

Eesti NSV



A. TREIFELDT

**VOOLTOOTMINE JA
SELLE RAKENDAMINE
EESTI NSV TÖÖSTUSES**

Nr. 18 (245)

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1957

2-42485

A-17346
245

EESTI NSV POLIITILISTE JA TEADUSALASTE
TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

A. TREIFELDT

VOOLTOOTMINE JA
SELLE RAKENDAMINE
EESTI NSV TÖÖSTUSES

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS · TALLINN 1957

SISUKORD

Sissejuhatus	3
I. Vooltootmine ja selle majanduslik efektiivsus	7
II. Vooltootmise organisatsioonilised vormid ja variandid	18
III. Vooluliinide projekteerimine	23
IV. Vooltootmise rakendamine ja selle edasise laiendamise võimalusi meie vabariigi tööstuses	30



Трейфельдт Альфред Александрович
ПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И
ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЭСТОНСКОЙ ССР

На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja J. Ojamaa
Tehniline toimetaja L. Uuspõld
Korrektorid A. Kiho ja E. Järve

Ladumisele antud 12. X 1957. Trükkimisele antud 27. XI 1957. Paber 54×84, 1/16.
Trükipoognaid 2,75. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 2,25. Arvutuspoognaid
2,5. Trükiarv 2000. MB-07860. Tellimise nr. 2617.

Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Vallikraavi 4.

Hind 90 kop.

SISSEJUHATUS

Sotsialistliku tootmise pidev kasv ja täiustamine on võimalik üksnes järjekindla tehnilise progressi tingimustes. Töövahendite tehniline areng on ühiskondliku tööviljakuse kasvu ja laiendatud taastootmise kiiretempolise arendamise aluseks.

Tehniline progress tähendab eelkõige tootmistehnika pidevat uuendamist, vana tehnika süstemaatilist asendamist uuega ning käsitsitehtavate tööprotsesside laiaulatuslikku mehhaniseerimist ja automatiseerimist. Koos tehnilise progressiga toimub ühtlasi ka tootmistehnoloogia pidev täiustumine, mis omakorda soodustab ühiskondliku tööviljakuse kasvu.

Kuues viisaastak kujuneb uueks tähtsaks etapiks tehnilise progressi kindlustamisel Nõukogude Liidu tööstuses. Partei XX kongressi poolt vastuvõetud direktiivide kohaselt pööratakse kuueandal viisaastakul erakordselt suurt tähelepanu uue, ajakohase tootmistehnika loomisele, tööstusettevõtete tehnilisele rekonstrueerimisele, vananenud seadmete ja agregaatide väljavahetamisele uutega, tootmisprotsesside laiaulatuslikule mehhaniseerimisele ja automatiseerimisele eranditult kõigis tööstusharudes. Selles osas püstitatud ülesannete eduka täitmise tulemusena kasvab meil aasta-aastalt tootmistehniline tase kõigis vabrikutes, tehastes, kaevandustes ja teistes tööstusettevõtetes.

Kaasaja kõrgetasemelise tootmistehnika järjest ulatuslikum kasutusele võtmine eeldab aga ühtlasi ajakohaste tootmise organiseerimise meetodite laialdast rakendamist, et kindlustada tootmisprotsessi teenindava tootmistehnika

täielikku ja ratsionaalset ärakasutamist. Üheks selliseks eesrindlikuks tootmise organiseerimise meetodiks on vooltootmine, mis oma olemuselt vastab tööstusliku tootmise tänapäeva ulatuslikele moodsatele ja kõrgele tehnilisele tasemele.

Vooltootmise meetodil on tähtis osa tehnilise progressi kindlustamisel sotsialistlikus tööstuses. Üleminek vooltootmisele annab ühelt poolt võimaluse olemasoleva tootmistehnika paremaks ärakasutamiseks ja tootmise tehnilis-ökonoomiliste näitajate parandamiseks, kuid teiselt poolt aitab ta ühtlasi stimuleerida uute kõrge tootlikkusega seadmete ja agregaatide loomist tööprotsesside mehhaniseerimiseks ja automatiseerimiseks vooltootmise liinidel.

Vooltootmise tingimustes ei ole tehnika areng suunatud enam üksikute tööprotsesside mehhaniseerimisele ja automatiseerimisele, vaid kogu tootmisprotsessi komplekssele mehhaniseerimisele. Tehnika arengu tulemusena kujunevad poolmehhaniseeritud vooluliinid järk-järgult komplekselt mehhaniseeritud automaatliinideks, viimased ühendatakse automaattsehhideks ja lõpuks kujunevad välja automaattehased, kus on täielikult automatiseeritud kõik tööprotsessid, alates materjalide ettevalmistamise operatsioonidest ja lõpetades valmistoodangu kvaliteedi kontrollimise ja pakkimisega.

Vooltootmise organiseerimisel on Nõukogude Liidu tööstuses tehtud suuri edusamme nii sõjaeelsetel viisaastakutel kui ka sõjajärgsel perioodil. Vooltootmise meetodit rakendatakse edukalt paljudes masina- ja tööpingiehituse ettevõtetes, auto- ja traktoritehastes, lennukitööstuses, aparaadiehituses, jalatsi- ja õmblustööstuses, puidu- ja mööblitööstuses ning mitmetes teistes tööstusharudes.

Kuid vaatamata suurtele edusammudele ei saa olukorda selles osas sugugi pidada rahuldavaks. Tööstusettevõtete ulatuslikud mastaabid, tootmise massiline ja suureseriaalne iseloom ning laialdased võimalused ettevõtete spetsialiseerimiseks annavad nõukogude korra tingimustes tundu-

valt avaramaid võimalusi vooltootmisele üleminekuks, kui seda on seni tegelikult ära kasutatud.

Neid asjaolusid silmas pidades on partei ja valitsus oma viimastel aastatel vastuvõetud tööstusalastes otsustes ja määrustes pööranud tõsist tähelepanu vooltootmise organiseerimise küsimustele. Koos tootmise spetsialiseerimise ja koopereerimise edasise süvendamisega kohustatakse nendes otsustes ja määrustes tööstuslikke keskasutusi kuuendal viisaastakul laialdaselt organiseerima massilist vooltootmist spetsialiseeritud tööstusettevõtetes, tunduvalt suurendama vooltootmise liinide arvu ja tõstma nende mehhaniseerimise taset. Eriti suured ülesanded on püstitatud tööstusele kuuendaks viisaastakuks täielikult automatiseeritud vooluliinide ja tsehhide loomise osas.

Ulatuslikud ülesanded vooltootmise organiseerimise alal seisavad kuuendal viisaastakul ka meie vabariigi tööstuse ees. Kuigi sõjajärgsete viisaastakute kestel on meie vabariigi tööstusettevõtetes vooltootmise meetodi juurutamise alal ära tehtud suur töö, oleme selles suhtes praegu veel mitmelgi tootmisalal teistest liiduvabariikidest tunduvalt maha jäänud. Vooltootmise ulatuslikku rakendamist vabariigi tööstuses on takistanud paljudel juhtudel ettevõtete madal spetsialiseerimise aste ja kindla tootmisprofiili puudumine. Kuna seoses tööstuse ja ehitustegevuse juhtimise reorganiseerimisega ja vabariigi rahvamajandusnõukogu moodustamisega viiakse meie vabariigis ellu terve rida abinõusid tööstusettevõtete ja tsehhide spetsialiseerimiseks ning tootmises esineva parallelismi likvideerimiseks, siis avanevad sellega ühtlasi ka senisest avaramad võimalused vooltootmisele üleminekuks. Tootmise edasiarendamise huvid nõuavad nende võimaluste maksimaalset ära kasutamist. Eeskätt on aga tarvis pöörata tähelepanu vooltootmise liinide organiseerimisele masinaehitustehastes, aparaaditööstuse ettevõtetes, puidutööstuses ja reas kergetööstuse harudes.

Nende ülesannete edukas täitmine ja vooltootmise laialdane juurutamine sõltub väga suurel määral tööstus-

ettevõtete juhtivatest töötajatest. Seetõttu on tarvis, et meie tööstusettevõtete töötajad õpiksid põhjalikult tundma vooltootmise organiseerimise põhjaluseid, vooluliinide projekteerimise tehnilisi küsimusi ja töö organiseerimise spetsiifikat vooltootmise tingimustes.

Käesoleva brošüüri ülesandeks on tutvustada töötajate laiemaid ringkondi vooltootmise olemusega ja tema majandusliku efektiivsuse küsimusega, vooltootmise mitmesuguste organisatsiooniliste vormide ja variantidega, samuti ka vooluliinide projekteerimise põhiküsimustega. Ühtlasi antakse brošüüris lühike ülevaade neist tulemustest, mida vabariigi tööstusettevõtted on saavutanud vooltootmise organiseerimise alal sõjajärgsel perioodil. Koos sellega analüüsitakse mõningal määral ka vooltootmise edasise laiendamise ja eksploatatsioonis olevate vooluliinide majandusliku efektiivsuse tõstmise võimalusi.

I. VOOLTOOTMINE JA SELLE MAJANDUSLIK EFEKTIIVSUS

Vooltootmine on tootmise organiseerimise kõige kõrgemaks ja efektiivsemaks vormiks. Vooltootmine kindlustab tootmisprotsessi kõige ratsionaalsema organiseerimise tööstusettevõttes nii ruumilises kui ka ajalises mõttes. Oma iseloomult ja olemuselt vastab vooltootmine kaasaja tööstusettevõtete suurtele mastaapidele ja tootmise kõrgele mehhaniseerimise tasemele.

Tööstusliku tootmise ajalugu tunneb üldse kaht põhilist tootmise organiseerimise meetodit: 1) niinimetatud tsehhilist tootmise organiseerimist ja 2) vooltootmist.

Tsehhiline tootmise organiseerimise meetod kuulub oma olemuselt tööstusliku tootmise varajasematesse perioodidesse, mil tootmise kontsentratsiooni aste oli madal ja tööstusettevõtted suhteliselt väikeste mõõdetega. Kuid ta leiab ka tänapäeval veel küllaltki laialdast rakendamist, eriti aga individuaal- ja väikeseerialise tootmistüübiga ettevõtetes.

Tsehhilist tootmise organiseerimise meetodit iseloomustab tootmisprotsessi katkendlik kulgemine, mis on tingitud tootmisprotsessi jaotamisest isoleeritult töötavate tsehhide ja jaoskondade vahel.

Tsehhiline tootmise organiseerimise meetod on oma ajaloolises arengus läbi teinud kaks põhilist etappi ja vastavalt sellele on tal kaks vormi:

a) tootmise organiseerimine tsehhide ja jaoskondade tehnoloogilise spetsialiseerimise põhimõttel ja

b) tootmise organiseerimine tsehhide ja jaoskondade esemelise spetsialiseerimise põhimõttel.

Tootmise organiseerimine tsehhide ja jaoskondade tehnoloogilise spetsialiseerimise põhimõttel on suhteliselt vanem. Sellel põhimõttel organiseeritud tsehhe ja jaoskondi iseloomustab see, et neis toimuv tootmisprotsess ei ole tehnoloogiliselt terviklik, vaid igas tsehhis või jaoskonnas teostatakse ainult üht teatud liiki tehnoloogilisi operatsioone

kõigi antud tehases valmistatavate toodete ja detailide osas. Vastavalt sellele koosneb nende tsehhide seadmete park enam-vähem ühelaadsetest tööpinkidest, samuti on ka töölised siin ligilähedaste elukutsetega.

Seega antud juhul ei ole teatud tööobjekti (detail, sõlm, toode) valmistamisega seoses olevad operatsioonid koondataud ühte tsehhi või jaoskonda, vaid toimuvad hajutatult väga paljudes erineva tehnoloogiaga tsehhides ja jaoskondades. Tööobjektid peavad antud juhul läbima tootmisprotsessi kestel väga mitmeid tsehhe ja jaoskondi, mille tõttu nende liikumistee kujuneb väga keeruliseks ja pikaks.

Teatud toote tootmisprotsess kujutab endast nendes tingimustes sadade ja tuhandete detailide siksakilist ja ristlevat liikumist kümnete tsehhide ja jaoskondade vahel. Seejuures liiguvad peaaegu kõik detailid erinevate marsruutide kohaselt. Täiesti mõistetavalt on tootmise organiseerimine ja juhtimine antud juhul äärmiselt keeruline. Lisaks sellele kujuneb valmistatavate toodete omahind suhteliselt kõrgeks, tootmise efektiivsus aga on madal.

Möödunud sajandi viimastel aastakümnetel, mil tootmise kontsentratsiooni aste kiiresti kasvas ja tööstusettevõtete mõõted tunduvalt suurenesid, hakkas tsehhiline tootmise organiseerimine oma senisel kujul takistama tootmisprotsesside ratsionaalset organiseerimist ja pidurdama tootmise arengut. Sellest tingituna hakkasid paljud tööstusettevõtted loobuma tsehhide kujundamisest tehnoloogilise spetsialiseerimise printsiibil ja läksid üle uuele põhimõttele — suletud tootmistsükliga tsehhide ja jaoskondade organiseerimisele esemelisel printsiibil. Uus tootmise organiseerimise moodus, mis sellel baasil välja kujunes, kujutab endast sisuliselt võttes tsehhilise tootmise organiseerimise meetodi kõrgemat astet. Ta on üleminekuvormiks tsehhiliselt tootmise organiseerimiselt vooltootmisele.

Suletud tootmistsükliga esemelise spetsialiseerumise põhimõttel kujundatud tsehhid ja jaoskonnad organiseeritakse tehnoloogilise terviklikkuse põhimõttel. Nendes toimub ühetaolise tehnoloogiaga detailide ja sõlmede valmistamisprotsess tervikuna, alates esimestest operatsioonidest ja lõpetades viimastega. Nende tsehhide toodangu moodustavad mitmesugused valmisdetailid ja sõlmed.

Esemelise spetsialiseerimise põhimõttel organiseeritud tsehhidesse ja jaoskondadesse koondatakse kõik seadmed, mis on vajalikud antud liiki detailide või sõlmede valmis-

tamiseks. Järelikult koosneb seadmete park seesugusel põhimõttel kujundatud tootmisüksustes väga mitmekesistest ja erinevatest tööpinkidest. Samuti on siin ka tööliste koosseis oma tootmisalase profiili poolest suuresti erinev.

