

Uporaba PERT metode pri vodenju laboratorijskega dela v Železarni Ravne

Zelo širok proizvodni program metalurške in strojno predelovalne industrije s finalizacijo zahteva določene specifičnosti v organizaciji kontrole in raziskav. Ena od teh specifičnosti je v tem, da v železarni Ravne isti metalurški laboratoriji služijo potrebam redne kontrole in raziskav. Poseben problem pri tem je koordinacija obeh dejavnosti v taki obliki, da je zagotovljena čim hitrejša kontrola redne proizvodnje, da niso zapostavljene raziskovalne naloge in da je obremenitev laboratorijev čimbolj enakomerna.

Za rešitev nakazanega problema je bil uveden poseben organizacijski sistem priprave dela za laboratorije z redno uporabo PERT metode mrežnega planiranja. Večje raziskovalne naloge morajo biti prav tako programirane po PERT metodi.

Rezultati laboratorijskih preiskav se redno prenašajo na IBM luknjane kartice, iz kartoteke teh pa se redno izdelujejo s pomočjo analiz matematične statistike, strokovna poročila o gibanju kvalitete različnih vrst jekel in posameznih izdelkov.

Na osnovi takih poročil nastopajo programi določene skupine raziskovalnih nalog, pri katerih se v širšem obsegu poslužujemo višjih metod matematične statistike (analiza variance, primerjave serij, regresije, planirani modeli itd.) z uporabo računalnikov pri obdelavi podatkov iz redne dokumentacije ali iz posebnih ali dopolnilnih planiranih raziskav.

UVOD

Zelo širok proizvodni program metalurške in strojno predelovalne dejavnosti s finalizacijo v železarni Ravne zahteva določene specifičnosti v organizaciji kontrole in raziskav. Ena od teh specifičnosti je v tem, da isti metalurški laboratoriji služijo potrebam redne kontrole in raziskav. Poseben problem pri tem je koordinacija obeh dejavnosti v taki obliki, da je zagotovljena čim hitrejša kontrola redne proizvodnje, da niso zapostavljene raziskovalne naloge in da je obremenitev laboratorijev čimbolj enakomerna.

Vmes med tema osnovnima dejavnostma so:

— posebne preiskave po naročilu v zvezi s svetovanjem in preizkušanjem uporabnosti jekel ter izdelkov v posebnih okoliščinah,

— preiskave v zvezi z reševanjem reklamacij,

— posebne storitve za druge oddelke v železarni Ravne in za zunanje naročnike,

— izvajanje posebnih postopkov toplotne obdelave,

— storitve na področju mehanske izdelave raziskovalnih naprav.

Delno redna, delno pa izredna dejavnost laboratorijev je tudi obdelava podatkov redne kontrole ali izrednih preiskav z metodami matematične statistike in z uporabo računalnikov. Ta dela so namenjena bogatemu tehnični dokumentaciji o lastnostih jekel in izdelkov, ugotavljanju gibanja nivoja in enakomernosti kakovosti, ugotavljanju realnih kontrolnih kriterijev in možnosti zagotavljanja kakovostnih lastnosti pri posebnih zahtevah naročnikov.

V laboratorijih spoznavamo kakovost jekel in izdelkov, zato je dolžnost laboratorijev poleg sistematičnega urejevanja dokumentacije o lastnostih in kakovosti tudi oblikovanje povratnih informacij, ki so kontroli potrebne za postavljanje objektivnih kontrolnih kriterijev, proizvodnim obratom in oddelkom pa za izboljševanje tehnoloških postopkov, od katerih je kakovost in konkurenčnost izdelkov neposredno odvisna.

Razumljivo je, da se proizvajalec ne more v kontroli kakovosti omejiti samo na to, kar kupec neposredno z naročilom zahteva. Zahteve kupcev so vedno širše in ostrejše — skratka kupci zahtevajo vedno več. Zato mora proizvajalec kontrolirati vedno več, kakor zahteva kupec in spoznavati mora tiste lastnosti svojih izdelkov, za katere bo kupec šele »jutri« morda zahteva garancijo v določenih mejah. Takrat bo moral biti proizvajalec na jasnem z možnostmi garancije, sicer bo zahteve sprejel na slepo in temu skoraj vedno slede težave.

