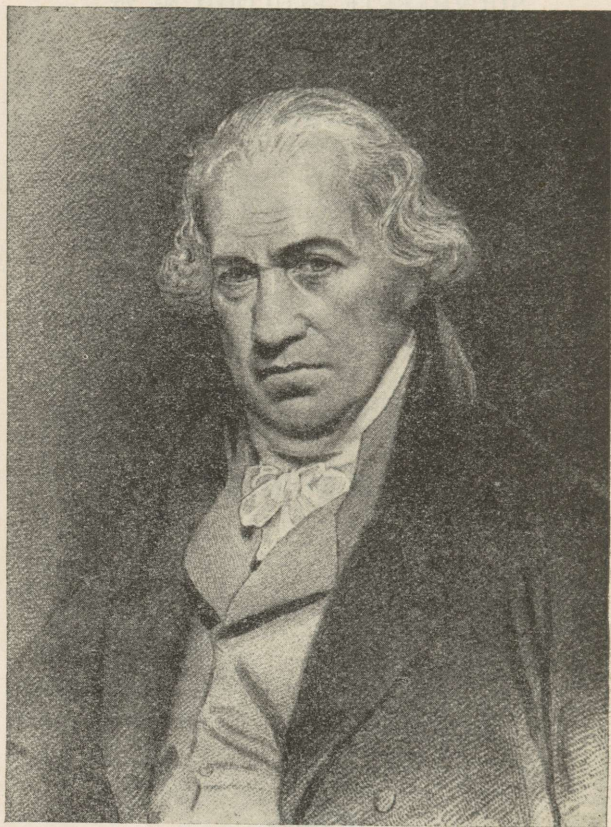


SUURMEESTE ELULOOD Nr. 26
EESTI KIRJANDUSE SELTSI
BIOGRAAFILINE SEERIA
ILMUB 6 NUMBRIT AASTAS
TARTU, 15. AUGUSTIL 1935 Nr. 3

JAMES WATT





JAMES WATT

G. PÕLDMAA JA [REDACTED]

JAMES WATT

AURUMASINA LEIUTAJA

EESTI KIRJANDUSE SELTS
TARTU, 1935

TEGEV JA VASTUTAV TOIMETAJA DANIEL PALGI

TOIMETUSE ADDRESS: EESTI KIRJANDUSE SELTS, TARTU.



5828

A-8451

I.

Päritolu ja noorusaastad.

James Watt sündis 19. jaanuaril 1736. a. Greenocki linnas Šotimaal. Greenock on sadamalinn ja asub Clyde'i jõe suudmes, Glasgow'st loodes. Jõe ääres asuski Watt'ide maja hiigelsuure aia ja avara õuega, mis oli James Watt'i kasvamiskohaks.

Kaugemaist esivanemaist on teada ainult niipalju, et nad olid põlised šotlased ja taluiniimesed. Kui XVII sajandi algul Šotimaal puhkesid usurahutused, mis kujunesid veriseks kodusõjaks, kaotas James Watt'i vanavanaisa selles võitluses oma elu covenantide¹⁾ pooldajana. Tema maa ja maja ühes muu varandusega konfiskeeriti ning ta väike poeg Thomas pidi jääma sugulaste juurde, kelle hoole all ta üles kasvas ja hariduse sai. Sajandi keskpaiku asus Thomas Watt — leiutaja vanaisa — elama juba Greenocki linna lähedale alevikku, kus ta elatist teenis matemaatika ja mereteaduse õpetamisega. Hauatahvliil on Thomas Watt'i nimetatud mate-

¹⁾ Covenant — Šoti presbüterlaste liidu nimi; liit loodi usu kaitsmise otstarbel katoliiklaste vastu 1580. aastal.

maatika õpetajaks, ja oma eluajal oli ta Greenockis väga lugupeetud isik, täites mitmeid avalikke ameteid. Ta suri 1734. a., seega ainult kaks aastat enne oma kuulsa pojaja sündimist.

Kõik Watt'id olid tehniliste kalduvustega ja praktilistes teadmistes väljapaistvad inimesed. Seepärast võib öelda, et kuulus leiutaja tuli maailma õnneliku pärusega: tema võrsus heast perekonnast.

Thomas Watt'i noorem poeg James, leiutaja James Watt'i isa, ehkki mitte õpetlasetalendiga õnnistatud, oli ometi selge mõistuse ja avara silmaringiga inimene ja lõi tõhusaid eeldusi poja arenemiseks ja kasvamiseks. Loomult lihtne ja töökas inimene, ei võinud James Watt'i isa kuidagi piirduda ühe ja sama käsitööga, nagu seda nõudis tollaegne veel keskajast päritud kord, vaid vastuolus selle nagu seaduseks kujunenud traditsiooniga valis ta endale vabalt käsitöö, ehitas laevu, pidas Greenockis laevaankrute, mastide, trosside ja muude laevatarvete ladu, teot- ses väliskaubandusega ning omas selleks isiklikke kaubalaevu.

Et Watt'i krunt ulatus jõeni, siis oli laevata- miseks väga soodus võimalus. Greenocki sa- dam oli vanale James Watt'ile esmajärgulise täht- susega ja armastatuim tööväli. Kuid ka muid töid tuli tal teha, nimelt oma töökojas, koguni oreleid parandada ja valmistada tellimise peale uusi. Tol ajal polnud see mitte harukordne nähtus. Kõr- vuti puutöö- ja sepiaristadega seisid sellepärast tema töökojas mereteleskoopide, kvadrantide ja teiste meresõiduinstrumentide kogud, missugu-

seid siis ta üksnes ei müünud, vaid ka parandas. Tema mõjuvam tegevusala näib aga olevat kaubitsemine, sest seda märgivad järelejäänud dokumendid ja ka hauasammas. Oma kodulinnas oli ta väga lugupeetud ja nagu isagi ei saanud ta läbi, ilma et poleks täitnud linna tähtsaid ameteid.

Kõige selle laialdase tegevuse juures omandas Watt aja jooksul teatud jõukuse, kuni ta ühe laevaõnnetuse tagajärjel kaotas suurema osa varandusest, millele hiljem lisandusid teised vähemad kahjud. Seetõttu pidi ta poeg juba noorelt hakkama ise teenima endale elatist, mis tuli kasuks leiutaja arenguteel.

Ka leiutaja ema, Agnes Muirhead, oli oma aja kohta haritud inimene. Ta põlvnes Muirhead of Lachop'i perekonnast, kelle esiisaid võib jälgida kuni XII sajandini. Walter Scott'i ballaadi „Lord Muirhead“ järgi oli üks selle perekonna esiisadest tähtis ajalooline isik. Agnes Muirhead oli mitmes suhtes andekas ja silmapaistev naine. Teda iseloomustab üks ta kaasaegseist järgmiselt: „Ta oli silmapaistev inimene ümbruskonnas. Oli teataval määral suursugune, ühtlasi sõbralik ja alati valmis aitama oma ligimesi. Suure isamaalasena tundis ta põhjalikult oma rahva ajalugu, nagu oma perekonnagi ajalugu.“ Korraarmastuse ja puhtusega majas ja selle ümbruses andis ta oma pojale kaunist eeskujut. Siit ammutaski väike James selle suure täpipealsuse, korralikuse ja puhtuse ka kõigis omis töis ja talituisis. Ema õpetused ja eeskujut kandsid head viljat.

Enne James'i sündimist oli ema kaotanud surmat läbi mitu last, ja ka James oli lapsepõlves

nõrga tervisega, kannatades sagedasti peavalude all, mis ei kadunud pärast mehe-easki. Seetõttu hoolitses ema poja eest eriti suure hoole ja armastusega. Ema õpetas talle ka lugemise selgeks, sest kidura tervise tõttu saadeti poiss hilja kooli.

Nii isa kui ema suhtusid poja kasvatusse täieliku arusaamisega. Kord kui laste vahel oli tekkinud mingi asja pärast tüli ja nad kisa ning nutuga isa poole pöördusid, vastas ta rahulikult: „Las James jutustab, milles asi seisab, ma olen harjunud temalt kuulma tõtt!“

Tööde valikus oli poisile antud täielik vabadus. Isegi koolitööks ei tulnud noort James'i kunagi sundida. Ta tegi seda oma kohusetundest ning huvist aetuna, jälgides oma isa ja ema töökust ja kohusetruud eeskujut. Isa ja ema töökus, lihtsus ja täpsus, kord ja ausus andsidki suurele leiutajale selle energiatagavara, mida ta kasustas inimessoo hüveks tehnika võidukäigu avajana.

James Watt'ile ei meeldinud oma seltsilistega ringi joosta või leida lõbu sportimisest; meelsamini ta loobus mängudest ja rännakuist mööda mägesid, metsi ja välje. Tal oli isegi igav lõbutseva ja käratseva lastekarja hulgas. Ainsaks ajaviiteks oli talle kalaõngitsemine kodujões: siin võis segamata veeta terved pikad suvepäevad.

Kes tunneb inglaste ja šotlaste hingeelu ja iseloomu, võib sellest ülalpidamisest teha poisi iseloomu kohta päris kindla otsuse. Mõistliku meelelahutuse valik on ju inglastel ja šotlastel väga suure tähtsusega toiming, ja kui see on kord leitud, siis süvenetakse sisse põhjalikult ja hoi-

takse sellest konservatiivselt kinni nagu oma käsitööstki, mis kord kätte õpitud. Välja arenda, spetsialiseeruda ühel teatud alal põhjalikult — on nende töö printsiip. Sellepärast on arusaadav, et ka armastatuimasse ajaviitesse süvenetakse kogu olemusega ja et see meelelahutus peab täiesti vastama inimese hingelaadile. Õngitsemine on vaiksete, enesessesüvenenud inimeste sport, kes armastavad rahu ja segamatut üksildust.

James Watt oligi vaikne, üksildust armastav, alati mõtlev ja iseendassesüvenenud poiss. Vihmastel ja jahedail päevadel istus ta tundide viisi ema põlvede ees, pliiats või sulenuga käes, ikka midagi joonistades või nikerdades. Ka koolis käis ta, kuid mitte järjekindlalt, sest vanemad ei muretsenud poisi õppimise pärast, lastes tal vabalt koju jääda ja tegelda sellega, mis last enast huvitas.

Kõneldakse, et kord sõitis isale külla keegi võõras. Nähes poissi kooliajal toas ei millegagi tegelemas, pöördus külaline isa poole küsimusega, miks poissi kooli ei saadeta ja lastakse tal niisama kodus aega raisata.

„Vaadake ja otsustage siis ise, mis poiss kodus teeb,“ vastas isa rahulikult ja näitas külalisele väikese James'i tööd. Kõneldakse, et võõras läheneski poisile ja nägi imestusega, et see joonestas igasuguseid geomeetrilisi kujusid ja lahendas mingisugust ülesannet. Poiss õppis ise vabalt, ta ei laiselnud.

Suurmeeste lapsepõlvest on alati viisiks kõnelda selliseid ülistavaid anekdoote, kuid James

Watt'i kohta annavad kaasaegsed ka teissuguseid tunnistusi, mis lasevad paista suurt leiutajat poisikesepõlves hoopis teises valguses, nimelt kooliõpinguis. Tema kaasõpilased kinnitavad, et James Watt oli puudulikkude teadmistega ja peaaegu nõrga edasijõudmisega õpilane, mis täiesti usutav nõrga tervisega andeka poisi juures, keda vanemad lubasid teha, mida ta ise heaks arvas — poiss ei olnud selle tõttu küllalt hoolas õppetükkide õppimisel, millest tehtigi loomulik järeldus: puudulikkude teadmistega õpilane!

Teisest küljest takistas James Watt'i tervislik seisund välja paista mängudes ja jooksus. Teda ei huvitanud need alad siis hoopiski.

See kõik aga ei seganud James Watt'i tegelemast palju huvitavamate asjadega — raamatutega. Umbes 12-aastaselt luges ta loodusteaduslikke töid, kõike, mis talle pihku juhtus. Sageasti võis teda näha mõtisklemas selle üle, mida oli lugenud. Terane uuriv vaim otsis juba siis kõigele loetule tegelikke näiteid ja seletusi ümbritsevast loodusest. Ta püüdis raamatust saadud väiteid katsetega tõestada, füüsikaseadusi ise oma käe peal läbi proovida, ta ei leppinud üksnes raamatulise teoretiseerimisega: tegelikkus huvitas ta vaimu.

Tema vana tädi jutustab, et kord istus James teelaua ääres ja vaatas kogu tunni vaikides aarvat teekatelt, vahel katlal kaant pealt ära võttes ja seda jälle tagasi pannes. Ta vaatles, kuidas vesi auruks muutudes katlakaant kergitas ja väljapääsu otsis. Aur oma jõuga kergitas katlakaane ja tungis siis välja. Peale seda langes katla kaas.

Nüüd nägi poiss, kuidas kaane ääre alt, mööda katla külgi aurust tekkinud veepisarad alla vee-resid. Viimaks tädi räägibki James'ile:

„Mis sinuga on juhtunud, James? Kas sul häbi ei ole ühtepuhku mõttes seista! Ma arvan, sa isegi ei tea, mis sa mõnikord teed ja taga ajad. Kas sa praegu ise ka tead, et sa jälle tüki aega muud ei teinud, kui mõttes teekatla kaant vahtisid? Pea võtsid sa kaane pealt ära, pea panid sa ta jälle peale ja vahtisid siis, kuidas vesi auruks ja aur jälle veeks muutus. James, jäta need mõtlemised ja unistused maha, võta raamat kätte või mine parem teiste lastega mängima, — muidu lähed sa ehk veel peast ogaraks!“

Olgugi et James tädilt tõrelda sai, ei lasknud ta ennast seeläbi eksitada, vaid jätkas uurimist. Asi seisis nimelt selles, et James'i kätte oli sattunud tolle aja kohta väga haruldane mehaanika- ja füüsikaraamat, W. Gravesande'i „Loodus-teaduse alged“, milles kõneldakse ka veidi aurust, mehaanikast ja masinaist. Poiss oli raamatust saadud andmeist auru kohta nii vaimustatud, et ta neid katsete varal tegelikult kohe uurima hakkas. Ja teekatel oli selleks kõige sobivam katseriist. Teised muidugi ei teadnud, mis mõtted mõlksid noore uurija ja leiduri peas, kui ta süvenenult istus teekatla ääres ja vaatas, kuidas aur kaant kergitas ja kaane alt väljapääsu otsis.

James ei armastanud palju rääkida, armsam oli temale vaikimine. Ehk olgu siis rääkimine nende asjade üle, mis teda väga huvitasid. Ja nii ka siin: ta ei vaielnud oma tädile vastu, ta vaikis rahulikult. Kes võis teada, et siin teekatla ääres

oli aurumasina sünnipaik, et siin pandi alus aurumasinale, mis töömasinad käima paneb ning tulevikus ronge veab ja laevu üle merede sõidutab. Olgu selle loo algupäraga kuidas on, ometi illustreerib ta poisi kalduvusi ja hingelaadi.

Muuseas räägitakse James'ist, et kui ta terve ja hea meelega juures oli, muutus jutukaks ja vaimustas isegi täiskasvanuid oma jutustusega. Ainult töö ja mõtlemise korral muutus ta sõnakehaks, enesessesüvenenuks ega sallinud segamist.

Tädi kõneles veel, et kord, kui James oli 12-aastane, viidi ta vend Johniga seltsis Glasgow'sse ja jäeti sinna mõneks ajaks sugulaste juurde. Kui tädi paari nädala pärast poissi vaatama läks, soovis majaperemes, et tädi James'i ära viiks, sest poiss häirib oma fantastiliste juttudega kogu maja rahu. Isegi nii kaugele minevat, et majarahvas saavat uinuda alles kesköö ajal. Vend Johni seletuse järgi valutanud aga James'il hambad ja et enesel mitte lasta igavaks minna ja et valu unustada, jutustanud ta hilisööni fantastilisi jutte. Aeg möödunud siis õdusamini. Ja fantastiliste juttude puhumine ei sünnitanud James Watt'ile mingit raskust, see oli tema tugevamaid külgi.

Kui aga peavalud teda piinama hakkasid, muutus James vaikseks, sõnakehaks, sai tusa-seks ja ei olnud rahul millegagi. Niisugustel kordadel lahkus ta harilikult kodunt ja teiste hulgast ning läks põllule, jõe äärde või aeda jalutama. Siin paranes ta meelega varsti ja ta sai uuesti tööle asuda.

Isa kinkis noorele James'ile kõik puutööriistad ja muretses talle ka töökoja-ruumi, kus poiss veetiski nüüd suurema osa oma vabast ajast. Alguses parandas ta oma mänguasju, kuid pärast-poole hakkas neist asjadest ja masinaist, mis isa oma töökojas valmistas, mudeleid valmistama. Isegi kuulsast Greenocki kiriku orelist, mis oli isa töö, valmistas ta endale mudeli. Ja nagu me hiljem näeme, ei olnud see varajane lapsepõlve töö poisi mängutöökojas mitte väikese tähtsusega: see avaldas suurt positiivset mõju kasvatustlikust küljest, õpetades poissi mitmekesisele ja oskust nõudvale tööle. Kõik tööd toimusid siin kokkukõlas kooliõppustega ja raamatuist saadud teadmistega, mitte tungivast tarvidusest teenistuse mõttes ega sunniviisil, vaid huvist aetuna, täielikult poisi vabal tahtel, kodustest ja koolitöödest vabal ajal.

Noore Watt'i õppimine ei piirdunud üksnes algkooli lõpetamisega; ta saadeti edasi Greenocki keskkooli (*grammar school*), kus tal tuli õppida ka ladina keelt, mille ta nii hästi ära õppis, et isegi vanas eas armastas veel oma kirjades tarvitada ladinakeelseid ütlusi ja lauseid. 13-aastaselt viidi ta keskkooli matemaatika klassi ja sellest ajast alates hakkab ilmneva tugev matemaatiline võime. Ta teeb geomeetrias suuri edusamme ja raamatute lugemisel ei piirdu üksnes „Loodusteaduse algetega“, vaid loeb palju tolle aja teaduslikke töid, eriti loodusteaduse alalt. Kõige loetu üle mõtles ta põhjalikult järele, küsis õpetajailt seletusi, joonestas masinate ja instrumentide plaane ja hakkas huvituma viimaks astronoo-

miast. Isa mereteleskoopide, kvadrantide ja muude optiliste ja matemaatikainstrumentide kogu oli selles suuresti abiks; ta võis vabalt neid kasustada ja rõõmutseada oma tööst.

Siin võib alla kriipsutada, et tõsine huvi ja tõsine mõistus vajavad oma kasvatamiseks ka tõsiseid abinõusid, aga mitte mänguasju, olgu looduse poolt lapsele antud vaimuand kui suur tahes. Tingimused, milles noor James Watt kasvas, ei olnud seega mitte harilikud, vaid need olid head, vähemalt keskmisest paremad. Tema võimed said areneda loomulikus suunas.

Igal inimesel on looduse poolt mingisugused anded ja kalduvused teatud alale, kuid kaugeltki mitte kõik ei saa andekaks inimeseks, loovaks jõuks. Kas vähe on neid inimesi, kes kogu oma eluaja jooksul kunagi ei puutu kordagi kokku selle alaga, millega neil on ühist, mis neid tõsiselt huvitab, millisel alal nad võiksid avalduda võimsa, loova jõuga? Neid inimesi on üsna palju. Lapsena, noorukina, küpses elueas elab inimene olude sunnil tihti sellistes tingimustes, mis ei lase tal areneda annete ja huvide kohaselt, vaid panevad tegema seda tööd, mida talt nõutakse, mida olud ja leivateenistus käsivad.

Isamaja ligidal, jõe käärustikus kasvas ilus puistu ja võsastik, vanad jalakad ja kased. See oli vaikne, idülliline looduse süli, Watt'ide kodu. Siia tuligi väike filosoof sagedasti mõtlemas oma mõtteid, üksikusse looduslikult ilusasse ja vaiksesse nurka. Tundide viisi lamas ta siin seliti ja vahtis läbi kaseokste taevast ujuvaid pilvi ja sügavsinist taevast, mis öösi täitus sädeleva täh-

tedemerega. Võib olla, et selles võsastikus kasvaski noore poisi hinge see suur loodusearmastus ja janu looduse saladustesse tungimiseks.

Nooruse unistustel oli siin täielik vabadus, neil ei olnud piire ega tõkkeid. See oli väikese James'i unistustemaailm. Raamatust loetu, koolis õpitu ja omade katsetega tõestatu leidis siin vaba voli säravaks kujutluseks. See kõik sulas siin üheks tervikuks, elavaks, liikuvaks, tükslevaks looduseks. See pani silmad särama ja südame rõõmustama. See oli õnnemaa noorele leiutajale.

Tegelikult läbitehtud katsed õpetasid täpsalt mõtlema, aga elav loodus laiendas ja üldistas seda, näitas teed edasi tulevikku, inimsoo kasuks. Jääda poolikule teele oleks lubamatu; teha ainult algus oleks vilets töö ja alandav ühtlasi. Lõpuni viia alatud ettevõtte, see näitab töömehe tublidust ja on kasuks üldsusele ja tööle. Suur Looja oli leidnud James Watt'is tänuliku pinna, siin võis vaim sügavale sirutada oma juured.

Sel ajal, kui James oli 14-aastane, segasid peavalud teda sagedasti ja ei lasknud kuidagi jätkata süstemaatilist õppetööd ega pidevalt käia koolis. Haiguspuhkudel külastas ta harilikult oma onu Muirhead'i Glasgow's, kes oli sealses ülikoolis vanade keelte professor. Siin teotses Watt väga mitmesuguste aladega, eriti aga füüsika ja keemiaga, siin tegi ta katseid ja kontrollis neid andmeid, millest oli raamatust lugenud. Ka mingisuguse „elektrimasina“ ehitab ta siin, mis vististi sarnanes Leideni pudeliga, milline just nüüd

alles oli leiutatud ja mille kohta poiss onult sai andmeid. Selle töö tegi poiss täiesti iseseisvalt, ilma kõrvalise abita. Ta ei võtnud ühtegi väidet omaks järele uurimata ja katsetamata, ning ainult selle tõttu võis James'ist kasvada suur õpetlane ja leidur. Noor Watt taipas, et mingi asi ei või olla selliseks kindlaks alusmüüriks tema teadmiste ja oskustele kui k a t s e. Ainult tegelikust tööst ja katsest kasvab ju meie teadmiste ja oskuste raudvara, nagu kehakoed kasvavad seeditud toidust. Ja kui seda tegelikku tööd juhib veel huvi ja armastus selle ala vastu, siis võime kindlad olla tulemuste viljakuses.

Kuid katsetest füüsika ja mehaanika vallas oli Watt'ile veel vähe, ta teotses ka anatoomia ja arstiteadusega niipalju kui võimaldasid seda tollaegsed abinõud ja teadmised arstiteaduse alal. Kord valmistas ta vanemaile isegi paha-meelt, kui ta koju tuli lapse pealuu kaenla all, mille ta ei tea kust kätte saanud, et seda tarvitada anatoomiliseks uurimiseks. Poiss pidi siin alistuma vanemate tahtele ja viima pealuu viibimata tagasi sinna, kust ta selle oli toonud. Arstiteadus huvitas James Watt'i üliväga ja ta kurtis sagedasti pärast, et mehaaniku ameti asemel arstiks ei õppinud. Veel päris vanas easki oli ta huvitatud arstiteadusest ja tegeles sellega kodusel viisil, ennast ja oma perekonda ravides.

Glasgow's, oma onu juures tutvus James Watt noorte haritud inimestega, siin rajati need sõbralikud sidemed ja vahekorrad, mis püsisid paljudega kuni surmani. Sõprade seas võitis Watt suure poolehoiu ja lugupidamise oma selge

mõistuse ja arusaamisega ning meisterliku vestlusega, samuti oma lihtsa ja ausa suhtumisega kaasinimestesse ning sõpradesse; sellest hoolimata et James oli äärmiselt kärsitu ja kaldus saagedasti omavolile, vallutas ta siiski kõikide südamed.

Suviti elas Watt'ide perekond Loch-Lomondi järve ääres, looduse poolest väga ilusas ja ajalooliselt tähtsas kohas. Muidugi oli ka James suviti siin, kus ta leidis oma vaimule uut, värsket toitu, mida ei suutnud pakkuda Greenock ega Glasgow. Ronida mööda mägesid ja nautida loodusilu, liikuda mööda mäejõge edasi, kuni ta allikani, korjates teel huvitavaid mineraale ja taimi, ei olnud üksnes ilus ajaviide, vaid tõsine teaduslik töö ja looduse tundmaõppimine. Siin õppis ta ka loodust armastama, mida kinnitab tema sõber ja biograaf prof. John Robison. Ilma süstemaatilise käsitluseta ja ilma abinõudeta õppis ta siin loodust igast küljest ja palju põhjalikumalt ning suurema arusaamisega, kui teevad seda paljud loodusteaduse kabinetides, laboratooriumides ja koduste kollektsioonide varal.

Kuid vähe veel sellest. Mitte ainult ümbritsev loodus ei huvitanud James Watt'i, vaid ka inimeste elu. Liikudes mööda mägesid, külastas ta mäeelanikke, kelle juures viibis tundide kaupa, pani tähele nende eluviise ja iseloomu, kuulas huviga nende jutte ja legende ilusaist möödunud aegadest ja tuli siis viimaks koju, vaimustatud šotlaste mineviku suuruselt. Ta oli siis nagu mineviku rahvuskangelane, kes ei olnud sugugi

rahul uue maailma uute oludega, kes tahtis maksma panna oma sugurahva endised õigused ja nende eest võidelda.

Watt luges palju, luges kõike, mis kätte juhtus, ja kõneles hiljem vanemas eas, et ta ei ole ühtegi raamatut ilma kasuta läbi lugenud — igast raamatust on ta leidnud midagi õpetlikku ja huvitavat, ka halvast raamatust.

Kunagi ei kiirustanud ta ülepeakaela oma tööga, vaid tegi seda hoolega, kavakindlalt ja põhjalikult. Selles seisiski vististi tema töö edu. Alati leidis ta aega veel oma sõprade jaoks, luuletiste, ajalehtede ja romaanide lugemiseks. Pole siis ime, et nii noores kui ka küpses meheas pani ta mitmekülgne ja põhjalik teadmine imestama kõiki kaasaegseid.

Lapsepõlves, isa töökojas omandatud oskusi ja algeid kasustas ta eluaja. Mida rohkem ta õppis, seda enam hakkas ta arusaamisega võtma seda, mis ta isa kõrval tegi. Ainult nüüd ei jännanud ta enam mänguasjadega, vaid töötas päris töömehena, aidates oma isa. Viimane ei sundinud kunagi, et tema pojast oleks saanud samasugune lihtne töömees nagu temagi; ta andis pojale vaid tööriistad ja tööruumi, kuid andis ka võimaluuse pojale ise oma äranägemise järgi talitada. Ainult viibimine niisuguses töökojas ei oleks poisile nii palju kasu andnud kui just tegelikult sellest tööst osavõtmine. Ja James Watt töötas. Ta tegi isa masinate mudeleid, mitmesuguseid instrumente ja valas isegi ühe hõberaha, mida hoidis mälestuseks noorpõlve tööpäevadest.

Sel kombel õppis James tundma töömater-

jale, õppis korras hoidma tööriistu, elustama oma mõistust, aga kõigepealt omandas praktilist tööoskust, ilma milleta kunagi ei oleks andnud maailmale oma geniaalsed ideevilja — aurumasinat.

Päris imelik tundub, et nii mitmekesised kui tööd ka ei olnud, kõik kulusid ära pärastises elus. Midagi ei olnud asjata õpitud. Olles poisikesena masinate mudeleid meisterdanud, oskas ta pärast ilma vaevata valmistada ka oma aurumasina mudeleid; õppides meresõidu- ja maamõõdu-instrumentidega ümber käima, õppis ta ühtaegu neid riistu valmistama, milline oskus oli talle suureks kasuks, kui ta hiljem aurumasina mudeleid valmistas. Isegi oreliehitamisest saadud oskused ei läinud kaotsi. Ja sellele kõigele tuleb juurde lisada, et väsimata pea töötas alatasa koguni neil rusutud, hajameelseil ja apaatseil tundidel, kui teda vaevas tüütav peavalu, — ka siis ei leidnud ta vaim rahu.

