

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 106 (1955)
Heft: 8

Artikel: Criteri e metodi consigliabili per il rilievo dei tempi nella sperimentazione
Autor: Steinlin, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764541>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'auteur, qui possède une grande expérience dans l'étude biologique des bois, démontre à l'aide de quelques exemples l'influence de la station sur les propriétés du bois d'épicéa, de pin, de hêtre et de chêne. L'auteur fait ensuite ressortir le rôle important que joue l'hérédité dans la formation des branches, notamment chez les résineux (pin, épicéa). L'élagage naturel des arbres variant aussi fortement selon la station, on voit l'importance biologique de ces problèmes sur l'un des principaux critères de qualité du bois: la nodosité.

L'analyse du bois d'essence étrangères à la station (p. ex. mélèze) ou des exotiques (mélèze du Japon, Douglas, pin Weymuth) permet de se rendre compte si la propagation de ces essences est une erreur ou pas.

L'étude biologique du bois donne enfin à la sylviculture la possibilité de contrôler si la structure des peuplements, les techniques de régénération et de culture garantissent une production de qualité. L'auteur cite quelques exemples particulièrement bien choisis pour juger de l'opportunité des mesures culturales sur la qualité du bois de chêne et de frêne.

O. Lenz

Criteri e metodi consigliabili per il rilievo dei tempi nella sperimentazione¹

Di *H. Steinlin*, Istituto federale di ricerche forestali

(Oxf. 35)
(07.3)

Da quando cinquant'anni fa l'ingegnere americano Taylor si occupò per la prima volta di cronometraggi nei cicli di lavoro, il loro campo di applicazione va estendendosi sempre maggiormente. Non solo l'industria, ma anche l'edilizia, l'agricoltura e l'economia forestale applicano su larga scala l'organizzazione scientifica del lavoro — sia per dare ai procedimenti ed agli impianti una conformazione possibilmente perfetta, sia per trovare una base ottima per la determinazione dei termini di lavoro, per i calcoli delle spese di produzione e dei salari della mano d'opera.

Il rilievo dei tempi (o cronometraggio) consiste nella suddivisione di un'operazione nelle sue singole azioni, senza tener conto che si tratti d'un lavoro manuale, meccanico o combinato, e nella registrazione minuziosa di ognuna di queste operazioni. Rilevando più volte lo stesso ciclo di lavoro si ottiene non solo dei valori medi del tempo necessario ad ogni singola azione, ma pure indicazioni sulla variabilità di questi valori, cioè sulle differenze registrabili da una esecuzione all'altra. In questo modo si riesce a determinare le leggi del lavoro, nonchè le sue relazioni con le condizioni ambientali e personali in cui viene eseguito. I risultati così ottenuti permettono non solo di consigliare eventuali

¹ Vortrag, gehalten am 7. Juni 1955 im «Centro nazionale meccanico agricolo» in Turin, anlässlich des «Corso bimestrale di perfezionamento in meccanizzazione agricola».

miglioramenti, ma anche di prevedere la durata di determinate operazioni.

Molti si meravigliano se parlando della sperimentazione di macchine e congegni agricoli si accenna pure al rilievo sperimentale di tempi. Tenterò di dimostrare che tali rilievi sono sovente realizzabili, e utilissimi per giudicare le qualità di macchine e arnesi in merito alla loro applicazione pratica. Sappiamo che lo scopo della meccanizzazione nell'economia rurale e forestale è quello di liberare l'uomo da sforzi fisici riportandoli alla macchina, ma anche — e soprattutto — di migliorare il rapporto esistente tra il costo e la produzione propriamente detta. Tale correlazione può essere migliorata sia diminuendo solo le spese, sia accrescendo solo il rendimento, sia ancora mutando essenzialmente ambo i fattori. È noto che gran parte dei costi di produzione sono ripartiti sul lavoro umano, animale o meccanico. Le relative spese dipendono essenzialmente dalla durata delle loro prestazioni, ed è ovvio che i mezzi più economici saranno quelli in cui il prodotto aritmetico risultante dalla moltiplicazione del tempo per i costi per ogni unità di tempo d'un dato volume di lavoro sarà minimo; presupponendo però che la qualità del lavoro e dunque anche la produzione prevedibile restino invariate. Per determinare dunque l'utilità economica di un processo di lavorazione, di un arnese o d'una macchina, sarà in prima linea indispensabile di conoscere il lavoro prestato, di misurare il tempo impiegato per compierlo e indi di determinare il costo per ogni unità di tempo. Nella prassi non si tiene spesso conto di singoli fattori. Così ad esempio si sommano tutte le spese sopportate nel corso di un anno dall'esercizio d'una trattrice o d'un'altra macchina agricola, portando poi questo totale in correlazione con la produzione segnalata. Questo procedimento è assolutamente ammissibile quando si produce una merce unica, oppure quando, con una sola macchina, si eseguisce solo un dato lavoro. Se però vogliamo determinare i costi di produzione di più articoli, oppure quando si tratta di mettere in correlazione i costi con determinati procedimenti o condizioni di produzione, il metodo non sarà più applicabile. Dobbiamo allora procurarci indicazioni dettagliate e complete mediante appunto il rilievo dei tempi. Ciò vale specialmente per esperimenti di breve durata, come sono in uso negli istituti di sperimentazione.