V železarni Ravne smo v zadnjih letih začeli s sistematičnim delom v tej smeri in kontroliramo mnogo več lastnosti svojih jekel, kakor naši kupci zahtevajo. Te dodatne preiskave za bogatje interne dokumentacije lastnosti jekel smo delno vključili v program raziskovalno razvojnega dela, v veliki meri pa neposredno v redno kontrolo.

Obremenitve laboratorijev z ozirom na program proizvodnih obratov zelo nihajo. Poleg koordiniranja laboratorijskega dela za potrebe raziskav in kontrole, ki smo ga že omenili, smo iskali možnosti za ublažitev konic obremenitev ter doseganje enakomernejše zaposlitve laboratorijev tudi s selekcijo del v okviru kontrolnih preiskav.

Redne kontrolne preiskave lahko razdelimo na nujne in nenujne. Nujne so tiste, na katere mora material pred odpremo čakati, ker jih kupec zahteva in moramo rezultate podati v atestih. Razumljivo je, da je treba take nujne preiskave čim hitreje opraviti, medtem ko za tiste preiskave, ki jih opravljamo po lastni želji za interne potrebe dokumentacije, rok ni posebej predpisan in niso nujne. Lahko jih opravimo takrat, kadar ni nujnih kontrolnih ali nujnih raziskovalnih del — takrat, kadar je čutiti pomanjkanje dela v laboratorijih.

S tem je dana možnost za skrajšanje trajanja kontrolnega postopka, ker z javljanjem rezultatov takoj, ko je obvezna — nujna preiskava izvršena, omogočimo hitrejšo odpremo materiala, nenujna dela pa v slučaju preobremenjenosti odložimo, da v času konic z njimi ne obremenjujemo laboratorijev in dosegamo enakomernejšo zaposlitev laboratorijskih kapacitet.

Za rešitev nakazanega problema je bil uveden poseben organizacijski sistem priprave dela za laboratorije z redno uporabo PERT metode mrežnega planiranja. Večje raziskovalne naloge morajo biti prav tako programirane po PERT metodi.

Uporabo teh metod smo prilagodili pripomočkom GEORGA sistema, ki je uveden v vseh obratih in oddelkih železarne Ravne.

Osnove PERT metode so bile opisane v članku Jože Rodič: Metode mrežnega planiranja, *Železarski zbornik 1971.*, leto V., št. 1, str. 57—66 z namenom, da jih bomo v nadaljnjih opisih praktične uporabe te metode lahko uporabljali kot poznane. V tem članku zato posameznih pojmov in uporabljenih oznak posebej ne razlagamo.

Uporaba PERT metode v metalurških laboratorijih železarne Ravne

V operativni pripravi dela laboratorijev (ROP) smo uvedli centralno krmiljenje zasedenosti laboratorijev s kontrolo terminov.

Vsi laboratoriji in enote metalurškega oddelka ter drugi oddelki TKR (tehnične kontrole in raziskav) imajo številčne in barvne oznake. Številčne oznake laboratorijev so troštevne, ker nam tak način omogoča sistematično šifriranje vseh strojev, agregatov in aparatov ali njihovih skupin, lahko pa tako označujemo tudi nekatere pododdelke.

Tabela 1. prikazuje barvno tabelo in oznake laboratorijev, kakršna se uporablja v centralni razdelilnici ROP.

Podobne barvne tabele v posameznih laboratorijih služijo za označevanje vrste dela ali druge dodatne oznake. Dva primera kažeta tabeli 2 in 3.

V skladu s tem sistemom označevanja so oštevilčeni posamezni stroji. Npr.: krožna žaga — 111, tračna žaga — 112, velika stružnica — 141, srednja stružnica — 142, namizna stružnica — 143 in podobno v drugih laboratorijih peči, aparati, merilne naprave in podobno.