Kunagi ei ununud James Watt'il ta kodu. Südamel külge kasvas see. Ja meheas ning vanas põlves, nii sagedasti, kui aga võimalik, külastas ta oma kodukohta Greenockis. Koduarmastus ja kodust saadud õnnistus saatsid teda kogu elutee.

Seitsmeteistkümnendal eluaastal pidi James läbi elama suure kaotuse: ta ema suri järsku. Ema oli sageli kõnelnud oma tuttavaile, et tütre surma võis taluda ainult seepärast, et armastus poja vastu oli nii väga suur. Sellest võib järeldada, kui suuresti olid ema ja poeg kiindunud teineteisesse. Võib kujutleda, milline raske kaotus oli ema surm noorele James'ile.

Et isa majanduslik olukord oli raske, siis pidid ema surma järel mõlemad vennad, James ja John, ise hakkama endale elatist teenima. Johnist sai meremees; ta hukkus ühel laevaõnnetusel a. 1763. James'i elukutse asjus olid vanemad juba varem kokku leppinud: temast pidi saama mere-sõidu-instrumentide mehaanik, milline amet vastaski James'i andeile ja huvidele.

1754 läheb noor Watt Glasgow'sse, et leida endale õpilaskohta mõne meistri juures. Seal astus ta õpilaseks kellegi meistri juurde, kes end nimetas optikuks ja kes prillide kõrval ka viiu-leid müütas ja parandas. Kuid õppida polnud James'il selle meistri juures midagi, mispärast oli tarvis otsida uut õpilaskohta. Varsti selgus, et Glasgow's ei olegi niisugust meistrit, kellelt võiks midagi tõhusat õppida, ja et seda tuleb leida mujalt. Meistri otsimiseks oli James'il aga kulunud peaaegu terve aasta, millest oli vaid niipalju kasu, et ta siin Glasgow' ülikooli juures sõlmis tutvusi, mis osutusid pärastises elus ja töös ülitähtsaks. Glasgow's elas ta oma onu Muirhead'i juures.

Onu tutvustas siin noort Watt'i teiste professoritega, muu hulgas ka füüsika professori doktor Dick'iga, kellele väga meeldis anderikas ja töökas noormees. Dick oli James'ile suureks abimeheks ja nõuandjaks õpilaskoha leidmisel. Dick oligi see, kes soovitas talle üle kolida Londoni ja seal otsida sobiv õpilaskoht. Et Dickil oli Londonis sidemeid ja tutvusi, siis varustas ta tulevast leiutajat ka omalt poolt heade tunnistuste ja soovitustega.

Kui kõik ettevalmistused olid lõppenud, alustas Watt reisi Londoni aastal 1755 oma kaugeltsugulase merekapteni saatel. Aurumasinat tol korral veel ei olnud, mispärast tuli sõita Glasgow'st Londoni ratsahobusega harilikku maanteed mööda, milleks kulus tervelt 12 päeva, sest Glasgow'st Londoni on üle 600 kilomeetri. Nüüdisajal rongiga reis Glasgow'st Londoni kestab ainult 8 tundi.

Londonis selgus aga, et ka siin pole sugugi kerge leida soovitud õpilaskohta. Kogu Londoni linna kohta oli kõigest kuus nautiliste ehk, nagu seda tol ajal nimetati, „matemaatiliste instrumentide meistrit“ ja need ei tahtnud kuidagi endale võtta provintsist tulnud õpilast, liiatigi veel ilma keskajast pärandatud traditsioonide ja formaalsusteta, mis seisid peaasjalikult selles, et täieõiguselisel õpilasel tuli õppida mitte vähem kui 7 aastat, makstes peremehele kooliraha. Alles peale seitsme aasta möödumist hakkas ta ka palka saama. Nii pikk õpiaeg oli aga James Watt'ile vastuvõtmatu.

Tal õnnestus doktor Dicki soovitusel abil leida õpilaskoht kellegi instrumentide valmistaja Morgani juures, kui ta oli teinud mõned proovitööd, mis Morganile väga meeldisid. Vastutasuks tuli tal maksta aastas 20 naela rahas ja täis tööjõud. Oma kodustele kirjutab ta sel puhul: „Mul ei õnnestunud leida terves Londonis peale Morgani ühtegi meistrit, kellelt võiksin õppida seda, mida vajan.“

Mured tekitasid nüüd noorele Watt'ile palju piina: ta teadis, et isa aineeline seisukord on väga

raske ning et tema õppimiskulud rõhuvad isa päris rängasti. Loomult väga delikaatne ja mitte kellelegi raskust või haiget teha tahtev inimene, ei suutnud Watt kuidagi rahuneda selle teadmisesega, et isa tema õppimise pärast pidi raskusi kannatama.

Seda hoolikamalt töötas ja õppis nüüd James Watt meistri juures ja seda kokkuhoidlikumalt ta ajas läbi. Tema kulutused olid kõigest 8 šillingit nädalas. „Kui veel vähem oleksin kulutanud, siis oleksin pidanud nälgima“ — kirjutab ta oma kodustele. Ja Watt oli tõesti hoolikas õpilane. Ta raamatuist omandatud teadmised aitasid teda eriti suuresti edasi.

Töötanud peremehe juures kella 9-ni õhtul, tegi ta peale seda veel kõrvaltöid, et hankida endale veidi sissetulekut. Sagedasti kestis niisugune „ületunnitöö“ varajase hommikuni, ja edasipüüdlikul õpilasel jäi peale niisugust väsitavat tööd vaid lühikeseks ajaks voodisse heita, et leida pisutki puhkust oma väsinud kehale ja vaimule.

Alguses valmistas ta töökojas vaskjoonikuid, mõõte ja sirkleid. Kahe kuu pärast tegi ta aga juba parema kvadranti kui tema kaasõpilased, kes meistri juures olid õppinud paar aastat. Õppimist alustas James augustikuus, aga aprillis võis ta juba valmistada teodoliite ja muid keerulisemaid instrumente. Morgani juures õppis ta tööjaotust tundma, s. o. mehaanikute spetsialiseerumist teatud aladele, mis oli tol ajal tundmatu provintsis.

Et Watt oli kaugelt provintsisist Londoni asu-

nud, siis pidi l'inn pakkuma talle palju huvitavat ja meelitama noormeest sagedasti välja jalutama. Kuid otse vastupidi tuli see Watt'i juures ilmsiks: ta käis oma õppeaja vältusel, s. o. ühe aasta jooksul, kõigest paar korda väljas jalutuskäigul. Muile raskustele tuli veel lisaks sunniviisil madruseksvõtmise kartus, sest tol ajal värvati sunniviisil sõdureid ja madruseid Ida-India vallutamiseks. Valitsusel oli õigus Londoni tänavailt püüda kinni igat vastutulijat, kes ei kuulunud linna kodanikkude hulka või käsitöölise ühinguusse või ei olnud täieõiguseline käsitöö õpilane. Noor James oleks võinud kergesti sõduriks sattuda, sest ta oli provintsist tulnud ja ei omanud õigust Londonis elamiseks vaba käsitööõpilasena ega ka lihttöölisena. Tema ja ka teiste õnneks seda ei juhtunud.

Kuid tulevase leiutaja tervis kannatas ületöötamise tagajärjel. Tal tuli, niipea kui õpiaeg lõppes, kohe Šotimaale tagasi tötata, sest et terviseline seisund ei lubanud enam kauemaks Londoni jääda.

Ka kodus ootas teda raske elu. Nüüd tuli hoolitseda mitte ainult enda elatuse, vaid ka isa eest, kelle majanduslik seisukord muutus aina halvemaks. Tuli avada oma isiklik töökoda Šotimaal ja olla ise oma töökoja peremees, mis oli tema suurim unistus. Enne ärasõitu Londonist ostab ta siis kõige hädatarvilisemaid tööriistu, et oma käe peal võimalik oleks tööle hakata, ja lisaks hulga raamatuid. See oli kõik ta varandus, millega James Watt aastase õpiaja lõppedes Londonist tagasi pöördus.

Oma töökoda Glasgow's.

Watt oli 20 aastat vana, kui ta aastal 1756 Londonist tagasi jõudis. Et tervis peagi paranes, siis kavatses ta asutada Glasgow's iseseisva täppisriistade valmistamise (peenmehaanika) töökoja, milliseid töökodasid tol ajal Šotimaal ühtegi ei olnud. Siin aga tekkisid esialgu ülepääsematud raskused: ka Glasgow's kehtis määrus, mille järgi iseseisvaid töökodasid võisid asutada ainult tsunftimeistrid, kelle õpiaja kestus vähemalt 7 aastat pikk pidi olema. Samuti polnud Watt Glasgow' linna kodanik ega selles linnas ühegi meistri õpilaseks olnud, mis oli aga suureks takistuseks tema kavatsuste teostamisel. Talle keelati mistahes töökoja avamine Glasgow's. Ei lubatud ruume isegi katsetamise tarvis. Tänapäev paistab säärane nõue meile ülekohtusena, kuid ometi oli see 150 aasta eest kehtimas igas Lääne-Euroopa linnas. Nüüd oli suureks abiks tutvus, mis sõlmitud Glasgow' ülikooli professoritega, mistõttu asi võttis hoopis teise suuna.

Glasgow ülikool oli sel ajal saanud kelleltki rikkalt teaduse- ja kunstisõbralt, kel Jaava saarel oli hiiglaobservatoorium, kingitusena komplekti astronoomilisi instrumente. Saadeti oli kohale jõudnud ning riistad vajasisid järelevaatust, korraldamist ja kohaleasetamist, milline töö usaldati doktor Dicki poolt noore meistri James Watt'i hooleks, sest ülikooli maaalal polnud tsunfti määrused kehtivad.

Võib arvata, millise andumuse ja heameelega asus noor meister esimesele sissetulekut võimaldavale tööle oma erialal, millest olenes kogu tema tulevik.

Et Watt selle ülesande täitis hiilgavalt, siis leidis ta ülikooli ringkonnas tunnustamist ja poolehoidu; ta määrati selle töö lõppedes ülikooli teaduslikkude õpperiistade meistriks ja talle võimaldati ülikoolihoones ruum ka oma töökoja avamiseks.

Watt'i elus algas nüüd kõige õnnelikum ja huvitavam ajajärk: ta astus uude keskkonda, uude ellu ja tegevusse, mis oli olnud ta kauaaegseks unistuseks; siin leidis ta hulga uusi sõpru ja tuttavaid, kelledega tal olid ühiseid huve ja vaateid. Lühikese ajaga võitis Watt paljude austuse ja armastuse ja võis varsti tunda ennast siin nagu oma kodus. Rahulik ja sõbralik õhkkond löid sobiva töömeeleolu. James oli jõudnud oma rännaku esimese õnneliku kilomeetripostini.

Kes olid siis need mehed, kes moodustasid James Watt'i lähema sõpruskonna Glasgow's? Adam Smith, kuulus majandusteadlane, Joseph Black, aurumissoojuse avastaja ja oma aja parim soojusõpetuse tundja, John Robison, hiljem Edinburgh'i ülikooli laialt-tuntud professor, eelpoolmainitud professor Dick ja palju teisi — kõik need on mehed, keda tundis terve teadusmaailm.

„Kui ma esimest korda James Watt'i nägin ja tema poole pöördusin,“ kirjutab ta sõber John Robison, „ei lootnud ma temast rohkem kui kesk-

päraste võimetega tehnikut, kuid oma imestuseks leidsin, et mul siiski on tegemist mitte tehnikuga, vaid noore õpetlasega, kes alati oli valmis minuga jagama oma teadmisi ja oskusi. Mina pidasin ennast seni eriteadlaseks mehaanikas, aga nüüd pidin kahjuks tunnistama, et olin kaugel James Watt'i teadmistest ja oskustest sellel alal.“ Kõik ülikoolinoored, keda teaduslikud alad vähegi huvitasid, olid James Watt'iga tuttavad ja sõbrad. Tema tuba kujunes varsti alaliseks kooskäimiskohaks, kuhu igaüks läks avameelselt ükskõik millises küsimuses seletust otsima, isegi neis küsimustes, mis kaugeltki ei riiva tehnikat. Watt võttis kõiki asju teadusemehe tõsidusega, ei jätnud ühtegi küsimust arutamata ega heitnud seda kõrvale, seni kui küsimuse kohta täielik selgus saadud, mida ta veel isiklike katsete ja tähelepanekute varal kinnitas. Tema käes muutusid kõik küsimused teaduslikeks küsimusteks, kõik tööd teaduslikeks töödeks.

Vaimse üleoleku kõrval oli James Watt veel iseloomult naiivsuseni lihtne ja sõbralik ning avameelne, millised iseloomujooned võitsid temaga kokkupuutujas juba esimesest hetkest täieliku poolehoiu ja sõpruse. Ja need sõprusside-
med olid tugevad. Vaimne üleolek ei saanud temale kunagi uhkuseks, omakasu ja austust püüdmata oli ta alati teenistusvalmilt kõikjal abiks, kus see aga vähegi vajalikuks osutus. Geniaalsed võimed ja tubli iseloom olid James Watt'is kokku sattunud, loodus oli rikastanud teda nende kõrgete ja väärtuslike oma-
dustega.

Kuid rahalised asjad ei tahtnud Watt'i käes sugugi edeneda. Ülikool andis talle küll peavarju, kuid ei saanud võimaldada siiski niipalju tööd, et sissetulekust Watt oleks suutnud end elatada, sest nõudmine peenmehaanika-instrumentide järgi oli Glasgow's ikkagi võrdlemisi väike, seda rohkem et Watt'i töökoda asetses kaugel linna keskkohast, ja uue tööstusala edenedamine oli seetõttu takistatud. Tõsi küll, ühe abilisega jõudis ta nädalas valmis ehitada kolm kvadranti, millega ta oleks võinud teenida 40 šillingit, kuid nende müügiga oli raskusi. Et suured merelaevad Glasgow'ni ei sõitnud, siis võis ta laevaaparate vähe müüa. Seepärast saatis ta neist mõned müügile oma isale Greenocki. Ta oli sunnitud valmistama ja parandama ka prille, viiuleid, flööte, gitarre ja teisi instrumente. Esiimesil aastail suutsid tellimised vaevalt katta väljaminekuid ja vaesel Watt'il tuli mitu korda, selle asemel et abistada isa, paluda viimaselt toetust. Nii kujunes Watt'ile see õnnelik ajajärk majanduslikult väga raskeks ja ta kavatses Glasgow'st lahkuda, asuda mõnda paremasse sadamalinna, kus optiliste ja laevariistade järele oleks suurem tarvidus ja nõudmine. Kuid 1759. a. lõpu paiku osutub talle võimalikuks kellegagi ühiselt avada linna rahvarikkamas kohas töökoda. Tema kaaslane oli asjas küll oskamatu, kuid võttis enda peale raamatupidamise ja tõi ettevõttesse mõningad rahasummad. Kapital oli väike, kuid töö edenes ja James Watt'i elu võttis sel ajal hoopis teise pöörde. Tellimised suurenesid jõudsalt, nii et varsti tuli töökotta palgata ametisse veel üks

alaline ja kolm ajutist töøjõudu, kusjuures James Watt'i osaks sai küllalt kindel ja rahuldav sissetulek. Viie aasta pärast jätkus töökojas juba 16 inimesele tööd ning sissetulekud suurenesid tublisti.

Sel majanduslikult kindlustatud ajajärgul abiellus James Watt Glasgow' linnakodaniku tütrega, mis tõi talle võimalused ja õigused avada oma käe peal, keset rahvarikast ja äritsevat linnaosa oma isiklik töökoda.

Oli jõutud suur samm edasi!

See edu ei olnud kergesti saavutatud ega olnud ka kerge siin keset linna pidada töökoda ja olla meister. Mitte sugugi. Peale optiliste riistade tuli siin teha ka igasuguseid teisi töid: tema kätte usaldati maaloodimisi, -möötmisi ja linnahoonete plaanide ning kavandite valmistamisi; sagedasti pöördui tema poole isegi niisuguste instrumentide parandamisega ja uutegi tellimistega, missuguseid ta kunagi ei olnud õppinud tegema. Huvitav on kuulda, et Šotimaal veel tänapäevgi siin-seal hoitakse auga alal auru- masina leiutaja poolt valmistatud viiuleid ja oreleid kui väärtuslikke muuseumi-esemeid.

Veel huvitavam on, et James Watt valmistas muusikariistad täiesti teoreetilisel andmeil, sest tal puudus muusikaline kuulmine. Kuidas James Watt orelimeistriks sai, sellest kirjutab üks ta sõbrust järgmist: „Ühele Glasgow' kirikule oli vaja orelit, mille muretsemine oli minu tuttavate hooleks antud. Meie kõik teadsime, et Watt ei ole võimeline muusikas, et ta ei suuda vahet teha isegi kahe tooni vahel, kuid teadsime ka seda, et

ta võib selle ülesandega siiski toime tulla, ja tegime talle ettepaneku tööd enda peale võtta. Ta nõustus — ja orel tuli kõigiti hea, rahuldab meid kõiki, isegi suuri muusikuid ja arvustajaid.“

See kõik näitab James Watt'i erilist andekust, kuid ka seda, et elus tuleb saavutusi võita suurte raskustega; võidud ei ole sugugi kättesaadavad kergel, mängleval viisil, vaid järjekindla väsimatu töö ja raudse tahte tagajärjel. James Watt oli üks neist inimestest, kes ei võtnud kergel käel enda kätte seda, mida ei mõistnud, vaid asus tööle kaalutluste ja järelemõtlemisega ja viis siis ka ettevõtte auga lõpule.

Kes suudaks arvata, mis oleks saanud sellest suurest andest, kui igapäevased elumured ja puudus oleksid James Watt'i kokku surunud samal ajal, kui ta ihu ja hingega töötas oma ideede kallal. Õnneks ei juhtunud seda ja elu läks hoopis teisiti — paremuse suunas.

James Watt'i geniaalsuse täht hakkas valgustama ümbrust ja maailma.

Aurujõuga esimest korda tutvustas James Watt'i ta noor sõber John Robison. Ühtlasi seletas viimane ka, kuidas panna aurujõuga liikuma teisi masinaid ja mehhanisme. Watt'ile oli see uudiseks. Seepärast valmistas ta plekist kahe silindriga mudeli, et siis sellega katsetada. Et aga sellisest nõrgast materjalist valmistatud mudel polnud kuigi tugev, siis ei saavutanud ta sellega mingisuguseid vähegi rahuldavaid tulemusi. Ometi oli seega ta tähelepanu teatavale probleemile juhitud. Ka pärast sõber Robisoni lahku-

mist Glasgow'st — ta siirdus füüsika professoriks Edinburgh'i ülikooli — jätkas ta tegelemist selle probleemiga. Juhus tõi selle küsimuse uuesti teravamalt päevakorda.

1764. a. andis Glasgow' ülikool Watt'i kätte kordaseadmiseks tollaegse Newcomen'i ja Cawley atmosfäärimasina mudeli (1705. a. patent), mille kolvi tagasikäik saavutati atmosfäärisurvega, kondenseerides ehk pahutades teisel pool kolbi töötanud auru külma vee sissepritsimisega.

Newcomen'i atmosfäärimasina mudel ei töötanud ühtlaselt, läks kergesti rikki ja lakkas mõnikord hoopis töötamast. Masina mudel saadeti parandusele Londonisse, kus see oli valmistatud, kuid ka sealt tuli masin samade puudustega tagasi, millega ta sinna oli viidud; sealsete pealinna meistrite poolt ei suudetud kõrvaldada masina puudusi. Nüüd, mil James Watt osava mehaanikuna Glasgow's üldiselt tuttavaks saanud, otsustas ülikooli valitsus anda selle masina mudeli Watt'i kätte järelevaatamiseks ja parandamiseks.

Alguses Watt suhtus ülesandesse nagu väikese tähtsusega harilikku parandusse. Kuid kui talle tekkis mõningaid takistusi ja raskusi ülesande täitmisel, muutus töö talle huvitavamaks ja ta asus masina mudeli põhjalikumale uurimisele oma tavalise innu ja tõsidusega. Ta leidis, et puudused, miks masina mudel ei tööta, ei olene mitte mõnest rikkest, vaid selle puudulikust printsiibist, mille põhjal oli atmosfäärimasin ehitatud.

Selle masina kallal kaks aastat järelejätmata

jännanud, leiutaski ta uue aurumasina printsiibi, mis viis tehnikateaduse kolossaalse arenguteele, millest kasvasid välja meie aja tehnika hiiglasaavutused ja mis tõi surematu kuulsuse James Watt'ile.

Milles seisis see uus aurumasina printsiip ja mille poolest ta erines vanast, sellest kuuleme varsti. Nüüd tähendame ainult niipalju, et just selle uue printsiibi leiutamise pärast ongi meil täielik õigus James Watt'i pidada tõelikuks aurumasina leiutajaks, olgugi et teatavat aurumasinat juba enne Watt'i tunti ja tarvitati mäekae-vandustes vee väljapumpamiseks. See oli, nagu eelpool juba tähendatud, Newcomeni atmosfääri-masin, puine ja ebapraktiline mehhanism. Pealegi osutus aur tol ajal veel saladuslikuks jõuks, mida inimene võis mõnikord küll kasustada, kuid mitte tema üle valitseda. Nagu allpool näeme, oli James Watt üks esimesi, kes uuris auru oma-dusi teaduslikult ja selle tulemusena ehitas ma-sina, mis kasustas aurujõudu palju ökonoomse-malt ning oli võrratult praktilisema väärtusega inimese teenistuses kui senine väikese tegeliku väärtusega masin. James Watt tegi inimese lõp-likult aurujõu valitsejaks, ja aurumasin muutus tema kätes mängukannist gigantse väärtusega praktiliseks jõuallikaks.

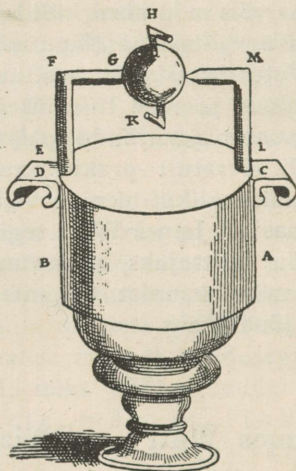
III.

James Watt'i eelkäijad.

Aurujõuga olid inimesed tuttavad juba väga vanal ajal; nad teadsid, et veest tekkinud „õhk“

(aur) omab palju suurema ruumala kui veehulk, mis „õhuks“ muutub. Nii teadis juba vana aja kuulus filosoof ja õpetlane Aristoteles (384—322 e. Kr.), et veest tekkinud „õhurõhk“ võib teatud tingimustel tõusta väga suureks. Selle nähtusega seletas ta muu seas maavärinaid, mis tema arvates võivad tekkida siis, kui maapõues olev vesi järsku õhuks muutub ja siis maapinna suure jõuga üles tõstab. Nagu kõik vana aja õpetlased, nii ka Aristoteles ei teinud vahet tavalise õhu ja auru vahel, nimetades neid ühte viisi õhuks.

Kreeka õpetlane Heron (elas umbes a. 120 e. Kr.) kirjeldab paari riista, mis liikusid auru jõul.



Joonis 1. Heroni pall.

Üheks niisuguseks riistaks oli Heroni tant-siv kuul. Õhukindlalt suletud metallkatla kaant läbib metalltoru, mille kaudu voolab aur välja katlast, kus keeb vesi. On toru läbimõõt ja katla suurus parajad valitud, siis suudab torust voolav aurujuga kanda kerget kuuli. Teine Heroni auru-aparaat, nn. Heroni pall, on kujutatud joonisel 1. Selle üheks osaks on metallanum AB, mida võib sulgeda õhukindlalt ja kus võib vett soojendada keemiseni. Aur juhitakse sealt torude kaudu kuuli HK, mille vastasolevad seinad on varustatud ühele ja samale poole painutatud torudega. Voolates kuulitorudest suure hooga välja, paneb aur kuuli vastassuunas pöörlema. See Heroni aparaat polnud muud midagi kui huvitav mänguasi.

Heronile vaevalt tuli mõttesse kasustada pöörlevat palli jõuallikana. Kindlasti polnud tal aimu oma leiutise suurest tähtsusest. Kui ta aga oleks valinud aurukatla ja kuuli suuruselt parajas vahekorras, siis oleks ta võinud panna kuuli suure jõuga pöörlema. Tänapäev leiab see printsiipt kasustamist auruturbiinides, võimsamais jõuallikais, mis töötavad aurujõuga. Vanad room-lased tundsid Heroni palli, kuid kaugemale nad seda probleemi ei arendanud. Mõned kirjutised näitavad siiski, et mõte kasustada aururõhku pol-nud täiesti ununud. Nii jutustatakse, et Konstan-tinoopoli Sofia kiriku ehitaja Anthemius (umbes 530. a. p. Kr.), et kätte maksta oraator Zeno'le, kellega ta tülli sattunud, ehitanud oma maja alla aurukatla, millelt juhtinud salatoru oma vaenlase Zeno maja alla. Siin lasknud ta aurul nii suure

jõuga välja voolata, et Zeno maja värisenud. Zeno pidanud seda maavärinaks ja lahkunud Anthemiusse naabrusest, sest ta polla soovinud naabrust sellega, kes on ühenduses Neptuniga. Samuti jutustatakse, et X sajandil piiskop Gerbert, kes hiljem oli paavstiks Sylvester II nime all, ehitanud Reims'i kiriku tarvis oreli, kus õhuvoolu asemel tarvitatud aurujuga. Juba rohkem tuntakse huvi aurujõu vastu keskaja lõpul. Nii katsunud a. 1543 laevakapten Blasco de Garay Barcelona sadamas laeva liikuma panna rataste abil, mida omakorda pidi liikuma panema aur. Mil viisil ta katsus seda teostada, pole teada. Võimalik, et ta mõtles tarvitada seejuures aurujuga, mida ta arvatavasti kavatses juhtida laevarataste vahele.

Huvitav on, et XVII sajandi algul katsus keegi Della Porta määrata, mitu korda suuremat ruumala tarvitab veeaur võrreldes sama hulga vee ruumalaga. Ta tarvitab mõõtmisel õhukindlat ja poolenisti veega täidetud anumad, kuhu ta juhtis auru, mis, tekitades seal ülirohku, surus osa vett välja, mille ruumala võrdub sinna juhitud auru ruumalaga. Nüüd teame, et see pole nii, sest kokku puutudes külma veega muutub aur suurelt osalt veeks.

XVII sajandi algul tehti mitmelt poolt ettepanekuid, kuidas tõsta vett üles auru abil. Prantslane Salomon de Caus (1576—1626), paljureisinud uurija, kirjutas 1615. a. raamatu „Liikumapanevaist jõududest“. Selles raamatus kirjeldab ta ühte niisugust aurujõuga vee tõstmise masinat.

Salomon de Caus' riista tähtsamaks osaks oli õõnes vaskmuna, kuhu võis juhtida vett küljesse ehitatud ja kraaniga varustatud toru kaudu. Teine toru, mis samuti oli varustatud kraaniga, ulatus peaaegu põhjani. Kui täita muna pooleni veega ja siis kuumutada tulel, olles veetoru kraani kinni keeranud, surub munas tekkinud aur vett teise toru kaudu välja, kusjuures vesi võib tõusta suurele kõrgusele. Võimalik, et Salomon de Caus tegelikult niisugust riista ei ehitanud, vaid ta kirjeldab seda kui võimalikku.

Üldse peab tähendama, et katseid rakendada aurujõudu kasulikuks tööks tehti XVII sajandi algul palju. Need katsed läksid järjekindlalt intensiivsemaks ja täielikumaks ja katsetamistulemused tagajärjerikkamaks ning lõpuks võttiski riist sellise kuju, millisena ta sattus James Watt'i kaasaegsete ning ta enese kätte.

