pikkusel õppeajal tuli maksta meistrile 10 või 20 taalrit aastas õppemaksu. Kasvatuse õigus läks õppeajaks täielikult meistri, meistri naise ja ka sellide kätte. Õpipoisid pidid «igas töös sõnakuulelikud olema», olgu töökojas, köögis või keldris.

Kui õppeaeg lõppes, «kuulutas meister kokkutulnud käsitöölise ees, et õpipois on oma töö korralikult ära õppinud, misjärel talle anti tunnistus ning ta pidulikult vabaks kuulutati».

Sell läks enamasti rändama, see tähendab, töötas võõrsil mitme meistri juures. Paljudes tsunftides kehtis koguni rännusund; sellid pidid asulast, kus nad olid õppinud, lahkuma. See rahuldus kohalike meistrite soovi, et sellid võõrsile jääksid ega suurendaks kodulinna meistrite arvu.

Enne meistriõiguste saamist pidi käsitööliline teatud hulga aastaid sellina töötama ning lõpuks ettekirjutatud meistritöö valmistama.

Kõigega — vabaks kuulutamisest kuni meistriks vastuvõtmiseni — kaasnesid maksud, mis tuli tasuda tsunfti kassasse.

Tegelike käsitöövõtete rajanemine pärimustel ja tavadel, samuti tsunftikord, oli küllaldane väikese turu varustamiseks, kui tegemist oli väikelinna või aleviga.

Teisiti oli lugu siis, kui käsitöömeister ei münud oma tooteid enam ise vahetult tarbijatele, vaid osaliselt või koguni peamiselt kaupmeestele, kes kalevipallid, noaterad, köied või vahaküünlad plaanvankritele laadisid, teistesse linnadesse vedasid või hoopis üle piiri kaugetele maadele viisid.

Turu avardumise tagajärjel läksid mõned tsunftimeistrid, kes eriti palju müüsid, teistest rikkamaks. Nüüd hoolitsesid nad selle eest, et kaupmeeste raha ka edaspidi nende töökodadesse voolaks. Nad kasutasid oma jõukust ja sellest tulenevat mõju tsunftis, et endale eeliseid han-



Kangur



Parkal



Värval



Sepp



Pagar



Tündersepp



Mölder



Kübarsepp

kida, teiste meistrite tööd aga raskendada, et need heas äris võistlejateks ei saaks.

Nad raskendasid tsunfti vastuvõtutingimusi, vähendasid õpilaste arvu, tegid meistriksami keerulisemaks ja ühendasid selle nii ranga rahamaksuga, et meistriks võisid saada vaid rikaste meistrite endi pojad. «Igaveste» sellide hulgast värbasid nad parimad oma töökotta.

Sellid, kel polnud enam üldse väljavaadet iseseisvaks saada, asutasid selliühingud, millega nad võitlesid rikaste meistrite omavoli ja tsunftiseaduste vastu, mis nende huvidega kooskõlas polnud.

Tsunftiahelad põhjustasid käsitöövõtete täieliku tardumise.

Kui näiteks Anton Mülleri nimeline võimekas mees Danzigist 1579. aastal leiutas paelateljed, millel sai korraga kududa nelja kuni kuut paela ning millega pealegi võis töötada iga õppimata tööline, sest tarvitsetes vaid tõmmitsat edasi-tagasi liigutada, läks tal üpris räbalasti:

«... kuna raad oli mures, et leiutis suure hulga kangruid kerjusteks teeb, siis laskis ta leiutise salajas hoida ning leiduri salamisi kägistada või uputada.»

Kui sama leiutis teistes linnades tehti või üle võeti, takistasid rikkad tsunftivanemad selle rakendamist. Masin keelati, põletati turuplatsil avalikult või purustati salaja.

1685. aastal keelati selle kasutamine kogu Saksamaal keisri käsuga.

Rikkad meistrid tahtsid takistada, et vaesemad meistrid selliste või teistsuguste masinatega tööviljakust suurendada, rohkem toota või koguni pakkumist suurendades hindu alla lüüa ei saaks.

Ent ka sellid ei hoolinud masinast, sest kartsid, et see paljud neist ilma leivata jätab.

Kui paelateljed Inglismaale jõudsid, puhkesid käsitöölise hulgas samasugused rahutused kui varem vanutusveski ehitamise järel. Kuid Inglismaal tegi valitsev klass lõpu peale mitte masinatele, vaid rahutustele. Vastupidi feodalistlikule Saksamaale ja seal käsitöös valitsevatele tsunftidele Inglise kodanlus nõudis masinaid.



Nagu Itaalia linnriikides ja Flandrias, nii oli ka siin käimas tähelepanuväärne areng. Ettevõtjad ei ostanud talupoegadest kodukangrutelt üksnes riiet üles, vaid asutasid ka suuri manufaktuure. Seal ei töötanud enam iseseisvad käsitöölised, vaid palgatöolisteks olid sellid või vaesunud meistrid, kes oma varasemast käsitööst tegid nüüd vaid mingit üksikut tööd. Kapitalistlikes manufaktuurides liigestati töövõtteid järjest rohkem, et ka õppimata töölised ja lapsed lihtsate menetlustega toime tuleksid.

VAJADUS MASINAID LEIUTADA

tulenes siin otsemaid sellest, et neid ühelaadseid üksiktöid saaks mehaaniliselt sooritada.

Kui tsunftid polnud tehnika arengust huvitatud, siis panid kapitalistlike manufaktuuride omanikud suurt rõhku käsitöolistega võrreldes niigi suure tööviljakuse edasisele kasvule ning seega oma kasumi suurendamisele.

Kaubanduskompaniid ning asumaade vallutamine Ameerikas ja Aasias avardasid pidevalt Inglise turgu. Eeskätt suurenes kalevi ja villa väljavedu teistesse Euroopa riikidesse ja ülemeremaadele.

Suurmaaomanikud ja maa-aadlikud muutsid üha rohkem põlde karjamaadeks, sest lambapidamine ja villakaubandus tõid palju rohkem sisse kui põllundus. Nad kihutasid talupojad minema, sest lammaste pidamiseks läks vaid vähe tööjõudu vaja. Vabrikandid omakorda asutasid järjest rohkem manufaktuure, sest linnadesse voolavatest taluperedest sai odavat tööjõudu.

Väiketalunike minemakihutamise ja nende muutmise mõisate päevilisteks või manufaktuuride ja laevatehaste palgatöolisteks algas 16. ja 17. saj. maal ja linnades kapitalistliku tootmisviisi areng.



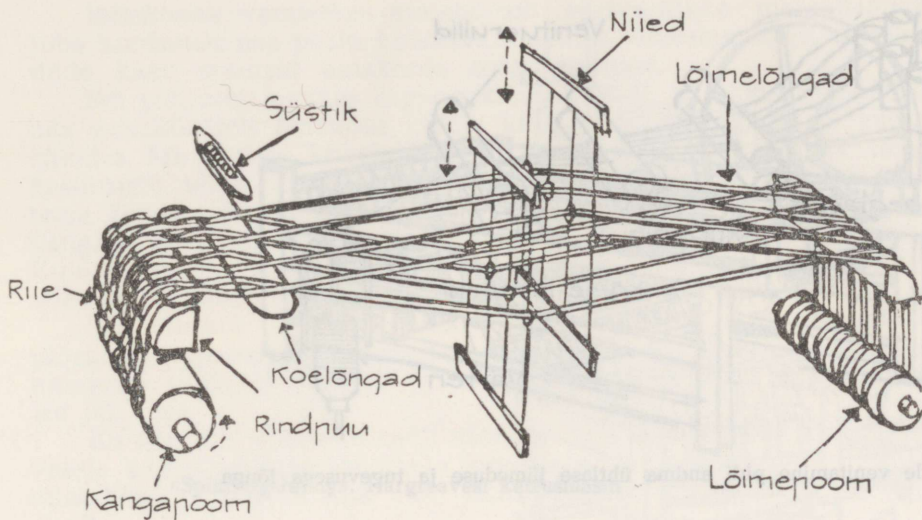
Asumaade riisumise, orjakauplemise ja mereröövi tulemusena voolas Inglismaale nii suuri rikkusi, et kaupmehed, pankurid, kapitalistlikud ettevõtjad ja suurmaaomanikud tahtsid oma raha eest saada ka valitsuse, kes nende huvide eest paremini hea seisaks kui kuninga ja tema õukondlaste ainuvalitsuslik võim. Kodanlus vallutas võimu pärast pikki vahelduva eduga peetud võitlusi, mille põhirasvus jäi loomulikult rahva kanda. Uskus ju rahvas, et ta feodaalvõimu kõrvaldamisega oma õigused kätte võidab.

Pärast 1688. aasta pööret oli Inglise parlamendi olukord nii kindlaks muutunud, et tema kaudu valitsesid piiramatult kaubandus- ja koloniaalühingud, kaupmehed, manufaktuuri- ja suurmaaomanikud.

Järgmistel aastakümnetel toimus nii maal kui ka linnades kapitalistlike tootmissuhete võimas avardumine. Väiketalunike ja -käsitööliste vana elu- ja tööviisi alused lammutati tükk-tükilt. Enamik neist oli küll soovinud, et feodalistliku teoorjuse jäänused kõrvaldataks või kitsarinnaline tsunftikord kaotataks, ent teoorjus põldudel ning kurnamine ja rõhumine rikaste tsunftimeistrite poolt asendus nüüd kapitalistliku palgaorjusega.

Nad said vabaks feodaalsetest ja tsunftiköidikutest, kuid nüüd aheldasid neid kapitalistlike tootmissuhete nähtamatud ketid. Nende ainus vara oli tööjõud, mida nad päev-päevalt pidid müüma inimestele, kes olid tootmisvahendite, maa või kudumistelgede ja värvimistõrtega manufaktuuride ainuomanikud.

Seda pööret kiirendas ja süvendas ning tegi ta keerukaks manufaktuuriomanikevaheline konkurentsivõitlus. Kapitalistid nägid, millised teenimisvõimalused avanesid tehnika arendamise ja tööviljakuse tõstmisega; vastupidi tsunftimeistritele, kes püüdsid oma tootmisviisi päästa tööviljakust pidurdades.



Kudumise lihtsustatud kujutus

Selle ajani nägid kangaspuud välja peaaegu täpselt samuti kui vanades orjandusriikides. Puitraamistikus olid lõimelõngad tõmmatud rõhtsalt üle lõimepoomi ja rindpuu kangapoomile, mille ümber rulliti valmis riie. Niisi tallalaudadega liigutades tekkisid vahelikud, kust koelõngaga süstiku läbiviskamiseks ja püüdmiseks sai kuduja mõlemat kätt kasutada.

1733. aastal leiutas John Kay kiirsüstiku. Leidlik seadis juhtis süstikut edasi-tagasi mehaaniliselt, nii et seda polnud enam vaja käsitsi läbi vaheliku visata.

Sellega esmakordselt suurenes kangrute tööjõudlus kahekordseks, pealegi sai nüüd kududa väga laia kangast.

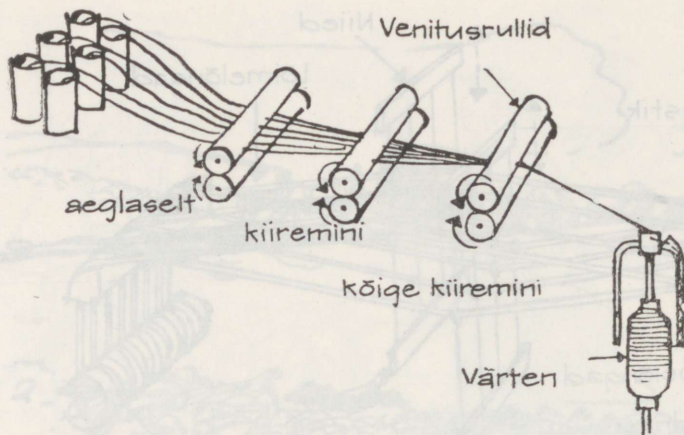
See leuitis ärritas otsemaid üles nii iseseisvate meistritena töötavad käsitöölised kui ka manufaktuuritöölised. Ühed, kuna nad juba praegu pidasid manufaktuuris toodetud odava riidega ränka konkurentsivõitlust ja kartsid, et «lendav süstik» nad lõplikult laostab, teised, kuna neil oli hirm oma kangruametist suurmanufaktuurides ilma jääda.

John Kay pääses kangrute ja tööliste käest hädavaevu eluga, kuid manufaktuurid võtsid täiustuse loomulikult kasutusele.

ROHKEM JA KIIREMINI

hakati nüüd kuduma. Kodukangrud, kel see kuidagi võimalik oli, võtsid samuti kiirsüstiku kasutusele, et mitte veelgi rohkem tagaplaanile jääda. Ent nii siin kui ka seal oldi hädas sellega, et suurenenud oli küll lõngakulu, mitte aga ketrajate tööviljakus. Kangaspuud jäid tihti seisma, sest oli vaja hankida uut lõnga. Et üht kiirekäigulist kangaspuud lõngaga varustada, läks vaja kümme kuni kaksteist ketrajat.

Royal Society, Kuninglik Selts, mille liikmeteks olid kõige silmapaistvamad õpetlased, tundis Inglismaa majandusliku võimu laiendamise vastu niisama suurt huvi kui manufaktuuriomanikud või kaupmehed.



Heiede venitamine pidi andma ühtlase jämeduse ja tugevusega lõnga

Seepärast pingutas õpetatud selts kogu jõudu teaduse ja tehnika edendamiseks ning pani koguni välja auhinna ketramist kiirendava leiutise eest.

John Wyatt tuli mõttele heietada kiudu mitte sõrmede vahel, vaid rihvelrullidega.

Lewis Paul laskis heiet enne värtnaga korrutamist veel rullidega venitada.

See oli algus. Kui Northamptonis esimene 250 sellise värtnaga ketrustöököda käiku lasti, olid tulemused äärmiselt kehvad. Lõng oli ebaühtlane, kohati peenike, kohati jäme, tihti katkenud.

Masinaid käitati eeslite jõul ringiaetava gööpelveskiga ja kui loomad tõrkusid, läks kogu masinavärk segamini.

Esimene tõeliselt kasutuskõlblik ketrusmasin leiutati alles aastal 1764. James Hargreaves märkas kord, kui tema tütre Jenny vokk oli ümber kukkunud, et värten veel mõni aeg edasi pöörles ja jupi lõnga ise ketras. Tal tärkas mõte mitut värtnat ühe veonööriga ringi ajada, nii et nad korrutatud lõnga kaasa kisuksid ja enesele keriksid.

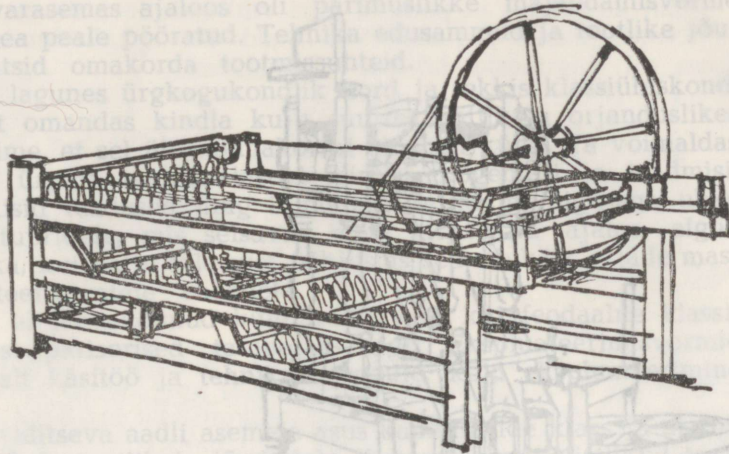
Esimestest masinates, millele ta oma tütre auks «Spinning-Jenny»¹ nimeks pani, ajas üks veorihm vaid mõnda värtnat ringi. Kuid varsti võis juba vesirattaga käitatava veoratta ja rihma abil kuni 80 värtnat korraga liikuma panna.

James Hargreaves jättis oma leiutisele õigel ajal patendi võtmata ja nii ehtasid kõikvõimalikud töökojad tema masinat karistamatult järele. Kui ta nende autute võistlejatega kohut käima hakkas, kulutas ta oma viimasegi raha. Et ta kohtukulusid enam tasuda ei suutnud, loobus ta lõpuks võitlusest.

Ta suri vaestemajas ajal, mil tema 20 000 ketrusmasinaga, eeskätt manufaktuurides, omanikele sõna otseses mõttes puhast kulda kedrati.

1767. aastast alates meisterdas ka habemeajaja ja parukategija Richard Arkwright ühes vanas küünis ketrusmasina kallal. Aastal 1769

¹ Mis eesti keeles tähendab «ketrus-Jenny». Toim.



«Spinning-Jenny». Hargreavesi ketrusmasin

sai ta patendi «vesimasinale», sest tema «venitusvaltsidega aparaati, mis toorpuuvillast peent niiti ketrab», käitati veejõul. Lõngagi hakati varsti veelõngaks nimetama.

Arkwright rajas Cromfordis vabriku ühe pankuri rahaga, kel oli Inglise asumaadel Ameerikas suuri puuvillaistandusi ning kes puuvilla töötlemise arendamisest eriti huvitatud oli. Aastal 1771 läks esimene veejõul töötav mehaaniline ketrustöökoda käiku.

Peale ketrusmasina leiutas Arkwright ka kraasimismasina. Jäi ära vaevarikas käsitöö kiudude kobestamiseks ning ühte suunda asetamiseks, et neid rõõbiti üksteise kõrval heietada ja kedrata saaks. Nüüd sai kraasida ja kedrata ühes vabrikus.

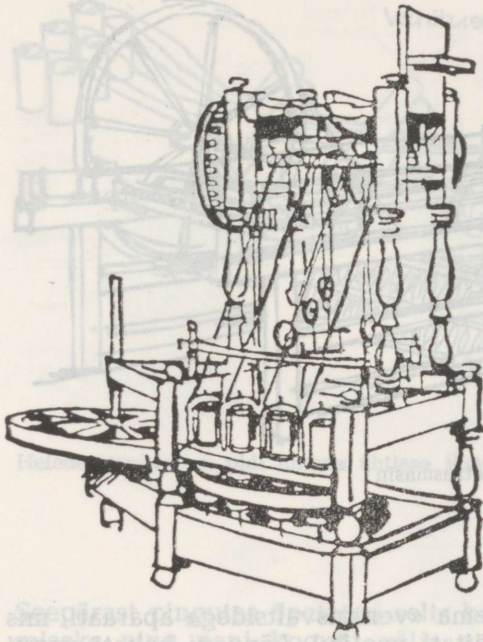
Samuel Crompton ühendas Hargreavesi ja Arkwrighti masinate eelised uues täiustatud ketrusmasinas, millega sai toota mitmesuguste omadustega lõnga. Spinning-Jenny lõng oli väga pehme, Arkwrighti vesimasinal kedratu aga karm ja kalk.

Kõikjal Inglismaal rajati väga kiiresti uusi mehaanilisi ketrustöökodasid. 1783. aastal andis ainuüksi Arkwright oma vabrikutes tööd üle 3000 töölisle. Oma töökodades tootis ta peale selle ketrusmasinaid müügiks. Üha mitmekesisemate erimasinatega liigendas ta kogu ketrustöö, nii et tal kraasimisest, venitamisest ja eelketrustest kuni mitmesuguste omadustega lõnga valmistamiseks mõeldud ketrusmasinateni oli kõik mehhaniseeritud.

Nüüd sai valmistada soovikohaselt peenikest ja vajaduse järgi tugevat puuvillniiti.

Kõigi nende tohutute täiustuste tulemusena olid nüüd kangrud, kiirsüstikust hoolimata, liiga aeglaseks jäänud. Lõnga toodeti rohkem kui jõuti kududa. Oli loomulik, et manufaktuuriomanikud taotlesid kudumise mehhaniseerimist.

1784. aastal murdis paljude teiste kõrval kangaspuude kolme peamise ja alati ühesuguse — niite, süstiku ja soalae — liikumise mehhaniseerimise üle pead ka maavaimulik ja luuletaja Edmund Cartwright. Ühel päeval seletas ta sepale ja tiserile, kuidas ta masinat ette kujutab.



Arkwrighti ketrusmasin

Aasta hiljem töötasid mehaanilised teljed, ehkki raskepäraselt, kuid iseseisvalt. Cartwright sai oma esimese patendi.

Tema ise ja teised leidurid, nagu Radcliffe, Johnson, Horrocks ja Roberts täiustasid mehaanilisi telgi järgmistel aastatel tunduvalt, nii et nendega sai toota kümme korda rohkem riidet kui vanade kangaspudega.

Inglismaal mõne aastakümnega loodud tekstiilimasinad tekitasid pöörde kogu puuvilla- ja hiljem ka villatöötluses. Kui neile lisandus veel James Watti aurumasin, millest kaks esimest töötasid alates aastast 1785 Arkwrighti vabrikutes, siis sündis selle

AURU JA PUUVILLA ABIELU

tulemusena suurtööstus.

Varakapitalistlikud manufaktuurid muutusid tööstuskapitalistlikeks vabrikuteks. Iseseisvate käsitöolistena tegutsenud kangrud ja ketrajad aga surid täiesti välja, tihti sõna otseses mõttes.

Tekstiilitööstuses alguse saanud masinate areng kandus teistesegi tööstusharudesse.