Tabela 1: Številčne in barvne oznake laboratorijev

Laboratorij ali oddelek	Oznaka	
	štev.	barva
Izdelava prob	100	zelena
Makro-jedkanje	200	bela
Laborat. kalilnica	300	svetlozelena
Mehanski laborat.	400	rumena
Metalografija	500	roza
Defektoskopija	600	siva
Laborat. za peske	700	modra
Fotolaboratorij	800	rjava
Raziskovalni odd.	900	črna
IZVRSITEV DELA	000	rdeča
Kemijski laborat.		vijoličasta
Risalnica in OKK		srebrna
Vodstvo — INDOK — ROP		zlata

Tabela 2: Številčno in barvno označevanje del v delavnici za izdelavo prob (100)

Delo	Oznaka	
	štev.	barva
Žaganje	110	zelena
Ločenje	120	bela
Skoblanje	130	svetlozelena
Struženje	140	rumena
Rezkanje	150	roza
Brušenje	160	siva
Vrtanje	170	modra
	180	rjava
Ostalo	190	črna
IZVRSITEV DELA	000	rdeča
Signiranje po posebnih navodilih		vijoličasta
Predbrušenje odbrusov in vlaganje v sponke		srebrna
Vodstvo		zlata

Tabela 3: Stevilčno in barvno označevanje v laboratorijski kalilnici (300)

Delo	Oznaka	
	štev.	barva
Zarjenje	310	zelena
Normalizacija	320	bela
Cementacija	330	svetlozelena
Cementacija-Mc. Quaid Ehn	330	svetlozelena s črto
Trdota — meritve	340	rumena
Kaljenje	350	roza
Kaljenje v solni kopeli	350	roza s črto
Kalilna vrsta, lom, modri lom	360	siva
Jominy poizkus	370	modra
Gašenje	380	rjava
Popuščanje	390	črna
IZVRSITEV DELA	000	rdeča
Signiranje po poseb. navodilih		vijoličasta
Predbrušenje obrusov in vlaganje v sponko		srebrna
Ostalo		srebrna s črto
Vodstvo		zlata
Dodatne oznake — desno:		
Tekoča kontrola		zlata
Valjarna		srebrna
Kovačnica		vijoličasta

Podobne tabele za označevanje del in dodatne oznake se uporabljajo tudi v vseh drugih laboratorijih oziroma enotah metalurškega oddelka.

Temu sistemu je prilagojen tudi šifrant za označevanje predpisov za izvajanje posameznih preiskav v laboratorijih in celoten sistem dokumentacije.

Za vsak kontrolni postopek je z ozirom na vrsto jekla, medfazno ali končno kontrolo in z ozirom na zahteve kakovosti izdelan PERT mrežni sistem z vsemi potrebnimi dodatnimi analizami in podatki, ki služi za centralno krmiljenje, določanje terminov in ločenje nujnih del od nenujnih.

PERT mreže

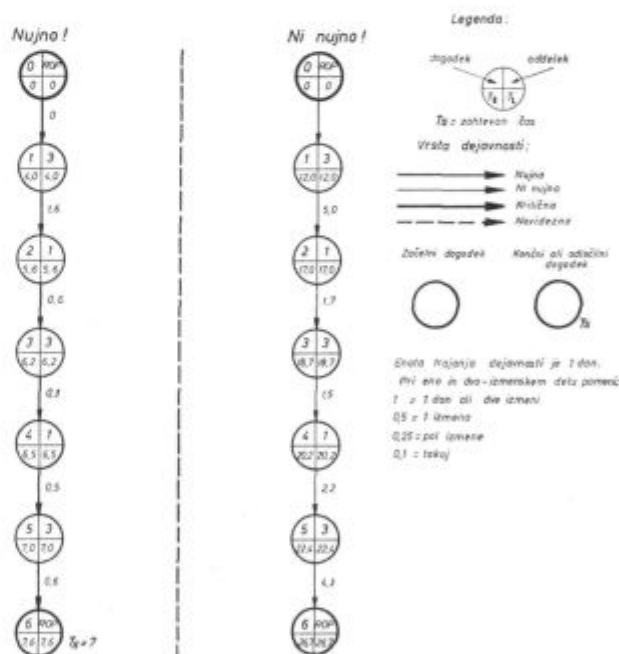
Za PERT mreže s celotnim opisom poteka kontrolnega postopka — oziroma preiskave se je v naših laboratorijih udomačilo ime hodogram.

Slika 1 kaže najpreprostejšo obliko PERT mreže ali hodograma za kontrolni postopek VG 27, kar pomeni oznako za kontrolni postopek medfazne kontrole valjarne (V) za probe iz gredic (G) po postopku te skupine z zaporedno številko 27.