Kes esimesena leiutas või valmistas mõne riista, on tihti raske kindlaks teha, sest kaasaegsed hindavad sageli üle oma kaaskodanikkude saavutisi; säilinud andmed on ka mitmeti puudulikud. Kõigil neil, keda üks või teine rahvus peab esimeseks aurumasina, nn. tulemasina leiutajaks, on kindlasti suured teened selle probleemi lahendamisel, kuid ükski neist enne James Watt'i ei saavutanud praktiliselt tähtsaid tulemusi.

Olgugi et James Watt'i eelkäijad tundsid nn. algelist aurumasinat, oli neil siiski täiesti tundmatu praegusaja tehniliselt kasustatava aurumasina printsiip, mille leiutamise teene kuulub jagamatult Watt'ile. Ja kui me selle praktilise aurumasina printsiibi leiutamise hetkest, millest

algab aurumasina kui seesuguse tegevus, loeme aurumasina ajalugu, siis on tema leiutaja küsimus päevselge ja meil pole vaja selle üle enam vaielda. James Watt oli ja jääb aurumasina leiutajaks.

Aga millised teened olid siis Watt'i eelkäijail? Kaunis kindel näib olevat, et umbes 30 aastat pärast Salomon de Caus raamatu ilmumist ehitas inglise aadlik Edward Somerset, teise nimega markii Worcester, aurujõuga töötava masina, mille abil oli võimalik vett tõsta kõrgele. Aastal 1663 avaldas ta raamatu, milles kirjeldab vähemalt 100 uut leiutist. Selles raamatus ta kirjutab ülikiitvalt ja vaimustusega ühest riistast, mille abil võib vett mistahes kõrgusele tõsta, kui aga anuma seinad vastu peavad. Seda riista peab ta ise kaheksandaks maailmaimeks. Ta ise kirjutab selle kohta järgmist. „Ma nägin vett tõusmas kuni 40 jala kõrguseni. Kinnine anum täidetud veega, mida tule abil hõrendati, tõstis külma vee kuni 40 jala kõrguseni, ja ainult ühel töölisel tarvitses keerata vaheldumisi kahte kraani, et siis tegevusse astuks teine veereservuaar, kui esimene on tühi. Tule suurus peab seejuures hoitama ühtlane, mida kerge teostada töölisel kraanide keeramise vaheajal.“ Viimastes paragrahvides, millega lõpeb raamat, üteldakse: „Aastatepikkuse töö tulemusena valmis masin, mille abil ka laps võib tõsta uskumatu hulga vett 100 jala kõrgusele.“ Lähemalt lubas ta selle masina kohta kirjutada järgmises raamatus. Kahjuks aga see lubatud teos ei ilmunud.

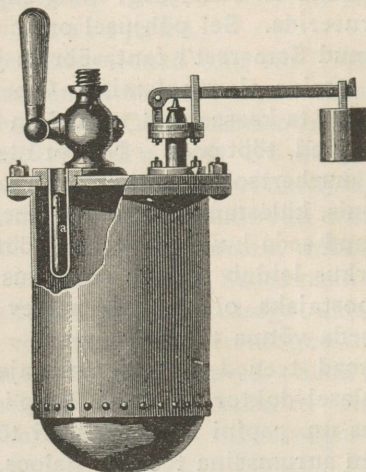
Nii ei jätnud see mees järele korralikku joo-

nistustki oma tööst, olgugi et ta oma masina kavandi kallal töötas pikemat aega. Kirjeldused selle masina kohta on mainitud raamatus nii udu-
sed, et võimata on selle järgi mingisugust masinat konstrueerida. Sel põhjusel on mõned õpetlased pidanud Somerset'i fantasööriks ja eitanud koguni ta masina olemasolemist. Ometi tõendavad mitmed ta kaasaegsed, et nad on Somerseti masinat näinud töötamas. Nii prints Cosimo, Toskaana suurhertsogi Ferdinand II poeg, viibides Londonis, külastanud ka lord Somerset'i, kus prints näinud seda kuulsat masinat töötamas. Et selline märkus leidub printsi ametlikus päevikus ja selle koostajaks oli printsi saatev ametnik, siis peab seda võtma tõena.

Suuremad teened aurumasina ajaloos olid aga prantslasel doktor Denis Papin'il. See mees ehitas nn. papini katla, mis oli tõesti väga tähtis samm aurumasina teooria ajaloos, kuigi ka selle tegelik tähtsus ei olnud suur.

Papini katel oli esialgu mõeldud kontide keetmiseks, sest ta võimaldab vee temperatuuri tõsta üle 100° C. Papini katla olulisem osa on aurukatel, s. o. raudkatel, mille kaas kinnitatud kohale aurukindlalt. Kaas on varustatud kaitseventiiliga, mis on aparadi tähtsam osa. Viimase moodustab lühike kaant läbiv toru ja seda suleb väljastpool ventiilina kang, mille vabal otsal ripub viht. Et aurul katlas ei ole väljapääsu, siis katla kuumendamisel suureneb aururõhk, kuni see tõstab kangi ühes vihiga üles. Kui nihutada viht kaugemale, kangi otsa poole, siis suureneb kangi rõhumine ventiilile, selle ületamiseks on

tarvis tugevamat aururõhku. Sel kombel võib kaitseventiili abil aururõhku katlas reguleerida, seega ka vee keemistemperatuuri, sest rõhu suu-



Joonis 2. Papini katel.

renemisega tõuseb ka vee keemistemperatuur. Ilma kaitseventiilita aga on aurukatel äärmiselt hädaohtlik.

Papin valiti 1680. a. Londoni teadusliku asutise Royal Society liikmeks. Olnud vahepeal Veneetsias, tegi ta Londonis 1684. aastast alates Royal Society liikmena hulga katseid mitmesuguste füüsikaliste küsimuste alal. Samal ajal tekkis tal mõte kasutada õhurõhku masinate käimapanemiseks. Selle idee laenas Papin õhupumbast, mis sel ajal oli õpetatud maailmale juba tuntud. Kõik teadsid, et kui võtta ühest otsast

kinnine toru ja asetada sesse tihedalt edasi-tagasi liikuv kolb, ja kui siis kuidagimoodi hõrendada kolvi all olevat õhku, nii et seal tekiks peaaegu õhutühi ruum, siis kolb tungib suure jõuga sesse õhutühja toru ossa, missugune jõud võib tõsta raskusi või vedada neid teise kohta. Kogu küsimus keerles siis muidugi selle ümber, kuidas saavutada vaakuumi ehk õhutühja ruumi, mis tol ajal näis olevat väga raske teostada.

Papin esitas oma plaani Royal Society'le, aga seal suhtuti sesse plaani väga skeptiliselt. Papin, kes lootis oma projekti tunnustamist, tundis end haavatud, lahkus aastal 1687 Londonist ning võttis vastu kutse tulla Saksamaale, Marburgi ülikooli matemaatika professoriks. Siin teostaski ta oma idee.

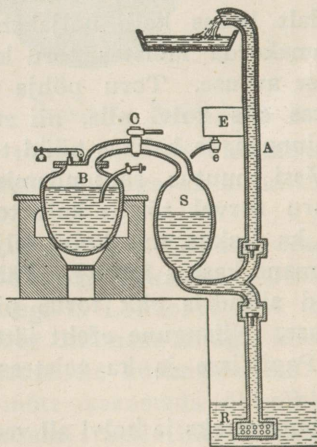
Ta võttis ühest otsast kinnise metalltoru, milles tihedalt liikus kolb neljakandilise telje otsas, mis omakorda läbistas toru kaanes oleva neljakandilise avause. Toru põhja valas Papin vett ja lükkas siis kolvi alla, nii et see kokku puutus veepinnaga, ja hakkas nüüd toru alt soojendada. Vesi muutus soojendamisel muidugi auruks. Auru surve tõusis kolb torus üles ja ühes sellega ka raskus, mis kolvi telje külge oli seotud. Viimane kaalus 150 kg. Tähendab, tõstev aurujõud silindris ehk torus pidi ületama 150-kg raskuse. Niisugune efekt jättis väga sügava mulje Papin'isse ja ka teistesse selle aja uurijaisse.

Auru jahutamiseks ja kolvi all vaakuumi saamiseks kustutas Papin tule ja jahutas silindrit külma veega. See kõik ei andnud aga leiutamise

alal mingisuguseid otsustavamaid praktilisi tulemusi. Kuid aurumasina leiutamise teel oli tema töö siiski suur samm edasi. Siin ühendati 1) auru omadus kondenseerimisel vaakuumi tekitada ja 2) õhupumba printsiip. Sellest kombinatsioonist üle minna aurujõule ja selle abil kolb käima panna oli nüüd juba palju lihtsam.

Papin'i aurumasina puuduseks oli, et ta tarvitas ääretult palju küttematerjali. Seetõttu tegelikult ei võetudki seda masinat tarvitusele.

Umbes samal ajal konstrueeris Inglismaal Thomas Savery, mäeinsener Cornwallis, praktiliselt kasustatava aurujõuga töötava veetõstemasina. Savery võttis patendi oma leiutisele aastal 1698, järgmisel aastal näitas ta seda Royal Society'le. Savery masin koosnes



Joonis 3. Savery aurujõul töötav veetõstemasin.

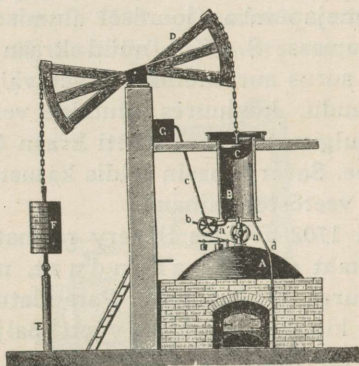
eraldi aurukatlast B (joon. 3) ja kinnisest anumast S, mis olid omavahel ühendatud kraaniga C varustatud toru kaudu. Anum S oli omakord toru kaudu ühendatud veel imeja- ja surujapumbaga A. Algul, enne masina käimapanemist, oli kraan C suletud ja anum S, samuti ka mõlemad pumbad õhuga täidetud. Niipea kui katlas küllalt auru oli tekkinud, avati kraan C. Nüüd voolas aur anumasse S ja tõrjus sealt, samuti ka pumbast õhu välja surujapumba (joonisel ülemise) ventiili kaudu. Seejärel suleti kraan C ja anumast S jahutati külma vee abil, mistõttu tas olev aur kondenseerus ehk pahtus (s. o. tihenes) ja tekkis tühik. Tekkinud tühiku tagajärjel tungis vesi imejapumba (joonisel alumise) ventiili kaudu anumasse S. Kui nüüd kraan C uuesti avati, siis surus aur anumast S vee välja ülemise ventiili kaudu, kusjuures alumine ventiil automaatselt sulgus. Seejärel suleti kraan C, jahutati anum S jne. Savery masin leidis kasustamist kaevandustes veetõstemasinana.

Aastal 1702 avaldas Savery raamatu, kus ta kirjeldab kaht olulist p a r a n d u s t, mis ta oma masina juures oli teinud. Parandatud masina tüüp levis kiiresti ja masin võeti paljudes kaevandustes tarvitusele.

Savery masina oluliseks puuduseks oli, et ta tarvitas palju küttematerjali, sest osa auru, kokku puutudes anumast C oleva külma veega, kondenseerus. Sellel aga polnud söekaevandustes suurt tähtsust; muidu aga masin töötas pumbana hästi.

Savery'ist lahus teotsesid samal ajal sepp ja rauakaupmees Newcomen ning klaasimeister

Cawley Dartmouth'is sama küsimusega ja kat-
susid lahendada probleemi, kuidas veeauru rõhku
kasustada masinate käimapanemiseks. Selles
asjas küsisid nad muu seas nõu tollaegselt Royal
Society sekretärit, kuulsalt inglise füüsikult
Robert Hooke'ilt. Hooke soovitas neile alu-
seks võtta Papin'i ideed ja lisas ühtlasi juurde,
et probleemi lahendus oleks käes, kui võimalik
oleks tekitada kolvi all kiiresti v a a k u u m i.
Mõlemad meistrid lahendasid selle probleemi ja
aastal 1705 võtsid patendi parandatud aurumasina
peale. Newcomeni aurumasina skeem on näha
joonisel 4. A on müüri paigutatud auru-



Joonis 4. Newcomeni ja Cawley aurumasin.

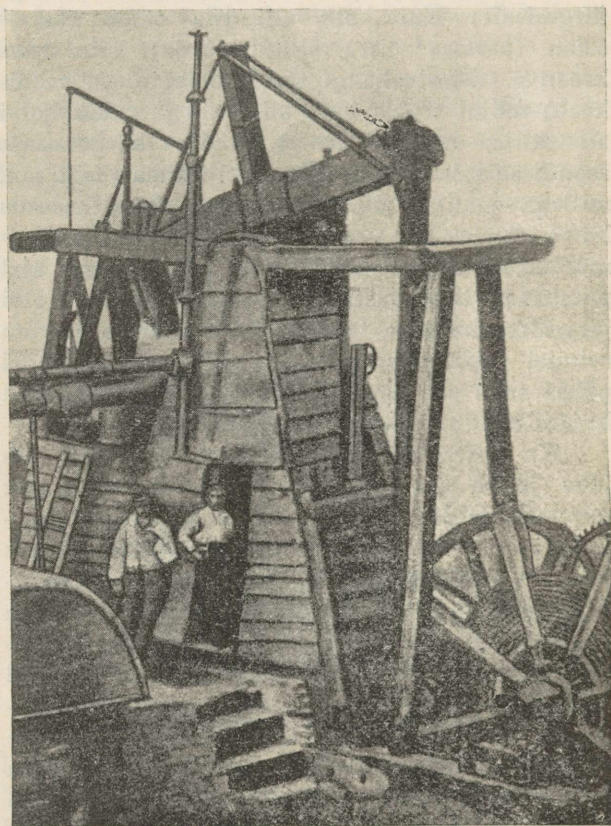
katel, mis silindriga B ühendatud toru kaudu.
Toru võib sulgeda kraani a abil. Silindris olev
kolb C on keti kaudu ühendatud kangikujulise
seadisega, nn. balanssiiriga, mille teises otsas on
vastukaal F ja selle küljes pumbavars E.

Esialgu oli masina silindri põhjas ainult üks kraan ja silindrit jahutati, pritsides teda väljastpoolt külma veega. Külma vee pritsimiseks oli eriline seadis. Newcomeni masin töötas seega järgmiselt: Kui kolb silindris omas madala seisus (asetseb vastu silindripõhja), siis avati kraan a. Masinakangi teises otsas oleva vastukaalu mõjul tõusis kolb silindris ja ruum kolvi all täitus auruga. Kolvi jõudes kõrgeimasse asendisse suleti kraan a ja avati külma vee kraan, millega jahutati silindrit. Seega kondenseerus kolvi all olev aur veeks ning välise õhurõhu toimel suruti kolb uuesti silindri põhja; samal ajal pumbavars ühes vastukaaluga tõusis üles. Kolvi järgmiste käikude tegemiseks oli tarvis korrata eelmisi operatsioone. Aeg-ajalt tuli silindri põhja auru pahtumisel tekkinud vett tähendatud kraani kaudu lasta välja voolata.

Ka Newcomeni masina juures kasustati mõjuva jõuna õhurõhku, nagu see leidis aset eelpoolkirjeldatud Papin'i masinas. Auru ülesandeks oli ainult kolvi all olev ruum õhutühjaks teha. Võrreldes Papin'i masinaga olid Newcomeni masinal siiski suured paremused: seetõttu et aurukatel ja silinder olid teineteisest eraldatud, polnud tarvis igal auru kondenseerumisel ehk pahtumisel aurukatelt jahutada. Savery' masinat ületas Newcomeni oma ka auru säästmise poolest, sest siin ei puutunud aur otseselt kokku külma veega, vaid ainult kolviga ja silindri seintega.

Esialgu tegi raskusi kolvi õhutihedaks tegemine. Newcomen ja Cawley katsusid seda saa-

lutada sel teel, et nad valasid kolvi peale vett. Seejuures avastasid nad nähtuse, mis võimaldas masina tegevust tunduvalt parandada. Ühel päe-



Joonis 5. Newcomen'i ja Cawley masin töötamas. Pildil kujutatud masin oli tegevuses XIX sajandi teise pooleni.

val töötas masin palju kiiremini. Lähemal vaatlusel selgus, et vesi oli imbunud kolvi alla, ja see põhjustas silmapilkse auru kondenseerumise, niipea kui aurukraan suleti. Nüüd ühendasid nad külma vee reservuaari toru c kaudu silindriga. Külma vee toru sulgemiseks ja avamiseks oli kraan b. Selle asemel et jahutada silindrit väljastpoolt, juhtisid nad nüüd auru kondenseerumiseks silindrisse kolvi alla kraani b avamisega külma veejoa, mis tekitas seal silmapilkse vaakuumi. Selle täiendusega ei omandanud masin mitte üksnes kiirema käigu, vaid ta hakkas tarvitama ka vähem auru. Silindrisse pritsitud vesi juhiti sealt ära hiljem vastava toru kaudu. Esialgu polnud Newcomeni masin varustatud kaitseventiiliga, nagu see joonisel on näha. Kaitseventiil võeti alles hiljem tarvitusele.

Newcomeni masina juures oli olulise tähtsusega kraanide õigel ajal avamine ja sulgemine, mis nõudis masina järelevaatajalt tööliselt suurt hoolt ja tähelepanu. Wolverhampton'i Newcomeni masina juures töötav noor tööline nimega Humphrey Potter märkas, et kraanide keeramine pidi toimuma igakord siis, kui masina kang omas teatud asendi. Sidudes kraanid nõõri abil masina liikuva osaga, saavutas ta sellise olukorra, et masin keeras ise kraanid parajal ajal kinni või lahti, — seega võis masin töötada ilma otsese järelevalveta. Hiljem võeti nõõride asemel tarvitusele soliidsem sidestusviis. Nii teostasid Newcomen ja Cawley Papin'i idee.

Et seda masinat pani liikuma väline õhurõhk, siis nimetatakse masinat ka atmos-

fäärimasinaks. Niisuguseid atmosfäärimasinaid tarvitati paljudes kaevandustes pum-pade tegevusse panemiseks. Üht säärast Newcomeni masinat, mis oli tegevuses XIX sajandi lõpuni, kujutab ta loomulikus olekus joonis 5. Igatahes nüüdisaegse auru- ja elektriajastu inimesele näib ta olevat väga kohmakas. Silma torkab selle masina juures, et tal puudub hoo-ratas, mistõttu ta käik oli äärmiselt ebahütlane.

Kõigest hoolimata jäi Newcomeni masin ikkagi mitte aurumasinaks, vaid atmosfäärimasi-naks, mis töötas äärmiselt ebahütlaselt ja suure vilistamise ning käraga, tehes mitte rohkem kui 8 kolvikäiku ühes minutis. Vahel kiirustas ta ilma põhjusest, vilistas ja visises, mürtsus ja pani töötoa põruma, sealsamas väsis ta ära nagu vilets hobune ning jäi seisma. Aga parata polnud midagi. Liiasi tarvitas selline masin hiiglahulga kütteainet. Söekaevanduses ei olnud suurel kütteaine tarvitamisel olulist tähendust, kuid mu-jal muutus masin selle tõttu tarvitamiskõlbma-tuks.

Vahepeal konstrueeris ka Papin uue auru-masina, kus masina liikuma panemiseks ei kasu-tatud mitte enam õhu-, vaid aururõhku; seega oli see Papin'i aurumasin esimene kõrgrõhu-masin. Selle masina kirjeldus leidub Papin'i poolt 1707. aastal avaldatud teoses: „Uus mee-tod vett tule abil tõsta“. Sellel Papin'i masinal oli palju sarnasust eelpoolkirjeldatud Savery ma-sinaga; vahe seisis ainult selles, et Papin'i masi-nas ei avaldanud aur rõhku mitte otse külma vee pinnale, vaid silindris olevale õõneskolvile, sest

tal oli selge, et aur, kokku puutudes külma veega, muutub veeks. Samuti ei kondenseerunud tarvitatud auru seal veeks, vaid juhiti välja õhukraani kaudu.

Ka see Papin'i masin ei ületanud Newcomeni atmosfäärimasinat. Võib-olla ta oleks oma masinat rohkem viimistlenud ja täiendanud, kui seda talle oleks võimaldatud. Nimelt kavatses Papin kasustada oma aurumasinat laevade liikuma panemiseks. Kui ta Saksamaalt loodetud toetust ei saanud, kolis ta 1707. aastal uuesti Londoni tagasi, kus ta juba varem oli näinud hobujõul ümberaetavaid rataslaevu. Ühtlasi kavatses ta ühte laeva Kasselist Fulda jõel Londoni viia, kuid Münchenis sattus ta tülli sealsete laevnikkudega, kes nägid aurujõu tarvitamises laevade liikuma panemisel nende õiguste rikkumist ja purustasid laeva. Ka Londonis käis Papini käsi üpris halvasti. Et Royal Society ta palveile toetuse määramise asjus vastu ei tulnud, sattus Papin peagi majanduslikult raskesse seisundisse ja suri Londonis arvatavasti 1712. a. vaesena ja mahajäetuna. Kuid aurumasinaja ajaloos tuleb Papin'i kindlasti mainida kui esimest, kes katsus ehitada kõrgrõhu-aurumasinat, olgugi et ta kuigi kaugele selle probleemi lahendamisel ei jõudnud. Newcomeni ja Cawley atmosfäärimasin oli võrratult parem Papin'i omast.

Newcomeni masina puudustest hoolimata oleks säärane „aurumasin“ veel aastakümneid tarvitusel seisnud ja Watt'i uuendused ning leiu- tus jäänud hüüdjaks hääleks kõrves, kui olukor-

dade muutus mäekaevandustes ise ei oleks appi tulnud.

Just samal ajal kui Watt oma aurumasina uue printsiibi kallal juurdles, lõppesid kaevandustes maapealsed tagavarad ning töölistel tuli tungida sügavamale maa alla. Siin aga segas vesi tööd mitu korda rohkem kui enne või takistas seda hoopis tegemast. Vee väljapumpamiseks tuli leida paremaid abinõusid, kui neid seni oli olnud; oli vaja tugevamaid pumpi ja tugevamaid jõude nende tööle panemiseks, vastasel korral ähvardas mäetööstust hädaoht — tööstuse seismajäämine, tuhandete tööliste töö kaotus.

Kuid siin tuli abiks James Watt oma aurumasina.

IV.

Aurumasina leiutamine.

Masin, mis ülikoolilt James Watt'ile anti katsetamiseks ja parandamiseks, oligi kirjeldatud Newcomeni ja Cawley atmosfäärimasin. Mis-sugused puudused olid sel masinal ja milliseid täiendusi selle juures Watt'i arvates tarvis teha, sellest jutustab ta ise oma sõbra, prof. Robisoni sule läbi üldjoontes järgmist.

Kui ülikooli valitsus selle masina minu kätte andis, asusin selle kallale kui lihtsa mehhanismi parandamisele. Ja kui töö lõpetatud, panin masina käima. Mind aga pani masina juures kohe imestama see asjaolu, et katel ei suutnud masinale anda küllaldaselt auru, olgugi et ta mõõt-

meilt oli suurem, kui tarvis näis olevat. Tule lausa põledes sai mudelit käima panna ainult mõneks kolvikäiguks, milleks aga määratu hulk vett tuli sisse pritsida, kusjuures koormis, mis masinal ületada, oli äärmiselt väike. Varsti märkasingi, et koormise kõrvaldamisel katel võis silindrit küllaldaselt varustada niipalju auruga, et kolb sai tas töötada päris korralikult ka üsna tagasihoidliku vee sissepritsimise korral.

Oli kohe selge, et osa katlas tekkivast aurust läheb asjatult kaotsi ja et töö ei ole sugugi proportsionaalne katla mõõtmeile. Oli tarvis teada saada, milles seisab auru kaotsimineku tõeline põhjus, mis ühtlasi on soojuse kaotsimineku põhjuseks. Sest äratarvitatud kütte hulk ei olnud mitte väike, mis masina kasutamise teeb üldiselt ebapraktiliseks. Masina valmistamisel peab lähtuma seisukohast, et ta annaks kokkuhoidliku küttematerjali juures võimalikult palju töövoimet.

Kuid Watt ei võinud uut printsiipi otsima hakata enne, kui ta ei teadnud, missugustele füüsikanõuetele ja -seadustele peab see printsiip vastama ja kus kohas teda on võimalik leida. Oli vaja enne põhjalikult tutvuda aurutekkimise teooriaga, oli tarvis kindlaks teha, kui palju kuulub õieti soojust teatava auruhulga saamiseks ja kui palju on teatava töö jaoks vaja auru. Katseist Newcomeni masinaga selgus, et arvud, mis selle kohta leidsid tolle aja teaduslikus kirjanduses, olid ekslikud, ei vastanud tõele, nii et neid oli vaja parandada. Enne küsimuse lahendamisele asumist luges Watt kõik läbi, mis auru üle oli

kirjutatud. Et tole aja tähtsamad tööd selle küsimuse kohta olid kirjutatud itaalia ja prantsuse keeles, siis õppis ta neid keeli niipalju, et tähendatud teoseid võis lugeda.

Watt tegigi nüüd hulga uurimistööd, mille tulemusi ta ise küll ei lugenud teaduslikult veel küllalt täpsaks, mis aga siiski rahuldasi tema tarvidusi edasitöötamisel, seda enam, et tal oli nüüd selgesti teada eelkäijate eksituse põhjus.

Üldiselt tuntakse praegu James Watt'i auru- masina leiutajana, kuid vähe teatakse sellest, et Watt'il on ka suured teened mitme füüsikaseaduse püstitamisel. Seega Watt polnud ainult leiutaja, vaid ka uute füüsikaliste tõdede avastaja. James Watt ja ta sõber, Glasgow ülikooli professor Joseph Black olid esimesi, kes võtsid lähema uurimise alla auru füüsikalised omadused, korraldades seks hulga vastavaid katseid. See ala oli tolleaegsele teadusmaailmale peagu tundmatu; seega ongi seletatavad vead, mis tegid Watt'i eelkäijad oma masinate konstrueerimisel.

Esimene ülesanne, mis Watt endale seadis, oli kindlaks määrata, mitu korda tarvitab aur rohkem ruumi kui sama hulk vett. Tulemus oli selline, et aur nõuab ligi 1800 korda suuremat ruumi kui see veehulk, millest ta on tekkinud. Neist arvudest avanes James Watt'ile võimalus arvutada, kui suur peab olema aurukatel ja palju ta peab vett auruks muutma, et täita sellega teatava ruumalaga silindrit.

Watt'il õnnestuski ehitada selline katel, mille kaudu oli võimalik näha ja kindlaks teha, kui

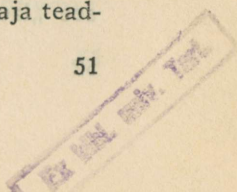
palju kolvi iga käigu kohta vett auruks muutus. Nüüd sai ühtlasi selgeks, et senised teoreetilised andmed kirjanduses ei vastanud tegelikkusele: katlal tuli masina käimapanemiseks tegelikult palju rohkem auru valmistada, kui seda seniste teoreetiliste andmete järgi peeti tarvilikuks.

Järgmisil katseil oli teine ülesanne: pritsides auruga täidetud silindrisse vett, märkas Watt imestusega, et üsna väike auruhulk võib väga suure hulga sissepritsitavast veest kuumendada kuni keemistemperatuurini. Katsete ülesandeks oli seda nähtust kontrollida ja kindlaks teha, mitu korda soojendab veeaur külma vett rohkem kui aurutemperatuurini soojendatud kuum vesi. Katse tulemus oli, et aur võib soojendada kuus korda suuremat veehulka kui aurutemperatuurini soojendatud kuum vesi.