Kuna toodangu nomenklatuur suletud tootmisükslikuga tsehhides on suhteliselt võrdlemisi lai, siis ei saa siin seadmeid paigutada ranges tehnoloogilises järjestuses ja tagada kõigi tööobjektide otsejoonelist liikumist. Seadmete paigutamise aluseks on niinimetatud sõlmedejärgse paigutuse põhimõte, mille kohaselt seadmed paigutatakse kõige suuremat osatähtsust omavate sõlmede ja detailide tehnoloogilise marsruudi järjestuses. Seetõttu ainult ühe osa detailide liikumistee kujuneb otsejooneliseks, kuna aga teine osa detaile liigub operatsioonist operatsiooni siksakilisel kulgevat marsruuti mööda. Seejuures võib üksikute detailide osas esineda ka tagasisuunalist liikumist. Detailide valmistamise erinev tehnoloogia ei luba siin kasutusele võtta ka spetsiaalseid transpordiseadeldisi, mis ühendaksid individuaalselt töötavad seadmed ühtseks tootmisahelaks.

Tööstusettevõtete edasine kasv ja tehasesisese tööjaotuse süvenemine löid pikkamööda eeldused sellel põhimõttel organiseeritud tsehhide ja jaoskondade kitsapiiriliseks spetsialiseerimiseks, mille tulemusena järjest vähenes nendes valmistatavate erinimeliste detailide ja sõlmede arv. Sellega tekkisid ühtlasi ka võimalused üleminekuks uuele tootmise organiseerimise meetodile — vooltootmisele.

Esimesed ajakohased vooltootmise liinid organiseeriti 1913. aastal Fordi autotehastes Ameerika Ühendriikides. Autotööstur Ford ei olnud vooltootmise «looja», nagu mõnikord ekslikult arvatakse, vaid ainult konveierite kasutamisel põhineva vooltootmise variandi laialdane rakendaja. Vooltootmise põhimõtted olid tuntud juba aastasadu tagasi. Nii näiteks leidis vooltootmise elemente mõningates tööstusharudes juba XVIII sajandil, XIX sajandil leiab ta rakendamist relvastuse tootmises jne. Kuid oma tõelise arengu saab vooltootmine alles XX sajandil, tänu masinatööstuse kiirele progressile.

Tehasesisese transpordi mehhaniseerimiseks sobivate konveierite leiutamine ja nende kasutusele võtmine andis laialdased võimalused vooltootmise põhimõtete elluviimiseks komplitseeritud tootmisprotsessidega tööstusharudes. Autotööstur Ford oskas selle tehnilise uuenduse oskuslikult ära kasutada oma tehase huvides. Seejuures ei olnud konveierite

rakendamine tema tehastes mõeldud mitte üksi operatsioonidevahelise transpordi mehhaniseerimiseks, vaid ühtlasi ka töö intensiivistamiseks ja kindla sundrütmi saavutamiseks tootmises.

Vooltootmise laialdase rakendamisega suutis Ford tõsta autode toodangu ainuüksi ühe aasta jooksul ligi kolme ja poole kordseks. Nii näiteks, kui 1911/12. aastal toodeti tema tehastes ainult 76 150 sõiduautot, siis 1913/14. aastal juba 264 972 autot. Fordi tehaste edu kindlustas vooltootmise kiire leviku ka teistes tööstusharudes nii Ameerika Ühendriikides kui ka Euroopa maades.

Vooltootmine on suur samm edasi tootmise organiseerimise arengus. Vastandina tsehhilisele organiseerimisele, kus tootmine toimub suurte katkestustega, kulgevad siin tootmisprotsessid pidevalt. Vooltootmise süsteemi puhul ei ole isoleeritult töötavaid allüksusi, vaid kõik tehase jaoskonnad ja tsehhid moodustavad ühtse tehnoloogilise ahela, mille ulatuses tööobjektid liiguvad pidevalt ja katkestusteta.

Vooltootmise meetodit iseloomustab tootmisseedmete ahelapaigutus. Ahelapaigutuse puhul koondatakse ühte tootmisloiku kõik eriliigilised seadmed, mis on vajalikud ühe või teise tööobjekti valmistamiseks. Seadmed paigutatakse siin ranges tehnoloogilises järjestuses ja ühendatakse spetsiaalsete transpordiseadeldiste abil ühtseks tehnoloogiliseks ahelaks. Tekivad niinimetatud vooluliinid, kus tööobjektid tootmisprotsessi käigus liiguvad otsejoonelises marsruudis esimeselt töökohalt viimasele ilma igasuguse ristlemise või tagasisuunalise liikumiseta. Seejuures töödeldakse või monteeritakse ühel vooluliinil tavaliselt ainult üht või äärmiselt piiratud arvu erinevaid tööobjekte.

Vooluliinid võivad hõlmata kas kogu tootmisprotsessi tehase kui terviku ulatuses või ainult üht osa sellest. Viimasel juhul esineb vooltootmise liinide kõrval arvukalt ka suletud tootmistsükliga esemelise spetsialiseerimise põhimõttel kujundatud tsehhe ja jaoskondi.

Oma arengu algperioodil leidis vooltootmine rakendamist peamiselt montaažitsehhides, kus teatavasti valdavas ülekaalus on käsitsi teostatavad operatsioonid, mida on suhteliselt kerge üle viia vooltootmise põhimõttele. Mõnevõrra hiljem hakati vooltootmise meetodit juurutama ka töötlevates tsehhides ja seejärel ettevalmistusprotsessides. Tänapäeval on paljudes tehastes kogu tootmisprotsess tervikuna üle viidud vooltootmise meetodile, alates materjalide ette-

valmistamisest ja lõpetades valmistoodangu monterimisega.

Vooltootmisel on viis olulist iseloomustavat tunnust:

- 1) tööprotsessi jaotamine detailseteks operatsioonideks;
- 2) töökohtade spetsialiseerimine, mis avaldub ühe või piiratud arvu erinevate operatsioonide kinnistamises igale töökohale;
- 3) töökohtade paigutamine tehnoloogilises järjestuses;
- 4) tööobjektide rütmiline liikumine töökohalt töökohale, alates esimesest operatsioonist kuni viimaseni ilma igasuguse tagasisuunalise liikumiseta;
- 5) spetsiaalsete transpordiseadeldiste kasutamine operatsioonidevahelises transpordis tööobjektide edasiandmiseks ühelt töökohalt teisele.

Vooltootmise arengu algeriiodi iseloomustas toote valmistusprotsessi jaotamine äärmiselt detailseteks osaooperatsioonideks, mida sooritati enamasti käsitsi või kasutati selleks väga lihtsaid tööpinke ja instrumente. Selle tõttu kujunesid vooluliinid väga pikaks ja nende ehitamine kaliks. Tänapäeval on loobutud operatsioonide äärmise detailiseerimise põhimõttest. Kaasaja tehnika taseme juures on võimalik konstrueerida vooluliinide jaoks niisuguseid agregaatseid seadmeid, mis kindlustavad operatsioonide maksimaalse kontsentreerimise ja sooritavad korraga 10—15 lihtsat osaooperatsiooni. Tänapäeval ehitatakse selliseid seadmeid kõigis tööstusharudes rakendatavate vooluliinide jaoks. Kui varajasematel perioodidel esines vooluliinide pikeneamise tendentse, siis tänapäeval püstitatakse vooluliinide projekteerimisel nõudeks kindlustada nende võimalikult minimaalne pikkus.

Töökohtade spetsialiseerimine, mille tulemusena igale vooluliini kuuluvale töökohale kinnistatakse piiratud arv operatsioone pidevaks sooritamiseks, võimaldab kasutusele võtta spetsiaalseid seadmeid ja instrumente. Tootmise ulatusliku mahu tõttu on vooluliinidel ühtlasi ka võimalik rakendada kõrge tootlikkusega automaate, mis järsult vähendavad toodete töömahukust, võrreldes tsehhilise tootmise organiseerimise puhul kasutatavate universaalseadmetega.

Vooltootmise põhiliseks tunnuseks on töökohtade paigutus tehnoloogilise protsessi järjestuses. See kindlustab tootmise kõige ratsionaalsema ruumilise kulgemise. Selle tulemusena kujuneb tööobjektide liikumistee mitmekordselt lühemaks, võrreldes tootmise tsehhilise organiseerimisega.

Kuna iga operatsioon, mida sooritatakse väljaspool vooluliini, pikendab tunduvalt tööobjektide liikumisteed ja tootmistsükli kestust, siis püütakse tänapäeval lülitada vooluliini eranditult kõik operatsioonid, kaasa arvatud ka keevitamine, termiline töötlemine, galvaniseerimine, pesemine, värvimine, kontrollimine ja mõningad teised operatsioonid. Selleks konstrueeritakse vastavad seadmed, mis on vooluliini sisse lülitatavad.

Vooltootmise puhul liiguvad tööobjektid ühelt töökohalt teisele ükshaaval või väikeste partiidena, kindla rütmi järgi. Tänu sellele kujuneb tootmistsükkel sageli kümneid kordi lühemaks, võrreldes tsehhilise tootmise organiseerimisega, kus tööobjektid liiguvad töökohalt töökohale suurtes partiides ja seisavad iga operatsiooni vahel pikka aega kas tööpinkide juures või vaheladudes.

Vooltootmist iseloomustab ka see, et siin on spetsiaalsete transpordivahendite rakendamise teel kõik vooluliini kuuluvad seadmed ühendatud ühtseks tehnoloogiliseks ahelaks. Tänu sellele väheneb transporttööde maht vooltootmise puhul mitmekordselt, võrreldes tsehhilise tootmise organiseerimisega, kus ühe tonni toodangu valmistamiseks tehakse sageli 50—150 tonni ulatuses sisetranspordi töid. Seejuures ei tohi vooltootmist samastada konveiertootmisega. Konveierite kasutamisel põhinev vooltootmine on teatavasti üks vooltootmise eriliike. Teiste vooltootmise liikide puhul leiavad laialdast rakendamist ka paljud muud transpordivahendite liigid (rullikteed, roobasteed, kaldteed jms.).

Vooltootmine annab kõige paremaid majanduslikke tulemusi masstootmise tingimustes, kus on võimalik rakendada spetsiaalseadmeid ja automaate. Kuid ta leiab edukat rakendamist ka seeriatootmise tingimustes ja isegi individuaaltootmises.

Masstootmises kasutatavad vooluliinid on kitsalt spetsialiseeritud, kusjuures igal liinil töödeldakse ainult üht detaili või monteeritakse üht toodet. Suureseerialises tootmises esinevad enamasti grupilised vooltootmise liinid, mis on määratud mitme sarnaneva detaili töötlemiseks või mitme toote monteerimiseks. Seeria- ja väikeserialises tootmises leiavad vooltootmise liinid kasutamist enamasti ainult nende detailide töötlemisel, mida kasutatakse paljude toodete juures. Teiste detailide tootmiseks organiseeritakse

ritakse enamasti vastavad suletud tsükliga tsehhid ja jaoskonnad.

Individuaaltootmises rakendatakse vooltootmist tavaliselt ainult üksikute massilises koguses vajatavate detailide tootmisel (näiteks turbiinitööstuses toodetakse vooltootmise põhimõttel võimsate auruturbiinide labidaid, mida läheb ühe turbiini kohta mitu tuhat tükki).

Vooltootmine kui tootmise organiseerimise progressiivne vorm omab rea eeliseid, mis on tema kõrge majandusliku efektiivsuse aluseks.

Vooltootmine võimaldab tunduvalt suurendada toodangu väljalaset olemasolevate tootmispindade ja seadmete pargi juures ning tõsta seega tootmistehnika kasutamise efektiivsust. Nagu kogemused näitavad, on üleminek vooltootmisele aidanud paljudes ettevõtetes ilma põhifondide suurendamiseta tõsta toodangut 30—50 protsendi võrra, mõningatel juhtudel isegi mitmekordseks. Nii näiteks suurenes autode toodang Lihhatšovi-nimelises Moskva Autotehases vooltootmisele ülemineku tõttu 3,5-kordseks, kusjuures autode tootmistsükkel lühenes üle kahe ja poole korra. Ühe ja sama automodeli detailide komplekti mehaaniline töötlemine tsehhilise tootmise organiseerimise korral moodustab kokku ligikaudu 600—1000 normtundi, vooltootmise puhul aga ainult 60—75 normtundi.

Vooltootmise majanduslik efektiivsus avaldub ühtlasi ka tootmise kvalitatiivsete näitajate paranemises. Tööprotsesside kõrgetasemeline mehhaniseerimine, põhjalik tööjaotus ja töökohtade spetsialiseerimine, samuti ka transporttööde mahu vähenemine kindlustavad kõrge tööviljakuse vooltootmise liinidel. Toodangu suurenemise ja tööviljakuse kasvu tulemusena alaneb ühtlasi ka toodangu omahind, mis massvooltootmise tingimustes on 20—40 protsenti madalam tsehhilise tootmise organiseerimise juures kujunevast omahinnast.

Vooltootmine aitab lisaks kõigele sellele vähendada tootmispindade vajadust, tõsta toodangu kvaliteeti, vähendada tootmises tekkivat praaki, lihtsustada tootmise juhtimist ja operatiivset planeerimist, tugevdada töödistsipliini ja parandada tööliste töötingimusi.