Esialgul valmistati uusi masinaid väiketöökodades puidust. Ent peagi hakati masinaosi valama. See andis hoogu raua- ja terasetööstusele ning tekkisid masinatehased, kus jällegi uute tööpinkidega toodeti nüüd tekstiilimasinaid juba sarjaviisi.

Nagu Karl Marx asjade käiku kirjeldas, tingis murrang ühe tööstusharu tootmises murrangu ka teises.

See murrang, mis on läinud ajalukku tööstusrevolutsioonina, ei toonud võidule üksnes uut, vaid lammutas ka vana. Ta hävitas põlvest põlve kandunud elu- ja töövormid.

Inimkonna varasemas ajaloos oli pärimuslikke majandamisvorme juba korduvalt pea peale pööratud. Tehnika edusammud ja tootlike jõudude kasv muutsid omakorda tootmissuhteid.

Sel põhjusel lagunes ürgkogukondlik kord ja tekkis klassiühiskond, mis esmakordselt omandas kindla kuju suurtes antiikaja orjanduslikes riikides. Me nägime, et sel ühiskonnakorral oli häid külgi. Ta võimaldas kasutusele võtta ürgaja tehnikaalaseid leiutisi, kogemusi ja teadmisi, tema rüpes tekkisid teadused ning inimkond on tänini õigusega uhke vanaaja kõrgkultuuridele, mis seisavad meie kirjutatud ajaloo algul. Kuid me teame ka, kui palju viletsust põhjustas see edukäik orjade massile ja ekspluateeritavatele vabadele.

See viletsus ei leevendunud kuigi tunduvalt, kui feodaalne klassiühiskond orjadest pärisorised talupojad tegi. Ekspluateerimisvormid muutusid vastavalt käsitöö ja tehnika arengule, kuid ekspluateerimine ise jäi alles.

Ka siis, kui valitseva aadli asemele asus kapitalistide klass ja arenevatele kapitalistlikele tootlikele jõududele järgnesid kapitalistlikud tootmissuhted ja kapitalistlik riik, säilis inimese ekspluateerimine inimese poolt.

Ikkagi olid kõik need ühiskondlikud murrangud, omal ajal, mil nad revolutsioonilisel teel uue korra kehtestasid, kogu inimkonna arengus tõelised edusammud. Nad kõrvaldasid vanu aegunud töö- ja eluvorme ning kaotasid tagurlikuks muutunud, ainult oma võimu säilitamisele mõtlevald valitsevad klassid.

Iga uue ühiskonnakorra eesrindlikus arenemisjärgus tõid tehnika edusammud ja uue tehnika laialdane levik inimkonnale tervikuna ka siis kasu, kui nad põhjustasid töötajate viletsuse suurenemise ja ekspluateerimise tugevnemise.

Pole aga miski ime, et Inglismaa käsitöölised ja töölised ühiskonna edukäiku ei mõistnud. Nad nägid vaid, et uued masinad tootsid vabrikomanikele rikkust, töölistele aga tekitasid veelgi rohkem viletsust. Alles hiljem uuris Karl Marx inimühiskonna arenemisseadusi. Esialgu suhtuti masinatesse kui pahe allikasse, nende levikule avaldasid vastupanu nii käsitöölised kui ka töölised.

Esimese Hargreavesi ehitatud Spinning-Jenny lõi raevunud manufaktuuritöölised ja ketrajate jõuk kohe puruks. Hargreavesi maja peksti segi, leiutaja ise kihutati linnast minema.

Arkwright püüdis sama saatust vältida sel teel, et rääkis kõigile, kes iganes kuulda tahtsid: tema töötavat igiliikuri kallal. Et tollal veel paljud igavesti ja ilma ajamita töötava masina kallal nuputasid, usuti teda ja jäeti «vaene hull» rahule. Kui aga tema ketrusmasinad Cromfordis käiku lasti, puhkesid sedamaid rahutused ja hiljem laastati üks tema vabrikuid Birkacre'is täielikult. Mehaanilise ketrusega peetavas lahingus sai isegi inimesi surma, sest masinapurustajate vastu saadeti sõjavägi.

Doncasteris löid manufaktuuritöölised ja kangrud pihuks ja põrmuks Cartwrighti esimese mehaanilise kudumistöökoha, kus oli 19 telge. Cartwright läks laostunud mehena Londoni.

Valitsev kodanlaste klass polnud loomulikult rahul rünnakutega tema omandi vastu ning vastupanuga arengule, mis oli alles hoogu minevas. Juba 1769. aastal kehtestas Inglise valitsus seaduse, mille järgi võis surmanuhtlusega karistada igäuhte, kes masinaid või vabrikuhooneid purustas.

Ent ka seadus ei pannud piiri vihkamisele uute masinate vastu. Nottinghamis purustas Ned Ludd uue sukakudumismasina ja tema nime all kogunesid kõikjal jõukudena

MASINAPURUSTAJAD

ehk ludiidid, nagu neid nimetati. Nad peksid järjekindlalt puruks uusi paigaldatud masinaid või panid tule otsa töökodadele, kus neid toodeti.

Tihti tuhandete kaupa ründavate tööliste vastu saadeti sõdurid. Peeti ägedaid lahinguid, kus paljud surma ja haavata said. Lõpuks paigutati garnisonid otse tööstusasulatesse, et vabrikud alalise sõjaväelise kaitse all oleksid.

Masinaavastane liikumine laienes sedamööda, kuidas järjest suuremal hulgal kodukangrutel ja -ketrajatel ning nende perekondadel näljasure silme ees seisis, sest kõigist pingutustest hoolimata ei suutnud nad töötada nii odavalt ja kiiresti kui vabrikud.

Väljaastumised tugevnesid, kui vabrikutest palju töölisi vallandati. Nende käsitööoskusi läks vaja, kui vabrikud olid alles manufaktuurid. Nüüd polnud neid töölisi ega nende võimeid enam peaaegu üldse tarvis. Nende asemele tulid naised ja lapsed, kelle tööjõust piisas ketrus- ja kudumismasinate teenindamiseks. Vabrikandid tellisid lastekodudest või maalt üha enam lastesaadetisi. Lapsed pandi näljapalga eest tööle ketrus- ja kudumissaalides.

Juba töötas sadu tekstiilivabrikuid ning firma Boulton & Watt seadis iga nädal tööstusasulates üles vastseid aurumasinaid, mis järjest uusi masinaid käitasid ning töölisi ülearusteks võisid teha. 1812. aastal uuendati masinapurustajate kohta kehtestatud seadust, sest kallaletungid aurumasinate paigaldajatele ning plahvatused ja tulekahjud ei lakanud.

Kui seadus parlamendis hääletusel oli, võttis Inglise Ülemkoja istungist esimest korda osa lord Byron, suur inglise luuletaja, kes hiljem kreeka vabastusvõitlejate poolel Türgi ülemvalitsuse vastu võitles ja Kreekas langes. Ta oli ainus, kes kõneles seaduse kehtestamise vastu.

Oma kõnes kirjeldas ta tööliste meeleheidet, kes nägid, kuidas masinad neilt töökohti röövisid. Ta rääkis hukkamisele määratud kangrute viletsusest, haletses naiste ja laste armetust, kes vabrikutes piiramatult kaua pidid tööd tegema ning koos tuhandete õnnetuskaaslastega kokkuliituvana kirjeldamatult kehvades korterites peavarju leidsid. Ta ütles, et on käinud Hispaania sõjapiirkondades ja rännanud Türgi rängalt rõhutatud provintsid, kuid pole näinud säärast taevanikisendavat viletsust kui Inglismaal.

Masinapurustajate vastu suunatud seadus kehtestati ning 1813. aasta alguses astusid esimesed 18 ludiitide juhti, tööta ja leivata jäänud kangrut, Yorgis tapalavale.

Valitsev kapitalistide klass viis tööstusrevolutsiooni jõhkra jõuga võidule.

Ka varakapitalistlikul manufaktuuriajajärgul käis võitlus kapitalistide ja palgatööliste vahel. Ent

«manufaktuurisene võitlus palga eest eeldab manufaktuuri olemasolu ega ole sugugi selle olemasolu vastu suunatud». Nii kirjutas Karl Marx. *«Alles masinate kasutuselevõttuga hakkab tööline võitlema töövahendi enda vastu... On vaja aega ja kogemusi, enne kui tööline õpib masinaid ja nende kapitalistlikku kasutusviisi eristama ning selle põhjal oma rünnakuid materiaalsetelt tootmisvahen-*



ditelt nende ühiskondlikule ekspluateerimis- (kurnamis-) vormile üle kandma.»

Jah, läks vaja palju aega ja kibedaid kogemusi, enne kui töölised oma õige vaenlase ära tundsid ja tema vastu võitlema õppisid. Millist kangelasjulgust ludiidid ka ei ilmutanud ning kui mõistetav ja imetlusväärne nende tegevus ka võib näida, ometi polnud nad edumeelsed, sest üritasid kaitsta tehniliselt, majanduslikult ja ühiskondlikult iganenud olukorda.

Nii nemad kui ka lord Byron, kes Inglismaa viletsust ja levivaid masinaid häbimärgistades kahtlemata parimatest kavatsustest juhindus, polnud teadlikud tõsiasjas, et katse arengut pidurdada on lootusetu. Nad astusid välja masinate vastu, kuid uued tehnikavahendid polnud tööstusproletariaadi ja käsitöölise järjest viletsamas olukorras üldse süüdi.

Olid ju inimesed minevikus kogu aeg tundnud igatsust masinate järele, mis nende jõu sajakordistaksid, tööd kergendaksid ja kiirendaksid, ning paremaid ja odavamaid tooteid valmistaksid. Aristoteles oli unistanud kuldsest ajastust, mis algab siis, kui kõik tööriistad teevad oma töö ära käsu peale või isegi käsku ette aimates. Sest kui süstikud ise koovad, pole ju enam meistril abilist ega isandal orja tarvis.

Nüüd olid unistuste imemasinad olemas. Kuid tark kreeklane Aristoteles polnud ette aimanud, et masinad ei jää inimeste valdusse, kes neid valmistavad, käsitsevad ja nendega väärtusi toodavad, vaid väikese kapitalistide rühma omandusse. Nende käes ei hõlbustanud uued tootmisvahendid elu ja tööd ega suurendanud üldist rikkust, vaid tugevdasid kurnamist palju rohkem kui orjapidajad või feodaalaja kupjad uneski näha oskasid.

Süüdi oli seega ühiskondlik ekspluateerimisvorm, süüdi oli kapitalism.

Vabrikandid lasksid masinatel ööd ja päevad läbi töötada, sest need pidid palju toodangut andma.

PALGAORJADE TÖÖPÄEV

venitati äärmiselt pikaks, et tööjõudu oleks vaja võimalikult vähe. Kuna kasum oli seda suurem, mida madalam oli palk, siis pandi masinate juurde kõige odavam tööjõud: naised, alaealised ja lapsed.

Aastail, mil Boulton & Watti vabrik oli juba üle 10 000 aurumasina ehitanud ja seega Inglismaal umbes 550 000 kW võimsust paigaldatud — järelikult palju rohkem kui kõigi elusolevate inglaste lihasejõud kokku —, uuris Friedrich Engels oma tuntud teoses «Töölisklassi olukord Inglismaal» hirmsat seisukorda, millesse proletariaat oli kapitalistide võimu all sattunud.

Ta kujutas üksikasjalikult, kuidas lastetööga kogu töölispõlvkonna liikmed juba enne täisikka jõudmist surnuks piinati. Alates 9., mõnikord koguni 5. või 6. eluaastast pidid lapsed vabrikutes 16 tundi päevas tööd tegema! Ööl ja päeval pidid nad masinate järele vaatama, nobedail sõrmil katkenud lõnga sõlmima, kolisevaid koletisi õlitama ja masinasaale puhastama.

Vabrikuruumid, kus lapsed töötasid, olid läppunud õhuga poolpimedad masinatallid, tiisikuse ja teiste hirmsate tõbede kasvulavad.

Lapsed elasid tosinakaupa kokkusurutuna keldriurgastes, asemeks õled või kaltsud, peatoiduseks kartul ja sool. Rohkemaks nende armetust palgast ei piisanud.

Üks Inglise parlamendi liige väitis kord, et «90 aastaga, see on kolme põlvkonna jooksul, on puuvillatööstus õginud üheksa põlvkonda puuvillatöölisi».

Tõepoolest: Liverpooli tööliste ja päeviliste keskmine iga oli 1840. aastal kõigest 15 aastat! See on arvudega tõestatud. Vanuses, millal tööga alles alustada tohib, ja sedagi teatud töökaitsetingimusi arvestades, olid lapsed ohjeldamatu kurnamise tagajärjel juba maetud!

Inglismaa vabrikulinnade tööliskvartalites ei kasvanud aga üksnes hirmuäratav viletsus, vaid kasvas ka arusaamine meeleheitliku olukorra tõelistest põhjustest. Tekkisid tööliste revolutsioonilised organisatsioonid, kes ei võidelnud enam masinate, vaid süüdiolava kapitalistliku korra vastu.

Paljud tööliselid olid tsartistikust¹ liikumisest osavõtjad. Sellist nime kandis suur inglise töölisliikumine, kuna ta aastail 1825 kuni 1856 võitles rahvaharta, põhiseaduse kehtestamise eest. Sellel põhiseadusel rajasid rahva sellised õigused nagu üldine valimisõigus.

Tsartism kujunes massiliseks liikumiseks, sest ta alustas võitlust töölistklassi poliitiliste õiguste eest. Temast sai proletariaadi revolutsiooniline liit, millest Inglise sotsialistlik töölisliikumine suurt jõudu ja palju kogemusi ammutas. Tsartism tõrjus ludiidid täiesti kõrvale ning juhtis tööliselid õigele, revolutsiooniteele.

Friedrich Engels kirjutas selle kohta:

«Töölisliikumise koldeks on suurlinnad. Seal hakkasid tööliselid esimest korda oma olukorra üle järele mõtlema ning selle vastu võitlema, seal ilmnes esimest korda proletariaadi ja kodanluse vastuolu, seal said alguse töölisühingud, tsartism ja sotsialism.»

Vabrikulinnades lõi kapitalism koos tööstusrevolutsiooniga ka kapitalistliku korra hauakaevaja — tööstusproletariaadi. Vabrikulinnades tekkis ka teaduslik sotsialism. Siin paljastas Karl Marx kapitalistliku

¹ Tsartism tuleneb inglise sõnast *charter* (ligikaudne hääldus: tsaarter), s. o. õigustekiri, harta. *Tõlk.*

kurnamise olemuse. Siin tõestas ta, kuidas kapitalist järjest rikkamaks muutub ja töölised sellega võrreldes järjest vaesemaks jäävad.

Kapitalistlik ettevõtja, kes töölise tööjõudu ostab, pigistab töolisest välja rohkem kui ta töölisele maksab. Lisaväärtus, mille kapitalist endale jätab, ongi see, millest kujuneb varakate klassi pidevalt suurenev kapital.

Pärast «lisaväärtuse saladuse» avastamist mõistamegi, et kapitalistliku tootmisviisi tegelik eesmärk on lisaväärtuse tootmine. Vabrikanti ei huvita kaupade — riide, mööbli, rauakauba või masinate — tootmine, vaid kasumi saamine, mida ta kaubatootmise teel töolistelt lisaväärtusena välja pigistab.

Nüüd teadsid töölised, kuidas ekspluateerimise ja selle kaotamise vastu võidelda. Ennekuulmatult ohvririkaste streikidega saavutasid nad kõigepealt, et laste tööd piirati, jöhkramal viisil palga kärpimine kaotati ning tööpäeva lühendati. Marxi ja Engelsi juhtimisel ühinesid kõigi maade proletaarlased rahvusvahelisse sotsialistlikku töölisliikumisse, et pidada ränka võitlust kapitalistide klassivõimu vastu ning üldse inimese ekspluateerimise kaotamise eest.

Nad teadsid, et seda on võimalik saavutada ainult siis, kui töölisklass haarab poliitilise võimu, ja tootmisvahendid — masinad, vabrikud või kaevandused — ei kuulu enam kapitalistidele, vaid neile, kes vabrikutes ja tehastes töötavad: töörahvale. Kui sotsialistlik töölisliikumine neid seoseid tundes kapitalistliku klassivõimu vastu poliitilist võitlust alustas, jätkasid kapitalistid klassivõitlust omal viisil. Suurema kasumi huvides mõtlesid nad üha paremate masinate väljaarendamisele.

Kui nad enam ei tohtinud lapsi tööle panna ega kedagi 16 tundi päevas töötada lasta, siis tahtsid nad vähemalt masinaid täiustades tööjõudu sedavõrd rohkem ära kasutada, et kasum mitte üksnes sama suureks ei jääks, vaid veelgi suureneks.

See, mis tekstiilitööstuses alguse sai, laienes kiiresti kõigile tootmisaladele.

Paljud tööstusrevolutsioonist osavõtavad insenerid, leidurid ja loodusteadlased, kes vabrikulinnade viletsust küllalt hästi nägid ja sellele sügavalt kaasa tundsid, uskusid, et tehnika edusammud ka ühiskondlikke suhteid pidevalt parendavad ning et masinad tööd hõlbustavad. Nad arvasid, et mida rohkem toodetakse, seda suurem on tööliste endi osa tootmistulemustes.

Usk arengusse, mis lootis tehnikalt kõike, ei vastanud muidugi mingil määral kapitalistliku ekspluateerimise tõelisele loomusele. Esialgu aga andis see kujutus ning vabrikantide kasumitaotlus, kapitalistide omavaheline konkurentsivõitlus ja lisanduv väliskaubandus tehnikale tohtu arengutõuke. Ka kodanlusega seoses olev teadus suunati järjest rohkem tehnika arengut soodustama.

TEEDEL JA RÖÖBASTEL

ESIMENE KAPITALISTLIK MAA ♦ TULEKIVITEED ♦ PASUNA JA PAUNAGA POSTI-
POISS ♦ LIIKURID ♦ AURUVANKER ♦ NELI LEIUTIST ♦ GEORGE STEPHENSON ♦
VEDURITE VÕIDUSÕIT ♦ PREISIMAALT TAGASI TÕRJUTUD ♦ 1848 ♦ JOOKSURATAS

ESIMENE KAPITALISTLIK MAA

— Inglismaa — oli muutunud suureks töökojaks, tehnikakooliks ja leidu-
rite maaks. Üsna pea ilmnes see ka liikluse alal.

Meie elame maailmas, kus kaugused pole kohutavad ja vahemaad
üldse on lühenenud. Tiheda võrguna katavad maakera lennuühingute
lennuliinid, terasest rööppaarid kulgevad risti-rästi üle mandrite ning
asfalteeritud maanteed viivad läbi kõrbete ja ürgmetsade isegi «maailma
katusele», omal ajal maailmast eraldatud Tiibetisse, ning taas alla Põhja-
maa jäätunud tundratesse.

Suure täpsusega veetakse iga päev miljoneid tonne kaupa ühest
maailmajaost teise, miljonid kilovatid käitavad kogu maailmas liiklus-
masinaid.

Tänapäeval ületatakse ookean lennukil niisama mitme tunniga, kui
selleks varem aurikul päevi ja enne seda purjelaeval nädalaid kulus.

Kui inimene veel ei kõndinud hiiglasammudega üle maa, kui ta
polnud veel tiibu sepistanud ega tundnud auru liikumapanevat jõudu,
leidis ometi juba uljaid mehi, kes pikki retki sooritasid. Nad tallasid
sisse teerajad, mis aastatuhandeid hiljem üle rulliti, sillutati ja lõpuks
asfalteeriti.