Seda auru omadust selgitagu järgmine näide: 1 kg auru (100°C) tõstab 100 kg 40-kraadilise vee temperatuuri 6 kraadi võrra, s. o. 46 kraadini; seevastu 1 kg 100-kraadilist vett tõstab sama vee temperatuuri ainult 1 kraadi võrra, s. o. 41 kraadini. Seega oli James Watt'il selge, miks oli tarvis auru kondenseerumiseks silindrisse pritsida võrreldes auruhulgaga suur hulk külma vett. Imestusega kuulis nüüd Watt, et sama küsimust oli uurinud ja samu tulemusi saanud ta sõber Joseph Black.

Heites pilku toleaeegse teaduse tasemele auru füüsikaliste omaduste uurimisel, näeme, milliste raskustega tuli Watt'il võidelda, et lahendada aurumasina probleemi.

Nagu eelpool öeldud, ei teinud vana-aja tead-



lased mingit vahet auru ja õhu vahel, nad nime-
tasid mõlemaid õhuks. Kuid eelpoolmainitud
Heroni, samuti ka hilisema aja teadlase Salomon
de Caus teostest on näha, et neil mingi kujutus
oli sellest, et aur ja õhk pole üks ja sama, sest
viimane erineb, nagu nad ütlevad, mitmeti
esimesest. Kuid siiski ei suutnud nad seda kü-
simust lõplikult lahendada. Alles XVII sajandil
lõi kindla vahe õhu ja auru vahele Johann Baptist
van Helmont. Õhutaolisi kehi, mida ei saa muuta
jahutamise teel vedelikuks, nimetas ta gaasiks,
auruks aga neid kehi, mida võib jahutades muuta
vedelikuks. Tänapäev teame, et ka neid kehi,
mida meie nimetame tavaliselt gaasideks, võib
veeldada, kuid seks on tarvis väga madalat tem-
peratuuri. Nii siis erinevus on ses mõttes ainult
suhteline. Imelikul kombel ei uurinud Papin
keemisnähtust lähemalt, kuigi ta teadis, et vee
keemistemperatuur oleneb rõhust, mille all on
vesi. Samuti polnud talle tundmatu, et vee tem-
peratuur keemisel ei muutu, kuid ta ei pööranud
sellele nähtusele tõsisemat tähelepanu. Prof.
Black oli esimesi, kes uuris põhjalikumalt vee-
auru füüsikalisi omadusi ja vee keemise nähtust.

Kui vett soojendada, siis esimesena lahkub
vees lahustunud õhk, mis tõuseb väikeste mulli-
dena veepinnale. Mõne aja pärast tekivad katla
põhjas esimesed aurumullid, mis aga veepinnale
ei tõuse, sest juba enne kaovad nad ära seetõttu,
et ülemine veemass pole veel küllaldaselt soe.
Seejuures tuleb kuuldavale eriline hää; öeldakse:
„vesi laulab“. Kui vesi keema hakkab, siis kaob
see „laulmine“, ühtlasi tõusevad ka aurumullid

veepinnale. Keemise kestel vee temperatuur ei tõuse, kuigi suurendatakse tuld katla all. Enne Blacki katsuti vee keemist sellega seletada, et veeaur tekib ainult katla põhjas ja muu osa vett omandab auruks muutumise temperatuuri siis, kui ta põhjaga kokku puutub. Niisugune keemise seletus polnud Blackile vastuvõetav. Ta kirjutab sel puhul: „Ma võin näidata, et vee auruks muutumiseks on tarvilik suur soojusehulk ka siis, kui vee temperatuur on juba nii kõrge, et väike temperatuuri tõus toob esile vee auruks muutumise.“

Blackil oli ühtlasi selge, et vee aurumissoojuse määramine on palju raskem kui jää sulamissoojuse oma. Kui palju vesi tarvitab aurumisel soojust, seda määras ta järgmiselt: tal oli teada, et ühtlasel tulel ühepikkustel ajavahemikudel tekib keemiseni kuumendatud veest ühepalju auru. Ta määras siis ajavahemiku, mille kestel ühtlasel leegil teatud veehulga temperatuur tõusis keemiseni, samuti ajavahemiku, mille kestel sama veehulk samal leegil täielikult ära aurus. Praegu teame, et vee aurumissoojus on 537 kal., s. o. 1 gramm vett tarvitab aurumisel 537 kalorit soojust. Black sai oma mõõtmistel tublisti väiksema arvu. Black näitas ka, et vee aurumisel tarvitatud soojus uuesti vabaneb, kui aur veeks muutub.

Et keemisel kaduma läinud soojus tõesti aurumiseks kulub, seda näitas James Watt järgmise teravmeelse katsega. Lahtises Papin'i katlas ajas ta vee keema ja keetis seda siis seal veel niikaua, kuni veepind oli alanenud ühe tolli võrra,

milleks kulus $1/2$ tundi. Selle järel lõpetas ta keetmise ja lisas niipalju vett juurde, kui palju varem ära aurus. Nüüd kuumendas ta katelt sama suurel leegil, ja hetkel, millal vesi keema hakkas, sulges ta katla kaane, nii et aur enam välja ei pääsenud. Ka nüüd keetis ta vett $1/2$ tundi. Et aurul polnud enam väljapääsu, siis tõusis vee keemistemperatuur, milleks kulus teatud hulk soojust. Kui ta siis aurukraani avas, voolas selle kaudu aur välja 2 minuti kestel ja veepind Papin'i katlas langes 1 tolli võrra, s. o. samale tasemele, milleni ta langes lahtiselt keetmisel. Seega soojusehulk, mis $1/2$ tunni kestel sai vesi, muutis ühe ja sama hulga vett auruks sellest hoolimata, kas see aurumine toimus aeglaselt, $1/2$ tunni kestel, või kiiresti, 2 minuti jooksul. Siit järeldas Watt, et teatud hulga vee aurumiseks on vajalik üks ja sama hulk soojust.

See teooria valgustas Watt'ile täielikult tema katsete tulemusi: vee suur soojenemine toimus auru tihenemisel vabanevast soojusest. Auruks muutudes tarvitab vesi soojust, mis jääb auru varjatud kujul; veeks tagasi minnes saab aurutamisel äratarvitatud soojus uuesti vabaks.

Arutelles Newcomeni masina puudusi, jõudis Watt otsusele, et soojuse kaotuse põhjuseks selles võib olla ka aururõhk silindris kolvi all. Et silindris kolvi all on õhutühi ruum, siis keeb vesi seal mitte 100°C t $^{\circ}$ juures, vaid palju madalamal temperatuuril. Nii pole seal, kus temperatuur on umbes 30°C , tõeliselt tühi ruum,

vaid auruga täidetud, mille rõhk, tõi küll, on palju väiksem aururõhust 100° C temperatuuril.

Et kindel olla oma arvamuse tõelikkuses, tegi Watt rea katseid aururõhu suuruse kohta mitmesugustel temperatuuridel ja leidis, et aururõhk suureneb palju kiiremini kui temperatuur. Väljendades uurimisest saadud arvulisi andmeid matemaatilise kõveraga, ta nägi, et täieliku vaakuumi saamiseks silindris tuleb sinna sisse pritsida hiigla-veehulk, mis silindri hoopis ära jahutab, ja et selle soojendamiseks kolvi järgmise käigu jaoks on tarvis nii palju auru, et katel ei ole suuteline seda andma. Nüüd sai Watt'ile selgeks, et tema eelkäijail oli täielik õigus rahul olla oma masinaga, kui see suutis ületada ainult väikest koormist. Need masinad ei olnud oma konstruktsiooni tõttu suutelised tegema kuigi suurt tööd, olid nõrgad ning minimaalse praktilise väärtusega.

Newcomeni masina saladus oli Watt'il seega avastatud. Nüüd oli vaja leida vana tüübi puuduste kõrvaldamise printsiip, s. t. kõrvaldada masinal auru- ja soojuse hiiglakaotus, järelikult ka kütteaine ülisuur tarvitamine.

Teed ja sihid hakkasid udust selgima. Järgmine avastus, mille tegi Watt Newcomeni masina juures, oli see, et mitte vähem kui $\frac{4}{5}$ kogu aurust läks kaduma seetõttu, et igakord pidi aur silindrit uuesti kuumendama, sest ainult $\frac{1}{5}$ aurust pani kolvi silindris liikuma. Selle küsimuse igakülgsest läbi mõelnud, jõudis Watt viimaks otsusele, et õiges aurumasinas on tarvilik, et silinder oleks alati sama kuum kui sinna voo-

lav aur. Seda on võimalik saavutada sel teel, et aur tuleb kondenseerida (pahutada) mitte silindris, vaid eraldiruumis, nn. kondensaatoris. Nüüd oli Watt õige tee leidnud; selles suunas tuli edasi töötada¹⁾.

Selle printsiibi praktiline rakendamine, et aurupahtumine peab toimuma mitte silindris, vaid mingisuguses kõrvalruumis ehk kondensaatoris, paistis olevat esialgu päris lihtne. Kuid tegelikult osutus see Watt'ile suureks raskuseks ja tal tuli hulk aega teha palju tööd, kulutades energiat ja raha, enne kui ta lõplikult lahendas ka selle küsimuse.

Huvitav on märkida, kuidas see uus tõde ilmus suurele töömehele.

Ühel pühapäeval, 1765. a. algul, kui kõik šotlased neile traditsiooniks saanud pühapäeva-pealelõunast puhkust nautisid, töötas Watt'i väsimatu pea ühtesoodu edasi oma ülesande lahendamise kallal. Vajades veidikeseks puhkust ja lahutust, läks Watt välja jalutama. Siin vabas looduses, pargi veerel, tuli ta äkki selgele ja sügavale mõttele: aga mis sünnib siis, kui aurusilindri ja kõrvalruumi vahel, kus juba vaakuum saavutatud, avada silmapilkselt ühendus? Ja samal hetkel sai ta iseendalt vastuse: aur tungib sisse ruumi.

Aga kui teise ruumi pritsida külma vett?

¹⁾ Vt. E. Kokker: „Aur, tuli ja vesi“. Elav Teadus nr. 35. Tartu, 1934.

Siis pahtub (kondenseerub) selles aur ja tekib uuesti vaakuum, kuhu tungib auru jääk silindrist, seni kui on kondenseerunud kõik aur ja mõlemas ruumis on saavutatud vaakuum.

Need küsimused ja mõtted lendasid tal peast läbi välgukiirusel ja täitsid leiutajat vaimustusega. Suur leiutus, millega algas inimsoo tsivilisatsiooni ja tehnika uus ajajärk, oli tehtud. Pargis jalutava mehe peas tekkis mõte, ja see viis kogu inimsoo vastu tehnika suursaavutustele, tööstuse ja kultuuri õitsengule. Idee sai teoks. Aurumasina printsiip oli leiutatud.

Selle geniaalse idee sünd oli aprillikuu lõpul 1765. aastal. Siit edasi oli mureks vaid idee tehniline rakendamine, katsetada seda mudelil, valmistada selle järgi uus aurumasin ning panna ta käima. Patendi sai Watt võtta alles a. 1769.

Avastus oli küll tehtud, aga James Watt'il kulus veel kõige raskemat töövaeva, raskeid võitlusi lugematu arvu takistustega ja kannatusi tervelt kümme aastat, enne kui aurumasin lõplikult valmis sai. Rahalised takistused ja puudused seisid muidugi esikohal. Omad rahalised võimalused olid äärmiselt väikesed, ja inimesi, kes oleksid nõustunud laenama talle nende arvates tühjade unistuste peale, leidis hoopis vähe. Ja kui seesuguseid vastutulelikke inimesi siiski leidis, lootsid nad liiga kiiret asja arenemist ja nõudsid oma laenu varsti tagasi. Niisugused abistamised kujunesid tööle otse takistuseks ja pidurdasid seda mitmeks aastaks.

Kuid oli veel muidki takistusi: selle aja mehaanilise töö ebatäpsus ja õppinud meistrite täie-

lik puudus ähvardasid noort aurumasinat enne-
aegse surmaga. Ja kui Watt ise ei oleks osutu-
nud tubliks ja osavaks mehaanikuks, siis olekski
seda kergesti võinud juhtuda.

Kõige kiuste oli aga tarvis edasi minna.

Kui mõlemas ruumis juba tekib tühjus, arut-
leb Watt oma ideed arendades, kuhu panna siis
sinna pritsitud ja kondenseerimisel saadud vesi,
ja õhk, mis sinna sattunud ühes auru ja veega?
Üheks võimaluseks oli teine ruum (kondensaator)
ühendada torude kaudu õhu- ja veepumpadega,
mis automaatselt õhku ja vett teisest ruumist
välja pumpavad, niipea kui aur on kondensee-
runud.

Et aur ja õhk vanas Newcomeni masinas
kolvist läbi ei imbuks, valati talle veekiht peale.
Uue printsiibi juures aga osutus see võimatuks,
sest iga veetilk, mis juhuslikult kolvi alla satuks,
oleks muutunud seal auruks ja suurendanud
vasturõhku. Peale selle oleks võinud ju külm
õhk kolvi langemisel tühja silindrisse jahutada
tema seinad, muutes seega nõutavat tempera-
tuuri silindris. Nende puuduste kõrvaldamiseks
tuli Watt otsusele, et ülemine silindriots tuleb
kinni katta hermeetilise kattega, milles leiduvad
ainult avaus ja lisakarbik kolvi telje jaoks, ja
viia aur mitte üksnes kolvi alla, vaid ka kolvi
peale, kõrvaldades seega täielikult masina tege-
vust segava atmosfäärirõhu kolvile.

Nüüd oli tee vaba. Sellest ajast alates muu-
tus aurumasin tõeliseks aurumasinaks, ta
ei olnud enam endine Newcomeni ja Cawley
atmosfäärimasin, mille kolvi tagasikäik saavutati

atmosfäärisurvega, kondenseerides (pahutades) teisel pool kolbi töötanud auru külma vee sissepritsimisega, vaid see oli praegusaja aurumasinaga sarnanev, püsivalt töötav tööstuskõlvuline masin.

Nii lahenesid pikkamööda kõik raskused ja uuele aurumasinale avanesid laiad väljavaated. Kuid see kõik tuli suurte pingutuste kaudu. Nendest kuuleme kohe.

„Niipea kui ma silindrist väljaspool, kõrvaruumis auru kondenseerimise võimalust taipasin“, seletab James Watt ise, „ilmusid kõik teised leiutised selle järel nagu iseenesest, loogilised järeldused esimesest õieti rajatud sammust. Kahe-kolme päeva jooksul oli kogu leiutis, uus aurumasin printsiip, minu peas küps ja ma asusin kohe selle praktilisele rakendamisele.“

Alguses ehitas Watt väheldase mudeli uuest aurumasinast, mille varal proovis oma uut printsiipi. Mudeli ehitas Watt valmis kuue kuuga, kuid see laskis esialgu auru läbi igast praost, mispärast tuli seda mitmeti parandada ja viimistleda. Praeguse aja tehnika võimaldab kerge vaevaga ehitada aurukindlaid silindreid ja kolbe, James Watt'i aegu aga polnud see nii. Ometi, leiutaja jutu järgi, ei olnud ükski hiljem hooliga ja paremini valmistatud aurumasin nii hästi töötav ja tema ideesid nii täielikult rakendav kui see suure rutuga tehtud väheldane mudel.

Kohe peale esialgse mudeli proovimist ja katseid ehitas Watt suure mudeli. Ka teised õpetlased haarasid Watt'i leiutusest kinni ja proovisid seda kõikjal suure eduga.

1768. a. esines Watt palvega, et temale antaks patent „seadeldise peale, mis võimaldab tulemasinas kokku hoida kütte tarvitamist ja vähendada tarvisminevat auru hulka“. See patent anti Watt'ile välja jaanuarikuus 1769. aastal, millega leidsid kindlustust ainult need leiutused, mis olid välja töötatud kuni selle ajani. Hilisemad leiutused kindlustati hiljem või jäid hoopis patenteerimata, nagu Watt seda ise ühes kirjas märgib.

Peaosa leiutustest oli läbi, printsiip käes ja mudeli varal tegelikult tõestatud. Aga kas võis Watt sellest loota nüüd ka praktilist hüvet oma seisukorra parandamiseks? Kaugeltki mitte. Kulus mitte vähem kui kümmekond tööaastat äis vaeva, kahtlemisi, kannatusi, võitlusi tervise- liste, rahaliste ja kaubanduslike raskustega, kuni James Watt'i aurumasin leidis endale tee üldiseks tarvitamiseks ja hakkas oma leiutajat rõõmustama mitte üksnes roosiliste lootustega, vaid ka aineliste hüvedega.

V.

Aurumasinat püütakse rakendada ellu.

Kui nüüd aurumasin printsiip oli leiutatud ühes eraldi kondensaatoriga (pahutajaga) 1765. a. kevadel, oli tarvis mõelda ka selle praktilisele rakendamisele, milleks oli vaja muretseda kõigepealt abinõud masina üksikasjaliseks väljatöötamiseks ja konstrueerimiseks.

Kust võtta need seadmed ja abinõud?

Siin aitasid Watt'i jällegi ta ülikoolisõbrad, kes teraselt jälgisid tema tegevust ja hoolitsesid tema eest.

Prof. Blackil oli hea tuttav, endine arstiteaduse doktor, nüüdne keemik ja rauavabriku omanik John Roebuck, kes Glasgow lähedalt oli endale ostnud hiigla-maala ja heale järjele viinud Carroni rauatööstused. Et Roebuck tahtis rauaahjusid kütta mitte puusöega, nagu seni harilikult tehtud, vaid kivisöega, siis oli ta ostnud ka lähedalolevad suured kivisöekaevandused, et saada küttematerjali. Mõne aja pärast osutusid ülemised kivisöe kihid äratarvitatuks ja süte saamiseks tuli laskuda sügavamale, kus aga vesi tööd segas ja süte kättesaamist takistas.

Kuid mis sellest, ega ometi vee pärast või mäetööstus seisma jääda! Vee väljapumpamiseks leidub ju abinõusid. Kuulus ja eeskujulik Carroni mäekaevandus ja rauatööndus peab edasi töötama!

Kui vesi hakkas tõsiselt takistama kaevandustöid ja valmistas Roebuckile suuri rahalisi raskusi, juhtis prof. Black Roebucki tähelepanu Watt'i paljutöotavale leiutisele ja tutvustas mehi teineteisega. Nad said sõpradeks. Doktor Roebuck taipas kohe leiutise suurt väärtust oma kõikumaloonud ettevõtte säilitamiseks ja haaras sellest kinni kui päästeabinõust. Niisugune julge ja ettevõtlik kaastööline vastas täiesti Watt'i südamesoovidele. Nüüd avanes tal võimalus oma patenteeritud aurumasina printsibi täielikuks väljatöötamiseks ja käimapanemiseks. Siin oli

kogu maa täis kaevandusi, mis vajasid suurel arvul tugevaid jõuallikaid, — muidu oleks jäänud tööstus täiesti seisma ja töölised tööta. Aurumasinal olid suured väljavaated tulevikku, selles ei olnud vähematki kahtlust.

Watt'i peas aga mõlkus alles aurumasina printsiip ja selle mudel igasuguste kangide, telgede, klappide, pumpade ja muude osadega, mis vajasid aega väljatöötamiseks ja peale selle veel suuri rahalisi kulutusi, alles siis võis saada tast kaevanduse jaoks nõutav jõumasin. See kõik võis ära hirmutada ettevõtliku inimese, kuid mitte Roebucki. Nii suured kui kulutused olidki, ei kohutanud need teda, kui nad aga läksid ettevõtte heaks. Aurumasin pidi päästma ta tööstuse.

Nii tekkis koostöö Roebucki ja Watt'i vahel. Roebuck tasus Watt'i võlad, kohustus kandma kõik aurumasina ehitamisega seotud kulutused materjalide ja abinõude eest ja pidi saama selle eest endale aurumasina tarvitamise eesõiguse. Watt'il jäi vaid uurida ja välja töötada oma leiutis mäetööstuses kasustatavaks jõumasinaks, mis korral Roebuck pidi saama $\frac{2}{3}$ ja Watt $\frac{1}{3}$ masina tööst tulevast puhaskasust endale. Sealjuures oli veel tingimuseks, et Watt toob oma aurumasina mudeli Glasgow'st ära Carroni kaevandusse, kus töökoja avamiseks ja töötamiseks Kinneil'i lossi taga pidi olema palju sobivam ja rahulikum koht kui Glasgow linnas. Siin Carroni tehases võis valmistada kõik masina üksikosad ja neid siit saata üle maa laiali.

Kuid lugu kujunes siiski hoopis teisiti.

Peale esimese mudeli valmistaamist asus Watt veel teise, hulga suurema mudeli ehitamisele, mille juures ta tegi palju parandusi ja uuendusi, mis andsid masinale hoopis suurema töötamisvõime. Üks parandus järgnes teisele, kolb liikus ikka tihkemalt ja kindlamini silindris, kondensaator töötas korralikult, kuid masin ei olnud ikkagi veel valmis, et teda oleks saanud kasustada hädasti ootaval tööil. Ikka oli veel vaja midagi täiendada, parandada, katsetada...

Alles 1765. a. lõpul sai tehas Watt'ilt päris masina osade joonestused loomulikes mõõtmeis: silindri pikkus 2 meetrit ja diameeter 60 cm. Kuid enne kui jõuti asuda masina ehitamisele, läks Roebucki rahaline seisund sedavõrd raskeks, et Watt'i töö pidi jääma seisma ning Watt ei saanud katsetamise ja uurimise kallal enam vabalt töötada, vaid pidi kasustama selleks ainult aega, mis tal üle jäi muudest töödest.

Nüüd algas Watt'il kõige raskemaid ajajärke elus. Ta perekond oli sel ajal juba niivõrd suurenenud, et väike töökoda ei suutnud selle ülalpidamiseks sissetulekuid võimaldada; ka Roebuckilt ei olnud praegu abi loota.

Seekord lõppes ettevõtte, ilma et suur töömehes oleks saanud esimest töovilja maitseadagi. Muidugi mõjus see olukord rusuvalt leiutajasse, kes oma masinat armastas nagu oma last ja sellest pidi nüüd lahkuma, jättes ta vedelema ja roostetama Kinneili lossi tagaõue ilma mingi järelevalveta ja hoolitsemiseta.

Et Watt'i majanduslik olukord oli raske, pidi ta midagi ette võtma, et oma perekonda

toita. Ta ise kirjutab: „Mul on naine ja laps, minu juuksed hakkavad halliks minema, kuid ma pole omaste heaks veel midagi teinud.“ See pärast palkas ta end juhtiva insenerina töösse Clyde-kanali juurde, mille eest talle maksti ainult 80 naela palka. Üldiselt oli tol ajal ka kvalifitseeritud inseneride tasu väike. Näiteks maksti Clyde'i jõe silla projekti eest talle ainult 7 naela.

Kord Londonist sõidul külastas Watt esimest korda seda paika, kus ta geniaalsed mõtted auru- masina rakendamises tegelikku ellu leidsid hiljem võidurikka teostamise. Sõites läbi Birminghami, jõudis ta kuulsaisse Soho tehastesse, kus üks oma aja väljapaistvamaist inglise kommertsantidest, Matthew Boulton, fabritseeris igasuguseid metallartikleid ning ehteasju. See oli suuremaid ning ühtlasi paremaid tehaseid kogu Inglismaal. Tema omanik Matthew Boulton oli omapärasemaid tööstureid võib-olla kogu maailmas. Soho tehased oli ta pärinud oma isalt ja nüüd tegi ta neis suuri muudatusi, et tehaste toodangut tõsta niihästi kvaliteedilt (omadusilt) kui ka kvantiteedilt ehk koguselt. Samuti oli ta teinud hulga leiutisi nõöbi, uurikettide ja teiste esemete valmistamise viisides. Ta tehaste toodangust läks suur hulk Prantsusmaale ja tuli siis sealt Inglismaale tagasi kui kõige parem välismaa kaup. Oma tehastesse palkas Boulton hulga paremaid kunstnikke ja vilunud mehaanikuid, et uusi artikleid välja lasta. Ta ei laiendanud mitte ainult oma tehaseid Birminghamis, vaid asutas mitmel pool ka nende osakondi. Watt'i esimese

külastamise ajal olid Soho tehased juba üle maailma kuulsad. Paljud vürstid, teadlased ja teised kuulsused külastasid sageli tehaseid ja igalt poolt voolas sinna kokku noormehi, ka härraste perekondadest, et töötada vabatahtlikkudena ta tööstuses. Viimaseid saatis ta tavaliselt tagasi sõnadega: „Minu tehastes õpivad ainult vaeslapsed ja lihtrahva ning tööliste lapsed. Härrastele võib-olla ei meeldi see seltskond.“

Watt'i külastamise puhul ei olnud Boultonit kodus ja tehaseid näitas talle Boultoni sõber filosoof doktor Small. Watt'i vilunud silm sai kohe ettekujutuse eeskujulikult sisustatud tehaste väärtusest ja tal hakkas kahju oma aurumasinast, mis pidi vedelema kusagil Šotimaal ja ei võinud olla siin, kus töötasid parimad töömasinad kogu Suur-Britannia riigi parimate meistrite juhtimisel. Kas ei võinud neid masinaid käima panna tema aurumasin palju väiksema küttekuluga ja palju suurema jõuga?

Vestlus doktor Small'iga aina kinnitas tema arvamust. Ei ole kahtlust, et Watt jutuajamisel andis isegi dr. Small'ile mõista, missuguses olukorras ta on, sest dr. Small esimeses kirjas Watt'ile jaanuaris 1768. a. mainib, et tema ja ka Boulton on peaaegu nõus Watt'ile aurumasin suhtes abiks olema, sel tingimusel, kui Watt Kinneilist ära tuleb Soho tehastesse.

Watt oli nüüd asetatud väga huvitavasse olukorda: kas minna või mitte minna? Ühel pool hea juhus astuda ühendusse rikaste tööstus- ja kaubandusnimestega, kelle käes kõik asjad lähevad kiiresti ja osavasti, teisel pool aga tema

armastatuim laps — aurumasin Roebucki tehases, mis ootas lõpuleviimist.

Ja mis tegi James Watt? Temal ei tulnud mõttessegi end lahti kiskuda Roebuckist. Ei, ta jääb edasi Roebucki tehasesse, mille omanikult ta on saanud oma aurumasina ehitamiseks ja katsetamiseks seni lahkelt käel toetust. Ta loeb end Roebucki võlglaseks kui kunagi õige inimene, kes teiselt abi saanud, ja otsustab Roebuckile kõnelda sellest, et Roebuck ise leiaks võimalusi Boultoni kaasosanikuks hakata.

Esimene asi James Watt'il šotimaale jõudmisel oli masin uuesti käsile võtta; ta tegi selle kallal hulga katseid, muutis kondensaatorit ja jõudis viimaks niikaugemale, et masin andis minutis kuni 20 kolvikäiku, mille surve oli juba 5,5 atmosfääri, s. t. 5,5 kg 1 cm² kohta. Võrdluseks öeldagu, et kõige parem Newcomeni aurumasin tegi kõigest 8 käiku minutis, kusjuures aururõhk oli kõigest 2 atmosfääri. Watt'i masin oli seega palju võimsam, millega Watt ise väga rahule jäi ja mille tõttu ta lootis Roebuckilt saada väikest tasu.

Ettevalmistav osa tema töös näis lõpule jõudvat ja ta kavatses iga silmapilk teha otsustavat sammu oma lootuste täideviimiseks, Kuid seegi ei õnnestunud ilma raskuste ja takistusteta: Roebuckil ei olnud enam ainelisi võimalusi Watt'i abistada.

Watt'il tuli jällegi pöörduda abipalvega prof. Blacki poole, ja sellest hoolimata et Black oli suur ihnuskois, nagu see šotlaste juures on väga tavaline nähtus, varustas ta Watt'i siiski

vajaliku summaga, nii et viimane sai oma tööd jätkata.