Pri tem postopku si dejavnosti sledijo po vrsti druga za drugo. Trajanja posameznih dejavnosti so izračunana po postopku, ki je opisan pri osnovah PERT metode. Ločeno so podani časi za primer, če je izvedba preiskave po tem postopku nujna — obvezna ali ne.

Če je preiskava nujna, pričakujemo, da bo končana v ca. 7 dneh, če pa ni nujna, računamo s trajanjem ca. 27 dni, ker bomo v slučaju zasedenosti laboratorijev to nenujno preiskavo namenoma zadrževali.

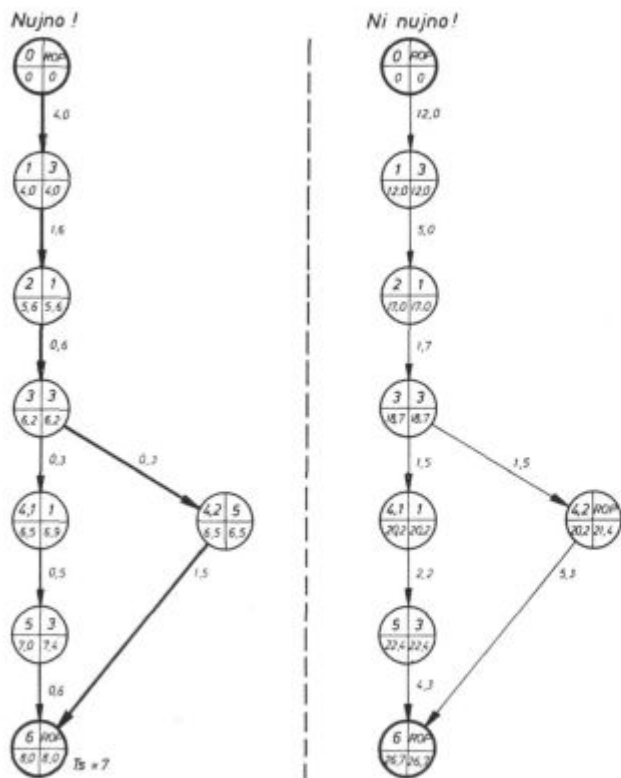
V desni zgornji četrtinki vsakega dogodka je z barvo ali s številko označen laboratorij (samo s prvo tj. glavno številko troštevilične oznake), ki izvaja sledečo dejavnost. Ta dejavnost je s posebno dokumentacijo podrobno opisana.



Slika 1

Primer najpreprostejše oblike PERT mreže ali hodograma za kontrolni postopek z interno oznako VG 27

Slika 2 kaže postopek VG 26, ki je v bistvu varianta prejšnjega postopka in ima že dve vzporedni poti, od katerih je pot 0-1-2-3-4-2-6 kritična. Če postopek ni nujen, tudi vloga kritične poti ne pride do izraza, zato v desni varianti kritična pot ni označena.



Slika 2

Primer hodograma z interno oznako VG 26. (Legenda oznak je podana pri sliki 1)

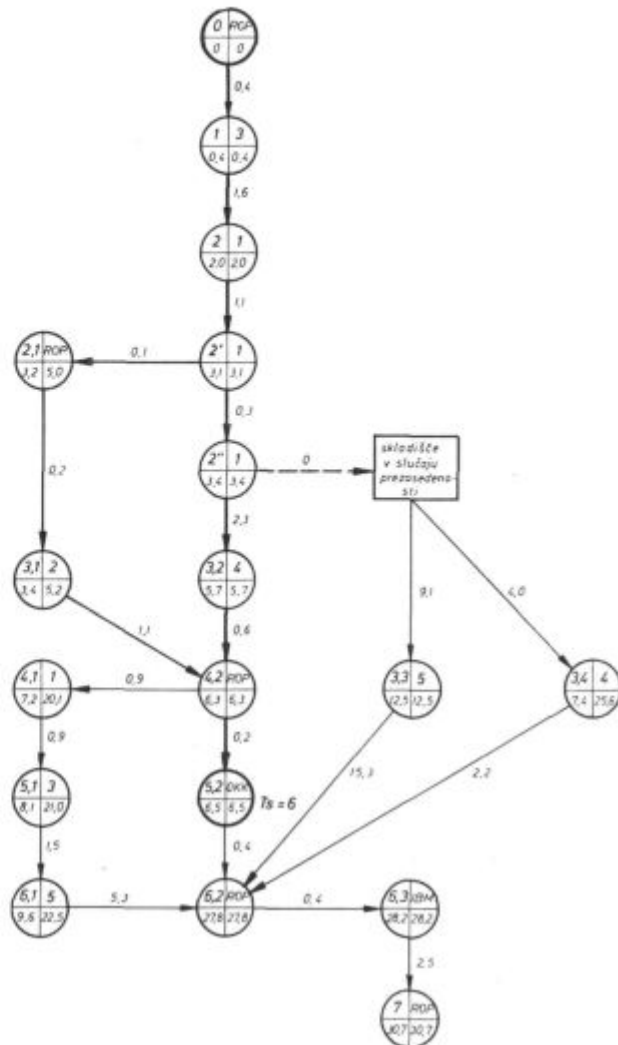
Slika 3 kaže PERT mrežo za postopek VG 15, pri katerem pa že pride bolj do izraza planiranje poteka po PERT metodi, ker ima postopek več vzporednih poti, od katerih je ena kritična.