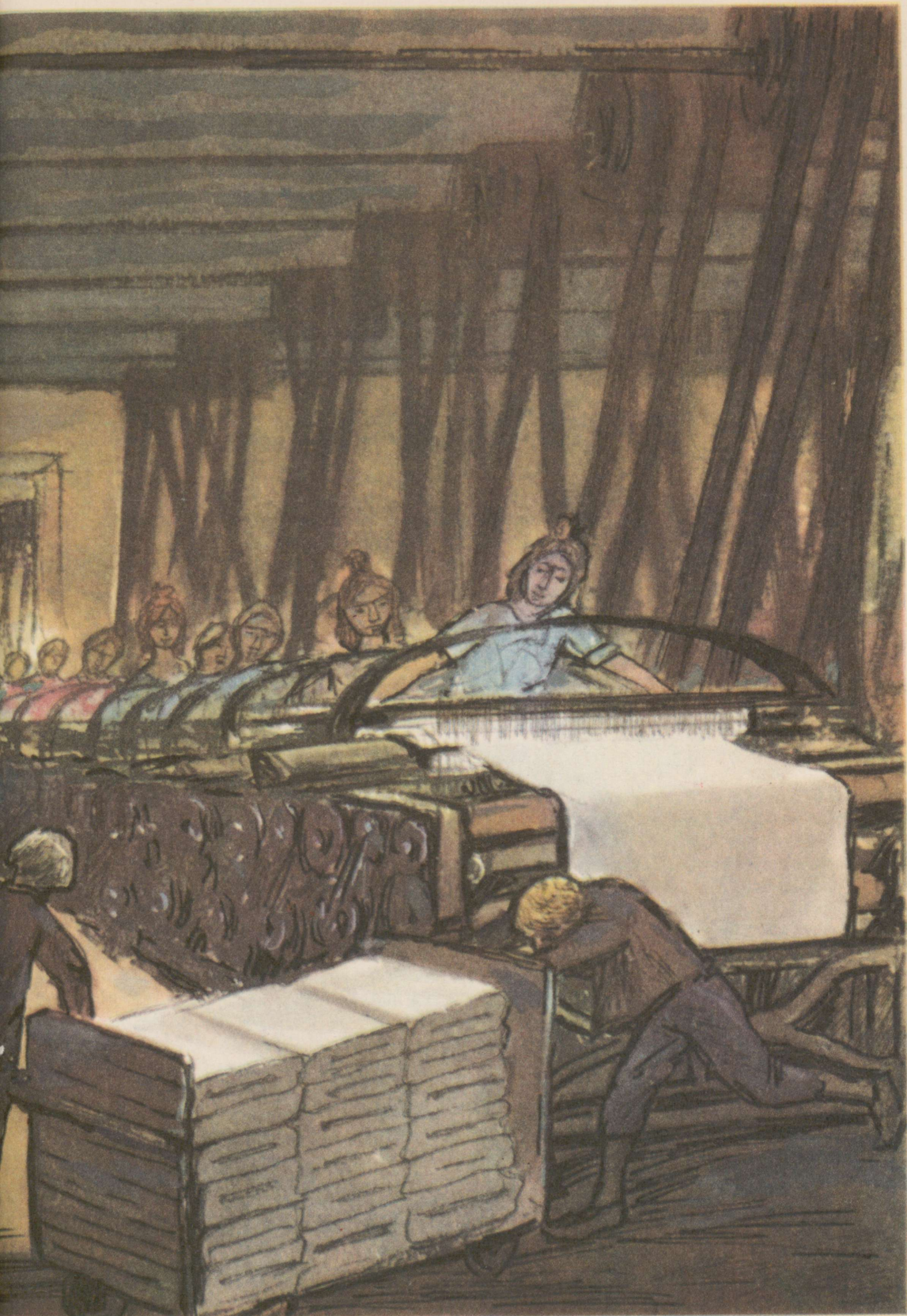
Neist vanima aja rännumeestest pole õieti mälestustki säilinud.
Kõrbeliivasse on uppunud karavanijuhtide teemärgid, mille järgi veeti
viirukit Araabiast Egiptusesse ja toredusega uhkeldavatesse Vahemere-
äärsetesse linnadesse. Ja kui meie laiuskraadidel¹ ekskavaator mulla-
pinnast mõne söestunud puukillu välja tõstab, ei mõtle keegi sellele,
et need võivad olla 4000 aasta eest siin oma teed kõndinud soolakand-
jate lõkketulede jäänused.

Vajadus vahetada sundis sugukondi ja hõimuseid juba iidsetel ajal
omavahel ühendust pidama. Paljudel väljakaevamistel on aga selgunud,
et kiviajal abistasid üksteist väärtusliku tooraine — tulekivi — või
sellest valmistatud tööriistade hankimisel mitte ainult naabersugukon-
nad, vaid et tulekivi vahetati ka väga suurte vahemaade tagant.

¹ Autor mõtleb muidugi Saksamaa laiuskraade. Tõlk.

Puuvillatööstuse kaitistes rakendati odava tööjõuna lapsi. Samal ajal kui vanemad olid tihti töötud ja pidid nälgima, sundisid vabrikuomanikud lapsi kuni kuusteist tundi päevas tööd tegema.







Kuidas muidu oleks seletatav, et tulekivi, mis saab olla pärit ainult Rügeni saarelt, on leitud Šveitsist, või kivikirveid, mis peavad olema pärit tänapäeva Soome alalt, on leitud Kesk-Venemaalt?

Ulatuslikke tulekivimurdusid, mida on kasutatud aastatuhandeid, leidub ka Lõuna-Inglismaal ja Belgias. Sealt saadi ihaldatud tulekivi, mis sisaldas kapillaarvett ning mida oli palju hõlpsam töödelda kui maapinnal leiduvat ja juba murenenut. Neist paikadest on noole- ja odaotsad, vasarad ja pistodad kaugele üle Vana-Euroopa levinud.

Keegi ei tea, kas säärane laialdane levik toimus ainult vahetuse teel naabersugukondade ja -hõimude kaudu või olid juba olemas

TULEKIVITEED,

mida mööda sugukondadelt vahetusülesande saanud esindajad kaugelt tulekivi leiupaikadesse jõudsid.

3. aastatuhandel enne meie ajaarvamist hakati Hallstatti ümbruses soola kaevandama. Sellest peale hankisid kogu Euroopa hõimud hinnalist soola Hallist Ülem-Austrias. Seda tõestavad Hallis avastatud rikkalikud leiud. Osa põhjast ja lõunast toodud vahetuskaupu on vanaaja aardekambrina haudades ja «rahakappides» säilinud meie päevini.

Sellest ajast peale on tuvastatavad ka vanad vahetusteel. Üks soolateid kulges Saksa lahe äärest piki Elbet Kesk-Saksamaale ja sealt üle Brenneri mäekuru Aadria mere äärde; teine kulges piki Rhone'i ja Reini põhja poole ning kolmas risti läbi Euroopa piki Doonau Musta mere äärde.

Need teed, nagu Aristoteles hiljem väitis, olid pühad. Neil valitses alaline rahu. Kes neid radu kõndis, oli jumalate kaitse all ja puutumatu.

Nii tähtis oli inimestele sool ja soolakandjate takistamatu liiklus.

Sama võib öelda merevaigutee kohta, mis viis Kaliningradi ehk Semlandi poolsaarelt Aquilejasse Udine provintsis (Põhja-Itaalias). Vanadel Vahemeremaal oli Põhjamaa kuld väga ihaldatud. Juba ammu enne seda, kui keiserlik Rooma merevaiku Läänemere rannikul kõrge

lõhnaained. Kaupmeeste sidemed ulatusid kõige kaugematele tuntud maadele ning tihti rääkisid nende huvid kaasa, kui otsustati, milliste linnade vastu sõda alustada või milliseid võistlejaid hävitada.

Me rääkisime teedest. Muidugi polnud nad teed tänapäeva mõttes. Oletatavasti polnud isegi mitte sissetallatud radu olemas. Sihi andsid jõed või orud, kõrgendike järgi määrati asukohta ja teedeta metsa, stepidesse või jõgede üleminekukohtadesse võisid arvatavasti olla paigutatud tähisteks salamärgid — esimesed teeviidad. Teadmised teede sihi ja märkide tähenduse kohta andsid karavanide ja kandjaterivide juhid üle oma järglastele.

Siin-seal soodes leidus aga juba ka lühikesi palkteid. Neid ehtasid ja hoidsid korras läheduses elavad sugukonnad, kes olid muidugi huvitatud, et soolakandjad oma kalli koormaga ohutult hõimualale jõuaksid.

Pikkadel vahemaadel olid teedeks ka jõed. Ajal, millal vasekange, pronksist majapidamisnõusid ja relvi toimetati mööda Elbet allavoolu veel ruhtedel või kokkuseotud puutüvedel, oli vanades Vahemere-äärsetes riikides juba meresõidukõlblikke laevu.

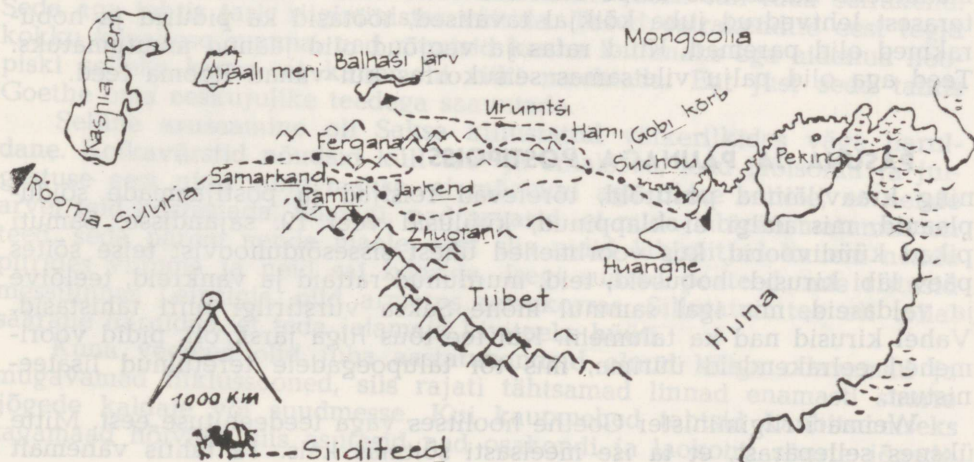
Juba 2500 aasta eest ehitati teid, mida mööda laevu kuival maal lohistati. Üks selline lohistustee asus Korintose maakitsusel, umbes praeguse Korintose kanali kohta.

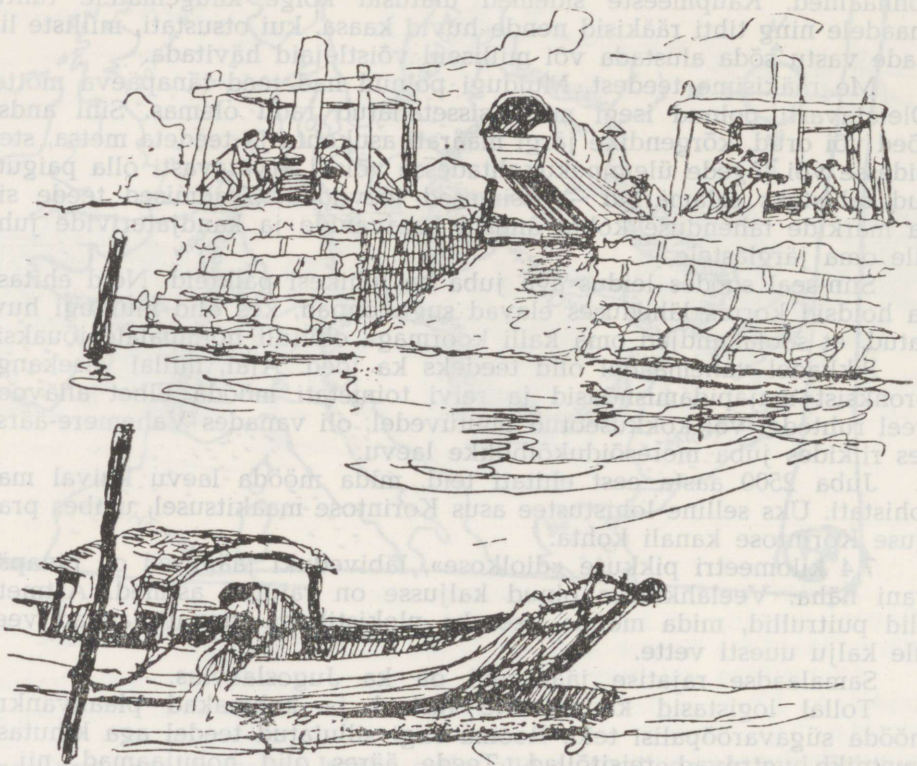
7,4 kilomeetri pikkuse «diolkose», läbiveduki jäänused on tänapäevani näha. Veelahkmeks olnud kaljusse on raiutud astmed. Astmetes olid puitrullid, mida mööda keeruka plokistikuga vinnati laevad veest üle kalju uuesti vette.

Samalaadse rajatise jäänuseid on ka Jugoslaavias.

Tollal logistasid kaupmeeste rasked ja kohmakad plaanvankrid mööda sügavarõopalisi teid, Rooma riigi sillutatud teedel aga kihutasid ametnike vetruvad reisitõllad. Teede ääres olid hobujaamad, nii et tõttavad isandad said iga mõne tunni tagant oma äraaetud hobused ikka jälle puhanute vastu vahetada.

Ka Indias oli olemas samal viisil korraldatud kiirpost, mis ületas tohutu vahemaa Himaalaja jalamilt Lõunamere äärde mõne päevaga, ja Hiinas oli alates 3. sajandist enne meie ajaarvamist 2000 vahejaama «riikliku virgatsposti» hobuste vahetamiseks.





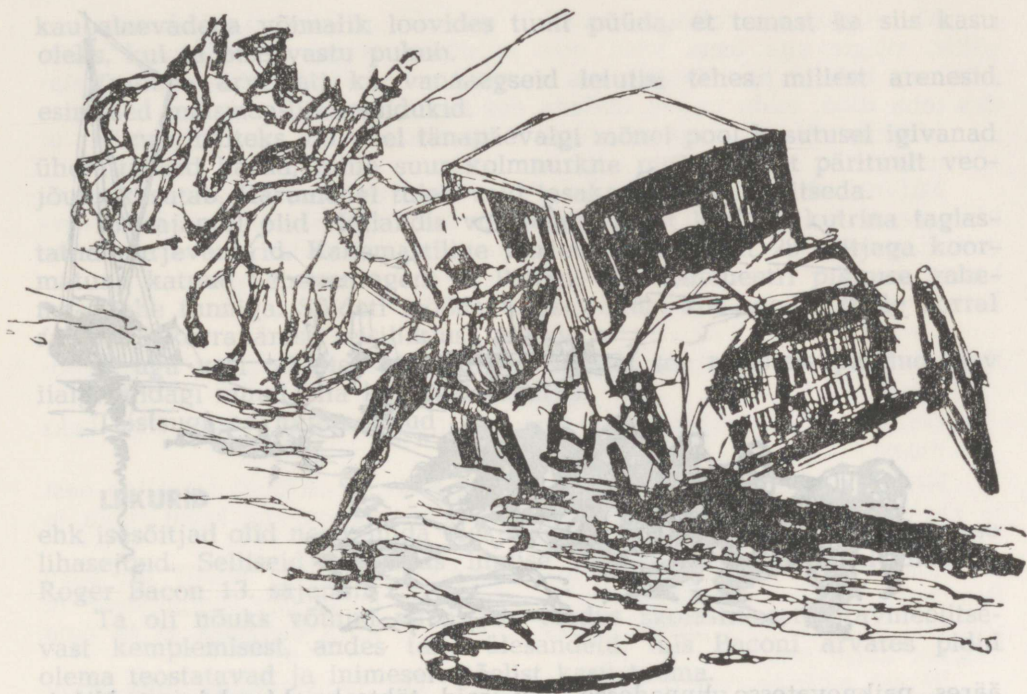
Ratta leiutamine ja loomade veojõu kasutuselevõtmine juhatasid maismaaliikluses sisse ajastu, milles mitme tuhande aasta jooksul ei muutunud peaaegu miski. Esialgu veel vedrudeta vanker oli küll nahkriputuse tulemusena mugavamaks muutunud. Hoobeldakse, et Rooma väejuhid said mööda teid kihutavates vankrites häirimatus rahus magada ning ametnike kirjutajad sõidu ajal koguni kiirkirjas märkmeid teha.

Kui Johann Wolfgang von Goethe 2000 aastat hiljem Tüüringi maanteede haletsemisväärse olukorra tõttu oma reisitõllas vaevles, olid terasest lehtvedrud juba kõikjal tavalised, töötasid ka pidurid ja hoburakmed olid paremad. Kuid ratas ja veojõud olid jäänud muutumatuks. Teed aga olid palju viletsamas seisukorras kui vanad Rooma teed.

PASUNA JA PAUNAGA POSTIPOISS

ning kraaviläinud postitõld, tõreleavad reisijad ja postijaamade sõiduplaanid, mis iialgi ei klappinud, kuulusid veel 19. sajandisse. Samuti pikad küüdivoorid, kus vooimehed ühest sissesõiduhuovist teise sõites päev läbi kirusid: hobuseid, teid, murdunud rattaid ja vankreid, teelõive ja valdaseid, mis igal sammul mõne Saksa vürstiriigi piiri tähistasid. Vahel kirusid nad ka talumehi. Kui tee tõus liiga järsk oli, pidid vooimehed eelrakendeid üürima, mis tõi talupoegadele teretulnud lisateenistust.

Weimari riigiminister Goethe hoolitses väga teedehituse eest. Mitte üksnes sellepärast, et ta ise meelsasti sõitmas käis. Ta tahtis vähemalt



Saksi-Weimaris teha lõpu olukorrale, mis oli tollal Saksamaal päris tavaline, nimelt et keskmiselt iga kümne kilomeetri järel purunes rehv ning et tõllad vihmaga pehmeksõidetud teedesse telgedeni sisse vajusid ja kinni jäid.

Tema ehitusala peadirektoril Coudrayl polnud ses suhtes hoopiski hõlpu. Kui Goethe jälile sai, et uue tee tõus oli kusagil üle 5 sentimeetri ühe meetri kohta, sattus ta raevu. Niisugusest künkast sai kerge reisivanker küll hõlpsasti üle, kuid koormavankri jaoks tuli tuua eelrakend. Seda aga tahtis tark riigiminister vältida. Tasud eelrakendite eest tegid kokku kenakese summa, nad muutsid kauba kallimaks ega aidanud hoopiski selleks kaasa, et kaupmehi riiki meelitada. Ent just seda tahtis Goethe oma eeskujulike teedega saavutada.

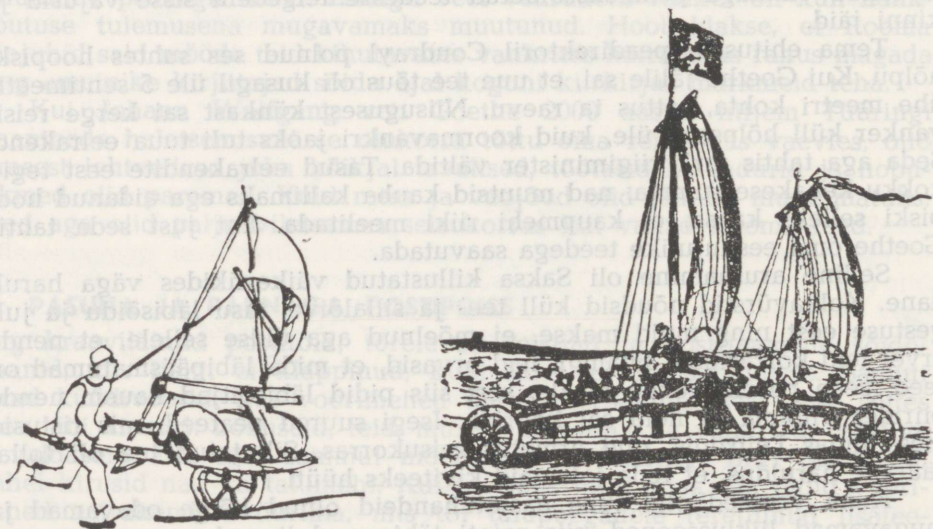
Selline arusaamine oli Saksa killustatud väikeriikides väga haruldane. Kolkavürstid nõudsid küll tee- ja sillalõive, tasu läbisõidu ja julgustuse eest ning muid makse, ei mõelnud aga üldse sellele, et nende arvel teid korrastada. Enamgi, nad arvasid, et mida läbipääsmatumad on teed, seda parem nende maale, sest siis pidid läbisõitjad kauem nende piirides viibima ja neid sai koorida. Isegi suured peateed, mis ristusid messilinnas Leipzigris, olid armetus seisukorras. Sillutatud tee oli tollal säärane haruldus, et teda jalamaid kiviteeks hüiti.

Kuna veeteed olid juba aastatuhandeid olnud kõige odavamad ja mugavamad liiklussooned, siis rajati tähtsamad linnad enamasti suurte jõgede kaldale või suudmesse. Kui kaupmehed tahtsid kaubitsemiseks tagamaad hõivata, siis asutasid nad osakondi ja laokohti suurte jõgede



ääres paiknevatesse linnadesse. Nii said tähtsaks Magdeburg, Nizni-Novgorod, Danzig, Breemen või Rostock.

Mööda kallast kõndides tirisid härjarakendid või meesterodud lastis lotje vastuvoolu üles. Burlakkide ehk lodjavedajate tappev töö tegi nende meele veel mõrumaks kui voorimeestel läbipääsmatutel teedel. Vaid harva, kui tuul erandlikult soodne oli, sai mõni eriti selleks taglastatud jõelaev purjetada. Kitsastes jõesängides polnud muidugi raskete



Kolmnurkse purjega hiina käru

«Laev ratastel». Sellised sõitsid 1600. aasta paiku Hollandi rannikul

kaubalaevadega võimalik loovides tuult püüda, et temast ka siis kasu oleks, kui ta otse vastu puhub.

Tuulega arvestati ka vanaaegseid leiutisi tehes, millest arenesid esimesed maismaa-liikursõidukid.

Hiinas, näiteks, on veel tänapäevalgi mõnel pool kasutusel igivanad üherattalised kärud, mille suur kolmnurkne puri soodsat pärituult veojõuks kasutab. Kärumehel tuleb vaid tasakaalu eest hoolitseda.

16. sajandil olid Hollandis võrdlemisi laialt levinud kutrina taglasatud purjevankrid. Kahemastiline purjevanker olevat 28 sõitjaga kooramatuna katnud Scheveningeni ja Petteni 67,5 kilomeetri pikkuse vahe-maa kahe tunniga. Sõideti mööda tasast randa, kus soodsa tuule korral sai päris korrapäraselt reisiliiklust pidada.

Et aga vesi oli otse nina all, ei saanud see ratastele pandud laevialgi midagi muud olla kui vaid veidrus.

Teistsugused niinimetatud

LIIKURID

ehk isesõitjad olid need, mida ülekandemehhanismi kaudu käitas inimese lihasejõud. Selliseid kavandas inglise filosoof ja tehnikaalal unistaja Roger Bacon 13. sajandil.

Ta oli nõuks võtnud vabastada teadus skolastilisest teravmeelitsevast kemplemisest, andes talle ülesandeid, mis Baconi arvates pidid olema teostatavad ja inimesele tõelist kasu tooma.