1768. a. lõpul sõidab Watt Londonisse ja läbi-sõidul peatub Soho tehastes, kus tutvub isiklikult Boultoniga. Juba esimesest kokkupuutumisest mehed meeldisid teineteisele, kuid midagi otsustavat nad siis veel omavahel ei sõlminud, sest Watt ei tahtnud seda teha Roebucki teadmata; isegi läbirääkimistesse ei tahtnud ta astuda Roebucki nõusolekuta. Alles mitme päeva pärast, kui Watt juba koju oli jõudnud, kirjutab ta Boultonile (muidugi Roebucki nõusolekul) kirja, milles teeb vormilise ettepaneku, et see temale ja Roebuckile tuleks aurumasina ehitamise asjus osanikuks, kusjuures Boulton saaks $\frac{1}{3}$ puhaskasust endale. Samast asjast kirjutab veel paari päeva pärast Boultonile ka Roebuck ise. Näib, et Watt sel ajal veel ei olnud kaotanud usku oma osaniku äri- ja tööstusasjade paranemisse ja ei mõtelnudki veel temaga vahekorda lõpetada.

Kuid Boulton omas nähtavasti üliterava äri-mehe-närvi, oskas kaugele ette näha ja aimata äritehingute käiku. Tema vastus Watt'ile annab sellest parima tunnistuse; peale selle näitab see, et sel mehel oli väga laialdane silmaring tolle aja kaubanduse ja majanduse alal, mispärast teda võib võrrelda kaasaegse Adam Smith'iga.

Boulton kirjutab:

„Täna Teid ja doktor Roebuck'it austava ettepaneku eest astuda Teiega ärilisse vahekorda. Kahjuks on aga see plaan, mis Te mulle esitate, kaugel sellest, mida mina mõtlesin, kui Teiega kõnelesin. Astudes Teiega tööstuslik-ärilisse

vahekorda, on minul vaid kaks motiivi: esimene — seaduslik vahekord Teiega isiklikult, teine — kalduvused kaubanduse ja tööstuse alal. Kui ma Teist õieti aru saan, vajate Teie raha oma masina jaoks. Kuid mina leian, et see nõuab väga täpsat ja ühtlasi ka suurt tööd, kui tahate sellest saada kõlblikku, sissetulekut võimaldavat artiklit. Minu arvates ei või masina valmistamise juures ametis olla oskamatud lihtmehaaniku käed, see rikub kõigepealt masina head reputatsiooni, ja teiseks ei või lihtmehaaniku käes masinast midagi head tulla. Sellepärast leian mina tarviliku olevat, et masina ehitamine toimuks minu tehaste läheduses, meie kanali kaldal, kus me võiksime ehitada iga-suguseid seadeldisi, mis tarvilikud masinate ehitamisel ja kust kohast me võiksime varustada Teie masinatega kogu maailma. Teie abil suudaksime siin välja õpetada selliseid töölisi, kes võiksid fabritseerida Teie leiutist 20% odavamalt, kui ta maksma läheks teissugustes tingimustes, ja veel niisuguse peenuse ning täpsusega, millega teised meiega võistelda ei suuda. Meie vabriku artiklid oleksid siis oma headuselt teistest nii erinevad, nagu erinevad omavahel optiku- ja sepa-käsitöö saadused. Siis oleks ettevõttel edu ja kaubal minekut. Muidu mitte.

Doktor Roebuck tegi mulle ettepaneku valmistada masinaid kolme krahvkonna jaoks. Minu arvates ei maksa seda teha; minu arvates tuleb neid valmistada terve maailma jaoks. Mis mind hirmutab Teiega koos töötada, on teadmine, et Teile on tarvis ämmaemandat, kes aitaks Teid lahti saada lapsekandmise vaevadest ja tooks Teie

lapse ilmavalguse kätte. Aga ma tean, et Teil on juba üks niisugune abimees, sellepärast ei hakka ma Teile oma abi pakkuma. Mina olen juba kord otsustanud niisuguste asjade ja ettevõtetega mitte jändama hakata, mis minu isikliku järelevalve ja silma all ei seisa. Ja et minu siinsed tööd ei võimalda jälgida ja näha asjade käiku šotimaal, ja doktor samal põhjusel ei saa ka siin olla, siis tuleb minul sellest teha järeldus, et... mina ei hakka seda tegema.“

Niisugune oli asjaliku, ettevaatliku ja targa ärimehe kiri XVIII sajandi teisel poolel. Kas tundis James Watt oma kaubanduslikke võimeid ja huve ka sama selgelt ja targalt, kui need on väljendatud selles kirjas? Muidugi mitte. James Watt'il ei olnud ärimehe kalduvusi, ta oli läbi ja läbi uurija ja leiutaja, vaikne inimene, kes toime ei tulnud pisemagi spekulatsiooniga.

Huvitav on veel jälgida, millega põhjendab kirja autor oma edu kaubanduses. Kas eesõigusega, reklaamiga, spekulatsiooniga, odava toormaterjaliga, madalate tööhindade või monopoliga? Ei midagi sellesarnast. Ta ei näinud siis uneski, et kõigil neil praegusaja ärimaailma käima panevaid vedrudel on ka mingit tõsist ja tähelepanuväärivat tähendust. Täiesti hea töö, põhjalik töötundmine ja armastus töö vastu — need olid tema arvates eeltingimused, ilma milleta ei maksnud töö kallale asuda.

Selle kirjaga lõppesidki esialgu läbirääkimised Kinneili ja Soho tehaste vahel ja Watt jäi edasi Roebucki juurde. Läbirääkimiste tulemu-

seks oli siiski, et Boultonist ja Small'ist said Watt'i head sõbrad.

1769. a. algul saadi valmis silindriga ja suveks olid valmis ka teised masinaosad, mille tellimine on antud Carroni tehasele. Võime hästi kujutleda, milline heameel ja rõõm oli leiutajal, kui ta leidis, et aurusiilinder ongi aurumasina kõige olulisem ja tähtsam osa, millest oleneb masina edu ja väärtus. See silinder siin ei vastanud aga nõudeile, oli kõver ja ühest otsast päris lopergune, ja ometi pidi see olema kõige parem töö, mida kuulus Carroni tehas suutis tol ajal valmistada.

Ligi kuus kuud oli ta selle masina kallal vahetpidamata töötanud, kuid nüüd osutusid tulemused äärmiselt väikeseks. Silinder oli peaaegu tarvitamiskõlbmatu, samuti ei töötanud kondensaator hästi. Ei jäänud muud üle, kui Watt hakkas ise haamriga uut aurusiilindrit õgvendama ja parandama. Mida tehas ei suutnud teha, tuli leiutajal enesel teha.

Ometi ei kaotanud Watt usku oma leiutisse, kuigi sellele pettumusele lisandusid veel aina suurenevad rahalised raskused.

1770. a. arenes Inglismaal majanduslik kriis. Roebucki ebaõnnestunud tööstus- ja äriasjad ei lasknud Watt'i enam kauemaks Kinneili jääda. Aurumasinate valmistamisest ja nende proovimistööde jätkamisest Kinneilis ei saanud muidugi enam juttugi olla. Tuli leida uusi võimalusi kusa-gil mujal leivateenimiseks ja aurumasina valmistamiseks.

Watt'i delikaatne iseloom ei lubanud end

äritehinguis maksma panna ja selle tagajärg oli, et Watt'i asjad ei edenenu. Roebuck oli pere-mehe ja pidas silmas esmajoones omi huve, ehkki ta oli iseloomult ausameelne. Samal ajal aga Watt kurdab doktor Small'ile saadetud kirja-des, et kohustused ja võlad Roebucki vastu sur-mavad ta elu ja et kadunud on see inimene, kelle kogu saatus ripub vaid niidi otsas; ta on nõus ennem kuulutama end pankrotiks, kui kandma alati teadmist, et teised tema projektide ja kavat-suste läbi kannatavad.

Veel iseloomustavam Watt'i kohta on tsitaat ühest kirjast aastal 1772, kus Watt lausub: „... olgugi et ma katsetamistele olen palju roh-kem raha kulutanud, kui see masin üldse maksab, ei pea ma seda oma varanduse raiskamiseks.“ Ja ühes teises kirjas Boultonile ütleb ta: „... ma kardan, et ma olen Teid selles asjas liiga kaugele viinud ja mitte küllaldaselt delikaatsel viisil. Ma mõistan, et Teil võib-olla on mõningaid aluseid arvata minust palju halvemat, kui ma seda olen tõepoolest ära teeninud. Kinnitan Teile, et kõik, mis ma rääkisin summast (tema osa suurus kaas-osanikuna) ja muust, sündis kõik doktorist sõbra huvides, kes oma praegustes tingimustes ei või millegagi riskeerida ja kes sellest asjast väga suuresti on huvitatud. Mis musse endasse puutub, siis ei ole ma kunagi mõ-telnud nõuda tasu oma osa eest, ja olen valmis leppima palju väik-sema osaga, kui Teie mulle mõtle-site pakkuda...“

Niisugusel enesest mitte hoolival, äärmuseni

leplikul ja järeleandlikul iseloomul oleks võinud mitmeti pahasti minna: kui tema sõbrad ei oleks olnud nii heasüdamlikud inimesed, James Watt'i oleks tabanud leiutajate kurb saatus — täielik kitsikussejäämine teiste egoismi tõttu.

Aga miks suhtusid sõbrad temasse nii heatahtlikult? Kas olid siin mängus ainelised kaalutlused?

Seda mitte. Austades teda kui andekat leiutajat, kellel puudusid igasugused võimed oma isikliku majanduselu korraldamiseks ja kindlustamiseks, püüdsid sõbrad Watt'ile kõigiti abiks olla. Kaasabi andsid nad Watt'ile ka väga tähtsa patendi hankimise juures 1769. aastal. See oli: „Auru ja kütte kokkuhoiu viis tulemasinais“, millest praegusaja aurumasin sai oma alguse.

Siinjuures ei ole huvituseta märkida, millise väärsammu oleks Watt ise teinud patendi saamisel, kui tal oleksid puudunud sõbrad nagu Boulton ja Small. Ta oli ise koostanud avaldise patendiametile esitamiseks, mida sõbrad näha palusid. Suur oli aga Boultoni ja Small'i kohkumine, kui nad avaldise olid läbi lugenud. Avaldises patendiametile kirjeldas Watt kõige viimsete peenusteni oma masina pisimadki osad, kõigi arvuliste andmete ja joonistega, nii et tarvitses võtta kirjeldus, ehitada selle järgi masin ja kasustada seda niipalju kui süda soovib. Nii-sugust patenti publitseerida oleks tähendanud oma leiutist ja selle vilja mängida ilma tasuta võõrastesse kätte.

Boulton ja Small kui praktilised inimesed soovitasid temale joonestused hoopis esitamata

jätta ja teha masinast pealiskaudne, detailidesse tungimata kirjeldus, mis ei võimaldaks auru-
masina printsiibi kurjastitarvitamist teiste poolt.
James Watt nõustus sõprade nõuandega, paran-
dused avaldise tekstis tehti ja patent saadi kätte.

Et Boulton ja Small suhtusid Watt'isse täie-
liku sõprusega ja omakasupüüdmiseta, siis ei
oleks Watt'il pruukinud edaspidi olla mingi-
sugust takistust abi saamiseks nende poolt, kui
ta ise mitte poleks olnud äärmiselt tagasihoidlik
ja õrnatundeline teiste vastu: ta tundis kõikide
ees kohustust, aga enese vastu ei arvanud ta
kellelgi kohustusi olevat.

VI.

Insenerina töötamas.

Watt'i aurumasin seisis nüüd täiesti puutu-
mata, olgugi et leiutaja mõtted selle juures viibi-
sid. Tuli ülespidamist teenida oma perekonnale
ja iseenele, masina edasiehitamine aga pidi
ootama paremaid aegu. Sisemine võitlus, mis
osaks sai sel puhul suurele leiutajale, kui ta oli
sunnitud asuma tööle, mis oli hoopis võõras ja
vastumeelt, on mitmeti väga õpetlik ja tähele-
panu äratav.

„Tänu Glasgow võimudele“, kirjutab Watt
Small'ile a. 1770, „on mul nüüd valida, kas jätkata
katseid oma masinaga täielikus teadmatuses, mis
sest kord saab, või asuda mulle aineliselt kasuli-
kumale, minu poolt juba projekteeritud kanali

ehitamisele. Hoolimata minu otsusest, et ma kõik oma jõu peaksin masinale pühendama, mõtlen ma siiski veel, et ma seda head juhust teenistuse mõttes ei tohiks käest ära lasta minna...“ Teises kohas kirjutab ta: „Kui ma oma õnnetut saatust ainult üksi kannaksin, siis poleks see mulle nii raske. Kuid ma ei tahaks mõteldagi sellele, et ka teiste saatus oleneb minu õnnest või õnnetusest.“ Nagu igale šotlasele nii oli ka temale vastumeelt teha laenu, et jätkata tööd aurumasina juures. Seepärast oligi ta sunnitud vastu võtma inseneri koha Clyde-kanali kaevamisel, millest juttu oli juba varem.

James Watt'il ei tulnud hoolitseda ainult enda eest. 1763. a. oli ta abiellunud oma sugulase Margaret Milleriga Glasgow'st. Sellest abielust võrsusid 2 tütart ja 2 poega: viimase poja sünnitamisel jättis ema elu, nagu näeme selle peatüki lõpus. Arvestades oma perekondlikku seisundit, pidi Watt nõustuma igasugu väliselt sobiva tööga, kuigi see ehk oli sisemiselt vastuvõtmatu.

„Midagi ei ole minule vastumeelsemat“, kirjutab ta hiljem ühes teises kirjas jällegi doktor Small'ile, „kui see alaline jäändamine ja kauplemine inimestega; nüüd on mu terve elu müüdnud sellele orjusele. Ma olen valmis tegema igasuguseid inseneritöid — skeeme, ajama kanali sihte, mõõdma väljakaevatud mulda, koostama töö-aruandeid, andma näpunäiteid, kõike võin ja mõistan ma teha. Aga jännata töölistega, neid tööle võtta või vabastada, — see ei ole minu töö, või ma vabastan enda sellest. Kõige hirmsam on, kui inimene ei saa teha seda tööd, mis talle meeldib, mil-

lele ta tahaks pühendada kogu oma jõu, mida ta teeb mitte üksnes teenistuse, vaid ka huvi ja armastuse pärast selle töö vastu. Ainuke võim, mis mind siin kinni peab ja rekomandeerib praegusele elukutsele, on ausus ja kohustus, ja needki süüdistavad mind ja teevad mulle etteheiteid, miks ma nii kaua siin jändan.“

Sel ajal töötas kanali kallal 150 töolist ja nende järelevaatamiseks oli Watt'il kõigest üks abiline, noor poisike; kõik töö tuli tal endal isiklikult ära teha.

„Hoolimata halbadest ilmadest“, kirjutas Watt detsembrikuus, „olen ma kogu aja kanalis ja pean leppima sellega, et mu elu on nüüd täis rahutusi, rääkimata füüsilisest väsimusest, külmast ja märgadest jalgadest ning paljust muust. Kõigest sellest hoolimata näib mulle, et mu tervis on nüüd parem, kui see oli suvel. Ehk küll peavalud ei ole vähenenud, tunnen ma siiski end kosuvat nii füüsiliselt kui ka vaimselt, otsustusvõime on nagu suurenenud ja ma olen muutunud energilisemaks.“

Lõpuks andes sõbrale aru oma tööst ja tegevusest, räägib ta, et on kaevanud 7 miili kanalit: „Ma olen väga apaatne ja mu töölised ei täida oma ülesandeid, töö-ülevaatajad petavad mind ja minul ei õnnestu seda näha ega sellest aru saada. Aga mis mind kõige rohkem rahutuks teeb, on see, et teised oskavad selle ajaga palju rohkem ära teha ja on enda pärast palju vähem mures kui mina. Ma olen nõus ennem seisma lahtise näoga vastu laetud kahurit, kui sõlmima töölepinguid ja pidama arveid. Lühidalt öeldes, niipea

kui mul on tegemist inimestega, ei ole ma enam oma kohal; inseneril oleks küllalt loodusest, et sellega võidelda ja näha, kuidas ta samm-sammult seda vallutab. Mis peale selle, see on liig.“

Peab seletuseks lisama, et töökorraldajaks ja juhatajaks Watt sugugi ei kõlvanud, olgugi et ta täitis oma kohustusi piinliku täpsusega. Ta ei olnud organisaator ega juht, vaid teadusemees ja leiutaja. Rahulolematuse oma vale olukorraga väljendus rahulolematuses iseennese ja teiste inimestega, äärmises nõudlikkuses, täpsuses ja teravuses kaasinimestega. Selle tõttu muutus ta siin väljakannatamatuks teistele. Ja ta tundis päris selgesti, et ta ei ole loodud valitsejaks, juhtijaks ega käskijaks, vaid omaette vaikselt töötegijaks ning loovaks jõuks.

Olukorrad aga sundisid teda siiski niisugust tööd tegema. Clyde-kanali kallal oli ta ametis 1770.—1772. a. lõpuni, tervelt kaks ja pool aastat, missugusest sissetulekust tal avanes võimalus oma isiklike kude võlgade tasumiseks, mis viimastel aastail tehtud. Ent peale seda oli ju vaja edasi elada ja oma perekonda toita; Roebucki asjad aga ei paranenud, vaid üha halvenesid, — siit ei olnud seepärast mingit teenistusvõimalust loota.

Tuli vastu võtta veel teisigi töid skeemide ja projektide valmistamise alal; Watt'i kätte usaldati ka Clyde'i jõe süvendustööd, Glasgow ja Greenocki doki projektid, Clyde'i jõe sild ja palju teisi töid, rääkimata veel paljudest väikesetest juhuslikkudest töödest ja nõuandmistest, mille pärast tuli tema juurde inimesi väga mitme-

sugustest elukutseist ja seisustest. Üks viimastest suuremaid töist, mida juhatas James Watt insenerina, oli Caledonia kanali kaevamine aastal 1773. Sel teel korjas ta niipalju raha, et mitte ainult ei maksnud oma võlad ära, vaid võis pisut ka tagavaraks koguda.

Üldiselt insener James Watt siiski võitis sama kuulsuse kui hiljem värske leiutaja James Watt.

Sesse inseneri-ajajärku kuuluvad mõned kõrvalise tähtsusega James Watt'i leiutused, mille juures võiksime lühidalt peatuda.

Kord sõber Small pooldi naljatoonil kirjutas Watt'ile, et oleks päris tore, kui see oma aurumasinat saaks kasustada lotjade vedamiseks mööda kanalit. Vastuses Small'ile Watt küsibki: „Kas Te ei ole ise kunagi mõelnud spiraal-sest aerust või kahest vesirattast, mis võiksid paati liikuma panna?“ Ja edasi selgitab ta oma kirjas pikalt ja laialt praegusel ajal üldtuntud laevakruvist ja lisab kirjale veel juurde joonistuse ühes mõõtude ja kruvikäikude arvu tähistamisega.

See laevakruvi idee jäi muidugi välja töötamata, nagu paljudki teised hiilgavad ideed Watt'i peas, seda enam et aurumasin ei olnud siis veel valmis ja see hoidis teda kinni.

Samal 1770. aastal leiutas ta veel mikromeetrilise kruvi, mis võimaldas mõõta pikkusi täpsusega kuni ühe tuhandendiku tollini. Mikromeetrilise kruvi printsiip oli juba varem tuntud, kuid Watt sattus sellele ideele täiesti ole-

nemata varemleiuatud printsiiibi mõjustusest ja tarvitas oma leiutist skeemide valmistamisel.

1773. a. algul leiutas ta kvadrandi, maamõõtmisel tarvismineva nurkade mõõtmise riista, mis maamõõdutöö juures oli omal ajal suureks eduks ja paremuseks.

Ükskõik, missuguse asja juurde Watt asus, igal pool leidis ta võimaliku olevat täiendada seda teaduslikkude leiutustega, tehes riistu praktilisemaks, täpsamaks ja käsitlemisel lihtsamaks. Kuid see tööperiood Watt'i elus lõppes sama kurvalt kui algaski. Kui ta a. 1773 oli ametis Põhja-Šoti maal Caledonia kanali projekteerimisega, sai ta kutse viibimata koju tulla: ta naine oli raskesti haigestunud. Ja kui ta siis mitu päeva ja ööd järgemööda läbi vihma, külma ja pori hullumeeluseni tormates koju jõudis, oli ta armastatud abikaasa juba surnud, seejärel kui oli sünnitanud Watt'ile neljanda lapse.

Vaikse, armastatud elukaaslase kaotus põrutas hingepõhjani James Watt'i. Peaaegu terve aasta oli ta nagu halvatud oma tegevuses ja ei saanud tööle asuda.

VII.

Aurumasina võidukäik.

Abikaasa surm oli James Watt'ile viimaseks mürgitilgaks tema kannatuste karikas sel eluperioodil. Tema kurtmised viimaste aastate jooksul alalistest peavaludest, „laiskusest“ ja „tege-

vusetusest“ olid nähtavasti füüsilise kui ka vaimse väsimuse tagajärg. Olukord arenes niikaugele, et Watt kõneles mälukaotamisest ja mõistuse nürinemisest. Viimaks kostis hüüe: „On väljakannatamatu mul kauem Šotimaal elada. Pean asuma Inglismaale või leidma välismaal endale mingi sissetulekut võimaldava teenistuse.“ Nii kirjutas ta sõber Small'ile umbes aasta pärast kurba juhtumust, oma abikaasa surma.

Roebucki äriasjad läksid nüüd päris halvasti ja ta kuulutati maksujõuetuks. Watt'il ei olnud enam mingisugust takistust Roebucki juurest lahkumiseks. Watt'i aurumasin müüdi ühes Roebucki muu varandusega oksjonil maha ja nüüd sattus kreditoride kätte masin, millele oli kuulutatud nii palju vaeva ja raha ja mis Watt'i enda sõnade järgi ei olnud veel seni andnud sissetulekut mitte poole krossi võrdki.

Watt'i masin läks Birminghami sõprade Boultoni ja Small'i valitsemise alla. 1773. a. suvel toodi ta Kinneilist ära Soho tehasesse peale kolmeaastast seismist ja ootamist. Nii saigi võimalikuks see, mida soovis nii väga Watt: koostöö Boultoniga. Leiutajal endal oli võimalik ta kallale asuda alles 1774. aastal, ja sama aasta sügisel jõudis ta katsetamisega niikaugele, et võis isale koju kirjutada: „Minu uus tulemasin käib väga hästi, ületab oma headuses kõik eelmised, ja ma loodan, et see leiutis on mulle tulevikus väga kasulik.“

Hiilgav resultaat oli seda rõõmustavam, et see saavutati sama masinaga, mis valmistatud Car-

roni tehases, välja arvatud uus aurukatel, mille muretses Boulton. Nüüd võis mõelda ka uue ja parema silindri muretsemisest selle asemele, mille Watt ise oli puupakul haamriga õigeks tagunud.

Samal ajal oli kellegi Wilkinsoni mehaanika-töökojas üles seatud uus puurmasin, mis võimaldas valmistada suurema täpsusega õõnessilindreid. Selle tehase poole pöördus Boulton uue silindri tellimisega. Uus silinder saadigi varsti kätte ja Watt võis asuda oma masina lõpliku katsetamise juurde. Nüüd ja edaspidi pidi ta leiutama uusi võtteid ja osi, et tõsta masina töö-võimet ja praktilisust. Loov töö aurumasina kal-lal jätkus alatasa.

Sellest hoolimata et James Watt'i auruma-sina idee oli kõigiti selge ja kasulik, ei saanud ta siiski soodsalt levida tolle aja tehnika üldiselt madala taseme tõttu. Kui James Watt näitas oma esimest uut, peaaegu valmis saavat aurumasi-nat kellelegi kuulsale tolle aja insenerile, siis nõustus see küll masina teoreetilise printsiibiga, kuid arvas, et tegelikku väärtust ja tulevikku tal siiski ei ole. Masin olevat liiga keerukas riista-puu, millist seni tervel Inglismaal ei olevat ega saavat ka tulevikus nii pea olema.

Ka Boulton lõi nüüd kahtlema, kas maksab tõesti hakata valmistama aurumasinaid müügi jaoks, pealegi veel, kui ei ole pikendatud patendi tähtaega.

Lugu seisis nimelt selles, et 14-aastasest täht-ajast oli 1775. a. kevadel möödunud juba 6 aastat ja järel oli veel kõigest 8. Masin oli aga alles katsetamisajajärgus ning vajab veel palju tööd ja

proovimist, enne kui võis ennast tasuma hakata. Kaheksa aastat näis selleks olevat liiga lühike aeg.

Oli vaja parlamendi kaudu muretseda aurumasina kasutamise eesõigus vähemalt 24 aastaks, mis oli aga väga keerukas ja raske töö just selle tõttu, et parlamendis, eriti aga kaevandusomanikude ja mäemeeste esindajate seas levis tugev opositsioon niisuguse monopoli vastu. Kuid parata polnud midagi, oli tarvis kasustada kõiki võimalusi ja võtta opositsiooni torm julgelt vastu.

Kuuldused uue jõumasina ehitusest olid jõudnud juba kõikjal levida ja kaevanduste omanikud ootasid kannatamatusega hetke, millal lõpeb Watt'i patendi kestvus, et siis ka katsetada uue masina ehitamisega ja selle tarvitusele võtmisega kaevandustes. Oli ju kõigis kaevandustes nõudmine suur uue parema jõumasina järele pumpade käimapanemiseks. Algasid jutud monopoli kahjust ja masina hävitavast mõjust rahvuslikus tööstuses, mäetööstuse hävingust uue masina kalliduse pärast jne., jne. Seepärast enne patendi pikendamist ei riskeerinud Boulton asuda uute masinate ehitamisele. Kuid kõigest hoolimata maikuus 1775. a. anti siiski Watt'ile aurumasina patent välja ja nüüd võis asuda masinate valmistamisele suuremal arvul.

Sel puhul kirjutab Watt oma isale Londonist: „See asi nõudis minult palju vaeva ja suuri väljaminekuid ning ilma sõprade kaasabit ja mõjuta ei oleks mul kunagi korda läinud sellist edu saavutada. Jään veel mõneks päevaks Londoni, siis aga pöördun Birminghami tagasi, et

alustada seal masinate peale antud mõningate tellimiste täitmist.“

Viimane lause näitab, et uus masin oli saanud juba avalikkuses tuttavaks, milleks muidugi reklaamivalt kaasa aitasid vaidlused parlamendis. Watt oli oma aurumasinaga võiduteel.

Huvi sellise suurejõulise masina vastu oli niivõrd põnev, et töö paljudes tehastes ja mäe-kaevandustes koguni katkestati kuni küsimuse lahendamiseni, kas Watt'i masin suudab rahuldada nõudmisi või mitte. Vana tulemasin ei suutnud enam täita ülesannet uues raskemas olukorras. Vabriku- ja mäetööstuse rajoonid olid täis pinevat huvi.

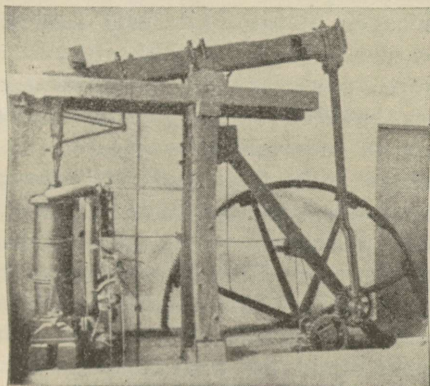
Juba ammu enne privileegiküsimuse otsustamist parlamendis said Watt ja Boulton järelepärimisi, millal tuleb uus aurumasin. Nüüd aga hakkasid tulema juba tellimised. James Watt oli jõudnud eesmärgile. Unistaja poisike Greenocki aiast oli viinud täide oma suured mõtted.