Kõiki neid vooltootmise eeliseid saab täielikult ära kasutada ainult sotsialistliku majanduse tingimustes. Kapitalistlikus ühiskonnas toob vooltootmine endaga tavaliselt kaasa töötingimuste raskenemise, sest vooltootmisele üle-

mineku tagajärjel toimub töö ennenägematu intensiivistamine ja töötajate massiline dekvallitseerumine. Nii on kapitalistlikes maades paljudes tehastes, kus rakendatakse vooltootmist, töö intensiivsus tänapäeval tõusnud sellise astmeni, et üle 30 aastase vanusega töötajaid ei saa enam vooluliinidel tööle rakendada. See tõttu nimetavad töölised Fordi autotehaseid, kus neile kõrge töötempo eest makstakse küll suhteliselt suuremat töötasu kui teistes autotehastes, «Fordi põrguks». Töölised heidetakse siit 30—35 aasta vanuses tehase väravate taha. Seejuures puudub neil kvalifikatsioon, et siirduda erialatöölisena mõnda teise ettevõttesse. Süüdi on selles tööprotsesside äärmine diferentseeritus, mis ei nõua töolistelt kuigi suuri erialalisi teadmisi. Nii näiteks oli Fordi autotehastes enne Teist maailmasõda 7882 erinevat tööliiki, kusjuures nendest 43 protsenti oli selliseid, millede omandamine nõudis õppeaega mitte üle ühe tööpäeva. Kuni kaheksapäevast õppeaega nõudis 36 protsenti ja kuni kahenädalast õppeaega 6 protsenti kõigist tööst. Ainult 15 protsenti oli niisuguseid töid, millede omandamine nõudis õppeaega üle ühe kuu. Vooltootmise kapitalistlik rakendus muudab selle iseenesest progressiivse tootmise organiseerimise meetodi tööliste ekspluateerimise süvendamise vahendiks. Vooltootmise kapitalistlik rakendus viib töölise tööjõu väljakurnamisele, nende töövõime enneaegsele kaotamisele ja kutsub esile massilise traumatismi. Konveierite liikumiskiirus määratakse kapitalistlikes tööstusettevõtetes kindlaks lähtudes füüsiliselt kõige tugevamate töötajate võimetest, kusjuures tavalised reatöölised on suutelised seda tempot saavutama ainult maksimaalsete jõupingutuste korral. Samuti puuduvad siin sageli ka elementaarsed töökaitseabinõud.

Kõigi nende vooltootmise kapitalistliku rakenduse juures esinevate negatiivsete nähtuste põhjuseks on kapitalistliku tootmise ekspluateerilik iseloom. Sotsialistliku tootmise tingimustes selliseid nähtusi esineda ei saa. Meie ettevõtetes määratakse konveieritele kindlaks normaalne töötamise tempo, mis on vastav kõigi antud vooluliinil töötajate normaalsele töövõimele. Samuti puudub selline operatsioonide äärmine jaotamine, mis muudab inimese mõistust nüristavate automaatsete liigutuste sooritajaks. Dekvallitseerumise ja töö monotoonsuse vältimiseks õpivad meil töölised ära mitte ühe operatsiooni, vaid paljud antud vooluliinil sooritatavad operatsioonid, mis annab neil võimaluse

perioodiliselt vahetada töökohti vooluliinil. Samuti pööratakse sotsialistlikes ettevõtetes suurt tähelepanu vooluliinidel tehtavate tööprotsesside mehhaniseerimisele, mille tulemusena vooluliinid arenevad välja kõrgelt mehhaniseeritud poolautomaat- ja automaatliinideks. Vooluliinidel töötavad töölised kujunevad aga keeruliste mehhanismide ja agregaatide juhtideks, kellelt nõutakse kõrget kvalifikatsiooni ja põhjalikke erialaseid teadmisi.

Vaatamata kõigele sellele negatiivsele, mis esineb voolutootmise kapitalistliku rakendamise juures, on meil vaja hoolikalt tundma õppida ka välismaiseid kogemusi, mida on kapitalistlikes maades saavutatud voolutootmise organiseerimisel, eriti aga automaatliinide ja täielikult automatiseeritud tsehhide loomisel. Need kogemused pakuvad meie tööstusettevõtete töötajatele ja konstruktoritele huvi eeskätt mitmesuguste tehniliste lahenduste, rakendamist leidva tehnika ja tehnoloogiliste menetluste poolest. Seevastu aga organisatsioonilis-sotsiaalsest küljest (töötempod, töötamise režiimid, töötajate valik vooluliinidele, töö eest tasumine vooluliinidel jms.), mis õieti annab voolutootmisele kapitalistlikes ettevõtetes ekspluataatorliku iseloomu, ei saa sealsed kogemused loomulikult olla meile eeskujuks.

Viimastel aastakümnetel on Ameerika Ühendriikide, Inglismaa ja teiste kõrgelt arenenud tööstusega kapitalistlike maade paljudes tööstusharudes kasutusele võetud kümneid uusi automaatliine ja -tsehhe, mis oma tehnilise lahenduse poolest võivad olla heaks eeskujuks meie konstruktoritele.

Erilist tähelepanu väärivad mitmesugused automaatliinid ja agregaadid masinaehitustööstuses. Nii näiteks on paljudes maades kasutusel spetsiaalsed automaatagregaadid valutsehhide, mis võimaldavad valuprotsesse täielikult automatiseerida. Palju huvitavaid automaatliine on masinaehituses rakendamisel ka mehaanilise töötlemise protsessides.

Tootmise automatiseerimise ja voolutootmise kiirest arengust järjest süveneva konkurentsi tingimustes annab kujuka pildi kas või seegi fakt, et Fordi automootorite valmistamise automaattehas, mida mõned aastad tagasi peeti tehnika imeks, on nüüd juba vananenud. Ometi tuleb selle tehase konveierilt, mida teenindab 41 inimest, tunni jooksul 154 mootoriplokki, see on ühe töölise kohta keskmiselt ligi 4 mootoriplokki tunnis. Vana seadmestiku tarvitamisel oli

sellise toodangu koguse valmistamiseks vaja 117 töölist, kusjuures ühe tööliste kohta tuli keskmiselt ainult poolteist mootoriplokki tunnis.

Tootmise selline suurelatuslik automatiseerimine Ameerika Ühendriikide tööstuses toob endaga kaasa tõsiseid sotsiaalseid probleeme. Nii näiteks märkis mõni aeg tagasi Tootmisametiühingute Kongressi esimees Renter, kes on ühtlasi ka autotööstuse tööliste ametiühingu esimeheks, et varsti suudavad Ameerika Ühendriikides 200 000 töölist teha ühe miljoni tööliste töö, kes töötavad praegu autotööstuses. On arusaadav, et vabaneva 800 000 tööliste tööle rakendamine teistes tööstusharudes ei ole Ameerika Ühendriikide tingimustes sugugi kerge ülesanne ning seoses sellega suureneb töötute armee ja raskeneb tööliklassi olukord.

Sotsialistlikus majanduses, kus puuduvad kapitalismi vastuolud ja on kaotatud ekspluateerimine, ei saa seesuguseid nähtusi esineda. Tootmise mehhaniseerimise, automatiseerimise ja vooltootmise rakendamise tulemusena ühtedel tootmisaladel ja üksikutes tööstusettevõtetes vabanev tööjõud leiab rakendamist teistel aladel. Kuna sotsialistliku majanduse tingimustes ei ole tööpuudust ja et vooltootmine ühtlasi kergendab tööliste töötingimusi, siis toetavad ka töölisel ise vooluliinide rakendamist meie ettevõtetes.

Tänu tööstusliku tootmise ulatuslikele mõõdetele ning tootmise massilisele ja suureseerialisele iseloomule on Nõukogude Liidu tööstuses laialdased võimalused vooltootmise rakendamiseks. Nende võimaluste kasutamisele on partei ja valitsus pööranud sotsialistliku ülesehitustöö käigus suurt tähelepanu.

Nõukogude Liidus algas vooltootmise põhimõttel organiseeritud ajakohaste tehaste loomine esimesel viisaastakul. Esimesena leidis vooltootmine laialdast rakendamist Moskva autotehases (1929. a.). Seejärel hakkasid vooltootmise põhimõttel töötama Stalingradi ja Harkovi traktoritehased (1930.—1931. a.), mõnevõrra hiljem Gorki autotehas, Tšeljabinski traktoritehas ja paljud teised. Üheaegselt sellega juurutati vooltootmist laialdaselt ka paljudes kerge- ja rasketööstuse harudes. Kolmekümnendatel aastatel levis vooltootmine suurelatuslikult paraaditööstuse ettevõtetes, puidutööstuses, jalatsitööstuses, õmblustööstuses ja reas teistes kerge- ja rasketööstuse harudes.

Eriti hoogsalt levis vooltootmine Nõukogude tööstuses

Suure Isamaasõja aastail, mil suur osa sõjavarustust tootvaist tehastest viidi üle vooltootmise meetodile. Tänu sellele oli võimalik lühikese ajaga tõsta kahurite, tankide, lennukite, vintpüsside, automaatide ja teiste sõjavarustuse liikide toodang mitmekordseks. Nii näiteks sai Nõukogude armee kolme viimase sõja-aasta kestel iga aasta keskmiselt 30 000 tanki ja soomusmasinat, 40 000 lennukit, 450 000 kuulipildujat, üle 3 miljoni vintpüssi ja ligi 2 miljonit automaati. Kui Esimese maailmasõja aastail oli kõigil sõdivatel pooltel kokku 8000 tanki, siis Suure Isamaasõja aastatel monteriti ainuüksi Uraali Tankitehase konveieritel ligikaudu 35 000 tanki.

Sõjajärgsel perioodil jätkus vooltootmise laiaulatuslik juurutamine tööstuses. Seejuures neljandal ja viiendal viisaastakul oli eriline rõhk asetatud vooltootmise liinide mehhaniseerimise ja automaatliinide loomise küsimusele. Nii näiteks ainuüksi neljanda viisaastaku jooksul loodi masinaehituses 26 metallitöötlemise automaatliini. Samuti võeti eksploatatsiooni ka esimene automaattehas autokolbide tootmiseks võimsusega 3500 kolbi ööpäevas. Viimane on veenvaks tõendiks nõukogude inseneriteaduse kõrgest tasemest. Kogu tööprotsess on nimetatud tehases täielikult automatiseeritud. Automaatselt toimub siin kolbide valamine, nende mehaaniline ja termiline töötlemine, samuti ka mitmesugused abioperatsioonid, nagu pesemine, pakkimine, kontrollimine jt. Tehnoloogiline protsess kulgeb tehases sünkroonselt ja selle juhtimine toimub dispetšeripuldilt. Vahetuses teenindab automaattehas ainult 5 inimest.

Viiendal viisaastakul jätkus laialdane töö vooltootmise organiseerimisel Nõukogude tööstuses. Nii näiteks tänu vooltootmise edukale juurutamisele toodeti viienda viisaastaku lõpul tööpingiehituses juba 38 protsenti kõigist tööpinkidest vooltootmise meetodil. Arvukalt projekteeriti ja ehitati ka uusi automaatliine ja automaatsehhe. Nii näiteks loodi Taškendi põllutöömashinate tehasele võimas automaatliin puuvillakombainide kassetide töötlemiseks võimsusega 50 detaili tunnis, Altai põllutöömashinate tehases võeti eksploatatsiooni automaatliin traktoritrade hõlmade tootmiseks võimsusega 1800 adrahõlma vahetuses, kümned automaatliinid asusid tööle auto- ja traktoritehastes jne.

Veelgi ulatuslikumalt organiseeritakse vooltootmist käesoleval viisaastakul. Nii näiteks on praegu vooltootmise

meetodi osatähtsus tõusnud treipinkide tootmisel juba ligi 65 protsendini, freespinkide tootmisel 80 protsendini, radiiaalpuurpinkide osas üle 50 protsendi ja tõukepinkide osas ligikaudu 60 protsendini.

Senisest tunduvalt suurema tähelepanu osaliseks saavad kuuendal viisaastakul automaat- ja poolautomaatliinid. Arvukalt luuakse tööstusettevõtetes ka automaattsehhe, kus tööprotsessid on täielikult automatiseeritud, alates materjalide ettevalmistavast töötlemisest ja lõpetades viimistlusoperatsioonidega. Nii näiteks tuleb viisaastaku jooksul ainuüksi masinaehitustööstuses anda eksploatatsiooni 220 automaat- ja poolautomaatliini ning automaattsehhi.

Ulatuslik programm automaatliinide rakendamiseks on ette nähtud ka mitmetes teistes tööstusharudes. Nii tuleb toiduainetetööstuses viisaastaku jooksul anda eksploatatsiooni ligikaudu 400 automaatset ja poolautomaatset vooluliini kondiitrisaaduste ning leiva- ja saiatoodete tootmiseks. Keskmise suurusega lihakombinaatide üleviimiseks lihatöötlemise mehhaniseeritud voolumeetodile kavatakse töösse rakendada ligikaudu 400 konveierliini. Senisest ulatuslikumalt juurutatakse vooltootmist ka piimatööstuses. Viisaastaku jooksul võetakse siin kasutusele kokku ligi 1500 võitootmise automaatset vooluliini. Vooltootmise edasine laiendamine jätkub ka aparaadiehituses, mööbli- ja puidutööstuses, jalatsitööstuses, õmblustööstuses ja paljudes teistes kergetööstuse harudes.

II. VOOLTOOTMISE ORGANISATSIOONILISED VORMID JA VARIANDID

Vooltootmise meetod leiab tänapäeval laialatuslikku rakendamist väga paljudes komplitseeritud tooteid tootvates tööstusharudes, nagu masinaehituses ja aparaaditööstuses, remonditööstuses, puidu- ja mööblitööstuses, jalatsitööstuses, õmblustööstuses jt. Vooltootmise põhimõtete kohaselt on enamasti organiseeritud ka kõigi pideva tehnoloogilise protsessiga ettevõtete töö värvilises ja mustmetallurgias, tselluloosi- ja paberitööstuses, mitmesugustes keemiatööstuse ja toiduainetetööstuse harudes, ehitusmaterjalide tööstuses. Vooltootmise printsiipe kasutatakse edukalt ka mäetööstuses söe- ja põlevkivi tootmisel, metsa ülestöötamisel, ehitustegevuses ja real teistel tootmisaladel.

Loomulikult ei saa vooltootmise põhimõtete elluviimine kõigil neil tootmisaladel toimuda mingi ühesuguse šabloonilise vormi kohaselt, vaid see nõuab igal üksikul juhul tootmise kõigi konkreetsete tingimuste arvestamist. Sellest tingituna on tööstusettevõtete praktikas välja kujunenud väga mitmesuguseid vooltootmise vorme ja variante, mis leiavad rakendamist erinevates tootmistingimustes.