Ta kirjeldas asju, mis tema aja kohta olid küll teostamatud unistused, ent siiski oli sellega öeldud, mida teadus tegema peaks:

«Saab teha veesõidukeid, mis ilma inimeseta aerutavad, nii et nad suurte jõe- ja merelaevade kombel sõidavad, ilma et üksainuski inimene neid juhiks, pealegi kiiremini kui laevatäie aerutajate jõul. Samuti saab teha vankreid, mida ei vea loomad ja mis uskumatu jõuga edasi sööstavad... Saab teha lennumasinaid, mida inimene keset aparati istudes sobiva seadeldisega juhib ja millel ta linnu viisil läbi õhu kihutab.»

Ehitanud pole Roger Bacon ühtki neist sõidukeist.

Alles 18. sajandil kuuleme mitmesugustest katsetest liikurvankri-tega. «Vossische Zeitungis» seisab lugeda:

«Pariis, 4. augustil 1727. Üks teatud matemaatik on siin üles leidnud neljainimese-paraadtõlla, millega ta kavatseb sügavas liivas ilma hobusteta, seestpidise liikumapaneku jõul 14 prantsuse miili¹ kahe tunniga maha sõita.»

Võib arvata, et too paraadtõld, nagu seegi, mis mõni aasta hiljem Berliinis leiutati, pandi liikuma sõtkemehhanismiga. Seega pidid sõitjad oma jalalihaste jõul sõidukit ise käitama.

«Hamburgische Correspondent» teatas 1733. aasta 10. mail Berliinist: *«Berliini linnas on üks teatud suursugune isik isevärki vankri välja mõtelnud, mis, kui keegi sisse istub, sedamaid paigalt liigub ning sõitja äranägemisel aeglasemalt või rutulisemalt edasi sõidab, pahe-male või paremale keerab või ringjoone peal liigub; aga temal ei ole teiste omasuguste vankrite taoliselt mitte vedru või muud abivahendit sees, mistõttu tema võib sõita ühe joonega nii kaua kui tahes.»*

¹ Arvatavasti on mõeldud prantsuse maa- ehk postimiili, mille pikkus on 4452,26 m. Prantsuse meremiil on 1855,1 m. Toim.

Me ei tea, mis tollest «isevärki» vankrist on saanud või kuidas see sõitis, võime aga üsna hästi ette kujutada, et ta ei leidnud kõrgest seisusest isikute poolehoidu, kes muidugi ei tahtnud tallates ja higistades teha tööd, mida nende tõldade ees tegid hobused.

Milleks oli siis vaja isesõitvaid sõidukeid, kui nad ikkagi ise ei sõitnud?

Milline võib olla selliste asjadega tegeleva leiduri saatus, kogeme näite varal Venemaalt. 1741. aastal teatas Leonti Šamsurenkov Nižni-Novgorodi ametivõimudele, et ta on leiutanud liikurvankri. Ta võivat selle kolme kuuga valmis teha, kuid selleks on tal vaja riigikassast kolmkümmend rubla. Selle summa pärast käis Nižni-Novgorodi ja Peterburi vahel mitu aastat kirjavahetus, kuni külamees Šamsurenkov 1752. aastal Peterburi käsutati. Seal sai ta käsu sõiduk valmis ehitada, ja 1. novembriks oligi töö tehtud.

«Inimesi täis vanker sõitis tõepoolest. Seda hoidsid käigus kaks meest.»

Nii loeme ametlikust aruandest. Loeme ka, et ehitusmaterjalide eest ja käsitöölise palgaks maksti riigikassast seitsekümmend kolm rubla ja viis kopikat.

Sõiduk rändas otsemaid tsaari kunstikambrisse ja leidur sai käsu Peterburist mitte lahkuda. Et ta aga linnas ei palka ega ülalpidamist ei saanud, sattus õnnetu mees suurde kitsikusse ning kahetses, et ta oma mõttest üldse piiksatanudki oli.

Pärast paljude palvekirjade esitamist, kui Šamsurenkov juba poolnälginud oli ega leidnud enam kedagi, kes talle kopikatki oleks annanud, anti talle lõpuks armulikult luba oma külasse tagasi minna.

Ühestki nendest liikuritest midagi mõistlikku ei saanud, sest jõukulu nende käitamiseks oli liiga suur. Tõldade vedamises ei saanud inimene hobusega võistelda.

Arenemisvõimeline oli vaid vabahärra von Draisi jooksuratas; kuid see tuleb kõne alla hiljem. Sest enne kui Draisi tuli üsna ligilähedasele mõttele kaks ratast teineteise taha paigutada ja ise neid ühendavale raamile istuda, sai teoks see, millest nii mõnedki olid unistanud.

AURUVANKER,

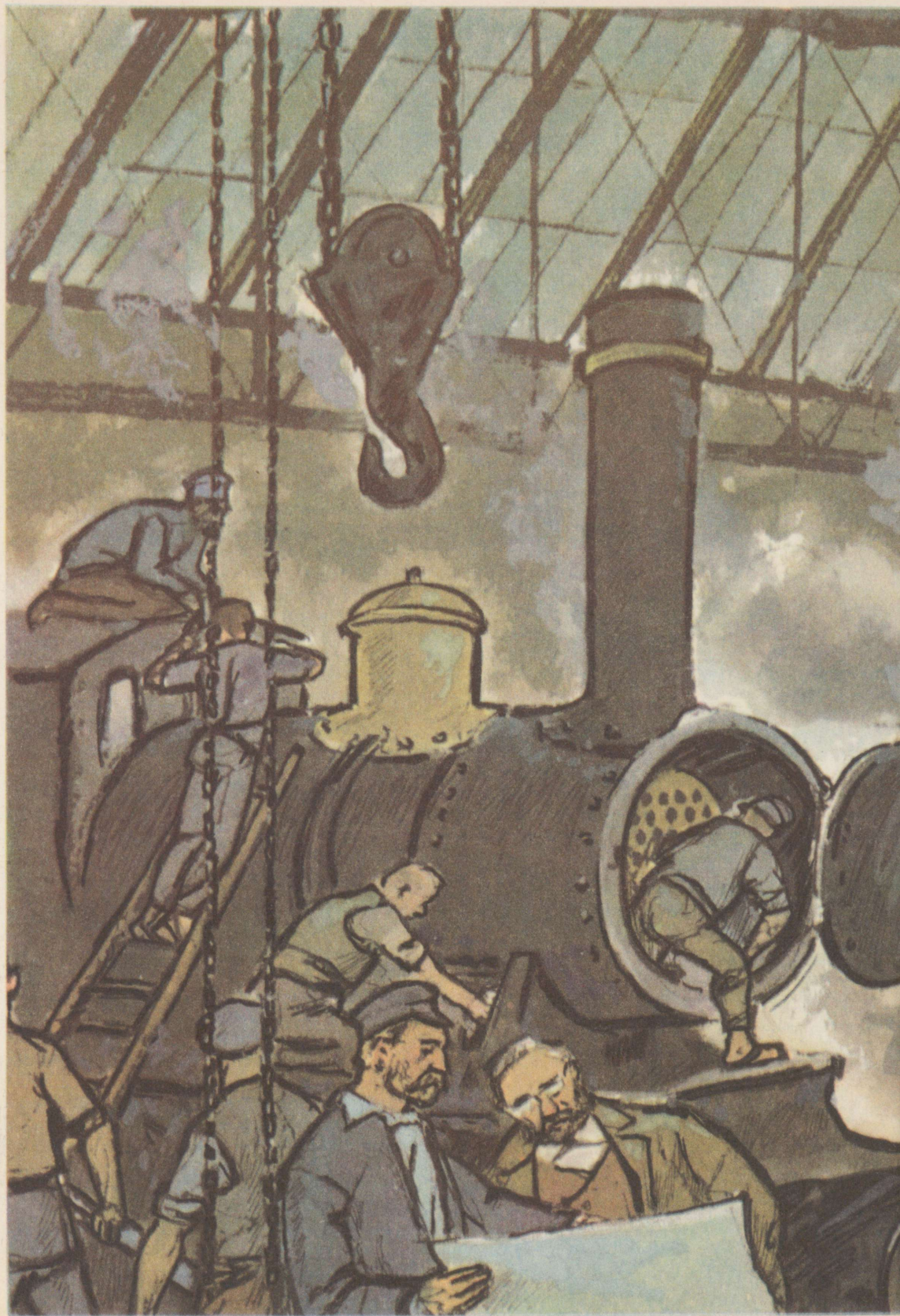
mille ehitamiseks inglise suur füüsik ja astronoom Isaac Newton 1663. aastal ettepaneku tegi, pidi liikuma edasi aurujoa tõukejõul. Denis Papin, keda mainisime juba aurumasina leiutajate hulgas, tahtis oma masinat kasutada vankri või laeva käitamiseks. Ka inglane Savery, kes esimese atmosfääri-aurupumba ehitas, mõtles auruvankrile.

Tegelikult aga ehitas selle prantsuse suurtükiväeohvitser Nicolas Joseph Cugnot. Mudel valmis aastal 1769 ja esimene auruvanker sõitis läbi Pariisi 1770.

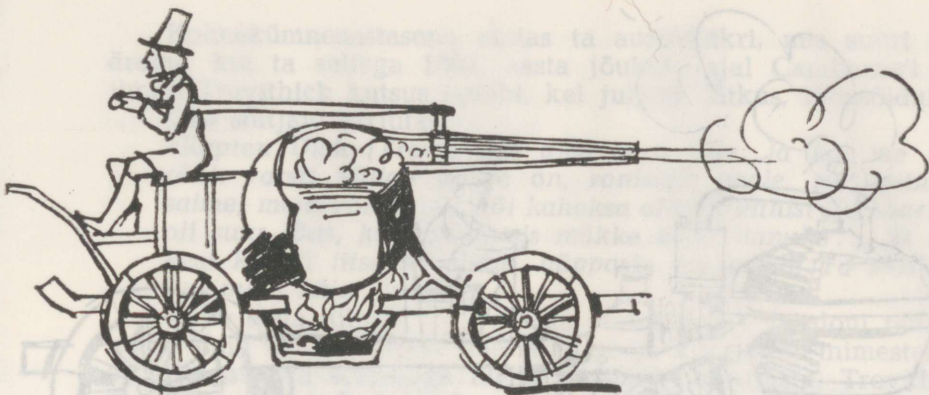
Vanker koosnes kolme rattaga raamist, millele oli paigutatud platvorm. Üksikratta ees rippus raudhargi küljes keedupotitaoline katel. Korsten ulatus koldest välja läbi veekatla. Aur tungis kahte silindrisse, mis paiknesid vasakul ja paremal pool eesmist veoratast ning üles-alla liikudes esiratta telje pöörlema panid.

Vankri sõit kestis umbes veerand tundi, siis tuli katlasse uut vett valada ja see jälle aurustada. Kui sõit täie hooga läks, veeres vanker mõõduka jalakäija kiirusega — neli kilomeetrit tunnis.

Raudteest sai tehnika arengu kuulutaja. Veduritesse
kätketud aurujõud viis inimesed uude arenemisjärku.
Ta oli tööstusrevolutsiooni nähtav tundemärk.







Isaac Newtoni arvates pidi tuleviku töld liikuma aurujoa tõukejõul

Juhtimine esiratta abil, mis ühtlasi oli ka veoratas ja millel peale selle lasus ka kogu katla raskus, oli nii paindumatu ja raskepärane, et Cugnot'l vankriga juba ühel esimesel sõidul õnnetus juhtus. 5000 kilogrammi kaaluv sõiduk, millel istus neli meest, sõitis vastu müüri ja tõukas selle ümber.

Sõidukil polnud viga midagi. Selles oli ta meie tänapäeva autodest üle, kuid Cugnot'l oli himu läinud. Sõjaminister Choiseul käis ühtepuhku peale, et katsetusi jätkataks, sest ta oli huvitatud uuest suurtükiveokist, kuid Cugnot ei pannud enam näppugi külge.

Inglismaal meisterdas tosinate kaupa leidureid aurumasinate kallal, ja nad lootsid, et saavad ühel ilusal päeval nendega sõidukeid liikuma panna. Et see ei õnnestunud, oli aurumasinate ebatäiuslikkuse süü.

Alles James Watti leiduritöö muutis asja. Ka tema oli plaanitsenud oma masinat ratastele panna ja, nagu tema 1784. aasta patendis seisab, kasutada «...inimeste või muude esemete toimetamiseks ühest kohast teise».

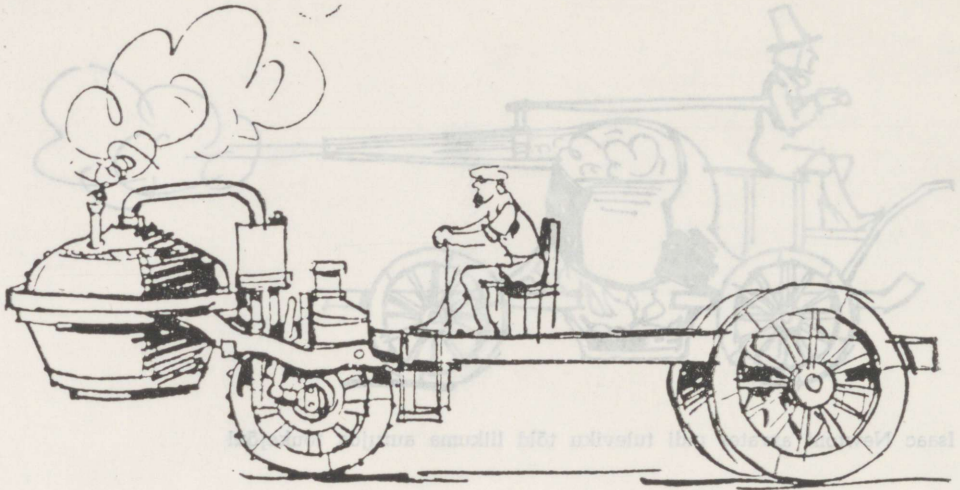
Kuid leiutise seda osa ei suutnud James Watt teostada. Tal oli liiga palju tegemist aurumasina endaga. Et ta aga oma mõttele oli patendi võtnud, raskendas ta teiste auruvankriehitajate tööd tunduvalt.

Esimese väikese mudeli konstrueeris William Murdock. Ta avastas seejuures, et tuletangide ja söekühvliga «koormatud» vankrikese ringisõitmiseks tuli aururõhku tõsta kaugelt üle tavalise ja lubatuks peetu. Selleks pidi tekitama katlas kõrgrõhu.

Murdock ehitas suurema, samuti kõrgrõhukatlaga auruvankri, millega ta tahtis tänavale sõitma minna.

Kui ta oli katla üles kütnud, vuras vanker nii kiiresti minema, et Murdock järele ei jõudnud. Ta kartis, et on juhtunud suur õnnetus, liiati kuna kuulis eemalt appikarjeid. Murdock rahunes aga kiiresti, kui ta hingetult päralt jõudis ning kohaliku vaimuliku eest leidis, kes kogu kehast värises ja kinnitas, et just praegu kihutanud temast mööda vilistav ja aurusülgav koletis, jube nagu vanakuri ise.

Kui Murdock naerdes talle asja ära seletas, ei rõõmustanud mees põrmugi, et kohtumine nii süütu oli olnud, vaid läks maruvihaseks. Ta töötas, et teeb Murdocki tööle lõpu.



Cugnot' auruvanker, millega 1770. aastal Pariisis esimene «autoõnnetus» juhtus

Ja Murdock pidigi tõepoolest oma katsetused lõpetama. Küll mitte vaimuliku pärast, vaid seetõttu, et ta oli insenerina Boulton & Watti teenistuses.

Ta oli leiutanud aurumasinale siiberaurujaotuse ning loonud täiesti uusi menetlusi aurumasina osade töötlemiseks, et saavutada Wattile vajalikku täpsust. Ta oli juhatanud aurumasinate paigaldamist kogu Cornwalli krahvkonnas ning oli seejuures tulnud toime iga tehnilise raskusega kui ka — eeskätt ihurammu tõttu, mis tõi talle hüüdnime «Raudne» — iga pilajaga ning iga ründava masinapurustajate jõuguga. Ta oli masinaehitaja, kes oli tosinaid teisi töölisi samasugusteks asjatundjateks õpetanud. Ja nüüd pidi ta oma auruvankri kuuri panema, sest Boulton ja Watt ei sallinud, et mõni nende töötajaist tegeleb asjadega, mille peale neil olid patendid!

Enne katsetuste lõpetamist oli aga Murdock neist rääkinud oma vana sõbra Richard Trevithickiga, kes oli avara mõtteleonnuga insener ja samuti kui Murdock äärmiselt vilunud masinaehitaja.

Ta oli konstrueerinud kõrgrõhuaurumasina, milles täielikult oli loobunud veeldamisest ja mis töötas väljalaskemasinana. See oli palju väiksem ja odavam kui Watti oma. Niisugune asi ei meeldinud Boulton & Wattile sugugi. Et aga Trevithick sellel aurumasinaehituse uuel teel millegagi Watti patentide vastu ei põrganud ja võimas firma teda seetõttu konkurentsist välja lülitada ei saanud, tulid Boulton & Watt teisele mõttele. Nad esitasid parlamendis seaduseelnõu kõrgrõhuauru kasutamise keelamiseks, kuna see olevat plahvatusohtlik.

Eelnõu lükati tagasi, sest Trevithick leidis parlamendis eestkostjaid, kellele Boulton & Watti monopoliseisund aurumasinaehituses niisama vähe meeldis.

Trevithick võis edasi ehitada ja tehnikarevolutsiooni ka ratastele panna.

Kolmekümneaastasena ehitas ta auruvankri, mis suurt tähelepanu äratas, kui ta sellega 1801. aasta jõulude ajal Camborne'i tänavatele ilmus. Trevithick kutsus igäüht, kel julgust jätkus, lõbusõidule.

Üks sõitjaid kirjutas:

«Kapten Dick (Trevithick) ajas auru üles, ja kui me nägime, et rõhk varsti küllalt kõrge on, ronisime peale nii mitmekesi kui saime; meid võis seitse või kaheksa olla. Weithist Camborne Bake'ini oli suur tõus, kuid ta tõusis märke nagu linnuke... Et me mitmekesi kokku litsutud olime, hüppasin ma maha. Ta sõitis kiiremini kui mina käia jõudsin.»

Vähe aega hiljem tegi ta oma «tulelohega» Londoni tänavad ohtlikuks. Vaid üsna vähesed inimestavatest ja kiruvatest inimestest taipasid, et selle aurava sõidukiga algas liikluses uus ajastu. Trevithicki auruvankrist sai autode ja vedurite esiisa.

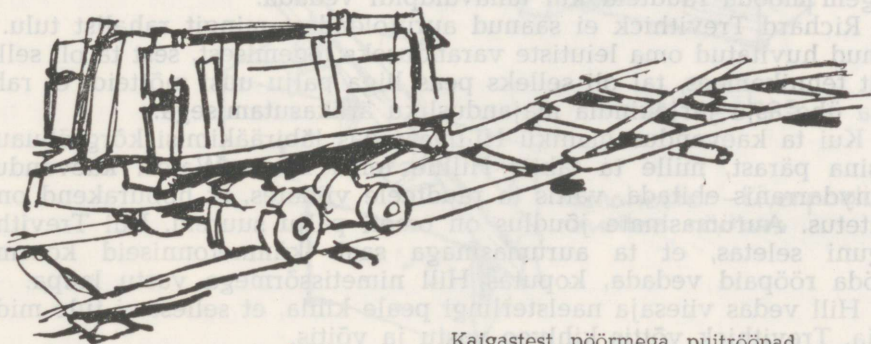
Sisseehitatud silindriga katel asus peaaegu kahe ja poole meetri kõrguste rataste vahel, mis olid oma suuruse tõttu eriti sobivad halbadel teedel sõitmiseks. Tagumiste rataste telje pani pöörlema kolvivors vända ja kahe hammasratta kaudu. Vankrisse mahtus kümme inimest, tema sõidukiirus oli kuusteist kilomeetrit tunnis.

NELI LEIUTIST,

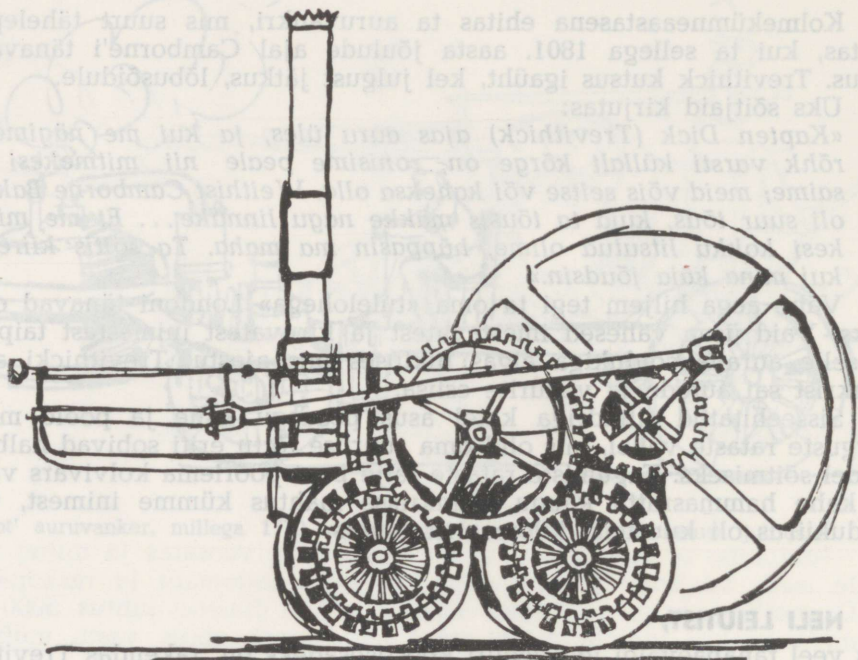
mis veel tänapäevalgi iga veduri koostisosadeks on, rakendas Trevithick juba selles auruvankris. See töötas kõrgrõhuga. Katel oli silindriline, mis on eriti sobiv suure aururõhu talumiseks. Katlas oli leektoru, mis ulatus koldest läbi kogu veeruumi, nii et tulised heitgaasid aitasid vett kuumendada. Lõpuks ei lasknud ta tarvitatud auru lihtsalt välja, vaid juhtis selle läbi korstna. Seega oli esimest korda kasutatud puhurit, mis veduri koldes ka siis tõmmet tekitas, kui masin seisis. Mida tugevamini aga masin töötas, seda rohkem õhutati tuld.