Patendi pikendamiseks pidi James Watt Londoni sõitma. Seal viibides tabas teda sõnum uue sõbra, dr. Small'i surmast. Boultonile kirjutab Watt sel puhul: „Kasutu nutu ja leina asemel peame edasi sammuma kadunu jälgedes. Peame edasi töötama niipalju kui suudame.“

Dr. Small'iga sidus teda lähem sõprus ja vastastikune lugupidamine. Selle õpetlase ja kaunihingelise inimese mõju Watt'isse oli olnud suur. Üldse, kui Boultonit võis pidada Watt'i praktiliseks nõuandjaks, abimeheks ning majandusajade organiseerijaks, siis doktor Small oli talle olnud vennalikult hoolitsejaks ja kaitsjaks.

Oleks ekslik arvata, et nüüdsest peale kõik majanduslikud raskused olid lahendatud ja - et Watt'i taskud kiiresti täitusid. Kuivõrd kindel oli siiski Boulton uue masina levimises, näitab juba see, et ta Roebuckile tema osa, 1000 naela, kohe pärast patendi pikendamist juba ette välja maksis.

Töö Soho tehastes muidugi kees palavikliku hooga. Paari-kolme kuu pärast oli esimene uus



Joonis 6. Watt'i aurumasin (originaal).

aurumasin valmis ja kuue kuu pärast andis Boulton Wilkinsoni tehasele 12 silindri tellimise, sest et oma tehas ei jõudnud kõiki tellimisi rahuldada. Tööd oli palju, sest tellimiste arv järjest kasvas. Peeti koguni läbirääkimisi Prantsuse valitsusega, kes pidi Soho tehastele andma suurema aurumasinate tellimise. Kuid sellest ei tulnud midagi välja. Prantsuse töösturid sõitsid

Sohosse, varustasid endid joonistega ja hakkasid ise Prantsusmaal valmistama aurumasinaid, kuigi see töö ebaõnnestus. Nii kõneleb Watt'i biograaf G. C. Muirhead (G. C. Muirhead: The Life of Watt, 1858).

Olgugi et aurumasinal oli suur minek, ei tõusnud Soho tehaste sissetulek sugugi hiilgavaks. Esiteks ei suutnud masinate hinnad veel katta neid suuri kulutusi, mis Watt teinud aastate jooksul aurumasina leiutamise ja katsetamisega. Boultonil lasusid suured võlad, mis ähvardasid tehaseid pankrotti viia. Mitu korda rippus ta saatus nagu juuksekarva otsas ja ta pääses pankrotist üksnes oma suurepärase taktitunde ja enesevalitsemisega.

Üheks suureks takistuseks oli aurumasinatööstuse arendamisel õppinud tööliste puudus. Neist, kes juba varem töötasid Soho tehastes, ei jätkunud, et täita kõiki aurumasinate tellimisi. Et töölised polnud küllalt vilunud, siis nii mõnegi aurumasina juures tulid ilmsiks puudused, mida poleks olnud, kui neid oleksid valmistanud õppinud töölised. Näiteks üks eriti suur masin ehitati mingile Londoni ärile. Soho tehaste parim mehaanik saadeti kaasa, kes pidi masina üles seadma ja esialgu Londoni jääma juhuks, kui masinaga ehk mõni rike juhtub. Watt'ilt sai mehaanik täpsad suulised ja kirjalikud instruksioonid. Ometi ei hakanud masin töötama, mispärast pidi Watt ise Londoni sõitma, et kõrvaldada seismajäämise põhjused. Peale kordaseadmist sõitis Watt tagasi, mehaanik aga jäi Londoni juhuks, kui masinaga veel peaks midagi juh-

tuma. Ja juhtus varsti tõepoolest, kuid väga omapärastel põhjustel. Keegi insener palus mehaanikut, et see talle masina ehitust lähemalt näitaks, mida mehaanik ka võimaldas. Insener uuris masina põhjalikult läbi, oli sellega väga rahul, kuid pidas seda liiga keerukaks praktilisel tarvitamisel. Tänutäheks lahke seletuse eest kutsus insener mehaaniku kõrtsi, kus mõlemad tublisti napsitasid. Tagasi tulles kõrtsist pani mehaanik masina nii metsikult tööle, et selle tundlikumad osad purunesid. Alles pärast suurt paandust võidi masinat uuesti käima panna. Üldse oli Watt'il vähe niisuguseid abilisi, kes võimelised olid iseseisvalt masinat kokku panema. Ehk kui mõni leiduski. siis juhtus sageli, et see mujale ametisse siirdus, meelitatud suurtest palkadest võistlevate firmade poolt. Eriti sageli tuli niisuguseid pakkumisi Venemaalt. Tööjaotuses viidi Soho tehastes läbi kindel spetsialiseerumine: igale töölisele anti üks kindel ülesanne. Enne kui see süsteem sai õieti töötama hakata, kulus aga aastaid.

Üks teine asjaolu oleks võinud aurumasina ajaloole anda hoopis isesuguse suuna. See oli ettepanek Watt'ile asuda mõneks aastaks Venemaale.

Asi seisis nimelt selles, et Watt'i hea sõber prof. Robison võttis vastu venelaste kutse ning sõitis Venemaale 1770. a. mereakadeemia direktoriks. 1773. aastal kutsus ta ka Watt'i Peterburi ja tegi talle ettepaneku võtta oma kohuseks aurumasinate ehitamine laevadokkide jaoks, mille eest

Vene valitsus oli lubanud suure tasu. Kuid Watt ei võtnud kutset vastu.

Aastal 1781 aga pööris Vene valitsus ametlikult oma Inglise saadiku kaudu uuesti Watt'i poole ettepanekuga astuda Vene riigi teenistusse professorina palgaga 1000 naela aastas. Nüüd oli Watt'i seisukord niivõrd muutunud, et ta järele mõtlema hakkas, kas mitte ettepanekut vastu võtta. Ainult sõprade pealekäämisel loobus ta „karude ja metsikute kasakate juurde sõitmast, kellede kohta seadused ei ole maksvad“.

Sõber Darwin (luuletaja; kuulsa Charles Darwini vanaisa) kirjutas sel puhul Watt'ile: „Jumaluke, kuidas ma olin ehmunud, kui kuulsin, et Vene karu sirutab sinu järele oma hirmsat käppa ja tahab sind Venemaale viia. Palun, ära sõida sinna, kui on veel mõningaid muid võimalusi! Venemaa — see on draakonite koobas: me näeme paljude olevuste jälgi sinna minevat, kuid tagasi tulevat näeme neist väga vähe. Loodan, et sinu tulemasin hoiab sind kodumaal kinni.“

Selline oli inglaste kujutus tolelaegsest Venest.

Teiseks Venemaa-sõidust loobumise põhjuseks oli inglise inseneri, kapten Perry saatus, kes, nagu räägivad inglased, oli kutsutud Venesse Peeter Suure poolt, töötas seal hulk aastaid ja oli viimaks sunnitud tähtsusetu eksimuse pärast varju otsima Inglise saatkonnas ning põgenema tagasi Inglismaale, jäädes täiesti ilma palgata. Muidugi hoiatati nüüd Watt'i, et temaga võib juhtuda Venemaal samasugune lugu.

Watt loobuski Venemaale sõidust.

Juba enne lõplikku Birminghami asumist sõlmis Watt Boultoniga, Soho tehaste omanikuga, lepingu, millest olgu toodud siinkohal mõned tähtsamad punktid:

1. Kõigi Watt'i leiutiste omandusõigustest kuulub üks kolmandik Watt'ile ja ülejäänud kaks kolmandikku Boultonile.

2. Kõik patendiga ja muude ettevalmistustega seotud kulud kannab Boulton.

3. Ärilise tegevuse ja juhtimise eest vastutab ainult Boulton ning Watt'il pole õigust end sellesse segada.

4. Üks kolmandik äri puhaskasust, mis üle jääb tööliste palkadest ja kuludest toormaterjali ostmiseks, langeb James Watt'ile, ülejäänud kaks kolmandikku Boulton'ile.

5. Watt'i kohustuseks on katsetamine uute konstruktsioonidega, tehniline üldjuhatuse ja järelevalve.

See leping kehtib 25 aastat, alates 1. jaanuarist 1775.

1775. aastal James Watt abiellus teist korda. Tema teine naine, Glasgow kaupmehe MacGregori tütar Anne MacGregor († 1832), ei omanud aga neid õrnu naiselikke iseloomu-omadusi, mis olid aluseks perekonna-õnnele esimeses abielus. Selle naise paindumatu iseloom jätab vahekorra jahedaks ja Watt ei leia oma teises abielus enam seda soojust, mis oli omane esimesele. Olgugi et majas teotseb eeskujulikult hoolas šoti perenaine, kelle kodus valitseb selline piinlik puhtus, et isegi toakoer ei julge üle läve astuda jalgu puhastamata, ometi ei suuda ta luua kokkukõla.

Valjusid perenaise reegleid ei laiendatud üksnes koera kohta, vaid ka laste ja teenijate kohta, ja mis veel hullem, peremees ise pidi alluma neile korraldustele, pidi loobuma peremehe õigustest oma naise tahte kohaselt. Oli juhtumisi, kus Watt, õhtuti vesteldes mõne sõbraga, ei pannud tähelegi, et magamaminemise tund oli juba saabunud ja võõrastel aeg majast lahkuda. Sage-dasti ilmus siis pahane naine või selle poolt käsutatud teenija ja kustutas tule sõnalausumata, jättes peremehe ühes külalisega pimedasse tupp-istuma.

Teisest abikaasast oli Watt'il veel kaks last: poeg ja tütar.

Augustis 1776 kolis James Watt lõplikult Birminghami, kuid suhteid oma sünnilinnaga ja Glasgow' sõpradega ei katkestanud ta kunagi. Oma südames jäi ta ikka šotlaseks, mida tuletas meelde ta juures ka šotlasele iseloomulik kõneviis.

Soho tehastes tunti peagi uut energilist juhti. Esimesed suuremad Watt'i aurumasinate tellimised tulid Cornwall'i mäekaevanduste juhatuselt. Selle tellimise täitmisest olene suures määral aurumasinate levimine lähemas tulevikus ja seepärast võttis Watt enda peale nende masinate ülesseadmise ja ka järelevalve. Et kaevanduste juhatus oli sunnitud tellima Watt'i masinaid, seda dikteeris kaevanduste tolleaegne olukord.

Võitlus veega muutus kaevandustes päev-päevalt raskemaks. Vanad tulemasinad ei suutnud kaevandustest vett välja pumbata, see tõusis

ikka kõrgemale ja tööd oli võimata jätkata, olgugi et vee kõrvaldamiseks kulutati suuri summasid. Kaevanduste omanikel ei jäänud muud teha, kui kas käega lüüa kogu ettevõttele või abi otsida Watt'i uuest masinast, mis kõikjal juba oli kõneaineks saanud. Osa mäetööstureid võttis kohe tarvitusele Watt'i masinad, kuid paljud ei lootnud sellest mäetööstuse edendamiseks midagi head ja jätsid töö kaevandustes hoopis seisma.

Kui Soho tehased välja saatsid paar-kolm esimest hästiõnnestunud Watt'i aurumasinat, tuli asjasse pööre. Mäetöösturid taipasid masina suurt väärtust, äge võitlus selle vastu lõpetati ning Cornwalli mäetööstuse varustamine aurumasinatega läks Soho tehaste kätte.

Watt elas nüüd Soho tehaste läheduses, oma väikeses majakeses. Siia oli ta toonud šotimaalt ka oma perekonna ja mõtles nüüd vaikselt ja rahulikult mööda saata oma eesolevad elupäevad. Ta ei mõelnud enam kunagi võtta tüli ja askeldusi toovaid töid, vaid elada vaikselt filosoofi ja leiutajana oma kodus.

Kuid asi kujunes siiski teisiti. Soho tehas, nagu tähendatud, oli võtnud endale Cornwalli mäetööstuse varustamise aurumasinatega. Hinnates olukorda, tundis Watt, et tema on siiski ettevõttes vastutav inimene ja et ilma temata toime ei tulda. Boultonil tuli olla alati tehases, kaevanduses aga vajati hädasti inimest, kes oleks osanud uute masinatega põhjalikult ümber käia, vastasel korral oleks olukord kujunennud raskeks ja kahjulikuks uuele aurumasinale, samuti Soho tehastele. Tahes või tahtmata pidi Watt loobuma

oma kodusest rahulikust elust ja võtma enda kaela vastutusrikka ja raske töömure ning askeldused Cornwalli kaevandustes.

Watt'i tervis sai siin väga kannatada. Kohustused olid suured ja väga mitmesugused. Tervis oli ühe kaevanduse juurest rutata teise juurde, laskuda alla kaevanduse sügavikku ja kiirustada jälle tagasi arveraamatute juurde või joosta direktorite ja osaihinngu koosolekuile jne. Tööd oli palju. Ja see jätkus raugemata päevast päeva. Siin käis tema juhtimise all uue aurumasina ülesseadmine, teisal ehitati vana ümber, kolmandasse kohta kutsuti teda kiiresti järele vaatama, sest aurumasin töötavat liiga ruttu ja lärmiga või jälle liiga aeglaselt. Igal pool oli vaja olla ja abi anda.

„Ma tunnen, et mu keha on tükkideks kistud“, kirjutab Watt siit oma sõpradele, „ja mind ennast nagu ei ole enam olemaski.“

Vilunud töölistest-mehaanikuist oli ka nüüd suur puudus, samuti ustavaist kontoriametnikest. Kõigiga oli vaja võidelda, kõikjal oli vaja valmis olla vastulöögiks, et tööd ja ettevõtet mitte rikkuda lasta. Niisugune elu oli Watt'ile täiesti üle jõu käiv ja väljakannatamatu. Ja raskeil meeolelupuhkudel ta kirjutas Boultonile: „Sõitke ise siia ja kõrvaldage kõik raskused! Hingeline rahu ja pääsemine Cornwall'ist, see on mu alaline palve.“ Ka elu Soho tehastes polnud kerge. Eriti raske oli Watt'il neil juhtudel, kui tal tuli sõlmida mõnd uut kaubalepingut või nõutada vanade lepingute täitmist, kui neid täita ei tahetud. Watt läks niisugustel puhkudel ägedaks, tige-

daks, koguni jämedaks, kuid tagajärgi ta sel teel ei saavutanud. Siis ilmus aga alati lõbus, mesi-
magusa näoga ja viisakas Boulton, kes üks-kaks-
kolm asjad korda ajas.

Ebameeldivamat maakohta, milleks osutus
Cornwall'i kaevandus, oli raske kujutleda. Ümber-
ringi penikoormate ulatuses kogu maa läbi tuh-
nituid tina ja vase otsinguil; ilma mingisuguse
korrata siia-sinna püstitatud onn-ehitised, sega-
mini suurte prügi-hunnikutega — kõik see andis
maastikule ebameeldiva ilme, nagu oleks siit maa-
värisemine üle käinud ja hävitanud inimeste ela-
nud, kes nüüd on endale peavarju otsinud onni-
des. Kusagil ei ole näha ainustki rohuliblet.
Kõikjal valitseb vaid elutu, põlenud liiv ja prügi
nagu kõrves. Selle maastiku kohta on lausutud:
„Tundus, nagu oleks vanasarvik oma tuliste kap-
jadega siit läbi joosnud ja kriimustanud maa-
pinda jäledal kombel.“ Siis veel ebasõbralik rah-
vas, kes Watt'i enda väljenduse järgi nii toores
oli, et „söövad ära masinamäärimisrasva“; sellest
me saame ligikaudsegi pildi ümbrusest ja tingi-
mustest, milles Watt pidi töötama.

On arusaadav, et niisuguses olukorras ei või-
nud leiduri meeleolu ja hingeline tasakaal olla
kaugeltki mitte hiilgav, ja ta igatses siit ära. Ta
oli aga juba masina ori, kuigi alles hiljuti oli
tundnud sama masina puhul loomisrõõmu.

Aurumasina tõelikku väärtustki tunti Corn-
wall'is veel vähe. Watt kirjutab ise sellest oma
sõpradele: „Rumalaile meistritele paistab masina
suur müra jõu ideaalina, ja masina

õige väärtus on neile sama tundmatu kui liht-
tööliselegi.“

Raskusi oli ka tööliste eelarvamustega. Algu-
ses olid nad kindlas arvamises, et sellise masi-
naga on võimata sügavusest vett pumbata. Kuid
vesi alanes ja varsti oli kaevandus kuiv ning töö
võis edasi kesta. Masin oli siiski suutnud oma
töö teha ja koguni väga hästi.

Tuli kuuldavale teissuguseidki häáli, otse
vaenulisi masina ja tema leiutaja enese vastu:
hakati levitama kuuldusi, et masin võtab varsti
tööliste käest töö üle ja paiskab nad ilma tööta
mööda maailma laiali.

Watt kannatas ja töötas edasi. Kõik kaebu-
sed ja tühjad jutud ei suutnud siiski peletada
meest oma kohalt ega sundida loobuma töötamast
oma masina heaks. Watt'i masin oma ilmumi-
sega just päästiski tuhanded mäetöölised tööta-
olekust, kaitses mäetööstuse sulgemist veeupu-
tuse läbi, olles niiviisi tõeliseks õnnistuseks.
Aurumasina tööleasumisega avanes uus vabriku-
tööstuse hiigla-õitseag, uus ajajärk tööstuses,
kus masin võitis käsitöö, elav inimjõud vallutati
masina poolt, inimene jäi juhtijaks, valitse-
jaks tehastes ja vabrikuis. Oli ilmunud uus jõud,
aur, inimene aga kartis, et tema jõudu enam ei
tarvitata. Ja see kartus ja aimus sundisidki neid
vaenlikult suhtuma masinasse.

Kuid sellest oli veel vähe. Niipea kui sel-
gus, et Watt'i aurumasin siiski kõigist takistus-
test hoolimata võidu on saavutanud, algas uus
hädaoht, hoopis teisest küljest: ilmus mehaani-
kuid ja leidureid kümnete viisi silmapiirile, kes

alustasid palavikliku kiirusega „omade masinate“ ehitamist ja pakkusid neid mäetööstureile sénistest Watt'i masinaist poole odavama hinnaga.

Need olid omakasupüüdjad inimesed, kes kasustasid oma nime all Watt'i leiutist, olgugi oskamatult ja puudulikult. Iga mehaanik, kes Soho tehastes oli veidi töötanud ja teadis ühteist aurumasinast, algas ilma pikema jututa ise masinate ehitamist. Leidus ka rahamehi, kes suurema masinaehitus-ettevõtte asutamisega lootisid oma kapitalile suurt lõikust. Mõned püüdsid isegi isiklikult tungida Soho tehaste saladustesse ja kõrtsis õllekannu abil töölistelt välja meelitada andmeid masinate kohta.

Alguses Watt ja Boulton ei pöörnud mingit tähelepanu sellisele talitusviisile ja uskusid, et niisugused ettevõtted surevad oma loomulikku surma. Kuid varsti näis siiski asi muutuvat kardetavaks.

Nende naabrusse ilmus teadmata kelle poolt valmistatud masin, mis töötas väga halvasti. Ebaõigete mõõtmete tõttu ei olnud masinal ühtlast käiku, ta oli võimelt nõrk ja tarvitas palju kütet. Leidus ka selliseid, mille mehhanism vähese tarvitamise järele hoopis rikki läks. Loomulikult niisugune naaber rikkus üldist aurumagina reputatsiooni terves mäetööstuse ringkonnas ja andis pealegi nende klientidele, kaevanduste omanikele, võimaluse lahti ütelda premia maksmisest eesõiguse eest, Watt'ile ja Boultonile.

Oli vaja luua õiguslik kord, otsida seaduselt abi. Kõik see aga ei meeldinud vaikselle, tagasihoidlikule Watt'ile ning nõudis pealegi suurt

rahalist kulu. Oma õiguste jaluleseadmiseks alustatud protsess kestis neli aastat ja nõudis paljalt advokaatide tasuks auväärseid summasid, rääkimata veel muudest kuludest. Ja neid protsesse ei tekkinud mitte üks, vaid mitu. Kuid kohtuskäimisist tuli Watt välja võitjana, kuigi see läks talle palju maksma.

Järgnesid alalised rahalised raskused. 1780. aastal Watt kirjutab oma sõpradele, et „Cornwall neelab kõik kasud ära, kõik tuleb siia matta, koguni oma isiklik raha“. Ja 1783. aastal kurdab ta: „Me oleme kõik masinad Cornwall'is, peale üheainsa, juba uute vastu vahetanud, samuti ka mujal Inglismaa osades, kuid rikkusi ei voola meile siiski kokku, nagu see ehk kõrvaltvaatajale näib. Väljaminekud on kohutavalt suured ja on seniajani ära neelanud peaaegu kõik meie kasud, kuid me loodame siiski püsiva hoole ja masinate arvu suurenemisega varsti oma asjad korda ajada.“

Tingimused, millega Watt ja Boulton oma aurumasinad kaevandustesse üles seadsid, seisid selles, et kaevanduste omanikud pidid maksma 3 korda aastas või poole aasta tagant eesõigusepreemiat ühe kolmandiku sätetoodangu väärtusest, mis uued masinad aitasid rohkem toota kui vanad. See arvestamisviis oli kindlaks tehtud katsete varal: oli arvutatud iga päeva ja tööhulga kohta kindel summa. Sellepärast tuli igal töösturil õigeks arvepidamiseks läbi viia täppis aurumasina kolvikäikude arvestamine. Ja sellest arvestamisest tekkisidki rahulolematused, segadused ning pahandused, sest peremehed ei tahtnud

kuidagi leppida preemiamaksmisega ja püüdsid igasuguste pettuste ja kavalusega sellest mööda hiilida. Mitu korda tuli Watt'il preemiate sissenõudmise pärast kohtu poole pöörduda.

Varsti leiutas Watt aga automaatse arvestaja, mis eksimatult näitas kolvikäikude arvu, ja varustas sellega kõik masinad. Ka nüüd veel kaotasid Watt ja Boulton kaevandusomanikude pärast hulga sissetulekuid, kuid ometi oli saavutatud teatav stabiilsus asjaajamises.

Järjest laienev äritegevus nõudis iseenesest mõista suurt kapitali. Samuti neelasid võrdlemisi suuri summasid Watt'i uued katsed aurumasina täiendamise alal. Teisest küljest aga saadi algul müüdud masinaist vähe raha, sest kaevanduste omanikud nõudsid garantii-aega, enne kui tasusid täielikult ostusumma. Need olidki Boultoni ja Watt'i ühise ettevõtte majanduslikkude raskuste põhjuseks, millest juba varem oli juttu. Watt'i kulutused enda ja oma perekonna jaoks olid äärmiselt väikesed: esialgu kulutas ta paar naela nädalas. Selles suhtes andis Watt eeskuju ka Boulton'ile. Sel ajal kui Boulton ringi sõitis, et leida toetust oma ettevõttele, nõudis üks ta endisist kaaslasist, keegi Forthergill, äri likvideerimist. Boultoni pingutuste tulemuseks oli, et tal õnnestus laenu teha paarikümne tuhande naela suuruses, mis ettevõtte likvideerimisest päästis. Üheksa-aastase pingutava töö järel võisid nad öelda, et olukord oli tunduvalt paranenud ja tehaste seisukord kindlal alusel. Nüüd ei andnud ettevõtte neile mitte üksnes tagasi varem tehtud kulutused, vaid andis

neile ka korralikku ülejääki. Mitte vähe ei aidanud seks kaasa, et aja jooksul tekkis tehastes õppinud tööliste kaader, kelle käes töö jõudsamini edenes. Üldse hoolitseti tööliste olukorra eest Soho tehastes hästi; ses suhtes sammus see ettevõtte esirinnas. Muu seas asutati tööliste abiandmise selts, selletaolistest asutistest vististi esimene Inglismaal. Aurumasin sellisel kujul, nagu seda kirjeldati 1769. aastal võetud patendis, oli küll võrratult parem kõigist eelmisist, ometi oli selgi suuri puudusi. Järgnevail aastail võttis Watt kõik oma jõu ja oskuse kokku, et täiendada ja parandada aurumasinat. Eriti intensiivselt töötas ta selle kallal aastail 1775—85. Selle kümne aasta jooksul mehe suur andekus, ühte sattudes mehe kõige tublima ja jõulisema elueaga, tõusis oma saavutuste haripunktile ja väljendus sellises energilises eneseavalduses ning viljakuses, millist enne vaevalt on nähtud. Hoolimata sellest et see periood oli ühtlasi Watt'i kõige raskema töökoormatuse aeg Cornwalli kaevandustes, sündisid leiutised üks tähtsam kui teine. Esialgu tarvitati Watt'i aurumasinat mäekaevandustes pumpade käima panemiseks. Peagi aga selgus Watt'ile, et tema masin omandaks palju suurema tähtsuse, kui seda nii ümber ehitada, et ta paneks pöörlema ka rattaid.

Juba varem, aurumasinana printsiibi leiutamisel, pidas Watt silmas, et see pidi saama mitte üksnes sirgjoonelise, vaid ka pöördliikumise jõuallikaks. Esimene mõtte ehitada aurujõul liikuvat ratast vilksatas tema peas 1766. aastal, kui ta Kinneilis oma katsetega algust tegi. Sel puhul

katsed ei andnud tagajärgi, ja võib olla, et see oli paremgi, et ta oma energia sai nüüd killustamata koondada aurumasina väljatöötamisele. Alles 1769. aastal, kui masin oli juba lõplikult valmis ja see kaevandustes veepumpamiseks üldiselt tarvitamist leidnud, kerkis nõudmine ka sellise jõuallika järele, mis oleks võinud pidevalt käima panna näiteks veskeid ja teisi masinaid.

Watt veendus, et kolvi sirgjoonelise edasi-tagasi liikumise on hulga lihtsam pöördliikumiseks muuta, kui selleks ehitada aurumasina külge erilise mehhanismiga rataste ringiajamiseks. Peale mõningaid katseid töötas Watt välja tervelt 5 meetodit, kuidas muuta kolvi edasi-tagasi liikumine pöördliikumiseks. Watt'i parallelogrammi nimetuse all tuntud seadis ongi üks neist. Hiljem varustas Watt pöörlevad võllid veel hoorataga, mis aurumasina käigu lühiajalisi võnkumisi tasandas.

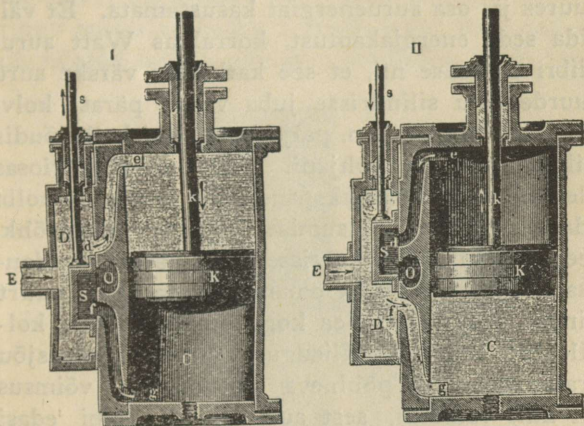
Auru tegevust silindris uurides jõudis Watt otsusele, et kasulik on lasta mõjuda aurul kolvisse kahelt poolt vaheldumisi. Seega oligi leiutatud kahelitoimiva aurumasina printsiip. Kahelitoimiva aurumasina silindrisse juhiti aur vaheldumisi kahelt poolt.