Slika 4 kaže zanimivo PEP mrežo hodograma VG 31, pri katerem je črtkano obrobljeni del skoraj v celoti hodogram VG 27, prikazan na sliki 1. Ta je v tem primeru sestavni del nenujne preiskave v okviru hodograma VG 31.

Pri vseh hodogramih je posebej označen obvezni oz. nujni del celotne preiskave. Pri nekaterih mrežah je nujna preiskava od začetnega do končnega dogodka, pri drugih pa je lahko nujna le preiskava do nekega dogodka v sredini mreže. Na slikah 3 in 4 je tak dogodek označen s T_s , ki pomeni predpisan ali dogovorjen termin. Na ta dogodek je usmerjen celoten proračun vseh časov v celotni mreži in seveda tudi določitev kritične poti. Vse druge preiskave, ki ne vodijo do tega odločilnega dogodka, niso nujne. Seveda iz dokumentacije oziroma evidence časov posameznih dejavnosti v preteklem obdobju enega ali dveh let jemljemo različne ocene časov, če je preiskava nujna ali ne.

Terminski plan za vodenje in kontrolo poteka preiskave

Za vodenje in terminsko kontrolo poteka del je zelo priporočljivo izdelati terminski plan v



Slika 3

Mrežni plan za kontrolni postopek z interno oznako VG 15. (Legenda oznak je podana pri sliki 1)

grafični obliki. Tak primer terminskega plana prikazuje slika 5 za PERT mrežni plan na sliki 3.

Tak terminski plan daje dnevno ali periodično jasen pregled, katere dejavnosti že lahko izvajamo in katere moramo izvajati v tem času, če hočemo zagotoviti predviden končni termin. Jasno so podane zračnosti, s katerimi razpolagamo in tako lahko razporejamo ter najbolj smotrno izkoristimo razpoložljive kapacitete.

Ves čas med potekom naloge imamo pregled, ki nas pravočasno opozarja na nevarnosti za realizacijo končnega termina zaradi nekaterih zamud, ki pa jih lahko še nadoknadimo, če jih pravočasno odkrijemo.