Peagi pärast seda, kui Trevithick oli Londonis avalikult oma auruvankrit tutvustanud, algas Inglismaal elav auruvankriliiklus. Oli auruomnibusse, pikamaaliine ja sõiduplaane. Reisijatele oleks see kõik üpris meelt mööda olnud, kui sõiduhinnad nii kõrged, teed nii viletsad ja kõmu nii suur ei oleks olnud.

Aurujõul sõitvad tõllad ei erinenud palju tavalistest suurtest reisi-tõldadest; nad olid kaetud nikerduste ja lakiga ning üldist tähelepanu pälviv mees, kes tule ja auru eest hoolitses, kandis uhkelt torukübarat.



Kaigastest pöörmega puitrööpad



Juhikvardad käitasid vända ja hammasrataste kaudu mõlemat telge

Richard Trevithick ei viinud auruvankrit üksnes tänavatele, vaid pani selle ka rööbastele.

Rööpad olid olemas ammu enne, kui keegi vedurile mõtlemagi hakkas. Rööbasteid rullidele või ratastele leidis juba nii Kreeka vanades marmorimurdudes kui ka Roomas. Keskaegsetes Saksa kaevandustes veeresid mööda puitrööpaid väikesed kaevandusvagonetid. Tõenäoliselt töid saksa kaevurid need ka Inglismaale.

Siin rööpad ja auruvanker ühendati omavahel. Esialgu aga veeresid rööbastel hobuvankrid, ehkki teid juba raudteedeks nimetati, sest mõneski kaevanduses olid puitrööpad asendatud valurauast rööbastega, mida kasutati ka maa peal. Raudteed ühendasid kaevandusi metallurgia-tehastega ja hobustel oli täislaaditud söe- või maagiplatvorme palju kergem mööda raudteid kui tänavaidpidi vedada.

Richard Trevithick ei saanud aurutõldadest mingit rahalist tulu. Ta polnud huvitatud oma leiutiste varanduseks tegemisest, sest ta oli selleks liialt tehnikamees, tal oli selleks peas liiga palju uusi mõtteid, et rahulduda ühe asja järjekindla majandusliku ärakasutamisega.

Kui ta kaevandusomaniku Hilliga pidas läbirääkimisi kõrgrõhuaurumasina pärast, mille ta tahtis Hillile tema Lõuna-Walesi kaevandusse Pennydarranis ehitada, väitis ta raudteele viidates, et hoburakend on ju mõttetud. Aurumasinate jõudlus on ometi palju suurem. Kui Trevithick koguni seletas, et ta aurumasinaga saab kümnetonniseid koormaid mööda rööpaid vedada, koputas Hill nimetissõrmega vastu laupa.

Hill vedas viiesaja naelsterlingi peale kihla, et sellest ei tule midagi välja. Trevithick võttis kihlveo vastu ja võitis.

Trevithick oli ehitanud kujuteldamatult tõntsaka sõiduki. Sel olid kõrged rattad. Hiiglasuur ja pealegi üleaurune hooratas pidi tagama ühtlase liikumise. Leidlikult väljamõeldud, kuid sobimatud hammasrattad kandsid jõu telgedele üle.

Kuid too esimene vedur sõitis.

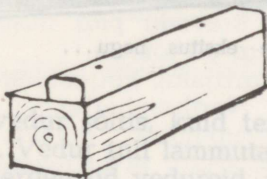
Kui «kapten Dick» auru üles ajas, vedas vedur viit maagiga täidetud vagunit ning pealekauba veel seitsekümmet inimest, kes seda esimest tõelist raudteesõitu kaasa tahtsid teha.

Trevithick ja tema «tram waggon» (sõna vedur polnud veel) vedasid kahekümne viie tonnise koorma kuuteistkümmet kilomeetri kaugusele, tõsi küll — rohkem kui nelja tunniga.

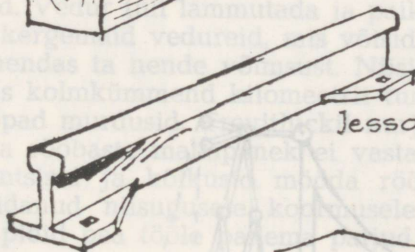
Trevithick oli kihlveo võitnud, vedur jaksas rohkem, kui ta ise aimanud oli. Miks aga ei jäänud Trevithick veduriehituse juurde, miks öeldakse tema kohta: ta oli geniaalne, kuid tal nurjus kõik? Oli vaja Stephensoni, kellest sai raudtee looja.



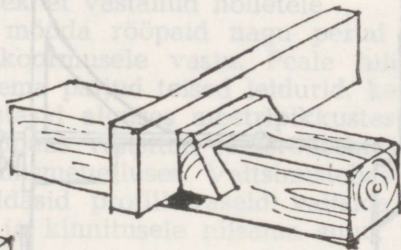
esimene valatud raudrööbas 1767



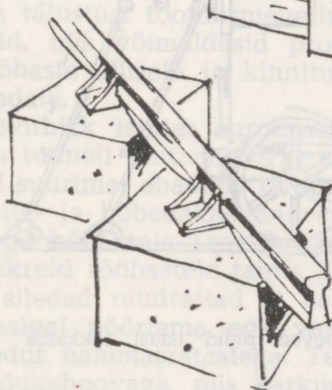
separauast rööbas (Leipzig-Dresden)



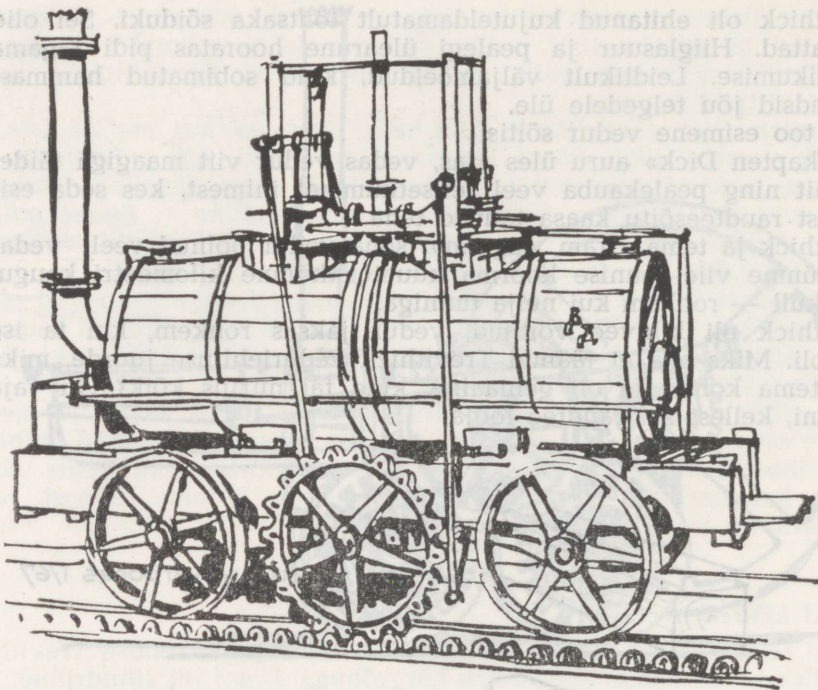
Jessopi rööbas



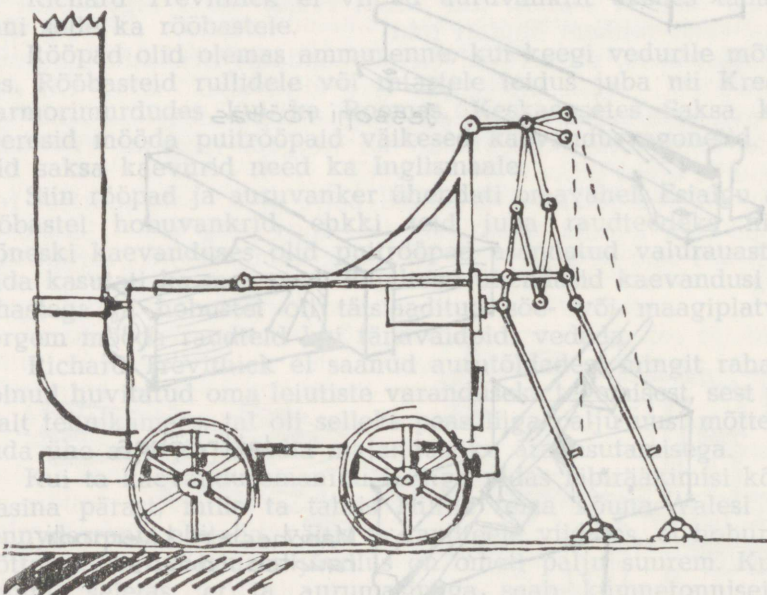
lattrööbas



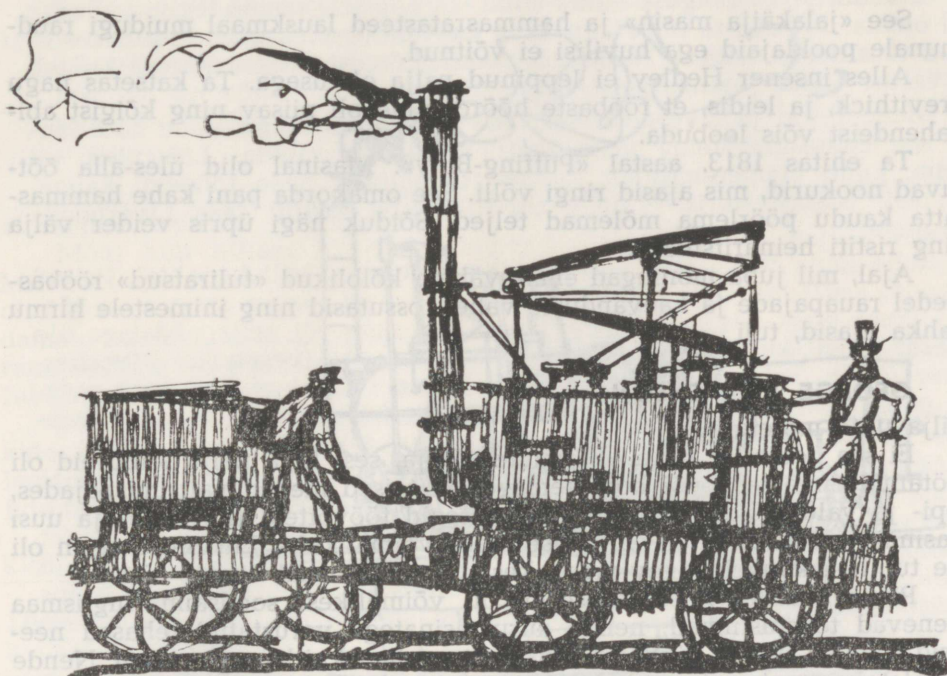
Manchester-Liverpooli raudtee rööbas



Blenkinsoni hammasratasvedur oli samasugune eksitus nagu...



...«jalakäija» vedur, mida tõukehoovad pidid edasi lükkama



Trevithicki vedur sõitis, kuid tema esimese aururaudtee valurauast rööpad murdusid. Vedur tuli lammutada ja paikse jõumasina ära kasutada. Ta ehitas kergemaid vedureid, mis võisid sõita mööda puitrööpaid. Sellega aga vähendas ta nende võimsust. Niisiis ehitas ta jälle raskema veduri. See läbis kolmkümmend kilomeetrit tunnis ning teda peeti lausa imeks, kuid rööpad murdusid. Trevithickil nurjus kõik seetõttu, et valurauast rööpad ja rööbaste mahapanek ei vastanud nõuetele.

Vedurid tantsisid ja kõikusid mööda rööpaid nagu perud eeslid. Valuraud ei pidanud niisugusele koormusele vastu. Peale hilisemate veduriehitajate pidid pea tööle panema paljud teised leidurid, kes tegelesid rööbasteega, mille nad valmistasid alguses meetripikkustest valuraua juppidest, siis separauast ja lõpuks valtsitud terasrööbastest.

Selleks läks vaja täiustusi tootmismenetluses. Valtsimistehastes tuli arendada uusi võtteid, mis võimaldasid profiilteraseid valtsida. Peale selle tuli pöörata rööbaste alusele ja kinnitusele niisama suurt tähelepanu kui vedurile endale.

Sel ajal, mil Trevithick leiutas aurukraanasid, ujvdokke ja raudplekist maste, alustas tunneli ehitamist Themse'i alla (tollal teostamatu projekti kallal tuli tal suurimat ebaõnne taluda) ja lõpuks oma kõrgrõhumasinatega Peruu kulla- ja hõbedakaevandused vee eest päästis, unustati Inglismaal peaaegu kõik, mis Trevithick oma veduritega oli korda saatnud. Kes auruvankreid rööbastele tahtis panna, pidi otsast alustama.

Kuna arvati, et siledad raudrattad ei naku küllalt tugevasti rööbastega, hakkavad paigal pöörlema ega vea vedurit edasi, siis tuldi mõttele varustada vedur hammasratastega. Teised koguni lükkasid oma vedurit edasi kahe tõukehoovaga, mis karkudena masina taga liikusid.

See «jalakäija masin» ja hammasratasteed lauskmaal muidugi raudruunale pooldajaid ega huvilisi ei võitnud.

Alles insener Hedley ei leppinud palja oletusega. Ta katsetas nagu Trevithick, ja leidis, et rööbaste hõõrdumine oli piisav ning kõigest abivahendeist võis loobuda.

Ta ehitas 1813. aastal «Puffing-Billy». Masinal olid üles-alla õõtsuvad nookurid, mis ajasid ringi võlli. See omakorda pani kahe hammasratta kaudu pöörlema mõlemad teljed. Sõiduk nägi üpris veider välja ning ristiti heinaritsikaks.

Ajal, mil juba mõningad enam-vähem kõlblikud «tuliratsud» rööbasteedel rauapajade ja kaevanduste vahel tossutasid ning inimestele hirmu nahka ajasid, tuli

GEORGE STEPHENSON

välja uute mõtetega.

Ei saa öelda, et tema oli raudtee looja, sest liiga palju leidureid oli töötanud enne teda või koos temaga. Ja teised mehed valtsimispaajades, sepi- ja valukodades, masinatehastes tegid töövõtteid täiustades ja uusi masinaid tootes raudtee ehitamise üldse võimalikuks. Ent Stephenson oli see tubli ja kaugelenägev mees, kes tugevad võrsed õitsele ajas.

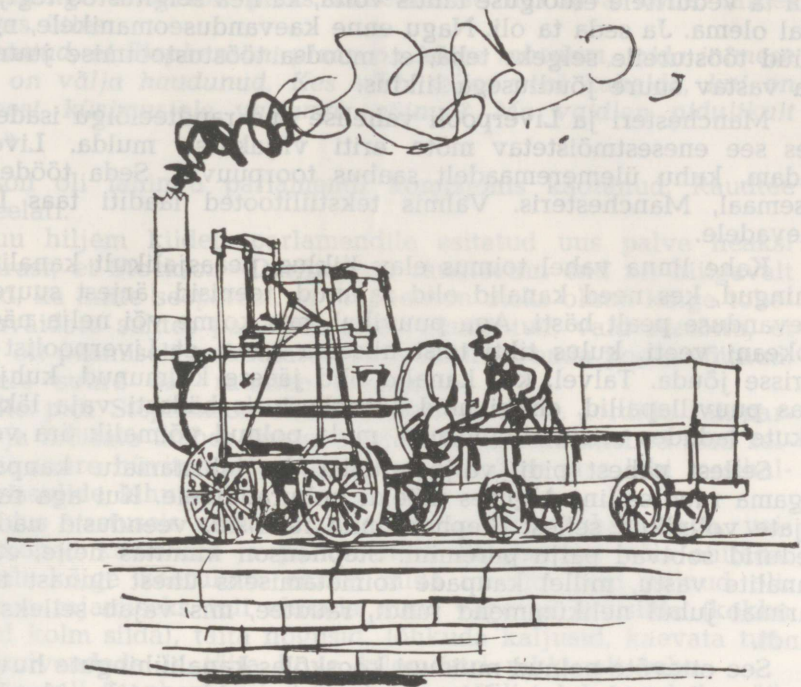
Pinnas, millel need küpsesid, oli võimalikest soodsaim. Inglismaa arenevad tööstuslinnad, nende aurumasinatega varustatud tehased neelasid rohkem sütt ja töötlesid rohkem toorainet kui kunagi varem. Nende kohaletoometamine ja valmistoodete äravedu pidi hästi laabuma, sest mida rutem see kõik läks, seda suurem oli kasum.

Noor Stephenson, kes töötas söesortijana, kütjaabina ja lõpuks masinistiabina, oli juba lapsena näinud Northumberlandis üht Trevithicki vedurit. Teda huvitasid võimsad aurupumbad, millega ta töötas, ent kõige rohkem meeldis talle, kui need seisid ja ta nende kallal meisterdada või neid parandada sai. Tema lemmikunistus oli aga vedur. Ei ta ise ega ta vennad-õed olnud koolis käinud, sest isa oli kooliraha maksmiseks liiga vaene. Üheksateistkümneaastasena teenis ta kingade parandamise ja kellassepatööga nii palju kõrvalt, et õppis õhtukoolis oma nime kirjutama. Ta luges ja ostis järjest uusi raamatuid. Ta õppis arvutama ja tehnilisi jooniseid lugema. Ta tahtis pööraselt osata kõike, millel oli tegemist masinate ning neid liikuma panevate mehaanika- ja füüsikaseadustega.

1812. aastal hakkas Stephenson, nüüd juba masinameister ja insener, ehitama vedurit kaevandusele, kus ta töötas. Kahe aasta pärast oli see valmis, kuid võimsus polnud küllaldane. Vedurit täiustades leiutas ta uuesti puhuri, mida juba Trevithick oli kasutanud. Peale selle pani ta valurauast rataste asemele separauast rattad ning proovis igasuguse kujuga rööpaid, et leida parimaid. Et Killingworthi söekaevanduse liiklusolusid tõhusalt parendada, ehitas ta veel mitu vedurit, mille võimsus polnud küll sugugi kõmu väärt, mis aga siiski olid töökindlamad ja odavamad kui hobused.

Oma poja Roberti pani Stephenson kooli ja, ehkki see suuri ohvreid nõudis, ka ülikooli. Koos pojaga töötas ta oma teadmiste täiendamise kallal ning koos temaga ehitas ühes Durhami kaevanduses uue raudteelõigu.

Kuna siin, nagu hiljem ka Stocktoni ja Darlingtoni vahelisel teelõigul, ei taibatud rajada raudteele muldkeha — tammi —, mis oleks tee üle looduslike ebatasasuste, küngaste ja nõgude viinud, nii et vedur



Stephensoni «Locomotion». Ehitatud 1824. aastal Stockton—Darlingtoni raudtee jaoks

oleks saanud suuremaid tõuse aeglaselt mäkke ronides ületada, siis polnud tulemused kuigi head. Rööpad liibusid vastu maapinda. Seepärast ei saanud vedurid kogu aeg sõita, vaid mõlemal teelõigul pidid paiksed aurumasinad vaguneid trossiga üle küngaste tirima.

Oluline on aga see, et Stocktoni ja Darlingtoni vahel, kivisööpiirkonda sadamaga ühendavat raudteed ehitades, rajas George Stephenson oma poja nime all maailma esimese veduritehase. See Stephensoni vabrik Newcastle'is omandas raudteeasjanduses peagi samasuguse tähtsuse kui Boulton & Watt paiksete aurumasinate tootmises.

Esiialgu sõitis sellel teelõigul kolm vedurit. Üks neist oli kuulus «Locomotion» (kulgemine, liikumine). Sellel kasutas Stephenson esimest korda sidetiisliit, mis kummalgi küljel ühendas omavahel esi- ja tagarattaid. See oli palju parem lahendus kui Trevithickil, kes oli liikumise mõlemale rattateljele üle kandnud hammasratastega.

Teelõik oli mõeldud ka reisiliikluseks ja juba avamissõidu tegid kaasa sajad inimesed, kes istusid rööbastele asetatud postitõldades või söevankrites. Ent suitsevad koletised, mille korstnad kiirel sõidul hõõguma läksid, ajasid paljudele hirmu nahka, nii et nad meelsamini hoburongidega sõitsid. Auru- ja kaeramootorid olid töö raudteel vennalikult ära jaotanud.