Vooltootmisel on kaks põhilist organisatsioonilist vormi: 1) otsevooltootmine ja 2) pidevooltootmine.

Otsevooltootmine on vooltootmise madalam vorm. Otsevooltootmise puhul on töökohad (seadmed) asetatud tehnoloogilises järjestuses, kusjuures vooluliinidel sooritatavad tootmisprotsessi operatsioonid ei ole lõplikult sünkroniseeritud, s. o. ei ole oma kestuselt võrdsed või kordsed. Tööobjektid liiguvad ühelt tökohalt teisele järjestikulise kulgemise viisi kohaselt, s. o. partiide viisi.

Et otsevooltootmise liinid ei ole lõplikult sünkroniseeritud, siis on ka üksikute töökohtade tootmisvõimsused otsevooluliinidel erinevad. Vooluliini tootmisvõimsust limiteerib kõige väiksema läbilaskevõimega töökoht. Vooluliini kuuluvate töökohtade töö kooskõlastamiseks töötavad suurema läbilaskevõimega töökohad lühemat aega kui limiteerivateks lülideks osutuvad töökohad.

Otsevooltootmise liinidel tavaliselt puuduvad spetsiaalsed mehaanilised transpordivahendid (konveierid) ja tööobjektid antakse tökohalt tökohale edasi käsitsi väga mitmesugusel viisil. Laialdaselt leiavad rakendamist mitmesugused veeremis- ja libisemisteed, rullikteed, pöörlevad laudad, spetsiaalne transporttaara jms.

Otsevooltootmist rakendatakse nendel juhtudel, kus pole võimalik läbi viia operatsioonide täpset sünkroniseerimist ja saavutada ühtlast rütmi. Seetõttu on siin operatsioonide pidevus rikutud ja tööobjektid liiguvad tökohalt tökohale perioodiliselt partiide viisi. Nende liinide töö ratsionaalse organiseerimise huvides püütakse ka siin saavutada sellist olukorda, et operatsioonid oma kestuselt oleksid ligilähedastel võrdsed või kordsed.

Kuigi otsevooltootmine omab pidevooltootmisega võrreldes tunduvalt halvemaid majanduslikke näitajaid, on ta ökonoomiline efektiivsus siiski suur. Otsevooltootmise rakendamine aitab vähendada tootmispindade vajadust ja transporttööde mahtu, kindlustab seadmete tunduvalt efektiiv-

sema kasutamise, tõstab töövilkakust ja aitab alandada tootangu omahinda.

Otsevooltootmisel on kaks varianti: a) lihtne otsevooltootmine ja b) vahelduv otsevooltootmine.

Esimese variandi puhul töödeldakse või monteeritakse vooluliinil ainult üht kindlat tööobjekti (detaili, sõlme). Vahelduva otsevooltootmise korral on vooluliinid projekteeritud mitme erineva tööobjekti töötlemiseks või monteerimiseks, mille tootmistehnoloogia on sarnane. Neid erinevaid tööobjekte töödeldakse või monteeritakse vooluliinidel vaheldumisi teatud kindla ajavahemiku järel.

Vooltootmise teiseks, kõrgemaks vormiks on pidevooltootmine. Pidevooltootmist iseloomustab see, et siin läbivad tööobjektid tootmisprotsessi kõik põhi- ja abioperatsioonid pidevas liikumises, ilma mingite katkestusteta ja seisakuteta. Pidevooltootmise juures on tootmisprotsessi kulgemine korraldatud nii ruumilises kui ka ajalises mõttes kõige ratsionaalsemalt.

Pidevooltootmise puhul on vooluliini koosseisu kuuluvad töökohad asetatud samuti nagu otsevooltootmise puhul ranges tehnoloogilises järjestuses, kuid lisaks sellele on ka kõik vooluliinil toimuvad operatsioonid sünkroniseeritud, s. o. muudetud oma ajalisel kestuselt võrdseteks või kordseteks vooluliini taktiga. Kordsete operatsioonide sooritamiseks on ette nähtud paralleelsed töökohad. Selle tulemusena on vooluliini läbilaskevõime kõigi operatsioonide osas võrdne ja seadmed võivad töötada ühtlase koormatusega. Seejuures toimub tööesemete edasiandmine operatsioonist operatsiooni paralleelse kulgemisviisi kohaselt, s. o. ükshaaval või väikestes niinimetatud töötlemispartiides (korraga töödeldavate detailide hulk).

Pidevooltootmise liinidesse kuuluvad töökohad on omavahel enamasti ühendatud spetsiaalse mehaanilise transpordiga (konveieritega), kuid üsna sageli kasutatakse operatsioonidevaheliseks transpordiks ka lihtsamaid mooduseid (käsitsi edasiandmine, mitmesugused mittemehaanilised transpordivahendid).

Kui transpordivahend dikteerib ette kindla töörežiimi, siis nimetatakse antud vooluliini sundrütmiiga vooluliiniks. Sel juhul on tavaliselt transportkonveier ühtlasi ka töökonveieriks, s. o. tööoperatsioone sooritatakse tööobjekti konveierilt ära võtmata. Vooluliini, millel puudub kindlat töörežiimi dikteeriv mehaaniline transpordivahend, nimetatakse vaba

rütmiga vooluliiniks. Vaba rütmiga vooluliini puhul hoia-
vad ja reguleerivad kindlaks määratud rütmi töölised ise,
konveier täidab aga ainult tööobjektide edasitransportimise
funktsiooni.

Tööstusettevõtete praktikas on välja töötatud mitmesugu-
seid pidevvoolootmise variante, mis võimaldavad selle
meetodi rakendamist väga mitmesugustes tootmistingimus-
tes. Pidevvoolootmisel on viis varianti — ta võib olla
organiseeritud: a) lihtsa pidevvoolootmisena; b) vahel-
duva pidevvoolootmisena; c) objektvoolootmisena; d) mit-
melülilise pidevvoolootmisena või e) pulseeriva pidev-
voolootmisena.

Lihtsa pidevvoolootmise puhul on vooluliinid konstru-
eeritud selliselt, et neil toimub ainult ühe teatud kindla
detaili töötlemine või ühe monteerimisühiku (sõlm, toode)
monteerimine.

Vahelduva pidevvoolootmise puhul on vooluliinid mõel-
dud mitme erineva tööobjekti töötlemiseks või monteeri-
miseks, kusjuures tööobjektid vahelduvad perioodiliselt tea-
tud kindla ajavahemiku järel. Seejuures töökohtade üldarv
on vooluliinil tavaliselt suurem, kui on vajalik ükskõik mil-
lise antud liinil töödeldava tööobjekti valmistamiseks, s. t.
osa töökohti on kordamööda tööprotsessist välja lülitatud.

Vahelduvalt töötavad pidevvoolootmise liinid leiavad
rakendamist siis, kui üks tööobjekt väikese töömahukuse
tõttu ei kindlusta liini täielikku koormamist. Laialdaselt
kasutatakse seda voolootmise varianti montaažitsehhides,
kuid teda leidub ka paljudes töötlemistsehhides. Ülemine-
kul ühelt tööobjektilt teisele muutub tavaliselt nende voolu-
liinide töörežiim, kusjuures toimub ühtlasi ka seadmete
ümbersättimine. Montaažitsehhides vahelduvad tööobjektid
tavaliselt pikema perioodi järel, töötlemistsehhides aga
sageli mitu korda ööpäevas.

Objektvoolootmist kasutatakse nendel juhtudel, kus ühe
tööobjekti tootmisprotsess isoleeritult võttes ei ole sünkro-
niseeritav, kuid kombineeritult mõne teise detaili paralleelse
töötlemisega on seda võimalik saavutada. Objektvooloot-
mise liinidel liigub korraka mitu erinevat tööobjekti (näi-
teks kaks erinevat hammasratast või võlli), kusjuures nende
töötlemine toimub vaheldumisi.

Mitmelüliline pidevvoolootmine leiab rakendamist nendel
juhtudel, kus tööprotsessi ei ole võimalik kogu vooluliini
ulatuses sünkroniseerida ühtse takti alusel, küll aga tema

üksikutes osades. Sisuliselt võttes jaguneb siin üks vooluliin mitmeks väiksemaks erineva taktiga töötavaks pidevvoolootmise liiniks. Nende vooluliini all-lülide tootlikkus võrdsustatakse sel teel, et väiksema läbilaskevõimega lülid töötavad kauem.

Pulseeriva pidevvoolootmise puhul on küll liinil toimuvad operatsioonid sünkroniseeritud, kuid tööobjektide edasiandmine ei toimu siin mitte ükshaaval, vaid suuremate partiiide viisi. See voolootmise variant leiab kasutamist mehhanikatsehhides ja teistes töötlevates tsehhides väikese töömahukusega pisidetailide töötlemisel. Nendel juhtudel on takt tavaliselt võrdlemisi lühikese kestusega ja detailide ükshaaval edasiandmiseks kuluks palju aega. Seega tööobjektid ei liigu operatsioonist operatsiooni pidevalt, vaid n. ö. pulseerivalt.

Nii otse- kui ka pidevvoolootmise liinid võivad oma mehhaniseerimise tasemelt suuresti erineda.

Tööprotsesside mehhaniseerimise taseme järgi liigitatakse vooluliine järgmiselt:

- 1) mehhaniseerimata vooluliinid;
- 2) poolmehhaniseeritud vooluliinid;
- 3) kõrgelt mehhaniseeritud vooluliinid;
- 4) automaatliinid.

Mehhaniseerimata vooluliinidel teostatakse kõik tööprotsessid käsitsi. Kasutamist leiavad siin mitmesugused käsitööriistad ja -instrumendid. Seesuguseid vooluliine leidub arvukalt aparaaditööstuse ettevõtetes, kummijalatsite tootmisel jm. Tööprotsesside mehhaniseerimist takistavad siin tehnoloogilise protsessi iseärasused.

Poolmehhaniseeritud vooluliinidel on suur osa tööprotsesse mehhaniseeritud, kuid selle kõrval esineb arvukalt ka käsitsi teostatavaid operatsioone. Poolmehhaniseeritud voolootmise liinide tüüpilisteks esindajateks on jalatsivabrikutes töötavad vooluliinid. Arvukalt esineb seesuguseid vooluliine ka masinaehituses, puidutööstuses ja teistes tööstusharudes.

Kõrgelt mehhaniseeritud vooluliinide puhul on käsitsi tehtavate tööde osatähtsus minimaalne. Vooluliinid koosnevad täielikult masintöökohtadest, mis on varustatud ajakohaste spetsiaalseadmetega. Kuna tööprotsessid toimuvad suuremas osas automaatselt, siis tööliste ülesanded seisavad põhiliselt seadmete töö reguleerimises ning tööobjektide seadmetele kinnistamises ja vabastamises. Kõrgelt meh-

haniseeritud vooluliinid on laialdaselt levinud autotööstuses, traktoritööstuses ja paljudes tööpingiehituse ettevõtetes.

Automaat-vooluliinid kujutavad endist vooluliine, millel kõik tootmisprotsessi põhioperatsioonid, samuti ka kontrolli- ja transpordioperatsioonid on täielikult automatiseeritud ja toimuvad ilma füüsilise inimtöö osavõtuta. Automaatliinid koosnevad tavaliselt 3—20 spetsiaalsest tööpingist, mis on varustatud vastavate automaatsete seadeldistega tööpingi käivitamiseks ja seiskamiseks ning detailide tööpingile kinnitamiseks ja vabastamiseks. Vooluliini kuuluvad tööpingid ühendatakse liini sisse ehitatud transportööri kaudu ühtseks sünkroonselt töötavaks agregaadiks. Automaatliinil töötava operaatori töö seisab peamiselt ainult liini käivitamises ja seiskamises ning seadmete automaattöö aktiivses jälgimises ja reguleerimises dispetšeripuldilt distantsjuhtimise põhimõtete alusel.

Automaatliinid on vooltootmise kõige täiuslikumaks vormiks. Selles suunas arenevad järk-järgult kõik vooluliinid tööstusettevõtetes. Automaatliinide laiaulatuslik rakendamine viib välja täielikult automatiseeritud tsehhide ja automaattehaste loomiseni. Need kujutavad endist paljude automaatliinide ühendatud süsteemi, kus kõrvuti viimastega töötab arvukalt ka mitmesuguseid väljaspool vooluliine asetsevaid automaatpinke (mitmesuguste üheoperatsiooniliste detailide valmistamiseks). Kõik need automaatliinid ja eraldi asetsevad automaatsed tööpingid töötavad sünkroniseeritult ühtse takti alusel ja on vastava automaatselt töötava transpordisüsteemi kaudu ühendatud ühtsesse tehnoloogilisse ahelasse.

Automaattsehhide ja -tehaste loomine ei ole enam kauge tuleviku unistus, vaid on juba küllaltki suures ulatuses muutunud tegelikkuseks. Nõukogude masinaehitustehastes töötab praegu kümneid metallitöötlemise automaatliine ja mitmeid automaatsehhe. Nagu eespool märgitud, rajati meil sõjajärgsel perioodil ka esimene metallitöötlemise automaattehas, mis toodab autokolbe. Projekteerimisel ja ehitamisel on veel rida uusi automaatliine ja automaatsehhe.

III. VOOLULIINIDE PROJEKTEERIMINE

Vooluliinide projekteerimise küsimustega tuleb ettevõtetes tegelda mitte üksi uute vooltootmise liinide organiseeri-

misel, vaid ka eksploatatsioonis olevate vooluliinide rekonstrueerimisel.

Vooluliinide projekteerimise käik on mõnevõrra erinev, olenevalt sellest, kas meil on tegemist niinimetatud vaba vooluliiniga või sunnitud vooluliiniga.

Vaba vooluliini all mõistetakse niisugust vooluliini, millele ei ole ette dikteeritud kindlat tootmisprogrammi mahtu. Need vooluliinid ei ole tavaliselt seotud teiste vooluliinidega ja töötavad isoleeritult. Vaba vooluliini projekteerimisel tuleb lähtuda põhimõttest, et projekteeritav vooluliin peab andma maksimaalset toodangut.