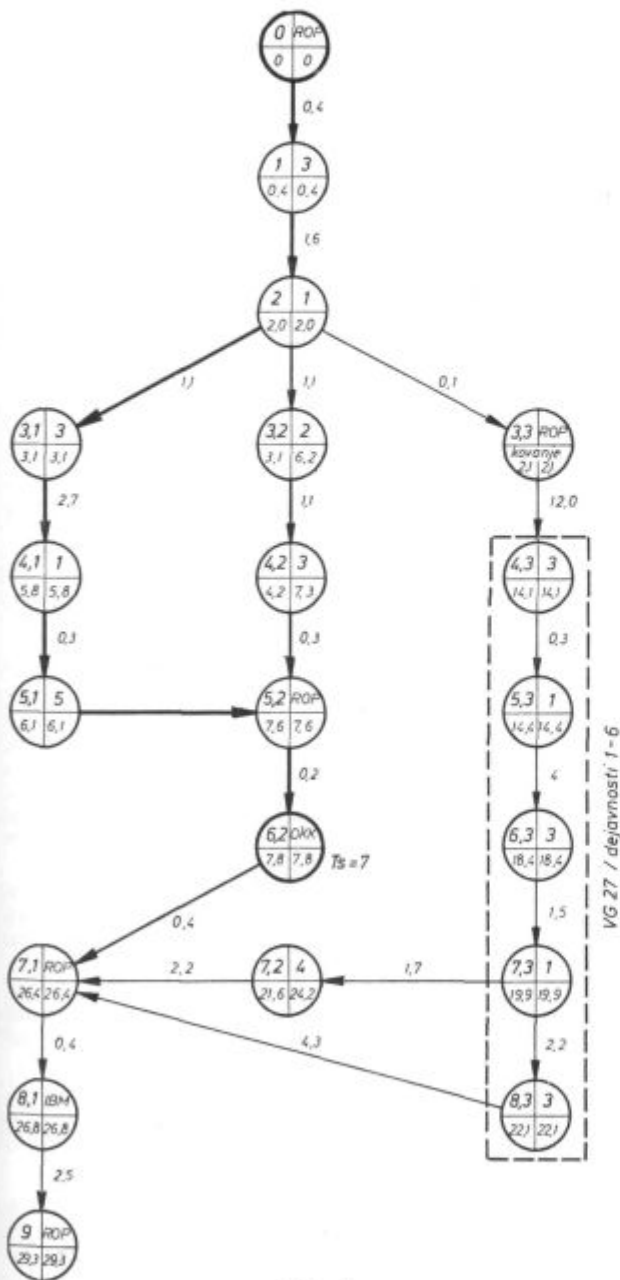
Spremna dokumentacija

Vse preiskave v laboratorijih za kontrolo kvalitete, za raziskovalne naloge ali kakršne koli druge potrebe se sprejemajo v centralni razdelilnici

(ROP). Tu se izda za vsako delo potrebna spremna dokumentacija, prilagojena posebnemu organizacijskemu sistemu GEORGA.

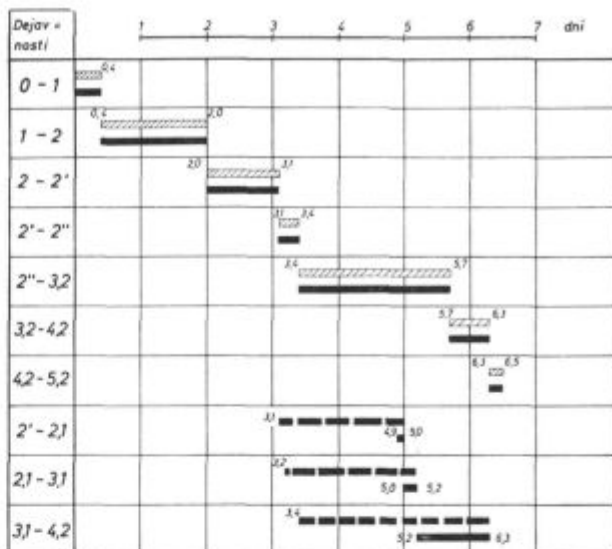
Spremno dokumentacijo sestavljajo naslednji dokumenti:

- terminski list, ki služi za vodenje del in kontrolo terminov v kartoteki centralne razdelilnice,
- razdelilni list, ki je kopija terminskega lista in služi za naročanje del v posameznih laboratorijih s predpisanimi termini najkasnejšega začetka izvajanja del,
- spremnica, ki potuje z materialom in je prav tako kopija terminskega lista,
- plačilni list služi za obračun na osnovi cenikov del.



Slika 4

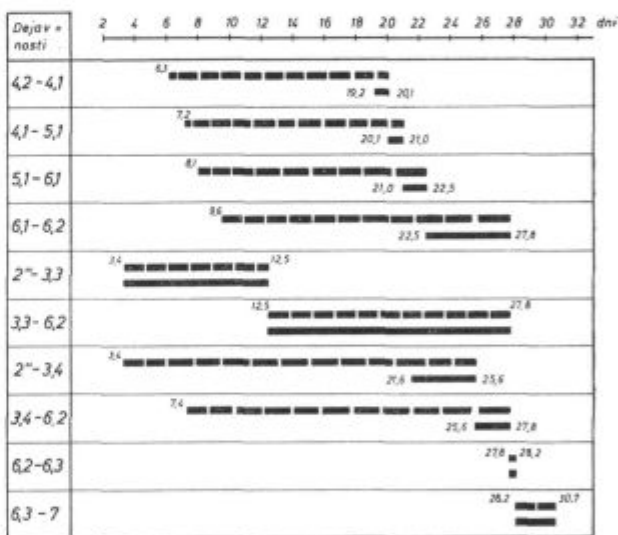
Mrežni plan za kontrolni postopek z interno oznako VG 31. (Legenda oznak je podana pri sliki 1)