Küsimus, kumb aja jooksul peale jääb, oli ajalooliselt otsustatud juba sellest silmapilgust, mil esimene aurumasin veerema hakkas, aga kaasaegsetel polnud see veel sugugi selge. Seepärast pidi Stephenson,

kui ta veduritele eluõiguse tahtis võita, ka hea selgitustöö tegija vedurite alal olema. Ja seda ta oli. Nagu enne kaevanduseomanikele, nii oskas ta nüüd tööstureile selgeks teha, et moodsa tööstustootmise juurde kuulub ka vastav suure jõudlusega liiklus.

Manchester ja Liverpooli vahelise uue raudteelõigu isade näol langes see enesestmõistetav mõte eriti viljakasse mulda. Liverpool oli sadam, kuhu ülemeremaadelt saabus toorpuuvill. Seda töödeldi kaugel sisemaal, Manchesteris. Valmis tekstiilitooted laaditi taas Liverpoolis laevadele.

Kahe linna vahel toimus elav liiklus, peaausjalikult kanalitel. Paljud ühingud, kes need kanalid olid rajanud, teenisid järjest suureneva jõe-laevanduse pealt hästi. Aga puuvillal, mis kolme või nelja nädalaga üle ookeani veeti, kulus tihti teist niisama kaua, et Liverpoolist Manchesterisse jõuda. Talvel, kui kanalid olid jõesse külmunud, kuhjusid sadamas puuvillapallid, ehkki neid Manchesteris hädasti vaja läks. Ja vabrikute ladudes seisis riidevabrik, mida polnud võimalik ära vedada.

Sellest pahest pidi välja aitama ja takistamatu kaupade voolu tagama raudteeliin. Alguses mõeldi hoburaudteele. Kui aga raudtee ehitajate volinikud sellest Stephensonile rääkisid, veendusid nad peagi, et vedurid sobivad palju paremini. Stephenson kinnitas neile, et ta paneb kanalite vastu, millel kaupade toimetamiseks ühest linnast teise kulus parimal juhul nelikümmend tundi, raudtee, mis vajab selleks vaid neli tundi.

See ettevõte polnud muidugi kooskõlas kanaliühingute huvidega, kes õigusega kartsid, et raudtee nende äri mokka ajab. Nende seltside omanikud ning suurmaaoomanikud, kelle alasid uus raudteelõik läbima pidi, kutsusid ehituse takistamiseks appi taeva ja põrgu.

Nad väitsid, õhk saastuvat suitsust sedavõrd, et kariloomad lõpevad ja karjandus kiratsema jääb. Sädemed panevat majad põlema ja inimesed ei saavat oma elu peale enam kindlad olla, sest aurukatlad hakkavat alailma lõhkema. Juba mõõdakihutatavate rongide alaline nägemine ajavat inimesed hulluks ja hirmutatavat loomad surnuks.

Kirikuõpetajad jutlustasid kantslitest jumalavallatu ettevõtmise vastu ning ässitasid rentnikke ja päevilisi raudtee ehitamise vastu üles. Teadlased ennustasid surmtõsiselt, et suur kiirus kindlasti tapab, sest õhk ei suuda enam vagunitesse tungida ja sõitjaid ootab armetu ots lämbumise läbi.

Tagajärg oli, et raudteele sihti ajavad maamõõtjad sõnnikuharkidega minema kihutati, nende riistad rööviti ja nad ise läbi peksti.

Nii kujunes raudtee-ehitus esimesest päevast alates võitluseks. Ülesässitatud maarahvas uskus kanaliühingute poolt lagedale toodud teadlaste «otsuseid»; mis pastor ütles, oli ilmtingimata niisama tõsi, nagu oleks see piiblis kirja pandud; ja kui lord neile julgustuseks veel ka tasuta õlut välja tegi, siis pole sugugi ime, et nad maamõõtjad pakku kihutasid.

Läbi häda sai teelõik lõpuks välja mõõdetud. Siis kerkis aga uus takistus: raudtee ehitamise asja pidi otsustama üks parlamendi komisjone. Kanaliühingute ja maalordide värvatud parlamendiliikmed külvasid Stephensoni ristküsitlusel üle nii tohutu hulga lollide küsimuste, kahtluste ja vastuväidetega, et ta end lausa võimetuna tundis ega osanud nii rohkete totruste peale midagi kosta. Lõpuks kordas ta pahasena ainult üht: «Ma ei oska seda seletada, kuid ma teen seda!»

Parlamendiliige Alderson pidas kahetunnise hävitava kõne, milles ta muu hulgas ütles:

«On tõestatud, et Stephensoni plaan on kõige tobedam, mida inimese pea iial on välja haudunud. Kes võib selles veel kahelda, kui on seda meest küsimustele vastamas näinud? Ma vaidlen pidulikult vastu...»

Stephenson oli lahingu parlamendi komisjonis kaotanud. Raudtee ehitamine keelati.

Mõni kuu hiljem kiideti parlamendile esitatud uus palve heaks! Mitte sellepärast, et Stockton—Darlingtoni raudteeliin end nii hiilgavalt oli õigustanud, ka mitte seepärast, et Stephenson oleks olnud kõige tobedamate vastuväidete suhtes paremini ette valmistatud, vaid seetõttu, et raudteeühing oli peamiselt puudutatud kanaliühingu enda poole võitnud, lubades sellele suure osa raudtee kasumist!

Peale selle pidi Stephenson raudtee sihti muutma, lordide jahipar-kide, losside ja mõisate ümber suure ringi tegema. Aadlimehed said sel-legipoollest nii suure hüvituse, justnagu oleks raudtee otse läbi lossihal-lide või söögisaalide kihutanud.

Nüüd kadus vastuseis raudteeliinidele koos sõnnikuharkidega, vai-kisid kihutuskõned kantslites ja parlamendis. Stephenson võis ehitada.

Sellest tuli kõige keerukam ehitis, mida maailm seni näinud oli. Tõelise tehiste rajamiseks tuli ehitada mitu vägevast kivisilda (kokku kuuskümmend kolm silda), täita nõgusid, lõhkuda kaljusid, kaevata tun-neleid ning kuivendada ja täita kuue kilomeetri pikkuselt raba.

Peale selle tuli Stephensonil ja tema kaastöölistel kavandada röö-paid, signaalseadmeid ja pöörmeid ning valvata nende ehitamise järele. Tuli välja mõelda pöördsillad ja konstrueerida vagunid.

Et raudtee pannakse masinajõul käima, oli selge. Polnud vaid otsus-tatud, kas seda tehakse trosside ja paiksete aurumasinatega või vedu-ritega.

Stephenson oli muidugi kogu liini ehitanud, arvestades oma vedu-reid. Kuid raudteeühing tahtis, kui ta lõpuks vedurite kasuks otsustas, soetada kõikvõimalikest parimad vedurid ning kuulutas välja võistluse, mille tulemuseks oli maailmakuulsaks saanud

VEDURITE VÕIDUSÕIT

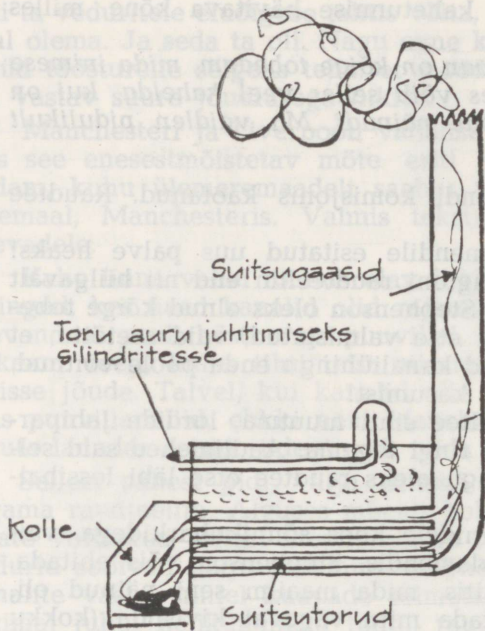
Rainhallis, mille võitis Stephensoni sõiduk.

Teedeehituse peadirektor Stephensonist sai jälle veduriehitaja. Ta sõitis Newcastle'i oma töökotta, kutsus Lõuna-Ameerikas viibiva poja Roberti koju ja mõlemad hakkasid uut vedurit konstrueerima. Sellega tahtsid nad maailmale näidata, mis asi on üks õige vedur.

Kuna nad teadsid, et kõigepealt peab tehtud vigu uurima ja neist õppima, katsusid nad läbi vanade vedurite südamed ja neerud. Need olid parimad olemasolevad, kuid meeste arvates kaugeltki mitte parimad või-malikud.

Kiirus olenes aururõhust katlas, see omakorda tulest. Ainult puhu-riga ei saanud soojusvõimsust suurendada sel määral, kui Stephensonil meeles mõlkus. Ka kaks puhurit ja kaks korstnat ei aidanud palju edasi. Soojusvõimsuse küllaldaseks suurendamiseks tuli veega katlas kokkupuutuvaid küttepindu tublisti suurendada.

Õige mõte tuli Stephensoni vanal sõbral, raudteeühingu sekretäril Henry Boothil. Ta tegi ettepaneku paigutada katlasse suur hulk peeni-



Suitsutorud veekatlis suurendavad küttepinda. Silindritesse juhivat auru saab kiiremini ja rohkem

kesi torusid, mida kuum gaas teel koldest korstnasse läbima pidi. See suurendaks tublisti küttepinda ja torusid ümbritsev vesi läheks väga kiiresti kuumaks.

Stephenson haaras sellest mõttest otsemaid kinni. Veel tänapäevalgi tavaline leektorukatel oli loodud.

Isa ja poeg Stephensonid parendasid oma võidusõiduvedurit igas mõttes, nii et selle võimsus kasvas hämmastavalt suureks.

Kui võidusõidupäev kätte jõudis, palistasid rada kümned tuhanded inimesed. Registreeritud oli viis vedurit. Üks neist, «Kükloobijalg», sai otsekohe stardikeelu, sest ta ei vastanud võistlustingimustele: masinasse oli peidetud hobune. Ülejäänud neli olid tehniliselt korras. Tõsi, «Uudsusel» ei töötanud lõõtsad, mis pidid tuld õhutama, «Võrreldamatul» polnud katel korras ja «Visa» loobus võistluseta, sest et ta ilmselt ei suutnud nõutavat kiirust saavutada. Kõlavad nimed ei saanud tehnilist küündimatust korvata.

Et nende vedurite puudusi täielikult kõrvaldada ei saadud ning lisaks järjest uusi ilmnes, kui tihti võistluse tähtaega ka edasi ei lükatud, sõitis iga päev võidusõidurajal ainult Stephensoni vedur «Rakett».

6. oktoobril 1829. aastal, eelkatse päeval, kattis Stephenson 19 kilomeetrit 53 minutiga.

Päev hiljem, kui kümme tuhat inimest uusaja suurimat sündmust imetleda tahtsid, läbis ta kolmekümne sõitjaga, kes istusid veduri taha haagitud vagunis, teelõigu kiirusega 11,1 meetrit sekundis ehk 40 kilomeetrit tunnis. Järgmisel päeval aga saavutas ta kiiruse 12,8 meetrit sekundis ehk 46 kilomeetrit tunnis, ja läbis raudteeliini häireteta kaks-kümmend korda.

Pärast seda, kui ka järgmistel päevadel teised rohmakalt kokkuklopsitud vedurid kogu rada häireteta läbida ei suutnud, anti auhind «Raketile».

Kui Stephenson nüüd auringi tegi, laskis ta kogu auru peale ning saavutas tolle aja kohta uskumatu kiiruse: 15,6 meetrit sekundis ehk 56 kilomeetrit tunnis.

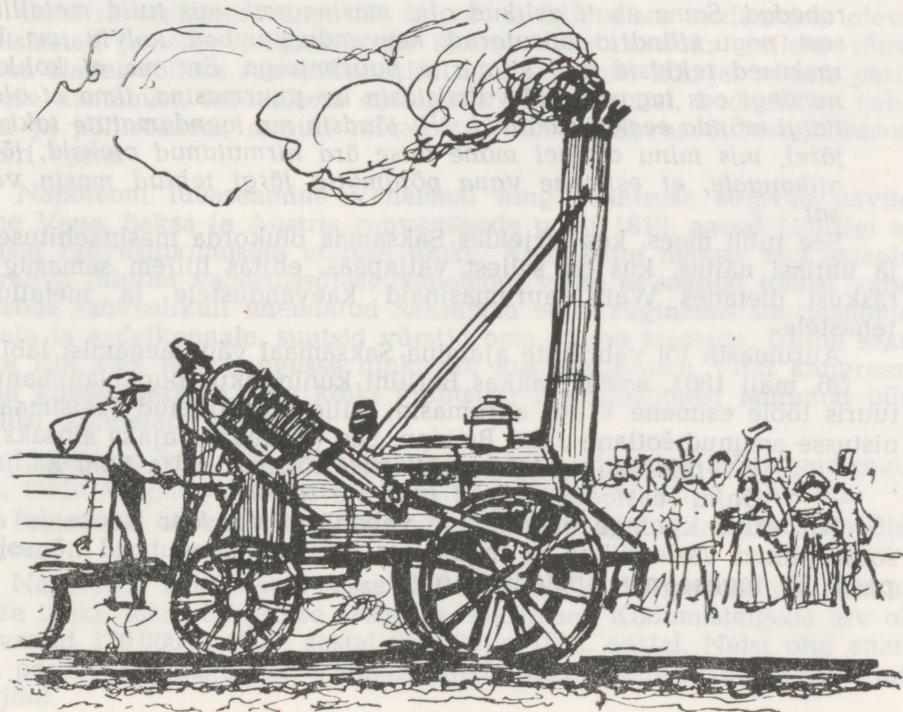
«Rakett», esimene tõesti täisväärtuslik vedur, milles oli ühendatud kõik, mida Stephenson ja paljud teised leidurid peaaegu kolmekümneaastase tööga sel alal saavutanud olid, sõitis pikka aega Manchester—Liverpooli liinil. Siis vedas ta veel palju aastaid ühes kaevanduses kivi-sütt. Praegu seisab ta Londonis Kensingtoni muuseumis.

«Raketiga», Manchester—Liverpooli teelõiguga ning tänu Stephensoni tehnika- ja organisaatoriandele sündis majandusliku vajaduse pinnal raudtee, seega liiklusvahend, mis oli kapitalistliku suurtööstuse vääriline.

Järgmistel aastatel sai Manchester raudteevõrgu keskuseks. Juba 1840. aastal, kümme aastat pärast Liverpool—Manchesteri raudtee ametlikku avamist, oli Inglismaa rööbasteede võrgu pikkus üle 7000 kilomeetri! Sel ajal kui Stephenson tootis sarjaviisi üha uusi ja paremaid vedureid ning neid ka Ameerikasse ja mandri-Euroopasse müüs, ei toimunud Saksamaal niisama hästi kui midagi.

On tõsi, et juba 1816. aastal Berliini «Kuninglikus Rauasulatustehases» vedur ehitati. Kaks Preisi ametnikku läkitati Inglismaale auruvankri probleemi uurima. Õnnetuseks sattusid nad vedurile, mis oli ehitatud hammasrataraudtee tarvis.

Sootuks kaalutlemata, kas hammasrattaid tegelikult üldse vaja on, et vedurit tasasel teel mööda rööpaid edasi vedada, ehtasid nad samasuguse veduri. Auruvankrit näidati neljakrossilise sissepääsumaksu eest berlinlastele üldiseks meelelahutuseks 1816. aasta juunis ringrööbasteel.



Kui aga vedur Königshüttes kasulikku tööd pandi tegema, märgati vapustusega, et ta sealsetele rööbastele ei sobinud.

Tähendab, kumbki preislane polnud võtnud vaevaks isegi sellele mõelda, sest ülevõetud Inglise rööpalaius Königshütte omaga muidugi klappida ei saanudki. Rööpaid siiski ümber ei seatud ja vedurit kasutati paikse aurumasina.

Sellega Saksamaa edasiviiv osavõtt aurujõu rakendamisest esialgu lõppes pikaks ajaks, ehkki leidus mõningaid insenere ja teadlasi, kes neis masinates peituvaid võimalusi tunnetasid ning aurumasinaid ka ehitama hakkasid.

Näiteks võttis Vestfaali kangekaelne ja tubli mehaanik, tisler ja kaevur Franz Dinnendahl 1801. aastal nõuks ehitada atmosfääriaurumasin. See pidi paigaldatama Wohlgemuti kaevandusse Ruhrimaal.

Ta annab sellest kujuka pildi:

«Kogu mäeameeti töötajaskond ja isegi võõrad kaevurid, kel oli juhus olnud aurumasinaid näha, kahtlesid, kas mina niisuguse tööga toime tulen. Mõned ennustasid mulle põhjaminekut. Muidugi oli see tõsine ettevõtmine, eriti kuna siinses kandis polnud isegi ühtki seppa, kes oleks osanud korralikku kruvi valmistada, muudest masina juurde kuuluvatest sepiosadest, nagu jaotusmehhanismist ja kolvivarrest rääkimata. Nad ei tundnud katelsepatööd ega osanud puurida ja treida. Tisleri- ja laudsepatööd tundsin ma ise; nüüd pidin ka sepatööd tegema, ehkki ma seda õppinud polnud. Siiski sepistasin peaaegu kogu masina oma kätega valmis, isegi katla. Umbes aasta või poolteist ei teinud ma peale sepatöö midagi muud ning korvasin sellega tolle ala tööjõupuuduse ise. Puudus oli ka hästisustatud plekivabrikutest ning kogenud plekkseppadest, mistõttu peaaegu kõik esimese katla plaadid olid poolikud ja külmarabadad. Sama ebatäiuslikud olid masinaosad, mis tulid metallitehasest, nagu silindrid, aurutorud, kaevanduspumbad, kolvid jms. Uued raskused tekkisid mul silindrite puurimisega. Ent ma ei kohkunud nendegi ees tagasi, vaid valmistasin ise puurmasina, ilma et oleksin iialgi mõnda eeskuju näinud. Nii jõudsin ma loendamatu takistuste järel, mis minu asemel mõne teise ära hirmutanud oleksid, lõpuks niikaugemale, et esimene vana põhimõtte järgi tehtud masin valmis sai...»

See tubli mees, kes kirjeldas Saksamaa olukorda masinaehituse alal ja ühtlasi näitas, kus on sellest väljapääs, ehitas hiljem samasuguseid raskusi ületades Watti aurumasinaid kaevandustele ja metallurgia-tehastele.

Aurumasin lõi vabrikute ajamina Saksamaal väga aegamisi läbi.

26. mail 1801. aastal hakkas Berliini kuninglikus portselanimanufaktuuris tööle esimene Watti aurumasin, mille oli ehitanud Preisimaa teenistusse astunud šotlane John Baildon. See jäi kauaks ajaks ainsaks, sest

«... tulemasin tekitab mõtlemist häirivat müra ning kahjustab õhku reostades rängalt inimeste tervist.»

Nii väitis kuninga õukondlane vabahärra von der Recke ja aadli-soost ülikud variserlikus ja tagurlikus Berliinis noogutasid nõusolevalt pead. Et inglise masinpeletised olgu

PREISIMAALT TAGASI TÕRJUTUD,

selles olid nood isandad ühel meelel. Nende nina jaoks oli vabrikusuits liiga kodanlik, liiga demokraatlik, liiga revolutsiooniline.

Teame, et Saksamaa oli killustatud paljudeks väikeriikideks. Loendamatud väikesed võimukandjad olid huvitatud oma kauka täitmisest tollide, teelõivude ja igasuguste maksudega. See takistas kaubandust ja liiklust üle iga kolkariigi piiride. Feodaalne suurmaaomand ja pärisorjus ning käsitöenduslik tootmine mahajäänud tsunftides lasksid tekkida vaid üksikutel manufaktuuridel. Varakapitalistlikku ettevõtlust ja manufaktuuritootmist esines ainult tekstiilitootmises, mänguasjade nikerdamises, Solingeni terasemetete valmistamises ja kellatööstuses. Metallurgias ja masinaehituses aga puudus alles kõik vajalik Inglismaa tehnika ja tööstuse arenguga liitumiseks.

Feodaalisandad ei soovinudki sellist arengut. Teaduse ja tehnika edusammud ning tööstustootmine oleksid õõnestanud nende võimu põhi- aluseid. Vürstid ja nende junkrud nägid Inglismaa ja Prantsusmaa näite varal, mis sellest tuleb, kui kodanlus majanduslikult tugevneb, demokraatlike nõudmistega esineb ja isegi, nagu Prantsusmaal, feodaalkorra kukutab.

See-eest olid aga kõik Saksamaa eesrindlikud inimesed Prantsuse kodanlikust revolutsioonist vaimustatud. See ei toonud Prantsusmaal küll kaasa võitleva rahva ihaldatud «kuldset ajastut», vaid «kuldvasika», suurkodanluse võimu.

Kui aga selle uue valitseva klassi keiser Napoleon Euroopa rahvas- tele kallale tungis, pühkis ta ka Saksamaal mõningat feodaalset mine- vikurämpsu minema. Vallutatud Reinimaal kaotati 112 väikeriiki ning ühendati suuremateks.

Oma revolutsiooniväega lõi Napoleon feodaalses tardumuses olevat Preisimaad ja selle palgasõdurite üksusi. Vastukaaluks sellele tõusis Saksa aladel võimas rahvuskodanlik liikumine, mis kõikjal nõudis päris- orjuse kaotamist, feodaalsete eesõiguste kõrvaldamist, kodanlikke vaba- dusi ja põhiseadusi, samuti relvastatud rahva rahvusvõitlust Prantsuse keisri vastu.