See oli sama printsiip, eraldatud kondensaatoriga, milline mõte talle tuli esimestel aurumasina leiutamise päevadel. Selle printsiibi tõttu sai tema masin palju praktilisemaks. Aur ei rõhunud siin enam mitte ainult ühelt poolt, vaid vaheldumisi mõlemalt poolt kolvile. Liicati tegi niisugune masin ühe ja sama arvu kolvikäikude juures kaks korda rohkem tööd. Kahelitoimiva

aurumasina silindrisse auru juhtimine toimub auru jaotaja-siibri ehk aurujaotaja kaudu. Praegusel ajal on olemas suur hulk mitmesuguseid aurusiibreid, kuid kõik nad pole muud kui Watt'i leiutis vähemuudetud kujul. Vaatleme selle ehitust pisut lähemalt. Aurusilindri külge on kinnitatud siibri- ehk aurukarp DE (7. joonis). Aurukarbis liigub kausikujuline aurusiiber, mille lihvitud ääred libisevad mööda aurukarbi seina. Aurukarp on kanalite de ja fg kaudu ühendatud silindriga, kusjuures üks kanalitest on ühendatud silindri ülemise, teine alumise poolega. Oma edasi-tagasi liikumisel katab aurusiiber vaheldumisi kord üht, kord teist kanali avaust, seetõttu on aurukarp ühendatud kord ülemise, kord alumise silindri otsaga. Kanali kahe avause vahel on veel kolmas avaus O, mida katab aurusiiber alati ja mis on ühenduses kondensaatoriga (kõrgrõhu-aurumasinas välise õhuga); selle kaudu pääseb tarvitatud aur silindrist välja. Joonisel 7, I kujutatud aurusiibri asendis voolab aur katlast aurukarbi kaudu silindri ülemisse ossa ja surub kolvi alla, kolvi all olev aur aga pääseb avause O kaudu kondensaatorisse. Aurusiibri liikumine on nii korraldatud, et enne veel, kui kolb silindri põhja jõuab, suleb ta mõlemate kanalite avaused, seega auru silindrisse enam üldse ei pääse. Niipea kui kolb jõuab silindri põhja, avab aurusiiber kanali alumise avause; ülemisel tekib aurusiibri all ühendus kondensaatoriga, aur surub kolvi üles jne.

Aurusiibri leiutamine Watt'i poolt tegi aurukraanide tarvitamise ülearuseks. Liikuma pani

Watt aurusiibri sel viisil, et ta ühendas selle ekstsentriliselt pöörleva võlliga. Nagu eelpool kuulsime, toimus juba Newcomeni atmosfääri-masinas aurukraanide avamine ja sulgemine auto-maatselt.



Joonis 7. Watt'i kahelitoimiva aurumasina aurusilinder.

Aurumasina kasutegurit parandas tunduvalt auru paisumisjõu kasustamine, mille Watt tarvitusel võttis aurumasinas.

Watt tarvitas oma aurumasinas aururõhku umbes paar atmosfääri, s. o. umbes 2 kg/cm^2 . Esimeste Watt'i ehitatud aurumasinate konstruktsioon võimaldas aurul voolata katlast silindrisse senikaua, kui tekkis ühendus silindri ja kondensaatori vahel; alles siis katkestati auru juurdevool silindrisse. Seega surus aur kolbi silindris ühe ja sama tugevusega. Silindrist kondensaato-

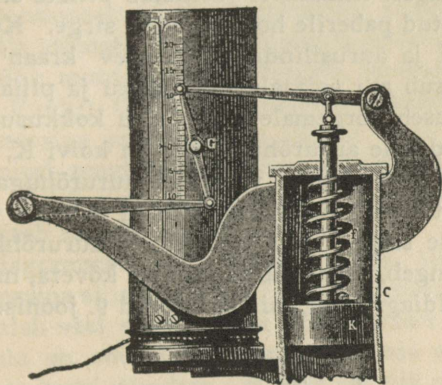
risse voolav tarvitatud aur omas sama suurt rõhku ehk pinget kui katlaski, seetõttu jäi hoopis kasustamata auru ekspansiooni- ehk paisumisjõud. Et James Watt oli auru omadustega hästi tuttav, siis teadis ta, et niisuguse aurumasina ehituse juures jäi osa auruenergiat kasustamata. Et vältida seda energiakaotust, korraldas Watt auru-siibri tegevuse nii, et see katkestas värske auru juurdevoolu silindrisse juba varsti pärast kolvi liikumise algust, s. o. palju enne, kui kolb jõudis liikuda silindri põhjani. Suletud silindriosas olev aur paisus ehk ekspandeerus ja tõukas kolbi edasi. Muidugi paisumisel vähenes aururõhk, seega ka aururõhk kolvisse, kuid pärast kondensaatorisse voolates ei omanud enam kuigi suurt pinget, sest ta oli pea kogu oma töövõime kolvile üle andnud. Niisuguse auru paisumisjõu ärakasustamisel põhineva aurumasina võimsus on küll väiksem, sest aur lükkab kolbi edasi väheneva rõhuga, kuid seevastu on auru tarvitus sel puhul ka mitu korda väiksem. Näiteks praegusel ajal 10-atmosfäärilisis aurumasinais katkestatakse auru juurdevool, kui kolb on käinud ainult ühe kümnendiku oma teest. Ühesuuruse aurutarvituse juures on auru paisumisel põhinev aurumasin palju suurema võimsusega kui ilma selleta töötav aurumasin. Seetõttu ongi nüüdisajal tehnikas tarvitataavad aurumasinad eranditult ekspansioonimasinad.

Aururõhu mõõtmiseks silindris mitmesuguste kolvi asendite puhul konstrueeris Watt erilise aparadi, nn. indikaatori.

Ühte praegusel ajal tarvitavat indikaato-

rit, mille ehitus põhineb Watt'i leiutisel, kujutab all olev joonis 8.

Väike silinder C, milles asetseb kolb K, on toru kaudu ühenduses aurumasina silindriga, milles olevat aururõhku soovitakse mõõta. Kolb K ripub spiraalse vedru f otsas, kolvi keps aga on ühendatud kangil põhineva seadisega, mille kesk-



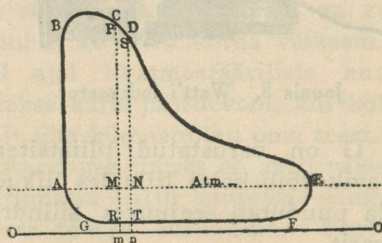
Joonis 8. Watt'i indikaator.

mine osa G on varustatud pliatsiteravikuga. Pliatsiteravik võib kolvi liikudes liikuda ainult üles-alla ja puudutab seejuures silindrile tõm-
matud paberit.

Senikaua kui indikaatori ja aurumasina silindri vahel olev kraan on suletud, ei rõhu aur kolvisse K ja teravik G asetseb, nagu joonisel näha, silindril oleva jaotise nullpunktil. Joonisel mitte nähtav vedru hoiab seda silindrit joonisel kujutatud olekus, kuid silindri peale tõm-

matud nõõri abil võib silindrit pöörda tema telje ümber.

Nõõr on seotud aurumasina kolvi kepsuga niiviisi, et kolvi edasiliikumisel pöörab ta silindrit, tagasikäigul aga pöörab mainitud vedru silindri endisesse olekusse tagasi. Kui ülaltähendatud kraan on suletud, siis aurumasina kolvi edasi-tagasi liikumisel joonistab pliats silindrile tõmmatud paberile horisontaalse sirge. Kui indikaatori ja aurusilindri vahel olev kraan avada, siis surub aur spiraalvedru kokku ja pliatsiteravik tõuseb kõrgemale. Et vedru kokkusurumine on võrdeline aururõhuga, siis on kolvi K, samuti ka teraviku G nihe võrdeline aururõhuga. Kui masin töötab paisumisega, siis ei joonista teravik paberile sirget, vaid seetõttu, et aururõhk pidevalt langeb, joonistab ta kinnise kõvera, nn. indikaatoridiagrammi, mis kujutatud 9. joonisel. Joo-



Joonis 9. Indikaatoridiagramm.

nisel kujutatud indikaatoridiagramm on võetud kondensaatoriga töötavalt aurumasinalt.

Punkteeritud joon on see sirge, mida joonistab teravik, kui indikaatoris auru pole (atmos-

fäärijoon). Punktis A algab kolvi liikumine ja aururõhk silindris tõuseb silmapilkselt ning teravik joonistab sirge AB. Selle järel jääb aururõhk silindris lühikeseks ajaks muutumata (joonisel BC). Punktis C algab aurusiiber aurusulgemist. Punktis D on auru juurdevool silindrisse täielikult katkestatud. Aur paisub ja teravik joonestab kõvera DE. Nüüd luuakse ühendus kondensaatoriga, ja aururõhk silindris langeb alla atmosfäärirõhu. Kolvi tagasikäigul jääb aururõhk muutmatuks ja teravik joonistab sirge FG. Punkti G juures suletakse ühendus kondensaatoriga ja silindrisse jäänud auru kokkukurumisel pisut tõuseb aururõhk silindris, mis näha ka kõverast GA. Teise kolvikäigu puhul joonistab teravik uuesti sama kujundi. Indikaatoridiagrammist võib lugeda seega aururõhku aurumasina silindris kolvi iga asendi puhul. Kuid see ütleb veel enam. Selle kõvera poolt piiratud pindala on võrdeline tööhulgaga, mis aur teeb lükates kolbi silindris. Masina tegelik ehk efektiivne võimsus on pisut väiksem kui indikaatori abil mõõdetud nn. inditseeritud võimsus, sest osa võimsust läheb kaduma masinaosade üksteise vastu hõõrdumisel. Peale suuruse on suur tähtsus ka indikaatoridiagrammi kujul, sest selle järgi võib otsustada, kas aurusiiber ja -kolb on aurtihedad ja kas aurusiibri sulgemine ja avamine toimub õigel ajal. Nii leiutas Watt ka aparaadi aurumasina tegevuse kontrollimiseks.

Aurumasina võimsuse mõõtmiseks tõi Watt tehnikasse ka ühiku „hobusejõud“.

Edasi tuli kahesilindriline, kahe paisumisega

masin, mille silindrid ja kondensaatorid olid omavahel ühendatud, kusjuures mõlema masina kolvid võisid töötada kas ühtaegu või vahelduvalt.

Üks tähtis lisaosa, millega Watt oma aurumasinat täiendas, oli tsentrifugaalregulaator ehk, nagu seda sageli nimetatakse, Watt'i regulaator. Selle aparadi ülesanne on ühtlustada auru voolu silindrisse, seega ka üldse aurumasina käiku. See riist koosneb kahest varbade otsas rippuvast metallmunast, mis ühendatud aurukatelt ja silindrit ühendavas aurutorus oleva erilise aurusiibriga. Regulaator on veel ühendatud rihma abil masina hoorattaga. Hakkab mingil põhjusel aurumasin, seega ka hooratas kiiremini käima, siis tõusevad regulaatorikuulid tsentrifugaaltungi toimel kõrgemale ja pööravad seega aurutorus olevat siibrit nii, et vähem auru pääseb silindrisse, mille tagajärjel ühtlustub aurumasina käik. Kui hooratas hakkab aeglaselt käima, siis mõjub regulaator vastupidiselt, kiirustades masina käiku. Peab mainima, et Watt'i leiutatud tsentrifugaalregulaator on tarvitusel tänini kujul, nagu selle andis talle juba Watt. Need olid Watt'i tähtsamad leiutised ja parandused, mis ta aurumasina juures tegi. Peale kirjeldatute tegi ta veel hulga vähem tähtsaid parandusi.

Samal ajal kui James Watt täiendas ja parandas oma aurumasinat, püüdsid paljud võistlejad Watt'i saavutisi järele aimata oma kasuks. Et täiendavaid leiutisi, mis Watt aurumasina juures hiljem tegi, mitte käest ära anda, seks võttis ta 25. oktoobril 1781 täiendavalt patendi nende leiutiste jaoks, mis polnud loendatud aurumasinale

võetud esimeses patendis. See patent käsitleb „meetodit, kuidas esile tuua alalist pöördliikumist telje ümber ja kuidas siis selle pöörleva telje abil rattaid ja teisi masinaid käima panna“.

Aastal 1782 võtab Watt patendi, kus ta annab kirjeldused ja loendi uutest täiendustest aurumasina juures. Need käsitlevad 5 punkti.

1. Auru ekspansioonijõu kasustamine.
2. Kahelitoimiv aurumasin.
3. Kaksikmasin, mis ühendatud torude ja ventiilide kaudu teineteisega ja mis võivad koos ja lahus töötada.

4. Hammaskepsu tarvitamine keti asemel.

5. Hooratas.

Aastail, millal Watt'il tuli läbi elada nii mõnesidki eluraskusi ja pettumusi, mille põhjustasid kaevandusomanikkude intriigid, tööliste saamatus ja oskamatus masinate ehitamisel, ärilised mured jne., oli ta ainsaks lohutuseks uute probleemide lahendamine ja uute masinate leiutamine. Oma peaelutööst, aurumasina täiendamisest, laskis ta end sageli kõrvale viia teiste probleemide juurde, mille lahendamine polnud nii raske ega kurnav. Tema laialdasest kirjavahetusest on näha, et ta teotses väga paljudel aladel ja ikka suurte tulemustega. Eelpool nägime juba mitmeid aparate, mis Watt oli leiutanud. Pea igalpool, kus ta nägi mingit masinat või mehhanismi, tekkis tal kohe küsimus, kas ei ole võimalik seda täiendada. Nii konstrueeris Watt pesukuivatamisaparadi, mis võeti üsna laialdaselt tarvitusele.

Watt'i töötoa lamp oli väga vilets, nii et selle

valgusel töötamine õhtuti oli võimatu. Seepärast konstrueeris ta uue Lambi, mida valmistati siis Soho tehastes müügiks aastakümneid. Edasi leiutas ta riista vedelikkude erikaalu määramiseks. Palju aega kulutas ta arvutamismasina konstrueerimiseks.

Sageli õhtuti viitis ta aega auruvankri, veduri eelkäija plaanide valmistamisega. Oma seitsmendas patendis, 1784. aastast, kirjeldab ta üht niisugust sõidukit. Ka aurujõuga liikuva laeva idee polnud talle võõras. Üldse oli juba harjumuseks saanud iga raskema tehnilise probleemi lahendamine anda James Watt'i hooleks. Näit. Glasgow linna vesivarustise laiendamisel tekkisid tehnilised raskused torude panemisel läbi Clyde'i jõe. Ja muidugi oli see Watt, kelle poole pöörduti nõu küsides, sest kes muu oleks seda võinud paremini lahendada. Ja Watt lahendas ka selle tehnilise probleemi hiilgavalt.

Aastal 1778 konstrueeris Watt kopeerpressi, sama, mida veel praegugi tarvitatakse. Dr. Black'ile kirjutas ta sel puhul, et ta on leiutanud menetluse, kuidas teatud tindiga kirjutatud kirjast võib teha ära kirju. Ühtlasi teatas ta siis ka, et nüüdsest alates teeb ta kõigist oma ärikirjadest sel teel ära kirjad. Selle menetluse jaoks võttis ta patendi 1780. aastal, pärast seda kui ta kõik tindisordid oli läbi proovinud. Müüa sai ta neid ainult 150 tükki, millest tükki 30 läks välismaale. Alles aegamööda hakati seda meetodit laialdasemalt tarvitama. Hiljem oli see üldtuntud riist kopeerimiseks igas büroos, kus kirjad kirjutati käsitsi.

1777. a. pööris tööstur Wilkinson, kellest juba varem oli juttu, Watt'i poole küsimusega, kas ta ei saaks oma aurumasinaga käima panna 15 tsentneri raskust haamrit, nii et see teeks minutis umbes 30—40 lööki.

Watt alustas katseid alguses väiksema haamriga. Kuid Cornwall'is töötades ei saanud Watt katseid jätkata ja need seisid kuni 1782. aastani. Sel aastal jõudis Watt auruhaamri kohta väga tähtsale tulemusele, millega ta isegi rahule jäi ja Boultonile kirjutas: „Niisugust asja ei oleks keegi võinud kunagi teha.“

Nimelt jõudis Watt pärast pikki proovimisi ja töid valmistada 7,5—10 tsentneri raskuse auruhaamri, mis tegi 300 lööki minutis. See oli esimene auruhaamer, mille jaoks patent võeti 1784. aastal. Peale selle leiutas Watt veel terve rea auruhaamri juurde kuuluvaid väiksemaid seadiseid, millest igaüks omaette tegi au leiutajale.

Need on tähtsamad leiutised, millega on seotud James Watt'i nimi tänapäevani. Kuid peale selle võiks nimetada veel tervet rida kasulikke mehhanisme, mis nüüdisaja tehnika ja teadus on juba kolikambrisse heitnud paremate ja otstarbekohasemate leiutamisel. Omal ajal olid need aga väga tarvilikud ja otstarbekohased.

Näiteks masin skulptuurteoste kopeerimiseks ehk eidograaf, millega Watt'il avanes võimalus kopeerida reljeefe, medaljone ja palju teisi asju. Alles veidi aega enne surma jõudis Watt selle masina viimistlemiseni, olgugi et ta tööd selle kallal algas juba nooreas.

Olles kunstikalduvustega inimene, oli tema töötuba Birminghami lähedal, kus ta viimased elupäevad veetis, täis kuulsate meistrite tööde koo-
piaid: büste, kujusid, vaase jne. Vanakesele tegi erilist heameelt jagada neid ilusaid kipsist asjakesi oma sõpradele ja tuttavaile, tähendades sealjuures naeratades: „Võtke see endale mälestuseks noorelt kunstnikult!“

Kõik need leiutised tehti nii-öelda muuseas, igapäevase töö kõrval. Suurem osa neist sattus aastakümnele 1775. ja 1785. a. vahel, kui Watt oli päev-päeva kõrval seotud raskete kohustustega oma igapäevase leiva teenistuses ja aurujõul käima pandavate pumpade kallal töös Cornwall'i kaevandustes. Ja ometi teotses ta sel ajal kõige innukamalt oma leiutiste kallal, rohkem kui kunagi enne. Ja sealjuures teeb ta oma peatööd kõige suurema korralikkuse ja täpsusega, valmistab skeeme, plaane, jooniseid — kõik sellise põhjalikkusega ja hästi, et võimatu oli teist sarnast meest tol ajal leida.

Ent loomisprotsessis kannatas ta nähtavasti pärivuse teel saadud peavalude all. Kunagi oma elus ei kurtnud ta nii palju nende üle kui sel ajal; kunagi ei leiutanud ta niisuguste kannatuste all ega olnud kunagi kogu eluajal nii meeletlikus tujus kui nüüd. Uuesti ja uuesti andis ta endale töötuse mitte midagi enam leiutada ega võtta käsile uusi projekte, mitte kunagi enam teha uusi katseid. Ja poja sõnade järgi viibis geniaalne leiutaja seesugustel puhkudel sagedasti tundide viisi vaikselt oma kirjutuslaua ääres, toetudes käe najale, sõnakestki lausumata.

Ja kui möödusid mõned päevad, tundis Watt jälle loovate jõudude käiku oma peas, jälle leidis ta end töötamas selles sihis, milleks Looja tema oli saatnud inimeste hulka.

Aastasadade vahetusel lõppes Boultoni ja Watt'i vahel sõlmitud leping. Alustanud ettevõtet meestena täis elujõudu, olid nad nüüd mõlemad vanad, veerandsaja-aastasest koostööst ja murest väsinud ning otsustasid töö edasi anda oma lastele, Matthew Boultonile ja noortele James ja Gregory Watt'ile, kes sõlmisid omavahel vastava lepingu. Et mõlemad vanad olid siiski veel küllalt elujõulised, ei tahtnud nad tööst hoo pis kõrvale jääda, vaid pühendasid oma elupäevad selleks, mis neid kõige enam huvitas.

Nende järeltulijaist suri noorena Gregory Watt, kes andis suuri lootusi geniaalse isa töö jätkamiseks, teiste, Matthew Boultoni ja James Watt'i *junior* koostöö kestis nelikümmend aastat. Et nad mõlemad olid suurepärased organisaatorid ja tööstusejuhid, siis Soho tehaste areng kestis pidevalt edasi, olgugi et aurumasina jaoks võetud patendi aeg lõppes ning sellest alates võis neid igaüks valmistada.

Soho tehased olid andnud Inglismaale ja kogu maailmale tööstuse arengu alused aurumasina näol. Nõudmine aurumasina järele tõusis aasta-aastalt. Olgugi et tekkis ka uusi vabrikuid, kus valmistati aurumasinaid, ei tähendanud see palju. Nad ei suutnud sammu pidada Soho tehastega, kus õppinud ja vilunud töölised ning meistrid, saades paremat palka, heade tööriistade ja seadmete juures võisid turule saata

ka paremaid aurumasinaid. Ning et nõudmine oli suur, siis ei saanud teised nendega võistelda ka hindade suhtes.

Vabriku toodang kasvas tugevasti, Soho tehastest saadeti välja masinaid ikka rohkem ja rohkem. Pilti Soho tehaste arengust annab järgmine tabel:

1769.—1824. aastani, s. o. 55 aasta kestel, valmistati seal aurumasinaid võimsusega kogusummas 89 000 hobusejõudu (HP), 1824.—1854. a-ni, s. o. 30 aasta kestel, — 78 000 HP, 1854.—1859. a-ni, s. o. 5 aasta kestel, 35 000 HP.

Tõus oli suur. Ja nende arvude põhjal võime ligikaudu otsustada ka üldise tööstuse tõusu üle kogu Inglismaal XIX sajandi esimesel poolel ja keskpaiku.

Muidugi mõista, et aurumasin 1800. aastal ei olnud enam sugugi see, mis ta oli 1769. aastal, mil ta patenteeriti. Sellest ajast saadik oli ta hiiglasammudega täienenud, muutunud ning seega paremaks läinud. Eriti palju täiendusi tegi tema kallal Watt, nagu nägime, 1775. ja 1785. aastate vahel.

Aurumasina näol andis James Watt inimsoole hiigla-jõuallika. Kõikidel tööstuse-aladel võimaldas aurumasin tõsta produktsiooni mitmekordseks samade kulude juures. Tööstussaaduste odavnemine võimaldas nende leviku laiades rahvassides. Nii tõi aurumasina leiutamine üldise elamistingimuste paranemise kõikides rahvakihtides. Tänapäeva tehniline kultuur pole üldse mõeldav ilma aurumasinata. Aurumasin on tehnilise kultuuri suurimaid saavutisi.

James Watt õpetlasena.

Watt oli iseõppija. Olgugi et sel ajal oli juba koole, ülikoole ja teisi õppeasutisi, ei saanud James Watt alguses tervise, pärast leivamurede tõttu tööpingi juurest palju aega kooliskäimiseks.

Elades oma isamajas Greenockis, huvitas noort Watt'i eriti astronoomia. Sagedasti võis poisikest leida koduaia võsastikust lamamas seliti rohul ja vahtimas üksisilmi taeva kõrgusisse. Raamat sai siin ta alaliseks seltsiliseks, kusjuures ta tolle aja kirjanduse järgi tutvunes füüsika, keemia, anatoomia, arstiteaduse ja mehaanikaga, püüdes kõike loetut ise läbi katsetada. Ja seda kõik ilma kõrvalise abita. Keemia oli samuti ta lemmik-teadusalaks, keemiakatsed kõitsid teda kõige rohkem. Noor katsetaja süvenes oma asjasse põhjalikult ja päris teadusemehe võtetega.

Sellisel viisil jätkas ta eneseharimist kogu eluaja: luges, jälgis kõike, mis kätte juhtus, ja valis siis sellest endale, mis tarvilik. Mõni teine oleks kaotanud orienteerumisselguse probleemide rägastikus, mis ilma süsteemita Watt'i kätte sattusid. Temal oli aga võime kõiki neid teadmisi klassifitseerida, süsteemi viia, võttes nende seast kõige tarvilikuma, jättes kõrvale vähem tähtsa või tähtsusetu osa.

Ka teadmiste hulk Watt'i peas oli austustäratavalt suur mitte üksnes loodusteaduses, vaid ka teistes teadusharudes, nagu ajaloos, metafüü-

sikas, kirjanduses jne. Ta oskas võõrkeeli ja oli tuttav laialdase kirjandusega. Saksa keele õppis ta lihtsalt sellepärast, et lugeda tarvilikku teost; samuti sündis itaalia keelega. Prantsuse keele oskus oli Watt'il eriti hea.

Watt'i teadmised ei olnud sealjuures kaugelki pinnapealsed ega ebatäpsad, nagu see iseõppijate juures on tihtine nähtus, vaid olid küllalt põhjalikud. „Ta vallutab kõik teadusealad“, lausub James Watt'i kohta tema kaasaegne Walter Scott, „ja igal kuulajal on mulje, et tema ees on mees, kellele on kõik asjad selged, lihtsad ja arusaadavad.“

Oma teaduslike töödega oli James Watt alati teadusemeeste huvipunktiks, kelle siht küll ei olnud oma teooriatega rikastada teadusmaailma, vaid võita loodust ja „leida üles ta nõrgad kohad“, nagu ta ise ütles, s. o. rakendada looduse jõud inimese teenistusse. Teadus oli James Watt'ile vaid selle võidu leidmise abinõuks, mitte aga eesmärgiks.

Tuleb veel märkida, et tolle aja teadus erines tunduvalt sellest, mida praegusel ajal teaduseks nimetatakse. Näit. soojust ja valgust loeti siis samasugusteks „elementaarollusteks“ nagu vesinikku, rauda või väävlit.

Keemia kui teadus astus tol ajal alles oma esimesi samme. Vabanemiseks alkeemikute eelarvamustest alustas keemiateadus oma võidukäiku leiutustega. Lavoisier (1743—1794) ja teised keemikud rajasid oma töö täpsaile uurimistele ja katseile. 1773. a. avaldas Lavoisier oma kuulsa teooria, et põlemiseks on vajalik õhus

olev gaas — h a p n i k, (hapnik kui element leiutati Priestley poolt eelmisel aastal), millega lükas ümber senivalitsenud Georg Ernst Stahl'i (1660—1734) flogistoni-õpetuse. Nimelt seletas Stahl, et igas põlevas aines, mille hulka ka roostetavad metallid kuuluvad, on eriline aine flogiston (flogiston kreeka keeli — põlev). Põlemise puhul tungib flogiston põlevast aimest välja. Vett ja õhku peeti tollal lihtkehadeks (elementideks), mille lahutamine algaineiks on võimatu.

Üldse oli keemia tol ajal veel väga nõrgale alusele rajatud teadus. Lavoisier'ga hakkab see aga rühkima oma arenemisteel ja kasvab viimaks teiste teaduste vääriliseks.

Kehade ühest olekust teise ülemineku nähtus, s. o. vedelikkude auruks muutumine, tahkete kehade sulamine ja ümberpöördult, oli tol ajal väga põnevaks aineks. Blacki aurumis- ehk varjatud soojuste teooria oli esimeseks elevusetekitajaks selles küsimuses. Aurumissoojustele hakati vaatama kui keha olulisemale osale, mis võib tasse neelduda või sealt vabaneda olenedes tingimustest, milles keha viibib.

On väga loomulik, et James Watt, kel suurem osa elust tuli tegelda auruga ja selle rakedamisega kasulikule tööle, pidi tingimata sattuma ka kehade ühest olekust teise ülemineku küsimusele. Ja nii see ka oli, sest 1782. a. kirjutab Watt oma sõbrale Boultonile, et veeauru kuumutamisel „see kindlasti muudab oma loomust ja muutub mingiks „õhuks“.“ „Õhu“ all mõisteti tollal gaasi.

Blacki kõrval oli James Watt esimesi, kes võttis auru füüsikalised omadused süstemaatilisele uurimisele. Eespool nägime lähemalt, millised need uurimused olid. On kindel, poleks Watt aurumasinat leiutanud, oleks ta nimi siiski tuntud olnud teadusmaailmas, sest ta mainitud uurimused soojusõpetuse alal olid teedrajava tähtsusega.

Tol ajal tegid paljud õpetlased katseid vesiniku põletamisega ja märkasid sealjuures vee tekkimist. Priestley märkas esimesena, et paukgaasi (vesiniku ja hapniku mehaaniline segu) süütamisel klaasnõu seintele ilmub udu, mis jahutamisel muutub veepiiskadeks. Lõpuks jõuti selgusele, et vesi ei ole muud midagi kui ühe osa hapniku ja kahe osa vesiniku keemiline ühend, mis saadakse nende gaaside süütamisel, kusjuures vabaneb soojus. Samuti leiti, et veeauru võib kõrgel temperatuuril lahutada vesinikuks ja hapnikuks.

Kes tõestas esimesena selle fakti?