Sunnitud vooluliinile on kindel tootmisprogrammi maht juba ette dikteeritud. Järelikult on seega kindlaks määratud ka projekteeritava vooluliini tootmisvõimsus. Sunnitud vooluliin on tavaliselt seotud mingi teise vooluliiniga, mistõttu nende tootmisvõimsused ja töötamise rütm peavad olema kooskõlastatud.

Vaba vooluliini projekteerimine algab projekteeritava vooluliini tootmisvõimsuse kindlaksmääramisega. Selleks jagatakse vooltootmisele üleviidav tootmisprotsess üksikute töökohtade vahel väiksemateks operatsioonideks, silmas pidades seda, et operatsioonid kujuneksid oma kestuselt enam-vähem võrdseteks või kordseteks.

Seejärel tehakse kindlaks vooluliini kuuluvate töökohtade tootmisvõimsus. Kuna operatsioonid ei ole oma ajaliselt kestuselt võrdsed, siis üksikute töökohtade tootmisvõimsus kujuneb enamasti erinevaks. Saadud andmete alusel koostatakse projekteeritava vooluliini töökohtade tootmisvõimsuse graafik. Sellelt selgub, kui võrd on kooskõlas üksikute töökohtade tootmisvõimsused, ja ilmnevad avardamist vajavad kitsaskohad. Seejärel uuritakse kitsaskohtade likvideerimise võimalusi ja lõpuks määratakse kindlaks kogu vooluliini projekteeritav tootmisvõimsus. Vooluliini tootmisvõimsuse kindlaksmääramisel lähtutakse juhtivate tootmisülilide läbilaskevõimest.

Sunnitud vooluliini puhul suurem osa eespool loetletud töödest langeb ära, sest siin on vooluliini tootmisvõimsus kindlaks määratud juba kas mõne teise vooluliini või tehase tootmisprogrammi poolt. Sunnitud vooluliini projekteerimine algab vooltootmisele üleviidava tööprotsessi jaotamisega üksikute töökohtade vahel. Seejuures peetakse samuti silmas seda, et üksikute operatsioonide kestused kujuneksid

juba projekteerimise algstaadiumis enam-vähem võrdseteks või kordseteks.

Teiseks tähtsamaks etapiks vooluliinide projekteerimisel on takti arvutamine ja operatsioonide sünkroniseerimine. Takti all mõistetakse ajavahemikku kahe üksteisele järgneva tööobjekti töösse andmise (etteandetak) või nende tööprotsessist väljumise (väljalasketakt) vahel. Takt arvutatakse tavaliselt minutites või sekundites.

Takt arvutatakse vahetuse efektiivse tööajafondi (s. o. maha arvatud plaanilised ajakaod remondiks, vahetuseisesteks ümberkorraldamisteks ja puhkusteks) jagamise teel vahetuse programmiga. Seejuures väljalasketakti kindlakstegemiseks jagatakse vahetuse efektiivne ajafond väljalaskeprogrammiga ja etteandetakti kindlakstegemiseks sisselaskeprogrammiga. Viimane on väljalaskeprogrammist lubatud praagi võrra suurem. Seega väljalasketakt on etteandetakist enamasti mõnevõrra pikem.

Väljalasketakt määrab ära vooluliini tootmisvõimsuse, etteandetak aga töötamise tempo vooluliinil. Et tootmine kulgeks rütmiliselt, selleks peavad kõik operatsioonid olema etteandetaktiga võrdsed või kordsed. Operatsioonide taktiga võrdseteks või kordseteks muutmist nimetatakse operatsioonide sünkroniseerimiseks.

Operatsioone sünkroniseeritakse kahes järgus: 1) esialgne sünkroniseerimine ja 2) lõplik sünkroniseerimine.

Esimeses järgus toimub niinimetatud jäme sünkroniseerimine, mille tulemusena ei saavutata veel lõplikku operatsioonide võrdsust või kordsust. Sünkroniseerimine toimub siin operatsioonide ja nende koostisosadeks olevate elementide ümbergrupeerimise teel ilma kasutatava tootmis-tehnika või tehnoloogia põhilise muutmiseta.

Teises järgus rakendatakse abinõud, mis kindlustavad operatsioonide täieliku võrdsuse või kordsuse.

Operatsioonide sünkroniseerimisel kasutatakse mitmesuguseid võtteid, millest tähtsamad on järgmised:

1) operatsioonide liitmine leiab kasutamist nendel juhtudel, kus kahe või enama operatsiooni liitmisel on võimalik saada taktiga võrdse või kordse kestusega operatsiooni;

2) siirete liitmine ja lahutamine leiab kasutamist teineteisele järgnevate mittevõrdsete ja -kordsete operatsioonide puhul, kus on võimalik pikema kestu-

sega operatsioonilt lahutada üks või mitu siiret ja liita need lühema kestusega operatsiooni koostisse;

3) operatsioonide kontsetreerimise puhul nähakse ette kahe või enama operatsiooni üheaegne sooritamine ühel töökohal, kusjuures see on enamasti seotud spetsiaalsete paljuoperatsiooniliste instrumentide rakendamisega;

4) operatsioonide kombineerimine leiab kasutamist objektvooltootmise puhul ja see seisab kahe või enama erineva tööobjekti tööprotsessi ühendatud sünkroniseerimises (vooluliinil liiguvad korruga kaks või enam erinevat tööobjekti);

5) tehnoloogia muutmine (uute tehnoloogiliste menetluste rakendamine, kiiruste tõstmine jms.);

6) käsitsi tehtavate tööde mehhaniseerimine (kaasa arvatud ka niinimetatud väikemehhaniseerimine, nagu mitmesuguste piiršabloonide, abiseadeldiste, kiiresti reageerivate haaramis-kinnitusvahendite ja teiste mehhanismide rakendamine);

7) täiendavate töökohtade sisselülitamist operatsioonide sünkroonsuse saavutamiseks nähakse ette ainult äärmisel juhul, sest see toob endaga kaasa vooluliini piknemise ja kulude suurenemise.

Pärast operatsioonide sünkroniseerimist viiakse läbi töökohtade arvestus ja planeerimine.

Töökohtade arv määratakse kindlaks operatsioonide arvust lähtudes, kusjuures kordse kestusega operatsioonide sooritamiseks nähakse ette vastavad paralleelsed töökohad. Töökohad asetatakse vooluliinil selliselt, et tööline saaks jälgida tööobjektide liikumist vooluliinil (konveieril). Kui on võimalik, siis arvestada seda, et saaks töötada istudes.

Vooluliinidel on enamasti lineaarne kuju. Pikkade vooluliinide puhul võivad töökohad olla paigutatud vooluliinil ka L- või U-tähe kujuliselt. Teisi keerulisemaid vorme püütakse üldiselt vältida. Seejuures vooluliini alguspunkt on soovitatav paigutada toorikutelao või toitva vooluliini vahetusse lähedusse. Lõpp-punkt aga paigutatakse kas valmistoodete lao või antud vooluliini poolt toidetava teise vooluliini algpunkti lähedusse. Põhinõudeks on see, et tööobjektide liikumistee kujuneks antud vooluliinil võimalikult lühikeseks ja et ka liin ise asetseks teiste vooluliinide suhtes ratsionaalselt. Töökohad asetatakse vooluliinil kas ühele või kahele poole konveierit. Viimasel juhul võivad töökohad olla

vastastikku või paikneda üksteise suhtes diagonaalselt. Üksikute töökohtade vaheline kaugus peab olema võimalikult minimaalne, kuid küllaldane mugava töötamise kindlustamiseks.

Seejärel valitakse ja planeeritakse operatsioonidevaheline transport. Seejuures on põhiliseks lähtepunktiks ökonoomsuse printsiip. Transpordivahendid tuleb valida võimalikult odavad nii esialgse maksumuse kui eksploateerimise kulude suhtes. Samuti peavad nad vastama transporditavate objektide iseloomule ja mõõdetele.

Üldiselt on vooltootmises kasutusel kaht liiki transpordivahendid: 1) mittemehaanilised transpordivahendid ja 2) mehaanilised transpordivahendid.

Mittemehaanilised transpordivahendid on üldiselt odavamad ja nad leiavad vooltootmise liinidel laialdast rakendamist. Siia kuuluvad mitmesugused libisemis-kaldteed, vee-remisrennid, pöördlauad, roobaskaldteed vankrikestega, rullikteed, mitmesugused ripptranspordivahendid (laetransport) jms.

Mehaanilistest transpordivahenditest leiavad tänapäeval laialdast kasutamist mitmesugused konveierid, mis võivad olla kas pideva või perioodilise liikumisega. Viimasel juhul konveier seisatatakse pärast iga «sammu» ajaks, mis on võrdne takti kestusega.

Vooltootmises on kasutusel kolme liiki konveierid: a) lintkonveierid, b) plaatkonveierid ja c) rippkonveierid.

Lintkonveierid on lihtsad ja suhteliselt odavad. Konveieri lint on enamasti valmistatud kummeeritud tekstiilist, kuid kuumadel protsessidel ja keemiatööstuses leiavad kasutamist ka terastraadist valmistatud metall-lindid.

Plaatkonveiereid on olemas statsionaarsete ja liikuvate rullikutega. Nende positiivseiks omadusteks on suur vastupidavus ja kandevõime. Plaatkonveierid võivad töötada ka liinidel, kus üksikud lõigud on erineva kõrgusega. Plaatkonveierid on aga suhteliselt kallid, keerulised valmistada ja nõuavad korralikku hooldamist.

Rippkonveierite positiivseks omaduseks on see asjaolu, et nad ei nõua tootmispindu ja võivad töötada nii horisontaal- kui ka vertikaalsuunas. Samuti ei ole nende pikus nii limiteeritud ja nad võivad kulgeda läbi kogu tehnoloogilise marsruudi, alates ettevalmistavatest operatsioonidest ja lõpetades viimistlusoperatsioonidega. Kuna ka

nende ehitamine on odav, siis on rippkonveierid leidnud paljudes tööstusharudes laialdast levikut.

Kui vooluliini projekteerimisel valitakse operatsioonidevaheliseks transpordiks konveier, siis tuleb projekteerimise käigus välja arvutada tema pikkus, liikumise kiirus ja töötamise režiim. Paljudes ettevõtetes on ette nähtud konveierite töötamine reguleeritava kiirusega. Sel juhul on konveieri liikumise kiirus vahetuse algul ja pärast lõunavahe- aega, samuti ka tööpäeva lõpul mõnevõrra aeglasem tavalisest liikumiskiirusest. See annab võimaluse arvestada töö- lise tööviljakuse kujunemist ja tema väsimist tööpäeva kestel.

Olulise tähtsusega etapiks vooluliinide projekteerimisel on töötamisvarude arvestus. Töötamisvarud on vajalikud vooluliini häireteta töötamise kindlustamiseks. Voolutootmise liinidel peavad olema loodud materjalide, pooltoodete ja instrumentide reservvarud. Nende reservvarude suurus määratakse kas arvestuste teel või kogemuslikel andmetel.

Kõige olulisema tähtsusega selles suhtes on pooltoodete varude küsimus. Pooltoodete töötamisvarud vooluliinidel on kolmesugused: 1) käibevarud, 2) transpordivarud ja 3) kindlustusvarud.

Käibevarud liigitatakse: a) liinidevahelisteks käibevarudeks ja b) operatsioonidevahelisteks käibevarudeks. Liinidevahelised käibevarud tekivad erineva taktiga töötavate vooluliinide vahel. Operatsioonidevahelised käibevarud esi- nevad otsevooltootmise liinidel, kus teatavasti töökohtade taktid on erinevad.

Käibevarude suurus muutub tsükliliselt. Nad kasvavad teatud aja jooksul oma maksimumsuuruseni ja seejärel vähenevad kuni nullseisuni. Käibevarude kujunemise tsükli ja nende suuruse arvestus on vajalik erineva taktiga voolu- liinide töö kooskõlastamiseks, samuti ka otsevooltootmise liinide töö korraldamiseks.

Transpordivaru kujutab endast vooluliinide vahel olevat pooltoodete kogust, mille olemasolu on tingitud transpordi tsüklilisest (partiilisest) iseloomust. Kui toitev vooluliin asetseb vahetult tarbiva vooluliini juures, siis seesugust transpordivaru ei teki.

Transpordivaru ülesandeks on kindlustada tarbiva voolu- liini töötamine transpordipartii kogumiseks ja selle transpor- timiseks kuluva aja jooksul. Transpordivaru suurus määra- takse kindlaks tsehhisisese ja tsehhidevahelise transpordi

töötamise režiimiga. Mida sagedamini toimub tööobjektide transportimine, seda väiksemateks kujunevad transpordivarud.

Kindlustusvaru kujutab endast pooleldi töödeldud tööobjektide varu, mis paikneb vooluliinide või üksikute töökohtade vahel. Kindlustusvarusid ei ole lubatud luua iga üksiku operatsiooni järel. Need paigutatakse enamasti punktidesse, kus esineb tavaliselt sageli häireid või tekib praaki. Harilikult paigutatakse nad vooluliinidel olevatesse tehnilise kontrolli punktidesse, kus praak võetakse liinilt maha. Kindlustusvarud peavad paiknema vooluliinil ühtlaselt (enamasti 6—10 operatsiooni järel). Kindlustusvarude suuruse arvutamiseks kindlaid reegleid ja arvutusvalemeid ei ole ning nende suurus määratakse kogemuslikul teel.

Lõpuks tuleb vooluliinide projekteerimisel kindlaks määrata ka vooluliini töötamise režiim (vahetuslikkus ja vahetusesisene töö korraldamine). Eriti olulise tähtsusega on tööliste puhkuse korraldamise küsimus, sest teatavasti ei ole vooltootmise tingimuses mõeldav individuaalselt valida puhkehetki ja ka vabalt omal tahtel lahkuda töökohalt seoses mitmesuguste isiklike vajadustega.