Legenda:
 - - - - - mogoče
 ————— nujno
 kritično

Slika 5

Terminski plan za nujni del hodograma VG 15, prikazanega z mrežnim planom na sliki 3



Legenda:
 - - - - - mogoče
 ————— nujno

Slika 6

Terminski plan za nenujni del hodograma VG 15, prikazanega z mrežnim planom na sliki 3

Na vseh dokumentih so vsi potrebni podatki za identifikacijo, postopek dela pa je predpisan z naslednjimi podatki:

- oznaka PERT dejavnosti,
- številka operacije,
- kratek naziv dela,
- šifra predpisa, po katerem se delo izvaja,
- stroškovno mesto (stroj, aparat, agregat, peč, oddelek in podobno).

S tako dokumentacijo je zagotovljena evidenca pogojev, pod katerimi se preiskave izvajajo, zago-

tavljanje standardiziranih pogojev ali pa po potrebi uvedba potrebnih sprememb.

Vse to je namreč osnovni pogoj za redno uporabo metod matematične statistike.

Mehanografska obdelava podatkov in uporaba metod matematične statistike

Definirani in tipizirani postopki izvajanja laboratorijskih preiskav za najrazličnejše potrebe nam omogočajo postopno uvajanje redne mehanografske obdelave podatkov in statistične analize v smislu povratnih informacij v sistemu integralne kontrole kvalitete, kateremu se želimo postopoma čimbolj približati.

Osnovno načelo v naših laboratorijih je:

Vse kar se izplača preizkusiti, je treba obvezno na primeren način dokumentirati.

Rezultati preiskav se v laboratorijih kartotečno urejajo za potrebe tekoče uporabe podatkov.

Za važnejše karakteristike se redno vodijo statistične kontrolne karte.

Iz kartotek se v zadnjem času podatki prenašajo na luknjane IBM kartice. (Ta sistem še ni dokončno urejen!) S posebnim sistemom identifikacije povezujemo podatke kontrole v posameznih obratih s podatki laboratorijskih preiskav v laboratorijski kalilnici, mehanskem, fizikalnem in metalografskem laboratoriju.

Na sistemu IBM 360/30 imamo že izdelanih nekaj posebnih programov, po katerih z različnimi načini sortiranja izdelujemo redna periodična poročila s sistematičnimi pregledi gibanja nivoja in enakomernosti kvalitete podane z določenimi pre-

iskovanimi karakteristikami. V sistemu teh poročil so največkrat že v rednem programu vključene analize statistične porazdelitve s testiranjem pripadnosti določenemu modelu porazdelitve:

Taka poročila nam služijo:

— za povratne informacije proizvodnim obratom, ki na tej osnovi lahko ukrepajo za izboljšanje pogojev tehnološkega postopka;

— za spoznavanje objektivnih kriterijev v kontroli kvalitete in možnosti garancij kvalitete in kalkuliranje rizika pri postavljenih zahtevah;

— za sistematično sortiranje kvalitetne problematike po teži in aktualnosti;

— za planiranje sistematičnih raziskav na področju tehnološke in kvalitetne problematike.

Na osnovi takih poročil redne mehanografske obdelave programiramo določeno skupino raziskovalnih nalog, pri katerih se v širšem obsegu poslužujemo standardnih in posebnih metod matematične statistike. Na računalnikih IBM 1130 in IBM 360/30 imamo za naše potrebe osvojenih 11 standardnih programov s področja

— analize porazdelitev,

— primerjave vezanih in nevezanih serij,

— analiz variance različnih tipov,

— analiz regresije,

— analiz vezanih na posebne modele.