Keemia ajaloos kirjutatakse see au inglase Henry Cavendish'i (1731—1810) nimele. See leiab kinnitust ka tema töös „Katsed õhuga“, mis välja antud jaanuaris 1783. a. Tegelikult ei ole see aastaarv mainitud publikatsioonis õieti märgitud, sest alles 1784. a. esitati see töö Royal Society'le. Aasta varem, s. o. 1783. aastal, esitati samale Royal Society'le James Watt'i töö „Mõtted vee olulistest osadest ja hapnikust“, kus selgesti on väljendatud Watt'i seisukohad, et „...vesi, valgus ja soojus on ainsad tegurid hapniku ja vesiniku ühen-

damiseks kinnises nõus Priestley katsete järgi“, ja et „....vesi koosneb vesinikust ja hapnikust ühes teatud osa varjatud soojusega“. Kahjuks seisis James Watt'i töö terve aasta Royal Society's ja loeti ette alles 29. aprillil 1784. a., Cavendishi teadaanne aga kanti ette sama aasta 15. jaanuaril.

Mõlema teadlase poolehoidjate vahel algas äge võitlus. Cavendish'i poolehoidjad väitsid, et veekoostise avastamine sündis Cavendish'i poolt juba 1781. a., kohe peale seda, kui Priestley kindlaks tegi vee tekkimise klaaspurgi seintel paukgaasi põlemisel. Selle kohta kinnitavad aga Watt'i poolehoidjad, et Cavendish 1781. a. kordas ainult Priestley katseid ja et ta oma töös kasustatud andmed oli omandanud ebaõigelt viisil ühe Royal Society liikme kaudu James Watt'i tööst, mis seal terve aasta vedeles kättesaadavalt kõigile ühingu liikmeile. Cavendish on seega plagieerinud Watt'i tööd. Kõige tõenäosem aga paistab küll olevat, et niihästi Watt kui ka Cavendish tegid selle leiutuse täiesti iseseisvalt, sõltumatult teineteisest, nagu seda võib tähele panna paljude teaduslikkude tõdede avastamisel.

Raske öelda, millise suuna oleks võtnud James Watt'i saatus, kui ta osaks poleks langedanud oma esimesel tegevusperioodil töötada tihe-
das kontaktis Glasgow ülikooliga ja sealsete sõpradega, samuti ka võimalusi leidnud Birminghamis teotseda „Kuuühingu“ liikmena. Birmingham oli tol ajal Inglismaa valitud peade, ärkava mõtte ja teaduse keskkohaks. Mõtte-
teadlased, õpetlased, insenerid, mehaanikud ja

leiutajad koondusid siin organisatsiooni ümber, mida nimetati „Kuuühinguks“. Nimi tuli sellest, et ühingu liikmed kogunesid kord kuus ühe oma liikme juurde, järjekorras, täiskuu ajal; koosolemine algas kella 2 ajal peale lõunat ja lõppes pärast igasuguste küsimuste arutamist alles hilisõhtul, mil liikmeil tuli koju minna kuuvalgel. See ei olnud mitte otseselt teaduslik ühing, vaid õigemini oleks võinud seda pidada vabamõtlejate koondiseks. Need mõtted, mis siin läbi arutati ja mis siin pinda leidsid, ei piirdunud üksnes Inglismaaga, vaid ulatasid ka kaugemale.

Sõbralikust koosviibimisest sai sagedasti palav ja tõsine teaduslike kude, ka filosoofiliste küsimuste arutamise koosolek. Paljud ühingu liikmed said siin headeks sõpradeks, mis pärastises elus ei olnud mitte vähese tähtsusega; paljusid köitis ühingu külge teadus ja vaimne valgus, mis välja hoovas sellest ringist, mille moodustasid peale James Watt'i, Small'i ja Boultoni veel keemik Priestley, teine keemik ja teravmeelne inimene Keir, luuletaja Darwin, mehaanik Wedgwood ja mitmed teised.

Joseph Priestley (1733—1804, teoloog, keemik ja füüsik) oli suurel määral tähelepanuväärne ja tunnustatud inimene juba iseenesest, rääkimata sellest, et ta etendas „Kuuühingus“ välja paistvat osa. Mitmekülgsete ja suurte teadmistega inimene loodusteaduses, mehaanikas ja metafüüsikas, omas see mees uskumatult suure energia ja järjekindluse kõigis oma teaduslikes töis, huvitus kõigest, mis kätte võttis, ja peab ütlemata, et ta haaras isegi liiga laialt oma

tööga; selle tulemuseks oligi viimaks see, et tema tööd kannatasid süsteemituse all. Kuid energia ja entusiasm pehmendasid seda puudust. Olles suure perekonna toitja, ei hoolitsenud ta kunagi homse päeva eest ja tulemuseks oli see, et ta ise ja ta perekond kannatasid suurt puudust. Kui sõbrad talle kord tahtsid anda praktilist nõu, kuidas oma avastisi ja leiutisi oma käekäigu parandamiseks ära kasustada, ütles ta järsult sellest ära, et ta ei olevat kunagi mõelnud teaduslikke saavutusi oma materiaalsete hüvede heaks kasutama hakata ega mõtlevat seda ka kunagi edaspidi teha.

Niipea kui see entusiast teostas mõne uue leiutuse, veel enne kui ta kindel oligi oma edus, kutsus ta sõbrad ja tuttavad kokku, et neile kohe teatavaks teha oma töö üksikasjad. Sellepärast juhtuski, et mõned sõpradest kasustasid omis huves Priestley saavutisi, neid ümber töötades ja oma nime all välja andes.

Õnneks valitses „Kuuühingu“ liikmete vahel täielik sõprus, üksteisest arusaamise ja üksteise abistamise vaim. Siin saadi sõpruskohustustest ja inimlikkusest vääriliselt aru ja seisti ka tegelikult nende põhimõtete kõrgusel. Boultoni, Wedgwoodi ja Watt'i initsiatiivil panid kõik liikmed iga aasta kokku väikese summa, et Priestley oleks võinud töötada oma teaduslikkude küsimuste kallal ilma leivamureta. See oli seda nõutavam, sest et muidu tema perekonnal oleks tulnud nälga kannatada. Olgu tähendatud, et see kõik sündis Priestley enda teadmata, et mitte haavata õrnatundelist sõpra, kes toetusest kind-

lasti oleks ära ütelnud, kuigi ta perekond ja ta ise oleksid pidanud puudust kannatama.

Kui lugeda nüüd juba paari sajandi tolmuiga kaetud sõbralikku kirjavahetust selles asjas Boultoni, Watt'i, Wedgwoodi ja ühingu teiste liikmete vahel, siis ei tea tõesti, mida rohkem imestleda nende XVIII sajandi inimeste juures, kas kohusetunnet ühiskonna vastu, või seda südamlikkust, sümpaatiat ja sõbralikku delikaatsust, millega need inimesed üksteist aitasid ja omavahel käitusid. Täielik inimlikkus, sügav altruism ja eneseohverdamine oma sõbra (kaasinimese) heaks hoovab neist vastu.

Ei või öelda, et „Kuuühingu“ koosolekuil oleks arutatud ainult teaduslikke küsimusi. Ei, mitte sugugi. Siia toodi ka poliitika. Kui Prantsusmaa sündmused 1791. a. tõusid oma haripunktile, võtsid kõnelused koosviibimistel tavaliselt teise laadi, sest „Kuuühingu“ liikmete seas oli ka revolutsionääre, isegi Prantsuse Revolutsioonist osavõtjaid, kellede huvi Prantsusmaa sündmuste vastu oli muidugi suur. Rääkimata veel sellest, et paljudel olid Prantsusmaal sõbrad, nagu Lavoisier, Laplace, Berthollet jt., teistel jälle, Boultonil, Watt'il ja Priestley'l, elasid seal mõned lastest; kõiki neid huvitasid Prantsusmaa sündmused ning nende poliitiliste vaadete mõjule pääsemine, millesse nemad ei saanud oma hinge põhjas sugugi suhtuda sümpaatiata.

Ei ole seepärast ime, et „Kuuühingu“ liikmeid koheldi Birminghamis kui kahtlaselt vabameelseid.

Mõned sündmused viisid asja niikaugemale, et

vanameelsed rahulikud birminghamlased said vihaseks ning ei tahtnud kuuldagi vabameelsusest ja uuendustest kiriku- ja poliitilises elus. Ja kui kord rühm sealseid radikaale läks avalikult ühte hotelli lõunastama, tormas jõuk vihaseid inimesi hotelli, peksid aknad ja ukсед puruks, lõhkusid mööbli, karjusid: „Maha filosoofid! Elagu kirik ja kuningas!“ ning tormasid siis rüüstama ja põletama Priestley ja teiste vabameelsete maju. Boulton ja Watt aga varustasid samal ajal oma töölisi sõjariistadega ja valmistusid otsustavaks vastulöögiks, niipea kui määratsev jõuk oleks mõelnud ka neile kallale tungida.

Kuid seda ei juhtunud. Mõne päeva pärast võis Priestley linna sõita, kuid kauem Birminghamis elada ei olnud tal enam võimalik ja ta rändas hoopis välja — Ameerikasse, kus suri 1803. aastal.

Üldiselt poliitilised küsimused huvitasid Watt'i vähe. Ainult üks juhtum on teada, kus ta poliitikast aktiivselt osa võttis. Kui Pitt, kes pooldas söe, raua ja teiste toorainete maksustamist, peaministriks sai, siis koostas Watt aastal 1784 aadressi Kuninga nimele, kus ta tööstusele vajalikkude toorainete maksustamist hukka mõistis. Hilisem majandusajalugu näitas, et Watt'il oli õigus.

Suur oli „Kuuühingu“ kaotus Priestley ärasõidu puhul ja ümberpöörduvalt, ka Priestley'l oli väga suur kahju lahkuda oma sõpradest, kelle ringis oli loodud kodune, teaduslikuks tööks sobiv õhkkond. Ja sellist töömeeleolu ja võimulusi ei leidnud ta võõrsil enam kunagi. Kirjuta-

des oma sõpradele Birminghami, lausub ta: „Kõik, mis ma sain teha Birminghamis teaduse heaks, on sama võrra minu kui ka teie töö. Mul on kahju, et pean eemal olema oma sõpradest ja „Kuuühingust“.“

Samal ajal läksid Birminghamist ka teised „Kuuühingu“ liikmed mööda maailma laiali ja koondisel oli tegelikult lõpp. Olgugi et ühing hingitseb veel XIX sajandi alguni, ei saa ta enam kunagi seda vaimustavat hoogu ja keevat teaduslikku tegevust tagasi, mis valitses seal eelpoolkirjeldatud ajajärgul.

James Watt oli „Kuuühingu“ tegevuse kandvamaid liikmeid. Ta ei jätnud koosolekuid vahele ja tema autoriteetsed arvamused olid kaaluvad. „Kuuühing“ oli Watt'ile nagu ülikooliks, kus ta oli üliõpilaseks ja professoriks ühtlasi, täites oma teadmiste varasalve ja jagades sealt tuumakaid mõtteid oma sõpradele.

James Watt'i teeneks „Kuuühingu“ ajast tuleb lugeda ka ettepanekut võtta kõigis maades tarvitusele ühine mõõtude süsteem. Sellise ettepanekuga esines ta 1786. a. väljapaistvate inglise ja prantsuse õpetlaste ees. Paljud suhtusid sesse ettepanekusse kohe vastutulelikult ja soojalt. Ja nagu teame, töötatigi hiljem Prantsusmaal meetrimõõdustik välja.

IX.

Vanaduspäevad.

On tuntud ladina vanasõna: terves kehas terve vaim. James Watt'i juures ei olnud see

sugugi nii, vaid vastupidi: haiges kehas terve vaim.

Kogu eluaja püüdis leiutaja vabaneda materiaalseist muredest, püüdis teenida ainult vaimu, kusjuures ei pöörnud tõsist tähelepanu oma kehale, oma tervisele. Vanaduses saavutati siiski teatud kokkukõla: vaim, mis tahteline tõusma kõrgustesse, leppis vaikse eluga, ja haiglane keha rahunes ning täitis kannatlikult tema peale pandud teenistusekohustusi, nii raske kui see ka oli.

Peale kohustuste lõppu Soho tehastes ja Cornwall'is, siis kui Watt oli juba 65-aastane, ta tervis hakkas paranema, peavalud ja melanhoolised hood kadusid ja ta muutus värskemaks ning rõõmsamaks. Ta vaevatud keha, ettepoole paindunud peaga, sisselangenud rinna ja haigete jalgadega sai otsekui nooremaks, ajas enda sirgu ja hakkas nõutama täielikku õigust elamiseks. Ja tugev mõistus, mis ei löönud kergesti kahtlema ka elu kõige raskemal hetkil, võttis omaks nüüd sellise selguse ja rahu, mida harva saavutavad noored, elujõulised terved inimesed. Nii möödusidki ilma erilise muutuseta viimised 19 aastat tema elus.

Muidugi jätkas Watt uurimist ja töötamist ka vanaduses. Selleks oli tal kõigepealt ju kopeerimisaparaat skulptuuride reprodutseerimiseks, mida ta täiendas ilmlõpmata. Täpsalt kell 2 iga päev, pärast lõunasööki ja kirjavahetuse läbivaatamist, riietus ta oma nahkkuube ja läks töötuppa, kus ootasid teda mõned pooleli büstid, pool tosinat täiendeid oma masinale ja terve rida

igasuguseid mälestusi, mis seotud iga vana peitliga, iga mudeliga. Siin jätkas ta oma uurimist, lugemist ja mõtisklemist.

Õhtud veetis ta kas romaanide lugemisega, milliseid ta oma elus luges imekspanemisväärt palju, või juteldes oma sõpradega, keda talle jäi ikka vähem ja vähem.

Peab ütleva, et see töötuba oli ainus ruum, kus vana leiutaja oli täielik peremees, — siin võis ta teha, mida soovis ja millal soovis. Ülejäänud osa majast oli aga naise valitsuse all, seal valitsesid selle seadused ja tahtmised, kelle ainuvalitsusliku korra vastu võitlemine tundus sellisele peenetundelisele ja delikaatsele karakterile nagu James Watt'ile ebameeldivana. Ta eelistas lasta ära peita tubakakarpi kas või viis korda pävas, puhuda küünal hilisõhtul, kui tema juures veel sõbrad juttu vestsid, ja alluda kõigile naise pedantlikele nõudeile puhtuse ja korra suhtes, kui tõsta riitormi koduse elu veeklaasis ja mürgistada seega oma elupäevi. Ta oli järeleandlik ja hoidis sellega alal rahu, mida ta üle kõige armastas.

Olgu lisatud, et kaugeltki mitte kõike aega ei veetnud vanake oma kodus Heathfieldi mõisas, mille ta ostis 1790. aastal, vaid sagedased reisud Šotimaale, Londoni ja koguni mandrile, Pariisi ja mujale, andsid talle võimaluse rahuldada oma reisikirge ja täitmatut huvinälga ning vaatlemistahet. Sõites mõnesse suurde linna, näiteks Londoni, ta pidi tingimata saama järele vaadata kõik, mis temasse puutus, mitte igasuguseid uudiseid ilma valimata, vaid tingi-

mata kõik uudised oma erialalt, mis olid ilmunud sellest ajast saadik, kui ta viimati siin käis. Ja seda põhjalikult ja täpsa järjekindlusega.

Kodus olles tegeles Watt aiandusega. Ja niipea kui ta koju jõudis, oli tal esimene asi käia iga puu ja põõsa juures vaatamas, kuidas elavad tema sõbrad, andes nõu ja näpunäiteid aednikule, kuidas puude-põõsaste eest vaja hoolitseda või ühte-teist teha, et nad paremini kasvaksid, õitseksid ja vilja kannaksid.

Eriti asendamatu oli Watt seltskonnas. Ta armastas palju rääkida, eriti vanemas eas, ja kõneles kõigist asjust ühesuguse ladususe, oskuse ja huvitavusega. Kuid ta ei suutnud välja kannatada enda esiletõstmist ega kiitmist, ei teinud seda ise kunagi ega sallinud, kui tema juuresolekul seda püüti teha. Seltskonnas oli Watt tagasihoidlik, tema kuju jäi nagu varju. Aga niipea kui ta osa võttis ühisest kõnelusest (mida ta ise küll kunagi ei alustanud), leidis ta andekus mõtete väljendusel, selge mõistus, rikas ja mitmekesine kõneluse sisu köitvat tähelepanu mitte üksi sõprade ringis, vaid kogu seltskonnas.

Ühtedele ta rääkis, milline vahe on kandle ja klaveri ehituse vahel, teistega vaidles saksa luule või filosoofia üle, kolmandatega kõneles oma reisudest välismaal või andis nõu, kuidas valmistada kõige otstarbekohasemat värvi kodusel viisil. Neid õpetusi jagas ta mitte targutava õpetaja toonis, vaid koduselt, nalja ja anekdootide abil, mis kõigile meeldis ja poolehoidu võitis. Watt'i kõnetoon andis tunnistust heast südamest, tema rüht ja maneerid aga rahulikust

iseloomust ja mõistuse jõulikkusest, räägib ta kohta prof. Robison. Lihtsus oli aga tema iseloomu väljapaistvamaid jooni.

Võidud ning saavutused elus ei pimestanud teda. Ta jäi ikkagi lihtsaks, tagasihoidlikuks Watt'iks. Muidugi ta tundis oma töö väärtust inimkonna ja kodumaa kasuks, kuid see teadmine ei meelitanud teda kunagi oma isikut tõstma kõrgemale teistest inimestest. Oma üliinimliku ja delikaatse maitsega tundis ta alati, et kui suured tahes on isiklikud teened, on ühe isiku väärtus siiski üsna pisike võrreldes inimsoo igavese väärtusega. Watt'i biograafid räägivad kõik nagu ühest suust sellest võrratust karakterist, mis ei arvestanud üksnes võõraste soove, vaid ka võõraste tundeid, püüdes alati mitte kellelegi kahju teha ega haavata kellegi enesearmastust. Ainult enesekiitus ja upsakus moodustasid erandi, neid ei suutnud ta kuidagi välja kannatada; siin ei küsinud ta haavamisest, vaid piitsutas, kuidas suutis.

Kaks korda, oma vanas eas, valiti James Watt maakonna kõrgemaks maakohtunikuks, ja mõlemal korral tuli tal abiks võtta oma ilukõne oskus, et pääseda sellest maakonna kõrgema ametniku aust ja kohustest. Huvitav on lugeda, mis ta kirjutas sel puhul:

„...Ma olen juba peaaegu 70 aastat vana ja mu tervis sunnib mind suurema osa ajast mööda saatma kodus. Mulle ei ole looduse poolt antud otsustamisvõimelist ja kindlat karakterit, mis tingimata vajalikud seltskondlikus tegevuses. Ma tean juba elust, et segadused ja rahutused

kohtuprotsessidega teevad mind täiesti kõlbmatuks selles töös, mu mõistus ja mu keha on juba nõrgenenud. Suurema osa oma elust tegin ma rasket tööd ühiskonna kasuks ja loodan, vististi mitte asjata, et: *instrumenta artis nostrae* on nüüd kõigil käes. Ma olen teeninud juba riiki sellisel kujul, kui loodus mind on selleks määranud, ja loodan, et ma olen oma töö teinud ja et mu kodumaa ei käituks minuga nii ebaõiglaselt, et ta mind tahab panna sellisesse olukorda, milleks ma sugugi ei kõlba, kus mu nõrgad küljed välja paistaksid ja võib-olla koguni veel halvematki juhtuks.“ Teiselt poolt tegi talle takistusi maakohtuniku ameti vastuvõtmisel kuuluvus presbüterlaste usulahku, millele ta jäi truuks surmani.

Mõni aasta enne surma tahtis Inglise valitsus hinnata James Watt'i teeneid isamaa ees ja nimetada teda baronetiks, au, millest Inglismaal ära ütlevad ainult vähesed. James Watt lükkas selle ettepaneku peale järelemõtlemist delikaatselt tagasi, leides, et tema ei sobi selle tiitli jaoks.

Ainult ühest austusest ei loobunud ta kunagi: see oli osavõtmine teaduslikest ringidest ja asutistest (ta oli muu seas Royal Society of Edinburgh (1784), Royal Society of London (1785), Prantsuse Teadusteakadeemia (1814) jt. liige).

Noored leiutajad ja teadusemehed lugesid oma auks Watt'ilt paluda nõu ja seletust teaduslikes küsimustes, millele ta lahkelt vastu tuli. Sagedasti olid noorte mõtted ülifantastilised ja rabavad vanale teadusemehele, kuid see ei rik-

kunud nende koostööd. Missuguseid küsimusi siin küll ei arutatud: perpetuum mobile, Newtoni raskustungi seaduse ümberlükkamine, hiiglaraudtoru valmistamine lahe veerel, mis vette lükatult oleks võinud olla tunneliks, ja muid võimatuid ja võimalikke asju käsitleti siin.

Võiks arvata, et vana leidur ja õpetlane pidi naerma niisuguste rumaluste üle. Midagi sellest sarnast aga ei juhtunud: rahulikult ja sõbralikult vastas ta kõigile, juhtides noorte tähelepanu eksistustele ja vildakatele seisukohtadele, soovitades neil kõik enne põhjalikult läbi proovida, tegelikult katsetada ja alles siis, kui idee on katsetes näidanud oma tõhusust, minna edasi selle rakendamisele laiemas ulatuses.

Samuti oli ta valmis abiks olema noortele nõuandmisega elukutse valikul, juhtides neid aladele, milleks noortel kalduvusi, andeid ja huvi. Watt teadis, et töömeest peab kõigepealt töö huvitama, töötajaja peab oma tööala armastama, alles siis võib olla tööl produktiivseid tulemusi; vastasel korral on töötajaja õnnetu kogu eluaja, ei ole rahul iseennese ega ümbrusega, samuti kannatab tööviljakus ja -väärtus. Andeid tuleb välja arendada huvidele vastavalt. Ja paljudki Birminghami kui ka ümbruskonna noored leidsid Watt'i isalik-sõbralikkude nõuandmiste juhtimisel õige tööala ning neist kasvasid tublid mehed oma kodumaale.

Kooliaja mälestuseks Greenockis annetas Watt oma kodulinnale a. 1816 väärrika summa raamatute ostmiseks, millega pandi alus sealsele avalikule raamatukogule. Samuti asutas ta

Glasgow ülikooli juurde fondi igaaastaseks auhinnaks kõige parema teadusliku töö eest mehaanika, keemia ja füüsika alal.

Viimasel eluperioodil kaotas Watt surma läbi kaks täisealist last — oma armastatud poja Gregory ja mehel oleva tütre Jessy. See kurvas-
tas teda rängalt ja muutis vanakese vaikseks, endassesüvenenuks, kes igatses üksildust ja rahu.

Oma karakterilt oli James Watt lastearmas-
taja ja nagu ta vanemadki ei võinud ta oma lapsi seepärast kasvatada teisiti kui kasvas tema ise, s. o. nõudlikkuses ja sõpruses. Kui Priestley esimest korda külastas Watt'i, vaimustas teda sügavalt laste ja Watt'i vahekord ja ta kirjutab: „Watt käitleb oma lapsi nagu sõpru ja need jumaldavad teda kui kõige paremat isa“.

Oma vanema pojaga ei olnud ta selle täisealiseks saades just väga lähedane, olgugi et nende vahekord oli alati väga hea. Nooremaga sidusid teda siiski tihedamad sidemed, sest poeg Gregory sarnanes karakterilt ja kalduvusilt väga isaga ning töötas kujuneda isa algatatud suure töö jätkajaks. Hoolimata oma noorusest oli ta jõudnud teha juba kaks tööd keemias, mis tunnistasid andekusest sel alal. Peale muu oli nooremal pojalt hea oraatori-and. Õnnetuseks oli ta aga omandanud suure mõistuse ja andekuse kõrval ka isa nõrga tervise, tema juures tulid ilmsiks tiisikuse tunnused, mille vastu ükski abinõu ei suutnud enam aidata. Ta suri 27-aastasena 1804. a. Samasse haigusse suri ka tütar Jessy, jättes leinama abikaasa ja hulga lapsi.

Olles alati tegev oma mõtete ja plaanide kal-

lal, endassesüvenenult ja tagasihoidlikult, veetis Watt oma viimsed eluaastad. Vanade sõprade rida ta ümber jäi aeg-ajalt ikka hõredamaks: 1794. a. suri vana kaastööline ja abimees doktor Roebuck, 1799. a. lahkus jäädavalt sama teed parim ja ustavaim sõber Black, siis sõber Withering ja 1802. a. luuletaja Darwin; kolme aasta pärast suri ta parim elukaaslane prof. Robison, 1809. a. viis surm ära Boultoni, aga ikka elas veel edasi haiglane ja alaliste eluraskuste all kannataja Watt ja arvas viimaks, et maailm jääb temale tühjaks, et aeg oleks temalgi lahkuda.

James Watt'i surm oli vaikne ja rahulik. Suur töömees ise oli arvamusel, et oli teinud oma elu jooksul kõik, mis võimalik, ja et lahkumine nüüd ei ole kurvastus.

Kuni viimse kustumiseni säilitas Watt sellise meelevärskuse, et tuttavad, kellega ta 1817. a. Šotimaa reisu puhul kokku puutus, kinnitasid imestades, et nad ei ole kunagi näinud James Watt'i sellises vaimuvärskuses ja jõus, kui tol korral.

Mõni päev enne surma tundis vanake nagu nõrkust oma kehas — ja ta teadis, et see oli surm, kes kutsus. Ta järgnes kutsele 25. augustil 1819. Watt maeti Birminghamis. Westminster Abbey's Londonis püstitati hiljem tema monument. Järele jäi tema innustav mälestus ja suur elutöö kogu inimkonna hüveks.

Nimede hääldamist.

Berthollet — bertol'e	Loch-Lomond — loks-lou'mənd
Birmingham — bæ'miŋəm	Mac Gregor — məgrə'gə(r)
Black — blæk	Matthew — mə'əju
Boulton — bu'ultən	Morgan — moo'gən
Carron — kə'rən	Muirhead — mju'ə(r)hed
Caus — koo	Newcomen — nju'kəmən
Cavendish — kə'vendiš	Papin — Papā'n(g)
Cawley — koo'li	Perry — pe'ri
Clyde — klaid	Potter — pɔ'tə(r)
Cornwall — koo'nwəl	Priestley — prii'stli
Edinburgh — e'dinbərə	Roebuck — ro'ubək
Glasgow — glaa'sgou	Savery — sə'vəri
Greenock — grii'nək	Small — smool
Heathfield — hii'əfiild	Smith — smie
Hooke — huk	Soho — so'hou
Humphrey — ha'mfri	Somerset — sa'məset
James — džeimz	Watt — wot
Keir — kiə(r)	Wedgwood — we'džwud
Kinneil — kinil	Withering — widriŋ
Laplace — lapla'ss	Wolverhampton — wu'lvə- həmpən
Lavoisier — lavuazje'	Worcester — wu'stə(r)

Tarvitatud kirjandust.

- Andrew Carnegie:* James Watt. Berlin.
A. B. Каменский: *Джемс Ватт*. Petersburg, 1891.
H. Kleinert: James Watt. Bern, 1930.
P. La Cour u. J. Appel: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung. Braunschweig, 1905.
K. Rosenberger: Die Geschichte der Physik. I Theil 1882, 1884, III Theil — 1887 — 1890. The Dictionary of National Biography. Vol. XX.

Sisukord.

	Lk.
I. Päritolu ja noorusaastad	5
II. Oma töökoda Glasgow's	24
III. James Watt'i eelkäijad	31
IV. Aurumasina leiutamine	48
V. Aurumasinat püütakse rakendada ellu	60
VI. Insenerina töötamas	73
VII. Aurumasina võidukäik	78
VIII. James Watt õpetlasena	111
IX. Vanaduspäevad	120
Häälendamist	129
Tarvitatud kirjandust	129

Õiendus.

Watt'i surmadaatum on 19. VIII (mitte 25).