Nimetatud küsimuse lahendamiseks on olemas kolm võimalust: 1) töö katkestamine kogu vooluliini ulatuses kindlate ajavahemike järel (näiteks iga kahe tunni tagant 10 minutiks), 2) spetsiaalsete asendustööliste rakendamine, kes töölise väljakutse peale vahetavad ta teatud ajaks välja ja 3) graafiku järgi töötavate asendustööliste rakendamine, kes pidevalt liiguvad töökohalt töökohale ja kindlas järjekorras võimaldavad puhkust kõigile vooluliinil töötajatele.

Kuna esimene nendest moodustest toob endaga kaasa vooluliini tootmisvõimsuse teatava languse, siis leiab see rakendamist ainult mittedefitsiitset toodangut valmistavates tehastes. Vastasel korral on otstarbekam kasutada kaht viimast võimalust.

Projekteerimise lõppetapiks on vooluliini tehnilise dokumentatsiooni vormistamine. See koosneb reast tehnilistest joonistest, seadmete paigutuse ja tööobjektide liikumise skeemidest, töötamisvarude arvutustest jms. Samuti kuuluvad siia ka mitmesugused arvestused projekteeritava vooluliini majandusliku efektiivsuse ja tootmise tehnilis-ökonoomiliste näitajate kujunemise kohta, millega välja selgitatakse antud tootmisloigu vooltootmisele üleviimise majanduslik põhjendus.

IV. VOOLTOOTMISE RAKENDAMINE JA SELLE EDASISE LAIENDAMISE VÕIMALUSI MEIE VABARIIGI TÖÖSTUSES

Vooltootmise meetodi rakendamise alal on Eesti NSV tööstuses nõukogude korra ajal tehtud tõsiseid edusamme. Sõjajärgsetel aastatel läbiviidud tootmise spetsialiseerimine ja ettevõtete tootmisprofiili kindlapiirilise väljakujundamine avas laialdased võimalused üleminekuks vooltootmisele. Iga aastaga kasvab vooluliinide arv meie tööstusettevõtetes. Vooltootmise meetodit kasutatakse meil nüüd nii rasketööstuses kui ka kergetööstuses kümneid kordi suuremas ulatuses kui enne sõda.

Märkimisväärseid tulemusi vooltootmise organiseerimisel on saavutatud paljudes vabariigi masinaehitusettevõtetes.

Kõige eesrindlikumaks masinaehitusettevõtteks vooltootmise arendamise suhtes tuleb meie vabariigis kahtlemata pidada elektrimootorite tehast «Volta». Tehases töötab üle kümne vooluliini, kusjuures suurem osa nendest on pidev-vooltootmise liinid. Vooltootmise meetodit rakendatakse siin kuni 100-kW mootorite tootmisel praegu kõigis tootmisfaasides, alates ettevalmistavate tsehhidega ja lõpetades lõppmontaažiga.

Vooltootmise meetodi rakendamine ja kahe valukonveieri kasutusele võtmine tehase valutsehhis võimaldas ulatuslikult mehhaniseerida valutöid. Vormimismulla ettevalmistamine toimub mehaanilistes veskites, vormimismulla etteandmine vormimismasinatele vastavate transportööride abil. Vormimismasinatele tulevad vormikastid asetatakse konveierile, mis transpordib nad valuruumi täitmisele sula malmiga ja sealt edasi spetsiaalsesse jahutuskambrisse. Jahatud vormidest eraldatakse vormimuld samuti mehaanilisel teel. Vabanenud vorm liigub konveieril tagasi vormimiskohale, valatud detailid aga suunatakse edasisele töötlemisele. Kogu protsess kestab ainult 45 minutit. Üleminek konveiersüsteemile aitas tõsta tööviljakust valutööde osas ligi 2-kordseks. Tunduvalt vähenes valutsehhis ka praak ja vabastati ligi 50 m² vormimispiinda.

Laialdaselt on vooltootmist rakendatud tehases «Volta» ka töötlemistsehhide. Nii näiteks on normaal-mootorite tsehhis 1953. aastast alates eksploatatsioonis kaks kolmest tööpingist koosnevat mootorikerede töötlemise poolautomaatliini, milledest kumbki asendab varem samaks tööks

kasutatud kahteist vanatüübilist tööpinki. Vooluliini käikulaskmise tulemusena on tööviljakus kasvanud antud lõigus rohkem kui 4-kordselt.

Samas tsehhis töötab ka elektrimootori võllide töötlemise automaatliin, mis on esimene selletaoline vabariigis. Automaatliin koosneb 14 tööpingist ja seda teenindab ainult kaks inimest. Automaatliini ekspluatatsiooni rakendamine vabastas 15 töölist muudele töödele suunamiseks. Tööviljakus elektrimootorite võllide töötlemisel suurenes ligi 5 korda.

Vooluliinidel toimub ka suurem osa monteerimisprotsesse. Nii töötab mähkimistsehhis praegu kuus vooltootmise liini, kus toimub staatorite mähkimine. Seerialiselt toodetavate A-5 tüüpi elektrimootorite lõppmontaaž toimub samuti vooluliinil. Järjest ulatuslikumalt hakatakse vooltootmise põhimõtet rakendada ka suurte mootorite monteerimisel. Üleminek vooltootmisele aitas suurendada tööviljakust mähkimistsehhis umbes 80 protsendi ja montaažitsehhis ligi 35 protsendi võrra.

Tallinna Masinaehitustehases, mis teatavasti on teiseks suuremaks metallitöötlemise ettevõtteks vabariigis, oli mõni aeg tagasi organiseeritud vooluliin autotsisternide monteerimiseks, kuid nüüd on see likvideeritud seoses nimetatud tooteliigi mahavõtmisega tehase tootmisplaanist. Vooltootmise põhimõtteid ja elemente on siin rakendatud ka mitmete teiste suuremate seerialise iseloomuga tellimuste puhul, kuid see on kandnud väga juhuslikku ilmet.

Vooltootmise rakendamist Tallinna Masinaehitustehases on takistanud tehase universaalne profiil, samuti tema korduvad üleminekud ühe ministeriumi alluvusest teise, millega on kaasnenud toodangu nomenklatuuri sagedased muutused. Viimati oli nimetatud tehase NSV Liidu Naftatööstuse Ettevõtete Ehitamise Ministeriumi alluvuses ja valmistas mitmesuguseid tellimustöid naftarajoonides ehitatavate ettevõtete jaoks. 1955. aastal täitis tehase ligi 860 mitmesugust tellimust. Sellise laia ja pidevalt muutuva toodangu nomenklatuuri juures ei ole mõeldav vooltootmise meetodi ulatuslikum rakendamine.

Kuna tehase praegust tootmisprofiili ei saa pidada ratsionaalseks ja tootmise paiknemise sotsialistlikele printsiipidele vastavaks, siis tema ületulekuga vabariigi rahvamajandusnõukogu alluvusse on üles kerkinud küsimus tehase spetsialiseerumisest mingile massiliselt või suureseeriali-

selt valmistatavale toodanguliigile, mida vajavad NSV Liidu Euroopa põhja- ja looderajoonid. Selle kõrval peaks tehases muidugi olema spetsiaalne tsehh mittestandardsete seadmete tootmiseks, et rahuldada meie vabariigi rahvamajanduse sellealaseid vajadusi. Tehase tootmisprofiili sellise muutmise korral oleks siin võimalik laiaulatuslikult üle minna vooltootmise meetodile. See aitaks suurendada tehase toodangu mahtu vähemalt 2—3-kordseks ja üheaegselt sellega suurendada tööviljakust ning parandada tootmispinde ja seadmete pargi kasutamist.

Vähe on seni tähelepanu pööratud vooltootmise organiseerimisele ka masinaehitustehases «Ilmarine», kuigi nimetatud ettevõttes on selleks võimalusi. Tehas on spetsialiseerunud põhiliselt küttekollete, tahmapuhurite ja mitmesuguse katlaautomaatika tootmisele, mida ta valmistab seerialiselt suurtes kogustes. Kuigi suurema osa seerialiselt valmistatavate toodete (tahmapuhurid, katlaautomaatika) monteerimise ja paljude detailide valmistamise võiks üle viia vooltootmisele, ei ole seda seni tehtud. Vooltootmise elemente rakendatakse praegu väga piiratud ulatuses ainult mõningate katlaautomaatika vahendite monteerimisel, kuid see kannab juhuslikku iseloomu.

Kuuendal viisaastakul on ette nähtud tehase spetsialiseerimise edasine süvendamine (küttekolded lülitatakse välja toodangu nomenklatuurist). Tahmapuhurite toodang suureneb viisaastaku lõpuks ligikaudu 6,7-kordseks ja katlaautomaatika tootmine 3,3-kordseks. Toodangu selline suurelatuslik tõstmine tootmise vana organiseerimise meetodi juures kujuneb võrdlemisi raskeks. Seetõttu tuleks tehase juhtkonnal hakata juba varakult ette valmistama üleminekut vooltootmisele.

Analoogiline on olukord ETKVL-i Tallinna Kaubandusliku Inventari Tehases, mis on spetsialiseerunud keskmise suurusega mehhaniseeritud leivatehaste sisseseade seeriaviisilisele tootmisele. Tehases valmistatakse konveier-leivaküpsetusahjude metallosade komplekte, taignasegamismasinaid, jahu sõelumisseadeldisi, taignakallutajaid jms. Kuuenda viisaastaku lõpuks kujuneb nimetatud seadmete toodang mitu korda suuremaks praegusest ja saavutatav toodangu tase annab võimaluse vooltootmise liinide organiseerimiseks tehase mitmetes tsehhides, eeskätt aga valu- ja montaažitsehhides.

Vooltootmise meetodi rakendamisele on edaspidi vaja

tösisist tähelepanu pöörata ka Tallinna Ekskavaatoritehases (endine Põllumajanduse Ministeeriumi Remonditehas), mis lähemal ajal kujuneb suureks spetsialiseeritud tootmisprofiiliga ettevõtteks. Viimastel aastatel rakendati nimetatud tehases vooltootmise põhimõtet edukalt traktori hammasrataste tootmisel. Selleks oli mehaanikatsehhis organiseeritud vastav otsevooltootmise põhimõttel töötav vooluliin, kus ühtsesse tootmise ahelasse mehaanilise töötlemise pin-kide kõrval oli lülitatud ka spetsiaalne kõrgsagedus-karastuse agregaat. Praegu on tehas üle viidud paljukopaliste kraaviekskavaatorite T-142 tootmisele. Nende ekskavaatorite lõppmontaaž on organiseeritud vooltootmise põhimõttel. Kuna tehase toodangu maht lähematel aastatel veelgi kasvab, siis avanevad siin edaspidi kahtlemata võimalused vooltootmise meetodi veelgi ulatuslikumaks rakendamiseks.

Vooltootmise meetodit rakendatakse edukalt ka mitmetes kohaliku alluvusega väiksemates metallitööstuse ettevõtetes.

Nii näiteks tehases «Metallist» on hobuseraudade valmistamise tsehh organiseeritud vooltootmise põhimõttel. Hobuseraudade tootmise vooluliin koosneb 7—8 töökohast, mis on varustatud spetsiaalseadmetega. Liinil sooritatavad operatsioonid on sünkroniseeritud. Kavatsusel oli organiseerida nimetatud ettevõttes ka vooluliinid poltide ja mutrite tootmiseks, kuid vastavalt viimastele otsustele on ette nähtud nimetatud tootmisala organiseerimine Rakveres.

Samuti on ka tehases «Norma» galvaaniliste elementide tsehhi (endine tehas «IKA») töö organiseeritud vooltootmise meetodil. Galvaaniliste elementide valmistamise ja tööobjektide töökohalt töökohale transportimise protsess on siin ulatuslikult konveieriseeritud.

Valutehases «Pioneer» valmis 1955. aastal spetsiaalne konveieriseeritud emaleerimisahi, mis võimaldas malm-nõude emaleerimise protsessi vooltootmise meetodile üle viia. Konveieri täie võimsusega tööle rakendamisel alaneb emaleerimistööde omahind rohkem kui kolmandiku võrra ja tunduvalt suureneb tööviljakus. Lähemas tulevikus on siin ette nähtud ka valutsehhi reorganiseerimine ja valu-konveieri ehitamine.

Vooltootmise põhimõtteid on meil hakatud viimasel ajal juurutama ka remonditööstuses autode ja traktorite remon-timisel. Nii näiteks on Tartu Autoremonditehases veoautode remont organiseeritud sõlm-voolumeetodil, mida hakatakse rakendama ka Tallinna ehitatavas uues autode remondi-

tehases. Laialdasi võimalusi sõlm-voolumetodi rakendamiseks on ka masina-traktorijaamade remonditöökodadel.

Teistes vabariigi masinaehitus- ja metallitöötlemise ettevõtetes, mis suuremas osas on individuaal- või väikeseerialise tootmistüübiga, on seni tunduvalt vähem pööratud tähelepanu vooltootmisele. Hea tahtmise ja oskusliku organiseerimise juures saaks kahtlemata ka nendes tingimustes vooltootmise põhimõtteid mõningal määral juurutada. Häid võimalusi selles suhtes pakub otsevooltootmine, mille puhul vooluliinide projekteerimine ja ehitamine nõuab suhteliselt väikesi kulutusi.

Vooltootmise teiseks tähtsamaks rakendusalaiks vabariigis kujuneb kahtlemata aparaaditööstus, sest peaaegu kõigis meie aparaaditööstuse ettevõtetes on olemas võimalused vooltootmise laialdaseks juurutamiseks.

Praegu on vooltootmise meetodit ulatuslikumalt rakendatud raadiotehases «Punane Ret», kus on organiseeritud 6 vooluliini. Sünkroniseeritud vooluliinid on organiseeritud siin raadioaparaatide, raadiotehniliste mõõteaparaatide ja nende tähtsamate sõlmede monteerimiseks. Kavatsusel on lähematel aastatel organiseerida veel mitmeid uusi vooluliine. Vooltootmise laialdane organiseerimine on siin aidanud aasta-aastalt suurendada toodangut ja pidevalt parandada tootmise kvalitatiivseid näitajaid. Nii näiteks, kui 1948. aastal toodeti tehases ainult 8600 teise klassi raadiovastuvõtjat, siis 1955. aastal andis tehas neid elanikkonnale juba ligi 20 000 tükki. Samal ajal alanes raadiovastuvõtja omahind üle 60 protsendi.