Napoleoni lüüasaamine Venemaal ning Prantsuse sõjaväe hävita- mine Vene, Saksa ja Austria rahvavägede poolt 1813. aastal Leipzigi all andsid rahvusliikumisele võimsa tõuke. Kuid kätte maksis end asjaolu, et rahva juhitud vabastussõjast Napoleoni vastu ei saanud tõelist vaba- dussõda rahvuslikult ühendatud Saksamaa eest. Tuginedes suurmaaoma- nikele ja aadelkonnale, suutsid vürstid oma võimu taastada. Ühtne saks- laste riik näis taas kaugusse nihkuvat, kui Metternich Viini kongressil vana korda taastada ning kõiki Prantsuse revolutsioonist lähtunud pür- gimusi lämmatada püüdis.

Napoleoni võimuloleku aastatel oli siiski toimunud mõningaid muu- tusi, mida kõigist pingutustest hoolimata polnud võimalik tühistada.

Preisimaal oli kehtestatud töönduslik vabadus ning tsunftide ülevõim murtud.

Napoleoni kehtestatud sisseveokeeld Inglise kaupadele oli andnud suure tõuke tekstiilitööstuse arengule Saksimaal. Kudumistelgede arv oli kasvanud 130 000-lt 1806. aastal 250 000-le 1812. aastal. Neist olid enam kui pooled mehaanilised kudumisteljed, mida manufaktuurides käitati veejõul.

Ka Reinimaal oli tekstiilitootmises ning mäenduses ja metallurgias hoogne majanduslik areng alanud, mida enam polnud võimalik pidurdada.

Friedrich Harkort, kes pärast Napoleoni vastu peetud sõdadest naasmist oli Inglismaal ringi vaadanud, tahtis Saksamaal rajada Inglise omaga võrdväärse masinaehituse. Ta ei leidnud selleks muud teed, kui tuua inglise oskustöölisi, meistreid ja insenere ning masinaid Ruhri-äärseesse Wetterisse.

Esimene Harkorti ehitatud aurumasin hakkas tööle 1820. aastal.

Harkort & Co mehaanikatöökoda tootis Inglise eeskuju järgi mitte üksnes auru- ja tekstiilimasinaid, vaid ka Inglise pudeldusmenetlusel terast. Asutati ka oma valtsimistehas.

Friedrich Harkort, Friedrich List ja Joseph von Baader tahtsid raudteid rajades kiirendada Saksamaa tööstuse arengut ja parendada kaubandust.

«Jõudku ka isamaal peagi kätte aeg, mil ametiusinuse võiduvankri ette rakendatud suitsev hiiglane rajab teed ühtsusele.»

Nii kirjutas Harkort täis kaasaja kirglikku tundeküllust juba 1825. aastal raudtee kohta. Et seda hõlpus polnud teostada, tõendab Friedrich Listi elulugu.

Kodanliku majandusteadlase ja tehnikas kogenud mehena oli Friedrich List teinud kõik, et Saksamaal raudteede ehitamist edendada ja sisetollide kaotamisega kaubandust arendada. Saksa tolliliidu asutamisega tahtis ta luua sakslaste riigi eelkäijana ühtse ülesaksamaalise turu. Ta oli koostanud kavasid ja esitanud palvekirju, ta oli kirjutanud raamatuid ja oma teosega «Saksimaa raudteevõrk Saksa ühtse raudteevõrgu alusena» võitnud raudteele palju pooldajaid. Kuid mees, kes kapitalistlikku industrialiseerimist õitsengule tahtis aidata, pörkas kodanluse, ettevõtjate, kaupmeeste ja pankurite pelgikule vastuseisule. Feodaalvalitsejad, kes teda kui demokraati vihkasid, jälitasid erakvõitlejat, isoleerisid ta ning ajasid lõpuks surma. Ta ei näinud oma elus, mis oli täis luhunud lootusi, ühtki väljapääsu ning laskis enda 1846. aastal maha.

Siiski hakati juba tema eluajal aru saama, et maismaaliiklus on põhjendamatult maha jäänud. Maanteede kõrval hakati ka raudteid ehitama, kuid ilma tema toimeka abita ning vastupidi tema põhjendatud ettepanekutele ja kavadele.

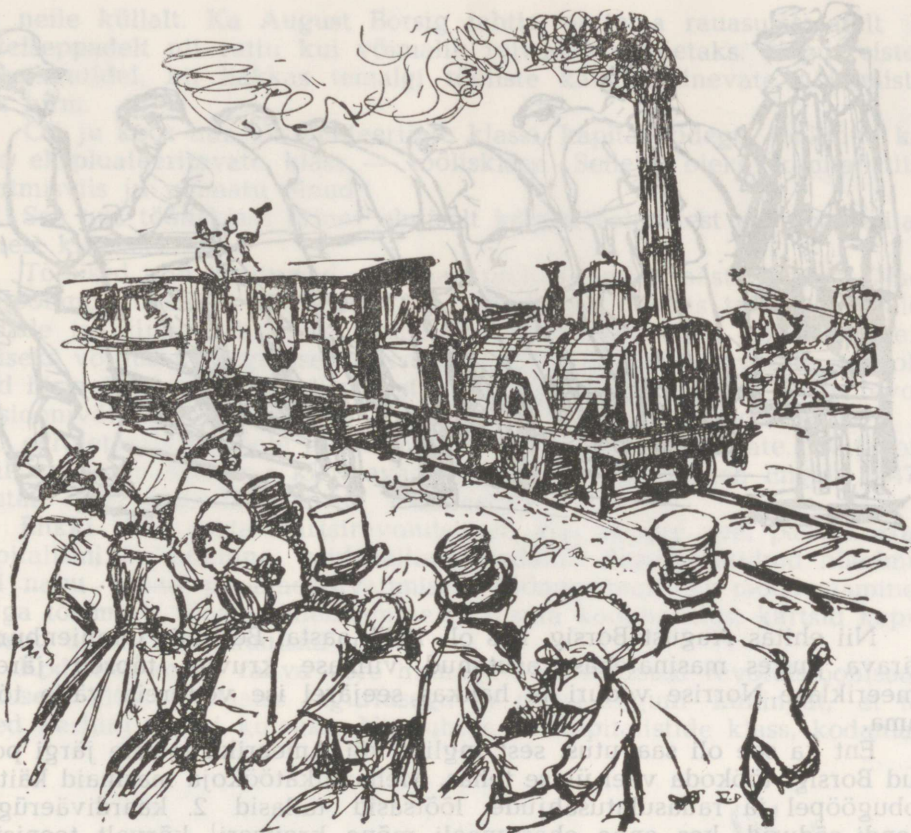
7. detsembril 1835 avati kuue kilomeetri pikkune Nürnberg—Fürthi raudteelõik Stephensoni veduriga «Kotkas». 8. aprillil 1839 tegi esimese sõidu Leipzigit Dresdenisse Saksa vedur «Saxonia».

See vedur valmistati Dresdeni lähedal Uebigau vabrikus, mida juhitis ülikooliprofessor Schubert.

1840. aastal oli Saksamaal raudteid juba 549 kilomeetrit. 1845. aastal 2300 kilomeetrit ja aastaks 1850 oli paika pandud 6044 kilomeetrit raudteerööpaid.

Kiiresti kasvav liiklusvõrk oli kooskõlas kolmekümnendate ja neljakümnendate aastate kiire tööstusliku arenguga. Veel 1817. aastal oli Friedrich List pidanud koos 70 vabrikandi ja kaupmehega koostatud palvekirjas väitma:

«Kas on vaja täpsemaid tõendeid, et maal, kus enamik vabrikante teatavasti on kas hingusele läinud või kiratseb, kus laadad ja turud on võõraste rahvaste kaupu täis ja kus enamik kaupmehi on pea-aegu tegevuseta jäänud, on häda ülima kõrguseni tõusnud? ... Häda põhjusi oleme otsinud ja leidnud üksnes Saksamaa ühiskondlikust



korrast! ... Saksamaa 38 tollipiiri halvavad siseliiklust ja avaldavad umbes niisamasugust mõju nagu inimese kõigi ihuliikmete kinnisidumine, nii et veri ühest liikmest teise ei saa voolata. Et kaubaga Hamburgist Austriasse või Berliinist Šveitsi jõuda, tuleb läbida kümme riiki, uurida kümnet tollimäärustikku ja maksta kümme korda läbiveotolli. Kel aga on õnnetus elada kohas, kus kolme või nelja riigi piirid kokku puutuvad, see elab kogu elu vaenulikult meelestatud tolliametnike seas; tal ei ole isamaad.»

Aasta hiljem, 1818, kaotas Preisimaa oma piirides opositsiooni survel sisetollid, mistõttu Preisi töösturid said teiste saksa vabrikantide ees majandusliku edumaa. Preisimaa kasutas seda ära, kui kuusteist aastat hiljem, 1834, peaaegu kõik Saksa riigid tolliliidu sõlmisid. Tema majanduslik olukord Saksa tolliliitu astumisel oli teistest üle.

Aastal 1837 oli Saksamaal 419 paikset aurumasinat, aastal 1849 juba 1454.

Kapitalistliku tööstuse areng oli hoo sisse saanud. Saksa insenerid ja vabrikandid käisid Inglismaal ja Ameerikas vabrikutootmist õppimas. Õpingud läksid niikaugele, et nad salaja masinate jooniseid valmistasid, tehnilisi menetlusi omastasid ja inglise insenere Saksamaale tööle meelitasid.



Nii ehitas August Borsig, kes oli 1837. aastal Berliinis Oranienburgi värava juures masinatehase asutanud, viimase kruvini täpselt järele ameeriklase Norrise veduri ja hakkas seejärel ise vedureid välja töötama.

Ent ka see oli saavutus, sest Inglise või Ameerika mõiste järgi polnud Borsigi töökoda veel üldse tehas. Mehaanikatöökoda masinaid käitas hobugööpel ja rauasulatusahjude lõõtsasid tallasid 2. kaardiväerügemendi sõdurid, kes enne ehasignaali mõne kroitseri¹ kõrvalt teenisid.

1843. aastaks olid Borsigi töölised Saksamaa raudteedele saatnud juba 18 vedurit, mida ehitati järjest rohkem omamoodi, iga uus parem kui eelmine. 1847. aastal oli Borsigil suur tehas rauasulatus- ja valtsimis-töökodadega Spree jõe ääres. 1848. aastal ehitati Borsigi tehases 67 nendest 69 vedurist, mille tellis Preisi riik.

Selleksaastal

1848

ei ehitanud Borsigi töölised üksnes vedureid. Revolutsioonipäevil kahjustasid nad sõdurite suurtükke ja seisid 18. märtsil Kölni raekoja ees barrikaadidel. Nende eesotsas oli lukksepp Sigris. Paljud langenuist olid Borsigi masinaehitajad, sepasellid või lukksepad.

Esimestel revolutsioonipäevadel, kui ka kodanlased, professorid ja käsitöölised õlg õla kõrval töölistega astusid välja sõjaväeüksuste vastu ja need linnast välja tõrjusid, relvastas Borsig ise oma töölisi ja maksis neile ka palka edasi, sest et «nad tegid barrikaadidel üldise vabaduse heaks rohkem kui töökojas».

Ent varsti asi muutus.

Näis, et uus liberaalne ministritekabinet tagas vabrikantidele, kaupmeestele ja pankuritele võimaluse ka poliitikas kaasa rääkida. Sellest

¹ Vana lõunasaksa ja austria münt. Toim.

on neile küllalt. Ka August Borsig tahtis, et tema rauasulatajatelt ja katelseppadelt nii ruttu kui võimalik relvad ära võetaks. Nagu teistel vabrikantidel, nii hakkas temalgi tööliste kaugeleminevate nõudmiste ees hirm.

Oli ju koos uue ekspluateerijate klassi, kapitalistidega, tekkinud ka uus ekspluateeritavate klass — tööliklass. Selleta oleks kapitalistlik tootmisviis ju võimatu olnud.

See uus tööliklass erines oluliselt kõigist eelmistest ekspluateeritavatest klassidest.

Tööliselid olid haritumad, sest nad pidid tehnikat hästi tundma. Nad ei töötanud üksikult ega üksteisest lahus nagu näiteks talupojad, vaid sadade ja hiljem tuhandete kaupa vabrikutes koos. See hõlbustas neil ühiseks võitluseks organiseerumist. Lõpuks oli tööliklass varatu, ta polnud hirmul isikliku omandi pärast, nagu talupojad. Seetõttu oli ta revolutsioonivõitluses järjekindlam, ta oli võiduka revolutsiooni poolt.

«Proletaarlastel pole selles midagi kaotada peale ahelate. Võita on neil aga kogu maailm,» kirjutavad Karl Marx ja Friedrich Engels 1847. aastal «Kommunistliku partei manifestis».

Ehkki 1848. aasta märtsirevolutsiooni ajal polnud veel päevakorral kapitalismi kukutamine, vaid sellised kodanlik-demokraatlikud nõudmised nagu vabad parlamendivalimised, tööministeeriumi moodustamine, palga tõstmine, tööaja lühendamine ja tasuta kooliharidus, kartsid kapitalistid ometi «kommunismi tonti».

Kodanlus reetis rahva vere hinnaga kättevõidetud revolutsioonisaavutused, liitus feodaalse tagurlusega ja palus koguni kuningat, et ta väed Berliini tagasi kutsuks. Nii juhtus, et kapitalistide klass, kodanla-





sed, sõlmisid rahva demokraatlike nõudmiste ees hirmu tundes liidu vürstidega.

Kodanlik revolutsioon jäi poolele teele pidama, Saksamaad ei ühendatud, ühtselt Saksa vabariigist polnud enam juttugi. Vürstidel ja junkrutel oli läinud korda Saksamaa killustatust ja oma võimu aluseid säilitada.

Rikaste vabrikantide ja pankurite liit feodaaladliga tegi siiski võimalikuks kapitalistliku suurtööstuse takistamatu arengu.

Üha rohkem väiketalunikke, kes tahtsid feodaalsest koormusest väljaostu teel vabaneda, pidid oma talud mõisnikele loovutama, sest nad ei jaksanud tasuda suurt väljaostumaksu. Siis ei jäänud neil muud üle, kui linnadesse minna ja vabrikutes tööd otsida või mõisniku palgatööliseks hakata.

Järgmistel kümnenditel kasvas vabrikute arv tunduvalt, suurenes ka neis töötavate tööliste arv. Suurenes kaubavahetus, laienes raudteevõrk. 1865. aastal oli Saksamaal juba ümmarguselt 14000 kilomeetrit raudteid, Borsigi tööliselid olid aga juba enne 1854. aastat ehitanud 500-nda veduri.

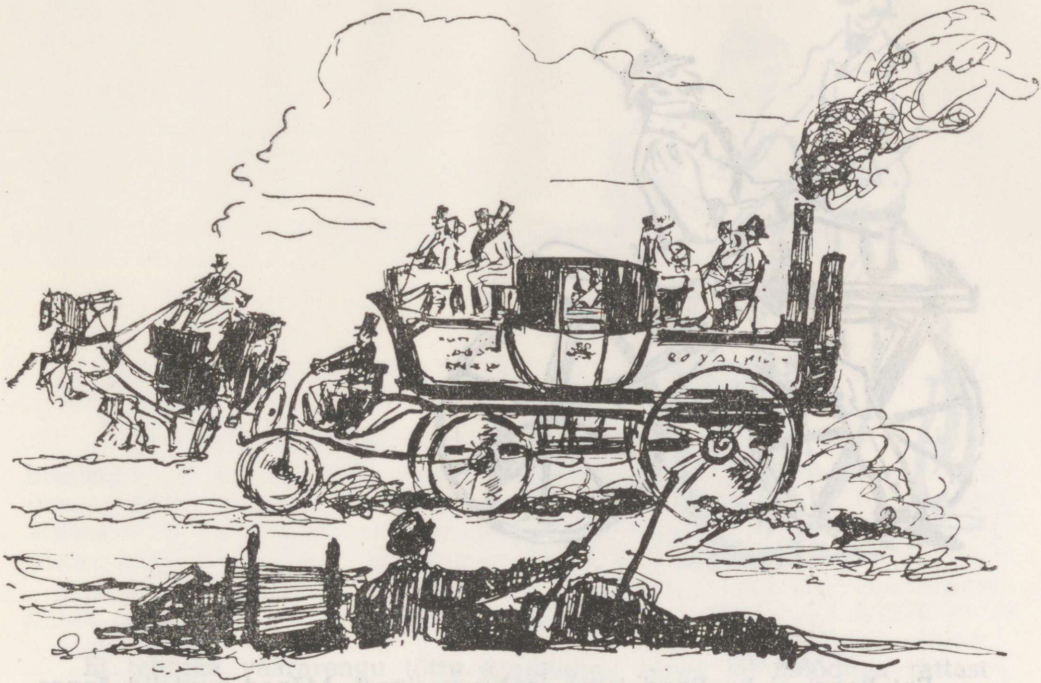
Kui saksa «vedurikuningas» ja kaubandussalanõunik August Borsig sel aastal suri, töötas tema tehases juba 1850 töölisi. See arv kasvas iga aastaga. Ent 1848. aasta revolutsiooni päevil süüdatud revolutsioonituli ei kustunud enam iialgi. Berliini tööliklassi võitluses jäid Borsigi tööliselid alati juhtivale kohale.

Tööstusrevolutsioon oli masinate ja auruga maailma edasi viinud, kuid tänavatel sõitsid ikka veel tõllad ja hobusõidukid, sest aurutõllad ja -omnibussid olid jälle kuuri pandud.

Raudteeühingud olid Inglismaal läbi surunud seaduse, mille järgi iga aurutõlla ees pidi jooksma mees, kes jalakäijaid talle järgneva ohtliku sõiduki eest lippu lehvitades hoiatas. Sellega muudeti need sõidukid nii aeglaseks, et keegi neid enam kasutada ei tahtnud.

Raudteeühingud olid oma võistleja, omnibussiühingu, kelle pileti-hinnad olid madalamad, sest tal polnud vaja rõbasteid ehitada ja hool-dada, teedelt minema kihutanud.

Prantsusmaal sõitsid auruomnibussid siiski edasi. Ka Venemaal olid Hamon ja Willbach 1837. aastal ehitanud auruvankri, millega kinnisi reisivaguneid veeti. Teised leidurid olid konstrueerinud aurusaani ja auruvankri, mille kahesilindriline masin kolvivarre kaudu tagatolge ringi ajas. Ent need sõiduriistad ei löönud Venemaal läbi. Polnud teid ega huvi asja vastu.



Saksamaal polnud auruvankrid üldse tänavatele jõudnud, sest teed olid liiga viletsad. See-eest alustas siit oma teekonda ümber maailma teine sõiduk — jalgratas.

Alguses ei näinud sugugi selle järgi välja, et Sauerbronnist pärit Badeni kammerherra ja metsaülema Karl Friedrich Christian Ludwig Draisi koomilisest sõiduriistast midagi kasutamiskõlblikku saab. Ta lähtus aga õigest eeldusest, et «inimesel on oma raskust palju hõlpsam masinal edasi toimetada, kui ise kanda».

JOOKSURATAS

oli masin, mis inimesel jooksmist hõlbustama pidi.

Kahel teineteise taha puitraamistikule kinnitatud rattal nihutas ta end ise edasi. Mõistagi pidi ta kord paremalt, kord vasakult end jalgedega maapinnalt edasi tõukama. Rattad said iga sammuga hoogu, nii et edasiliikumine oli tõepoolest kiirem kui jalakäijal. Kuid see nägi pentsik välja. Kuhu metsaülem oma jooksurattaga ka ei ilmunud, seal tormasid inimesed kokku.

Ametivõimud noomisid teda, ta sai trahve ja kaotas koguni kammerherra tiitli. Mida veidramaks, umbusklikumaks ja kibestunumaks ta oma ümbruse taipamatuse tõttu läks, seda rohkem ta rahva pilkealuseks muutus. Nii kujunes mehe elust kurbmäng. 1818. aastal oli ta kihlveo peale läbinud nelja tunniga vahemaa, milleks jalakäijal kulus 16 tundi. Pärast seda sai ta patendi:

«Meie, Carl, jumala armust Badeni suurvürst, Zähringeni hertsog, Nollenburgi maakrahv ja Hanau krahv, otsustame anda kümneks aastaks leiuatise patendi...»



Ent keegi ei hoolinud tema jooksumasinast. Mõned mudelid õnnestus tal müüa Inglismaale, kus neid ka järele tehti, muidugi leidurile midagi maksmata. Ta suri 1851. aastal kibestununa, väsinuna ja üksikuna, rahvas aga käis ikka veel jalgsi.

Ajal, mil Sauerbronni noore vabahärra Draisi elu oli alles täis ilusaid lootusi ja Badeni kõrge aadliseltskond veel ei aimanud, et temast ei tule hiilgav ohvitser, vaid sapihaige leidur, sõitis talupoeg Artamonov jalgrattal Uuralist Moskvasse!

Artamonov oli tõepoolest jalgratta ehitanud. Rattad olid rauast raami küljes, esirattal oli sõtkevänt. Jalad ei puutunud vastu maad, jalgade jõudu ei kasutatud tõukamiseks, vaid tallamiseks ja keha seisis veerevatel ratastel tasakaalus.