Z devetletnim delom na razvoju metod matematične statistike in operacijskih raziskav pri kontroli kvalitete in pri raziskovalnih nalogah smo si nabrali precej izkušenj, razvili potrebno dokumentacijo in programe ter vzgojili tolikšno število kadrov, da nam je vnaprej omogočen hitrejši napredek. Čaka nas pa še ogromno dela.

ZUSAMMENFASSUNG

Das sehr ausgeweitete Produktionsprogramm der metallurgischen und mechanischen Verarbeitungsindustrie mit Finalisierung beansprucht bestimmte Besonderheiten in der Organisation der Kontrolle und Forschungen. Eine dieser Besonderheiten liegt darin, dass nun in der Zelezarna Ravne die ein und dieselben Labors sowohl für die regelmässige Kontrolle als auch Forschungen dienen. Ein besonderes Problem dabei ist die Koordinierung beider Tätigkeiten in einer solchen Form, dass eine möglichst schnellere Kontrolle der regelmässigen Produktion gewährleistet wird, damit die Forschungsarbeiten nicht vernachlässigt werden und dass die Laborbelastung möglichst gleichmässiger verläuft.

Zur Lösung des angedeuteten Problems wurde ein besonderes Organisationssystem in den Labor-Arbeitsvorbereitungen eingeführt, mit einer ständigen Anwendung der PERT-Methode der Netz-Planung. Grössere Forschungsauf-

gaben müssen ebenso gemäss der PERT-Methode programmiert sein.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen können auch auf das IBM-Lochkarten-System übertragen werden, aus den Karteien derselben werden dann regelmässig mit Hilfe von Analysen, mathematischer Statistik, Fachberichte über das Bewegen von Qualitäten verschiedenartiger Stahlsorten und einzelner Erzeugnisse angefertigt.

Auf Grund solcher Berichte entstehen Programme bestimmter Forschungsaufgaben-Gruppen, bei welchem im weiteren Ausmass höhere Methoden der mathematischen Statistik angewandt werden (Varianz Analyse, Serienvergleich, Regressions-Analyse, Modelplanung usw.) mit Anwendung von Computers bei Datenbearbeitung aus der regelmässigen Dokumentation oder aus besonderen oder zusätzlichen geplanten Forschungen.

SUMMARY

A wide production program of metallurgical and metal finishing industries reflects in special requirements in the organization of routine testing and research work. In Ravne Steelworks the metallurgical laboratories work both on routine testing and research. A special problem is the coordination of both the activities in order to secure the uniform distribution of work between laboratorie and the

quickest routine analyses without deferring of the research work.

The standard PERT method of net planning is applied to solve the problem. Complex research works have also to be programmed by the PERT method.

The results of laboratory investigations are regularly stored on perforated IBM cards wherefrom they are

utilized for the statistical analyses required to elaborate regular reports on the quality trend of different steels and particulate products.

Based on this reports programs have been made of a definite group of research works utilizing higher me-

thods of mathematical statistics (analyses of variance, comparison of series, regression, planned models, etc.) by the use of computers for analysis of the data supplied by documentation service and particular or supplementary research works.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Весьма широкая программа производства металлургической и машинно-обрабатывающей промышленности с финальным изданием требует определенные организационные меры при организации контроля и исследования. Одна из особенностей в металлургическом заводе Равне состоит в том, что металлургический лабораторий служит одновременно т. е. параллельно работам контроля и исследования. Определенную проблему представляет координация обеих работ в такой форме которая дает возможность быстрого контроля дневного производства но не в ущерб необходимых работ исследования причём один из важных моментов это равномерное распределение работ в лаборатории.

Для исполнения отмечаного проблема выработан особый организационный план лабораторных работ при постоянном употреб-

лении метода Перт сеткового планирования. Также крупные задачи из области исследования надо программировать с применением метода Перт. Результаты лабораторных исследований вносятся регулярно на перфокарточки ИБМ (IBM) из картотеки которых готовятся математические статического характера научные рефераты о движении качества различных сортов стали и остальных изделий. На основании таких рефератов получаются программы определенных групп исследований при которых в более широком масштабе применяются выше методы математической статистики (анализ дисперсии, сравнение серий, регрессий, планировка изготовления данные постоянного производства, или же отдельных т. е. специальных а также и дополнительных исследований.