Seevastu aga Tartus asuvad aparaaditööstuse ettevõtted (tehased «AGE» ja «Termoautomaat») on vooltootmise rakendamise suhtes maha jäänud. Tehas «AGE», mis on spetsialiseerunud põhiliselt taksomeetrite massilisele tootmisele, peab lähematel aastatel suurendama taksomeetrite toodangu mitmekordseks. Seda võib saavutada ainuüksi taksomeetrite monteerimise voolumetodile üleviimise teel. Koos sellega on vaja vooltootmise põhimõtteid rakendada ka tehase teistes tsehhides. Samuti on ka tehases «Termoautomaat» mõeldav pärast uue tootmishoone ehitamist suur osa töötlemis- ja monteerimisprotsessidest üle viia vooltootmisele.

Vooltootmise meetodi juurutamist on vaja silmas pidada ka Tallinna Kontrollmööduriistade Tehase ja Tallinna Mööduriistade Tehase perspektiivsel väljaarendamisel. Viimases

võiks veemõõtjate tootmise täielikult üle viia vooltootmise põhimõttele ja sel teel tunduvalt suurendada nimetatud toodangu väljalaset ja alandada selle omahinda.

Sõjajärgsel perioodil on suureulatuslik töö vooltootmise põhimõtete juurutamiseks ära tehtud ka vabariigi põlevkivi-kaevandustes.

Vooltootmise meetodi rakendamine kaevandavas tööstuses toimub mõnevõrra teistsugusel kujul kui töötlevates tööstusharudes. See on tingitud tootmisprotsesside erinevast iseloomust. Nii näiteks, kui töötlevas tööstuses tootmisprotsess kujutab endast tööobjektide ühelt töökohalt teisele liikumise protsessi, siis kaevandavas tööstuses on suur osa töökohti mittestatsionaarse iseloomuga, mistõttu tootmisprotsessi käigus toimub pidev töökohtade edasilikumine ja mäemehhanismide ümberpaigutamine.

Vooltootmise põhimõtete juurutamist põlevkivikaevandustes ei olnud võimalik läbi viia vanades tootmistingimustes. Teatavasti rakendati meil esimestel sõjajärgsetel aastatel kambriiviisilist kaevandamissüsteemi, mis oli kasutusel juba kodanlikul ajal. Kambriüsteem ei vasta vooltootmise nõuetele. Ta on mõeldud individuaalse töötamise jaoks. Siin ei ole võimalik läbi viia tööprotsesside jaotamist tööliste vahel ja iga kaevur peab ise sooritama kõik kaevandamisega seoses olevad operatsioonid, alates töökoha ettevalmistamisest ja lõpetades kambri toestamisega. Samuti ei saa kambriüsteemi tingimustes rakendada ka mitmeid mäemehhanisme ja seadmeid, mis võimaldaksid mehhaniseerida tööprotsesse.

Tootmise ratsionaalsema korraldamise huvides hakkasid kaevandused neljandal viisaastakul loobuma vanast kambriiviisilisest kaevandamisest ja üle minema uuele kaevandamissüsteemile — laavasüsteemile. See oli ühtlasi esimeseks sammuks vooltootmise põhimõtete juurutamisel.

Laavasüsteemi puhul toimub põlevkivi kaevandamine 80—90 m pikkustes laavades. Kogu kaevetööde protsess on siin ära jaotatud väga paljude erineva elukutsega tööliste vahel, kusjuures igaüks neist on spetsialiseerunud ainult teatud kindlate operatsioonide sooritamisele. Tänu laava suurematele mõõdetele on siin võimalik tööprotsesside mehhaniseerimiseks kasutusele võtta ka spetsiaalseid seadmeid: soonimismasinaid, elektripuurmasinaid ja teisi mäemehhanisme. Lahtiraielaadijad laadivad lahtimurtud põlevkivi laava põrandal olevale kraaptransportöörile, mis viib

selle kogumisstrekis olevale lintransportööri. Viimane transpordib laavast väljaantava põlevkivi kuni paneelstrekis asuva laadimispunktini ja laadib seal vagonettidesse. Vagonetid toimetatakse võimsate elektrivedurite abil kaevanduse õue, kust põlevkivi antakse lintransportööri või tõstuki abil maa peal asetsevasse sorteerimistsehhi. Sorteerimistsehhis on kogu tööprotsess samuti konveieriseeritud. Konveieritelt antakse toodang laadimispuuridesse ja sealt edasi raudteevagunisse.

Üleminek laavasüsteemile võimaldas läbi viia sügava tööjaotuse tööliste vahel ja konveieriseerida kaevandamisprotsessi koristusjaoskondades. Samuti kergenesid selle tulemusena töötingimused, sest põlevkivi laadimine laava põrandal asuvale transportööri nõuab tunduvalt vähem füüsilist jõudu kui laadimine ligi 1,5 m kõrgusesse vagonetti. Seetõttu on ka tööviljakus laavades rohkem kui 1,3 korda suurem kui kambriüsteemil töötavates jaoskondades.

Esimesed laavad organiseeriti meie vabariigi põlevkivikaevandustes 1946. aastal ning sellest ajast alates on laavasüsteemi osatähtsus kogu aeg kasvanud. 1955. aastal toodeti laavasüsteemil ligikaudu 85 protsenti kogu põlevkivist. Seega kambriüsteemi osatähtsus oli sama aja jooksul langenud 100 protsendilt 15 protsendile.

Laavasüsteemile üleminek oli ainult esimeseks etapiks vooltootmise põhimõtete juurutamisel. Sellega ei olnud veel kaugeltki kindlustatud kõigi tööprotsesside range rütmiline kulgemine, nagu on omane vooltootmisele. Kaevetööde ratsionaalne organiseerimine eeldab nii laava ettevalmistamisega seoses olevate protsesside (toestamine, soonimine, puurimine, transportööri ülekandmine jne.) kui ka põlevkivi koristamisega seoses olevate tööprotsesside (põlevkivi laadimine transportööri, aheraine ladumine täiteriitadesse jne.) rütmilist kulgemist. Seda saavutatakse kaevetööde organiseerimisega tsükligaafiku alusel.

Põlevkivikaevandustes asuti tsükligaafikut juurutama koristustööde laavades 1951. aastal. Tsükligaafiku juurutamise initsiaatoriks oli kaevanduse nr. 10 eesrindlik kollektiiv. Peagi järgnesid sellele basseini teised kaevandused. Praegu on trusti «Eesti Põlevkivi» kaevandustes tsükligaafikule üle viidud rohkem kui 80 protsenti kõigist laavadest. Tsükligaafik on nüüd meie vabariigi põlevkivikaevandustes kujunenud kaevetööde organiseerimise põhi-vormiks.

Üleminek laavasüsteemile ja tsükligraafiku laialdane juurutamine olid nendeks abinõudeks, mis kindlustasid vooltootmise põhimõtete rakendamise põlevkivikaevanduste tingimustes.

Sõjajärgsel perioodil hakati vooltootmise põhimõtteid rakendama ka teises tähtsamas vabariigi kütteainetööstuse harus — metsatööstuses.

Vooltootmise meetodi rakendamise võimalused loodi siin uue tehnika laialdase kasutuselevõtmise baasil. Kui varem aastatel töötati metsa üles peamiselt käsitsi, siis alates 1949. aastast on iga aastaga järjest rohkem soetatud juurde ajakohaseid metsatöötlemise seadmeid. Metsatöölise kasutuses on nüüd elektrisaed, elektrijõul töötavad oksalõikajad, liikuvad elektrijaamad, elektrivintsid, kokkuveotraktorid, võimsad diisela autod ja teised masinad. Praegu saadakse juba üle 80 protsendi ülestöötatud metsast mehhaniseeritud viisil.

Uus tehnika nõudis ka uusi tootmise organiseerimise meetodeid. Vananenud töö organiseerimise viis takistas mehhanismide täielikku kasutamist, pidurdas tööviljakuse edasist kasvu.

Uue tehnika ratsionaalseks kasutamiseks organiseeriti metsatööstuskeskustes mehhaniseeritud vooluliinid ja viidi nende töö üle tsükligraafiku alusele.

Tsükligraafiku juurutamisele metsatööstuskeskustes asuti kolm-neli aastat tagasi. Esialgu oli tsükligraafiku juurutamisega reas metsatööstuskeskustes raskusi. Põhjuseks oli see, et ei loodud õigeaegselt vajalikke eeldusi vooluliinide töö organiseerimiseks graafiku järgi (korras mehhanismid, püsiv kaader, küllaldase suurusega raielangid). Kõik need raskused aga ületati järk-järgult ja juba viienda viisaastaku lõpul töötas tsükligraafiku alusel üle 10 mehhaniseeritud vooluliini. Häid tulemusi on vooluviisilise metsaülestöötamise ja tsükligraafiku juurutamisel saavutanud Rakvere ja Võru metsatööstuskeskused.

Märkimisväärseid tulemusi vooltootmise organiseerimisel on saavutatud ka vabariigi kergetööstuse ettevõtetes, eeskätt aga jalatsi- ja õmblustööstuses.

Trikotaažikäitises «Marat» töötab juba pikemat aega kaks pidevooluliini, millel valmistatakse meeste ja naiste pesu. Üleminek vooltootmisele aitas siin tunduvalt suurendada toodangut ja tõsta tööviljakust. Eriti suurt efekti saavutati operatsioonidevahelises transpordis. Nii

näiteks, kui meeste pesusärgi liikumistee enne vooltootmisele üleminekut oli ligikaudu 160 m, siis pärast vooluliini rakendamist aga ainult 26 m, s. o. lühenes üle 5 korra.

Järjest ulatuslikumalt juurutatakse vooltootmist ka Tallinna Õmblusvabrikus, kus sünkroniseerimata vooltootmise liinid töötavad kõigis põhitootmistsehhiides. Kombinaadi kolmes tsehhis töötab praegu kokku 6 suuremat vooluliini. Õmblusliinid on siin organiseeritud vihmamantlite, meeste palitute ja ülikondade tootmiseks. Vooltootmise põhimõttel toimub ka naiste kostüümide, naiste ja tütarlaste palitute ja teiste õmblustoodete valmistamine. Vooltootmise rakendamise tulemusena suurenes õmblustöödel töötavate brigaadide toodang 2—3 korda.

V. Klementi nimelises Õmblusvabrikus ei ole seni ruumide kitsikusest tingituna saadud pidevooltootmise liine rakendada. Küll aga töötab siin edukalt kolm otsevooltootmise liini, millel valmistatakse naiste kleite. Edaspidi on ette nähtud veel mitme vooltootmise liini organiseerimine. Nagu nimetatud ettevõtete kogemused näitavad, on vooltootmisele üleminek aidanud tunduvalt suurendada toodangut, tõsta tööviljakust ja alandada toodangu omahinda. Tööviljakus on paljudel juhtudel kasvanud 1,5—2-kordseks.

Arvesse võttes neid eeliseid, mida pakub vooltootmine, on ka Tallinna ehitatavas uues õmblusvabrikus ette nähtud vooltootmise meetodi laiaulatuslikku rakendamist. Konveierliinid hakkavad siin tööle kõigis põhitsehhiides, kus monteeritakse ligikaudu 300 uut moodsat masinat.

Sõjajärgsel perioodil on ka vabariigi jalatsitööstuses läbi viidud ulatuslikud reorganiseerimise tööd vooltootmise meetodi laialdaseks juurutamiseks. Vooltootmist rakendatakse meil praegu kõigis suuremates jalatsivabrikutes. Naha- ja jalatsikombinaadi «Kommunaar» jalatsivabrikus on kõigi montaažitsehhide töö organiseeritud vooltootmise meetodil. Arvukalt töötab siin otsevooltootmise liine, kus töökohtadevaheline transport on organiseeritud spetsiaalsete riulvankrite abil.

Mõned aastad tagasi hakati «Kommunaaris» tegema ettevalmistusi pidevooltootmisele üleminekuks. Selle tulemusena võeti kombinaadi jalatsivabriku I randiõmblustsehhis 1955. aastal eksploatatsiooni esimene konveierliin jalatsite tsvikkimiseks. Konveieri rakendamisega vabanes palju tootmispinda. Ühtlasi kergenesid töötingimused, sest konveier vabastas töölisel jalatsite transportimisest. 1956. aasta

suvel läks samas tsehhis käiku juba teine konveierliin, millel toimub jalatsite viimistlus. Tsvikkimis- ja viimistluskonveierid on projekteerimisel ka II randiõmblustsehhile.

Ulatuslikult on vooltootmist rakendatud ka jalatsivabrikus «Aktiiv». Jalatsite montaaž toimub siin otsevooltootmise liinil, kus töökohtadevahelises transpordis kasutatakse spetsiaalset ripptransportööri. Ligi kaks aastat on siin ekspluatatsioonis olnud ka jalatsite tsvikkimise pidevooltootmise liin, mis aitas tõsta tööviljakust tsvikkimise osas ja suurendada toodangu väljalaset. Kui varem suudeti ühe tööpäeva jooksul tsvikkida 700—750 paari jalatseid, siis nüüd tsvikitakse iga päev keskmiselt üle 800 paari.

Vooltootmise põhimõtteid on hakatud rakendama ka Pärnu jalatsivabrikus «Kroom», kus selleks avanesid uue tootmishoone valmisaamisel senisest suuremad võimalused.

Märkimisväärseid tulemusi on vooltootmise juurutamisel saavutatud ka kummivabrikus «Põhjala», kus praegu töötab rida otsevooltootmise liine ja kaks sünkroniseeritud konveierliini jalatsite monteerimiseks. Ühel nendest liinidest toimub kälosside, teisel tenniste montaaž. Edukalt töötab ka konveierliin, millel valmistatakse tenniste pealseid.