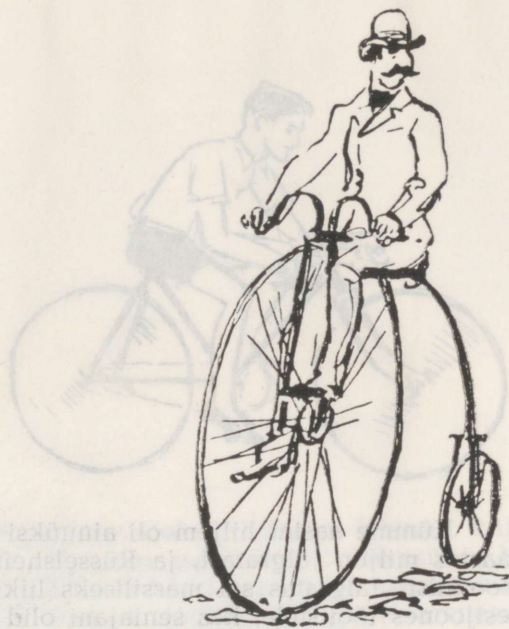
Sel jalgrattal, ehkki ta oli valmistatud enne jooksuratast, oli meie jalgrattaga palju rohkem sarnasust kui Draisi masinal. Ent tulemused olid siiski ühesugused. Nii Artamonov kui ka Draisi naerdi välja, kellelgi polnud nende leiutisega midagi peale hakata, rikkad sõitsid tõldades, rahvas aga pidi kõmpima jalgsi. Nii oli olnud iidsetest aegadest, nii pidi ka jääma.

Artamonov saadeti oma külasse tagasi, mässuline sõidumasin võeti ära.

Praegu on see välja pandud Moskva Tehnikamuuseumis.

Neljakümnendatel aastatel tõstis ka šoti sepp Kirkpatrick MacMillan jalad maast lahti; ta ehitas oma dresiini tagarattale sõtkevända. Kümme aastat hiljem meisterdas Philipp Moritz Fischer Ohlendorfist Schweinfurti lähedalt oma jooksuratta esirattale sõtkevända; samal ajal tuli samasugusele mõttele prantslane Michaux.

Nüüd oli igapähe selge, et edasi jõuab seda kiiremini, mida suurem on vändaga pöörlema pandav ratas. Nii ehitati järjest kõrgemaid rattaid ning tagaratas tõmbus pisemaks. Säärastel kaelamurdvatel «velosipeedidel» tasakaalus püsimine oli imetlusväärne kunst.



Et tehnika väärarengu tõttu kujunenud suure läbimõõduga rattast jälle normaalne sai, selle eest võlgname tänu suurele hulgale leiutistele, eeskätt ülekandele.

Liikumapanev jõud kanti vändalt ketiga ratta teljele, kusjuures erisuguses suuruses hammasratastega saavutati, et sõtkevända ühe pöördega sooritas väiksem hammasratas tagaratta teljel mitu pööret.

Vähem tähtsad polnud terastorudest raam, vabajooksusidur ja tagasikäigupidur, sadul, kuullaagrid ja kummid. Alles see kõik kokku moodustab jalgratta.

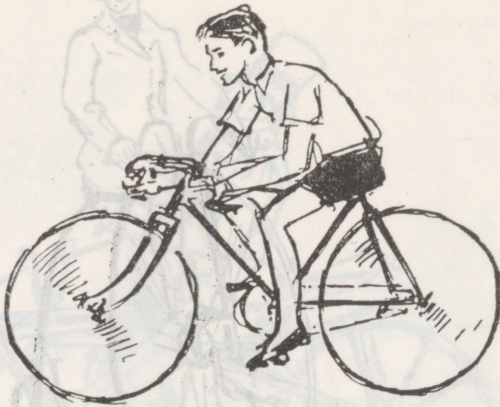
Kuni 1889. aastani ragistasid ratturid mööda tänavaid raudrehvidel. Nende masinad olid sõna otseses mõttes sääreväristajad. Ka need, kes olid ratastele pannud täiskummrehvid, tundsid tee igal ebataasasusel, iga augu, iga kivi, iga rööpa kohal tugevat tõuget.

Ometi oli õhukumm leiutatud enne kõlblikku jalgratast. Inglise raudteeinsener Thomson oli juba 1845. aastal tulnud mõttele oma tolla raudrehvidega kaetud puitpöidade ja konarliku tee vahele suruõhust polster panna.

Ta laskis puitpöidadesse soone lõigata, pumpas soolte sisse, hiljem aga just kasutusele tulnud kummivoolikutesse õhku, õmbles neile naha ümber ja surus need rõngad tihedalt rattasoontesse. Nii sõitis ta pehmelt vedrutades ja peaaegu käratult. Kahjuks tulid aga rõngad tihti maha või lõhkesid. Et ei leidunud käsitöölist, kes oleks selle rattavitsutamise käsile võtnud, pidi Thomsoni kutsar sellega ise vaeva nägema. Sellepärast ei levinud Thomsoni 1845. aastal patenteeritud leiutis üldse.

Alles siis, kui jalgratas õhkpolstrit nõudis ja Belfasti loomaarst Dunlop 1887. aastal tegi sama leiutise, mille vaevalt inimeea võrra varem Thomson oli teinud, hakkasid veerema «õhkjahutusega kummisidemed», nagu Dunlop neid nimetas.

Üks rikas tööstur andis Dunlopile raha kummivabriku ehitamiseks ning võimekad kaastöötajad leiutasid õhukummile kaitsva väliskummi, leiutasid siserandi ja põia, ventiili ja kummiprofiili.



Kümme aastat hiljem oli ainuüksi USA-s 300 tehast, mis valmistasid aastast miljon jalgratas, ja Rüsselsheimi lähedal alustasid Opelid mass-tootmist. Jalgratas sai massiliseks liiklusvahendiks, mis oli hädatarvilik esijoones tööliste, kes seniajani olid pidanud linnades või maal vabrikusse või tehasesse tihti tundidepikkuse tee maha käima.

Tollal aga sõitsid juba ka esimesed Daimleri ja Benzi tehase autod õhukummidel.

Ent see kuulub juba tehnika ajaloo sellesse ossa, mis tänapäeva — meie aega viib.

TEEKOND METSLUSEST,

mille inimene oma aastatuhandetepikkuse ajaloo vältel on läbinud, kujutab tehnika arengut. Nägime, et esijoones määras seda käsitsitöö. Me oleme jälginud mõningaid, kaugelki mitte kõiki, tehnika arenemissuundi ning õppinud tundma mõningaid seoseid tootlike jõudude arenemistaseme ja nende ühiskondlike tingimuste vahel, milles inimesed elavad. Me jälgisime arengut tööstusrevolutsioonini ja kapitalistliku tööstuse tekkimiseni, see on ajani, mil käsitsitöö asendus masintööga.

Selle murrangu tulemused määravad tehnikat ajal, mil meie elame. Uusaja leidurite ja konstruktoritega, tööliste ja meistritega tutvume järgmises köites. Muidugi tuleb mõnda juttu seostada selles raamatus öelduga või teha lühike tagasivaade minevikku, nagu näiteks õhusõidu, sidetehnika, keemia või elektrotehnika arengu puhul.

Et inimene enda loodud, pidevalt parendatava ja ikka täiuslikumaks arendatava tehnika varal üksnes oma olemasolu ei taga, oma keskkonda kujundab ja Maad muudab, vaid ka ise muutub ning inimestevahelisi suhteid uuendab, siis tuleb teises köites juttu ka sellest, mis on meie tänapäeva sotsialistlikus elus ajalooliselt iganenud kapitalismiga võrreldes muutunud ning millist mõju avaldavad uued ühiskondlikud tingimused ja inimestevahelised suhted omakorda tehnikale.

Tegelik töö ja teaduse pingutused jääksid aga tulemusteta, kui neid ei tiivustaks kujutlusvõime ja loominguline fantaasia. Peab teadma, mida saavutada tahetakse ja milleks jõudu pingutada. Seepärast käsitleme ka tuleviku tehnikat, neid arenemisteid, mis viivad tänasest homsesse, täielikult automatiseeritud tootmisega maailma, ja neid suuri ülesandeid, mida lahendades inimese käsi ja tema võimas tehnika Maa palge ümber kujundavad.

Crampin	145	kokkuvõtte	101
Cupna	145	kuuvara (Zuvar)	126
Dainaka	145	junatöökumardamine	40, 73
Dainis	145	keevkapp	24
Dainis	145	keelund	33, 44
Dainis	145	keel	33-42, 45, 70
Dainis	145	kapitaal	70, 90, 97, 141, 142
Dainis	145	kapitalistlikud manufaktuurid	141, 142
Dainis	145		143, 175
Dainis	145	karavell	104
Dainis	145	karjapidajad	27, 35
Dainis	145	Kari Suur	123
Dainis	145	kaubatarvitajad	27

* Kõikide tegude ja teaduse pingutuste tulemused ei jäävad kunagi täiesti unustatuks.

ISIKUNIMEDE JA AINEREGISTER*

Abd ar-Rahman 104
 ader 24, 25, 67
 Agricola (Agrjkola) 111—114
 ahvinimesed 9, 11
 Alberti 92
 algebra 97
 androidid 130
 araabia kultuur 97, 98
 Archimedes (Arhimedes) 64
 Aristoteles 65, 149, 153
 Arkwright (Aarkrait) 144—147
 Artamonov 182
 aurukera 72, 73
 aurumasin 73, 75, 76, 80—89, 146, 161,
 162, 174, 175, 177
 auruvanker 160—163, 180
 auto 163
 Bacon (Beikon) 159
 Bebel 97
 Benz (Bents) 184
 Borsig 178—180
 Boulton (Boulton) 87
 Boulton & Watt 87, 148, 150, 162, 169
 Branca (Branka) 73, 74
 Brecht (Breht) 35
 Bruno 128
 Byron (Bairon) 148, 149
 Cai Lun (Tsai Lun) 105
 Cartwright (Kaartrait) 145—147
 Cawley (Kooli) 82
 Columella (Kolumella) 54
 Crampton (Krämpton) 145
 Cugnot (Künjo) 160, 161
 Daidalos 64
 Daimler 184
 Dinnendahl (Dinnendaal) 174
 Drais (Drees) 160, 181, 182
 Droz (Droo) 131—133
 Dunlop (Danlop) 183
 Dürer 109
 Eginhard 123
 ekspluateerimine 147, 149, 151
 Engels 9, 26, 97, 150, 151, 179

eraomand 31
 esimene ühiskondlik tööjaotus 27
 esimesed automaadid 22, 65
 ettevõtlus 138, 141
 Fairbairn (Feerbeern) 119
 feudalism 55, 66, 67, 136—138, 142, 175
 Froben 113
 Fust 107, 108
 galeer 63, 68, 104
 Galilei 77, 128
 Goethe (Gööte) 156, 157
 Guericke (Geerike) 77, 78
 Gutenberg 106—108
 Gutenbergi piibel 108
 Hargreaves (Haargriivz) 144, 145, 147
 Harkort 176
 Harrison (Härrison) 129
 Harun ar-Rašid 123
 Hedley (Hedli) 168
 Henlein (Henlain) 127, 129
 Herodotos 44, 45
 Heron Aleksandriast 65, 66, 72, 73, 130
 Hippokrates 48
 Homeros 48
 humanism 96
 Huygens (Höihens) 70—80, 128, 129
 istutuspulk 24
 Jacquard (Žakaar) 131
 jalakäija vedur 166—168
 jalgratas 182—184
 jooksuratas 181
 Jouvans (Žuvān) 126
 jumalatekkumardamine 40, 73
 kaevekepp 24
 kaldpind 33, 44
 kang 33, 42, 43, 70
 kapitalismi tekkimine 70, 96, 97, 141, 142
 kapitalistlikud manufaktuurid 141, 143—
 149, 175
 karavell 104
 karjapidajad 27, 35
 Karl Suur 123
 kaubatarvitajad 27

* Sulgudes ligikaudne hääldus, komatähe ali näitab rõhku.

- kaubatootmine 30
 Kay (Kei) 143
 kellad 120—130
 Kempelen 130
 Kepler 77, 128
 keskaja ehitusmeistrid 91, 92
 ketrajad 28, 134—151
 kiirüstik 143, 145
 kiviaeg 9—34
 kivipuurimismasin 14, 15
 klassivõim 38, 40, 147—151
 klassivõitlus 52, 53, 150, 151, 178—180
 klassiühiskond 31, 147—151
 koge 103
 Kolumbus 104, 111
 kompass 102—105
 konkurentsivõitlus 142—145
 koopajoonised 20, 21
 Kopernik 77, 128
 «Kotkas» 176
 «kreeka tuli» 98
 kudumine 28, 50, 134—151
 kõblas 24
 kõrgahi 72
 kõrgrohuaurumasin 162, 164
 kütid ja korilased 12
 ladina keel teadlaste keelena 109
 laevakronomeeter 129
 La Mettrie (La Metrii) 130
 lastetöö 148, 150, 151
 Leibniz (Leibnits) 118, 119
 liikur 159, 160
 lisaväärtus 151
 List 176
 lohistustee 155
 ludiidid 148—150
 lukksepä 120—127
 Luther (Luter) 110, 111
 läbiveduk 155
 Maa kerakujulisus 104
 maaviljelejad 27, 36
 magdeburgi poolkerad 77
 malet mängiv türklane 130
 Marx (Marks) 146—148, 151, 179
 masinad saatana kätetöona 95, 132
 masinainsenerid 91, 92
 masinapurustajad 133, 147—149
 mehaaniline ketrustöökoda 144, 145
 mehaanilised teljed 146, 175
 meistermehed 90, 117—120, 133
 merevaigutee 153, 154
 metallitootmine 29, 47
 metallitöötlus 48
 Muhamed 97
 Murdock (Möördok) 161, 162
 mäendus 112—118
 Müntzer (Müntser) 11, 112, 138
 Napoleon 175, 176
 Newcomen (Njuukamen) 82—84
 Newton (Njuuton) 160
 orjade ülestõus 52, 53, 56
 orjapidamine 35—56
 paberi leiutamine 105
 paelateljed 140
 paisud 37, 42—44
 palgatöölised 141, 150
 palkmaja 23, 28
 Papin (Papään) 79, 80, 82, 160
 papüürus 52, 105
 patendikaitse 75
 Petrarca (Petrarka) 98
 pihukirves 10, 11
 pikksilm 128
 Pi Sheng (Pi Šen) 105
 Platon 65
 Plutarchos (Plutarhos) 48
 Polzunov 83, 85
 pommidega kell 125, 126
 potikeder 34
 Potter 82
 pottsepatöö 15, 16
 pottsepis 28
 preestrid 40, 41, 73
 proletaarlased 56, 150
 Prometheus (Prometeus) 13
 pronks 29, 30, 46
 Puffing-Billy (Paffing-Billi) 168
 purjevanker 159
 põletusahi 29, 32
 päikesekell 120, 121
 pärgament 105
 püramiidid 35, 41, 44, 45
 püssirohi 98—101
 püssirohu jõul töötav masin 79, 80
 püssirohurakett 98
 raamatutrukkimine 105—109
 «Rakett» 172, 173
 Ramsey (Rämsi) 73, 75
 raskusjõulöksud 20, 21, 58
 Razin 138
 ratas 31—34, 156
 ratasader 67
 raud 47, 48
 raudteed 164, 165, 167—180
 relvameistrid 100, 101
 renessansiajastu 95, 96
 Rooma sõjamasinad 56
 Rooma veejuhtmed 56
 Saveri (Säveri) 81, 82, 160
 «Saxonia» (Saksonia) 176
 Schubert (Šubert) 176
 Schwarz (Švarts) 99
 Schöffer (Šöffer) 108
 Seneca (Seneka) 65
 sepapaja 70, 114
 separaud 70
 silmuslöks 21, 22
 Somerset 75
 soolateed 153
 sorirakmed 60
 sotsialism 151
 Spinning-Jenny (Spinning-Dženni) 144, 145, 147
 Stephenson (Stefenson) 165, 168—173, 176
 sulatusahi 113
 sõtkeveski 63
 Šamšurenkov 160
 žakaarteljed 131, 133
 Talurahvasõda 111, 112, 137, 138
 teadus 41 42, 47, 59, 64, 66, 67
 teine ühiskondlik tööjaotus 30

terasrööpad 167
 termid 56
 Thomson (Tomson) 183
 Torricelli (Torritšelli) 77
 Trevithick (Trevitik) 162—169
 tsentrifugaalregulaator 87, 88
 tsunftikord 138—140, 142
 tšartistid 150
 tulekivi 10, 17, 152, 153
 tulepuur 14
 tuli 11—13
 tuulejõumasin 118
 tuuleveski 67, 68
 töölisliikumine 150, 151
 tööstusrevolutsioon 146, 148
 tüür 103
 Tyler (Tailer) 138
 vaakum 77—79, 81, 82
 vaarao 38, 39
 valuraud 72

Vaucanson (Vokanson) 131
 vedur 163—174, 176
 vedurite võidusõit 171, 172
 veekellad 121—124
 veetõsteseade 75, 78, 81—83
 vesiratas 61, 62, 67, 68, 70, 72, 78, 114,
 139, 144
 veskiehitajad 119, 120
 vibupuur 15, 46
 viikingid 103
 Vinci, Leonardo da (Vintši) 68, 93—96,
 102, 135
 völlaslöks 22
 väädelöks 20, 22, 56
 Watt (Uott) 86—90, 146, 161, 162
 Wiek (Viik) 126
 Wilkinson (Uilkinson) 87
 õhukumm 183
 ühtne saksa kirjakeel 111
 ürgkogukond 25, 26, 35, 38, 41

SISUKORD

Kõnneajast 98
 Põhikõnne ja sõnade 97
 Muu valgel 102
 George Agricola 111
 Kaasivõtte ja kütte 114
 Rõõmsad veestõhtid 110
 Lõõksed ja kollasest 110
 -Androide 120
 LÕM JA KUDE 124
 Kõnneajast 124
 Ööde kettamine 128
 Keskajast 130
 Vajadus raudseid leinada 131
 Rõõmsad ja kütamine 132
 Auru ja puurliid 132
 Masinauurustajad 138
 Põhikõnne sõnad 138
 TEEDE JA ROOSTE 142
 Eimene kapitalistik 142
 Tõelikkus 143
 Põhine ja pinnase postpõhine 148
 Lõõksed 150
 Auruvõtte 160
 Nõu kütte 162
 George Stephenson 168
 Vedurite võidusõit 171
 Põhikõnne sõnad 172
 168 178
 Lõõksed 181
 Tõelikkus 182
 Tõelikkus ja sõnad 187

Masina, millest see eline 7
 TEHNILISE METSISE ALAJ 9
 Tõelikkus 9
 Kõnne tuld leinada 11
 Avestamine ja leinamine 12
 Kivide põhikõnne 19
 Eimene ja kütte 22
 Kütte 21
 KES EIMENE SEITSE VARAVAGA
 TEEDE 32
 Põhine kütte 32
 Kõnne sõnad ja võidusõit 32
 Põhine kütte 42
 Eimene kütte 48
 Avestamine sõnad 54
 KÕNNE AJAST 60
 Tõelikkus ja leinamine 60
 Lõõksed sõnad 62
 Vajadus ja kütte 67
 Põhine sõnad 70
 Kõnne sõnad 72
 Vajadus 77
 Lõõksed sõnad 81
 Põhine leinamine sõnad 88
 MEISTERMETSISE, INSENERIST JA
 MASINAURUSTAJATE 90
 Avestamine leinamine 90
 Nõu masinaurustajate sõnad 91

SISUKORD

Maailm, milles me elame 7

TEHNIKA METSLUSE AJAL 9

Ürginimese käsi 9

Kuidas tuld taltsutada 11

Avastamine ja leiutamine 15

Kiviaja püügimasinad 19

Ehitaja küнд 23

Ratas 31

KES EHITAS SEITSME VÄRAVAGA

TEEBA? 35

Bertolt Brecht 35

Kuidas orjapidajad võimule tulid 35

Paisude ehitamine 42

Esimene treipink 46

Arengu ahelad 54

SUUREST JÕUST 60

Turja-, käe- ja jalalihastega 60

Inimesed sõtkerattas 62

Vesiratas ja tuuleveski 67

Frohnau sepapaja 70

Heroni auruturbiin 72

Vaakum 77

Uued veetõstemasinad 81

Paljude leidurite õlul 86

MEISTERMEESTEST, INSENERIDEST JA

MASINAEHITAJATEST 90

Aurujõu taltsutamiseks 90

Meie masinaehitajate eelkäijad 91

Renessansiajastul 95

Püsirohi, kompass ja paber 97

Must valgel 105

Georgius Agricola 111

Kaevurivasar ja kirka 114

«Rändavad veskitohtrid» 119

Lukksepääd ja kellasepääd 120

«Androidid» 130

LÕIM JA KUDE 134

Käsikudumisteljed 134

Õhtune ketramine 136

Keskaja käsitöölised 139

Vajadus masinaid leituda 141

Rohkem ja kiiremini 143

Auru ja puuvilla abielu 146

Masinapurustajad 148

Palgaorjade tööpäev 150

TEEDEL JA RÖÖBASTEL 152

Esimene kapitalistlik maa 152

Tulekiviteed 153

Pasuna ja paunaga postipoiss 156

Liikurid 159

Auruvanker 160

Neli leuitist 163

George Stephenson 168

Vedurite võidusõit 171

Preisimaalt tagasi tõrjutud 175

1848 178

Jooksuratas 181

TEEKOND METSLUSEST 185

Isikunimedega ja aineregister 187

A
32476
6956819