Vaatamata nendele saavutustele ei saa aga praegust olukorda vooltootmise juurutamise alal vabariigi jalatsitööstuses pidada kaugelgtki rahuldavaks. Valdavaks vooltootmise vormiks meie jalatsivabrikutes on ikkagi veel otsevooltootmine, mis aga jalatsitööstuse tingimustes annab tunduvalt väiksemat efekti kui sünkroniseeritud konveierliinide rakendamine. Selles suhtes on meie vabariigi jalatsitööstus tunduvalt maha jäänud vennasvabariikide samalaadsetest eesrindlikest ettevõtetest, milledest suurem osa töötab pidevooltootmise meetodil. Meie jalatsivabrikute tootmisalase taseme edasise tõstmise huvides on vaja olemasolevad otsevooltootmise liinid järk-järgult ümber kujundada pidevooltootmise liinideks.

Paljudi huvitavat ja kasulikku võiksid meie jalatsivabrikud üle võtta rahvademokraatiamaade, eriti aga Tšehhoslovakkia jalatsitööstusest, kus vooltootmise meetod on teatavasti leidnud laialdast rakendamist. Selles suhtes pakuvad huvi ka rea kapitalistlike maade sellealased kogemused. Nii näiteks Soome jalatsitööstuse ettevõtetes, mis oma mõõdetelt ja tootmisalaseltselt struktuurilt on lähedased meie vabariigi jalatsitehastele, on leidnud pealsete valmistamisel rakendamist omapärane niinimetatud kombineeritud

konveier, mille võiks suure edukusega kasutusele võtta ka meil.

Nimetatud vooluliini iseärasuseks on see, et siin puudub töökohtade tehnoloogiline järjestus ja operatsioonide sünkroniseerimine. Töökohad on paigutatud kahele poole vooluliini suvaliselt. Kahe töökohtade rea vahel asuval transportiseadeldisel on kaks kõrvuti asetsevat erinevas suunas liikuvat transportörlinti, millel transportitakse vastavas kastaaras pealsete komplekte ühelt töökohalt teisele. Vooluliini alguses oleva operaatori poolt transportöörile paigutatud detailide kastid viib üks transportörlint kuni vooluliini lõpuni, kus see automaatselt vastava hoova abil lükatakse kõrvallindile, mis selle omakorda toob jällegi tagasi vooluliini algusesse. Siin jällegi lükatakse see automaatselt endisele transportörlindile tagasi. Selliselt ringlevad transportörlindile paigutatud kastid pidevalt mööda vooluliini. Vooluliini alguses töötav operaator jälgib transportörlindil ringlevates kastides olevate tööobjektide valmistamise käiku ja pärast iga operatsiooni sooritamist kinnitab kasti uue lipiku, millel on märgitud järgmine töökoht, kuhu antud tööobjektide partii töötlemisele suunatakse. Vooluliini kõrval asetsevatel töökohtadel töötavad töölised töstavad käsiloleva partii töötlemise lõppedes töödeldud detailid koos kastiga transportöörile ja valivad seejärel nendest mööda liikuvate tööobjektide hulgast välja uue partii, mille töötlemisele nad asuvad, Järgmine töötlemisele tulev detailide partii võidakse transportöörilt maha võtta ka juba enne eelmise partii töötlemise lõpetamist antud töökohal. Selleks on transportörlindi kõrval olemas vastav barjäär, kuhu sellised reservi kogutud kastid paigutatakse.

Huvitav on veel märkida, et vooluliinil ringlevad tööobjektide transportkastid on kolmesugust värvi. Punasevärvilistesse kastidesse paigutatakse eriti kiireloomulised tööd, mida töölised peavad esmajärjekorras töötlemisele võtma. Rohelistes kastides olevate tööobjektide valmistamine läheb graafiku kohaselt ja neid tuleb võtta töötlemisele teises järjekorras. Kollastesse kastidesse paigutatakse tööobjektid, millede töötlemisega ei ole eriliselt kiiret, kuna selles osas on jõutud graafikust ette.

Nagu eeltoodud kirjeldusest nähtub, on siin tegemist vooluliiniga, millel võidakse üheaegselt töödelda kümneid erinevaid tööobjekte. Antud vooluliin ei nõua töökohtade asetamist ranges tehnoloogilises järjestuses. Samuti pole

vajalik läbi viia ka operatsioonide sünkroniseerimist, mis enamikul juhtudel on äärmiselt suurt ajakulu nõudev töö ja sageli raskendab vooltootmise organiseerimist. Operatsioonide ajaline kestus võib siin olla väga erinev. Seevastu aga tööliste kvalifikatsioon peab sellisel vooluliinil olema tunduvalt kõrgem, võrreldes tavaliste vooluliinidega, sest nad peavad oskama sooritada samalaadseid operatsioone kõigi antud vooluliinil töödeldavate erinevate tööobjektide osas.

Kuigi sellelaadsete vooluliinide tehnilis-ökonomilised näitajad on pidevooltootmise liinidega võrreldes mõnevõrra halvemad (tootmistsükkel pikem, vooluliinidel olevad töövarud suuremad jne.), annavad nad suurt majanduslikku efekti. Antud mooduse puhul väheneb tootmispinna vajadus, lihtsustub tootmise organiseerimine ja ka operatsioonidevahelise transpordi korraldamine on tunduvalt ratsionaalsem. Kõige selle tulemusena saavutatakse sellistel vooluliinidel tunduvalt kõrgem tööviljakuse tase ja madalam omahind kui tavalise organiseerimise korral.

Tuleb märkida, et sellelaadseid vooluliine on mõeldav organiseerida mitte üksi jalatsitööstuses, vaid ka mitmetes teistes tööstusharudes. Eriti sobivaks tuleb pidada eespool kirjeldatud vooltootmise varianti meie vabariigi tingimustes, kus ettevõtete väikeste mõõdete ja nende laiahaardelise tootmisprofiili tõttu pole alati võimalik luua kitsalt spetsialiseeritud pidevooltootmise liine.

Üha laialdasemat ulatust omandab vooltootmine iga aastaga ka vabariigi toidukaupade tööstuses. Kondiitri- ja kondiitri- ja pumatkomplektide valmistamiseks, samuti ka pool-automatliinid iiriskomplektide tootmiseks. Tallinna Leivatehases nr. 2 toimub barankade valmistamine vooluliinil. Tallinna Limonaaditehases, samuti ka Tartu ja Saku õlletehases on juba rida aastaid kasutusel spetsiaalsed vooluliinid, millel toimub pudelite pesemine, villimine, korkimine ja etikettimine. Kavatsusel on lähemal ajal vooluliinid tööle rakendada ka Viljandi ja Tartu konservivabrikutes. Tallinna, Tartu ja Võhma lihakombinaatides rakendatakse suurte sarvloomade töötlemisel vooltootmise põhimõtetel baseeruvat vertikaalmeetodit, mis võimaldab mehhaniseerida suurt tööjõu kulu nõudvaid operatsioone.

Järjest ulatuslikumalt rakendatakse vooltootmist ka kala

ümbertöötavas tööstuses. Vabariigi kalakombinaatides ja -vastuvõtupunktides töötab praegu rohkem kui paarkümmend kalade vastuvõtu- ja soolamise liini, kus kõik põhilised tööprotsessid on mehhaniseeritud. Tööliste ülesandeks on siin pumpade ja kaalude reguleerimine ning tühja taara kohaletoimetamine ja täidetud tünnide eemaldamine.

Laialdasi võimalusi vooltootmise põhimõtete juurutamiseks ja tootmisprotsesside automatiseerimiseks on ka vabariigi piimatööstuses. Sõjajärgsete aastate jooksul on nende võimaluste ärakasutamiseks tehtud märkimisväärset tööd. Suuremates vabariigi piimakombinaatides on tööle rakendatud automaatliinid piima pudelitesse villimiseks ja pudelite korkimiseks. Samuti on kasutusele võetud ka esimesed või valmistamise pidevooltootmise liinid.

Või valmistamise vooluliin koosneb kaaluseadeldisest, vastuvõtupaagist, pastõrisaatorist, separaatorist ja jahutusseadeldisest. Kõik või valmistamise protsessid on automatiseeritud. Või valmistamine pidevooltootmise põhimõttel eeldab rasvaprotsendi tõstmist separaatorist tulevas koores 80—83 protsendini. Sellise kontsentratsiooniga koor läheb jahutusseadeldisse, kus ta jahtudes omandab või kuju. Jahutusseadeldisest suunatakse valmis või kohe vastavasse taarasse. Kogu protsessi kestus on ainult mõningad minutid. Vooluliiniline või valmistamise moodus on tunduvalt ökonoomsem, võrreldes või valmistamisega katkeva protsessi põhimõttel.

Vaatamata edusammudele, mida vabariigi toidukaupade tööstuse ettevõtted on teinud vooltootmise juurutamisel, seisavad meil sellel alal ees veel suuremad ülesanded. Pea-rõhk tuleb siin asetada vooluliinidel sooritatavate tööprotsesside mehhaniseerimisele ja automatiseerimisele ning uute poolautomaat- ja automaatliinide soetamisele.

Suuri võimalusi on vooltootmise meetodi edasiseks laiendamiseks ka mööbli- ja puidutöötlemise tööstuses. Selles osas on meil seni vooltootmist juurutatud ulatuslikumalt ainult vabariigi suuremates puidutöötlemise ettevõtetes. Järvakandi puidutöötlemise tehases on vooltootmise meetod leidnud rakendamist standardmajade tootmisel. Tallinna Vineeri- ja Mööblivabrikus on vooltootmise meetodi kohaselt organiseeritud tootmistöö toolitsehhis. Mööblitsehhis viidi 1955. aastal ka riidekappide monteerimine üle vooltootmisele. Selleks otstarbeks konstrueeritud sundrüt-miga vooluliin andis võimaluse suurendada toodangut ja

ühtlasi vabastas palju tootmispinda. Samuti kasutatakse tehases mitmete teiste mööblitoodete monteerimisel vooltootmise põhimõtteid (näit. öökappide monteerimise vooluliin).

Teistes puidutöötlemise ettevõtetes on seni vooltootmise organiseerimise küsimustele vähem tähelepanu osutatud, kuigi siin on selleks võimalusi. Nii näiteks tuleks vooltootmise meetodit rakendada senisest suuremas ulatuses mitmesuguste ehitusdetailide tootmisel. Ehitusdetailide tootmise vooluliine võiks edukalt organiseerida rajooni tööstuskombinaatides.

Tuleb aga märkida, et kohalikes rajooni tööstuskombinaatides ja töönduslike artellide süsteemis on seni väga vähe tegeldud vooltootmise organiseerimise küsimustega. Kuna pidevooltootmise liinide projekteerimine antud tingimustes osutub sageli raskeks ja nõuab suuremaid kulusi, siis tuleks siin peatähelepanu pöörata otsevooltootmise liinide organiseerimisele. Otsevooltootmine annab väikeseerialises tootmises küllaltki suurt majanduslikku efekti tootmistsükli lühenemise, transporditööliste vabanemise ja lõpetamata toodangu varude vähenemise näol. Selles suhtes on meil palju õppida vennasvabariikidelt, kus vooltootmist on laialdaselt juurutatud ka väikestes ettevõtetes ja artellides. Nii näiteks on Leningradi Kuibõševi rajooni artellis «Obuvštšik» viidud isegi jalatsite remont üle vooltootmisele. Vooltootmisele üleminek aitas tunduvalt parandada jalatsite remonditsehhi majanduslikke näitajaid. Tavaliste töökodadega võrreldes on siin tööviljakus ligikaudu 30 protsendi võrra kõrgem, remonditööde omahind aga ligi 14 protsenti madalam.

Vooltootmise edasiarendamise ülesanded meie vabariigi tööstuses ei seisa mitte üksi uute vooluliinide projekteerimises ja ehitamises, vaid selle kõrval on tarvis tõsiselt tähelepanu pöörata ka olemasolevate vooluliinide rekonstrueerimisele ja tehnilisele täiustamisele. Üheks oluliseks ülesandeks tuleb pidada olemasolevate otsevooltootmise liinide sünkroniseerimise süvendamist ja võimaluse korral nende pidevooltootmise liinideks ümberkujundamist. Samuti on praegu ka paljud pidevooltootmise liinid tehastes halvasti sünkroniseeritud. Ebarahuldav on enamasti ka olukord vooluliini häireteta tööd kindlustavate töötamisvarude osas, mis on kas valesti normitud või paiknevad ebaratsionaalselt.

Kogemused näitavad, et vooluliinide rekonstrueerimine ja

ümbersünkroniseerimine aitab paljudel juhtudel suuresti tõsta nende tootlikkust. Tõsised ülesanded seisavad ees ka vooluliinidel teostatavate tööprotsesside mehhaniseerimise alal. Suurem osa meie vabariigi tööstusettevõtetes rakendatud vooluliinidest on praegu võrdlemisi vähe mehhaniseeritud ja põhinevad väga suurel määral käsitsi töötamisel. Tööprotsesside mehhaniseerimine aitab ühtlasi lühendada vooluliinide pikkust ja vabastada tootmispinda, mis sageli on limiteeriva tähtsusega vooltootmise laiendamise seisukohalt.

Eltoodud ülevaade ei anna kaugeltki täielikku pilti vooltootmise arendamise ja laiendamise võimalustest vabariigi tööstuses. Tööstusettevõtete kiire areng, tehnika progress tööstuses, spetsialiseerimise ja koopereerimise edasine süvendamine ning järjest ulatuslikum üleminek mass- ja seeriatootmisele avardab pidevalt vooltootmise rakendamise võimalusi. Nende võimaluste realiseerimine ja vooltootmise laiaulatuslik rakendamine on aga meie vabariigi tööstuse edasiarendamise seisukohalt suure aktuaalse tähtsusega küsimus. Vooltootmisele üleminek ei anna mitte üksi võimalusi inimtööjõu ja olemasoleva tootmistehnika paremaks ärakasutamiseks, vaid aitab kaasa ka tootmise edasisele mehhaniseerimisele, aitab kiirendada tehnilist progressi tööstusettevõtetes.

Trükiviga

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema
26	3. rida ülalt	kontsetreerimise	konsentreerimise

Tell. 2617.

90 kop.

A-17346

Freifeldt, A

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00463703 1