Vorrei ora citare alcuni esempi, tratti dall'attività scientifica dell'Istituto federale di ricerche forestali.

Si dovette esaminare, tempo fa, due trattrici collegate ad argani a fune in merito alla loro attitudine al lavoro forestale. Nelle alpi e prealpi svizzere, il trasporto per trazione dei tronchi dalla selva alla strada carreggiabile è un lavoro della massima importanza. Generalmente le irregolarità del terreno non permettono alla trattrice di deviare dalla

strada; perciò le prestazioni dell'argano sono essenziali per la determinazione dell'utilità della trattrice stessa.

Sul banco di prova era assai facile constatare che la trazione dell'argano al gancio e la velocità di avvolgimento della fune sul tamburo, come pure la velocità di marcia della macchina B non differivano essenzialmente da quelle della macchina A. Però la macchina B permetteva una trazione in ogni senso voluto, partendo dall'asse del veicolo, mentre per la macchina A un avvolgersi soddisfacente della fune sul tamburo era possibile solo con deviazioni angolari minime. Per quanto concerne la solidità della costruzione e la sicurezza d'esercizio, i due congegni erano da considerarsi irreprensibili. Si trattava dunque di determinare, quale delle due macchine fosse più atta al lavoro pratico e quali perfezionamenti tecnici ancora vi si potesse apportare.

Fu deciso di sottoporre ambe le macchine ad un esame scientifico di lavoro, rilevando i tempi durante l'intera durata dell'esperimento. Non mi tratterò troppo sulle particolarità del piano di sperimentazione. Ogni macchina doveva eseguire determinate ed uguali prestazioni, sotto determinate ed uguali condizioni. Il lavoro comportava non solo la trazione della legna dal bosco sulla carreggiabile, ma ancora il traino dei tronchi su di un sentiero poco praticabile fino alla carreggiabile vera e propria, distante circa 900 metri. Da un esame generico si avrebbe dedotto che le due macchine avevano una potenza pressappoco identica. Un esame approfondito ci fece però rilevare alcune differenze sostanziali, importantissime per la classificazione dei due congegni. Il rendimento della macchina A nel traino di tronchi sul predetto sentiero, superava del 10 % quello della macchina B. È interessante che la differenza non era dovuta alla velocità col carico, ma soprattutto alla velocità maggiore della marcia a vuoto. Nella trazione però l'argano della macchina B diede un risultato del 50 % superiore a quello della macchina A. Cronometraggi dettagliati ci permisero di trovare la ragione di questo rendimento eccezionalmente più elevato, come dimostrano i singoli fattori qui riprodotti:

	Minuti di lavoro per unità di carico ed ettometro	
	Macchina A	Macchina B
Messa in posizione di lavoro (virate ecc.)	3,35	1,98
Preparativi (il salire e scendere del manovratore ecc.)	1,65	0,15
Posa della fune	3,36	2,41
Trazione col carico	4,99	4,93
Disturbi (incastro della fune)	0,33	0,05
	13,68	9,52

Nella prestazione essenziale, cioè nella trazione del carico, il rendimento dei due congegni era dunque identico. Ma già nell'operazione di posa della fune, la macchina A si trovava in svantaggio, giacchè l'argano non era dotato d'un congegno di retromarcia e dunque lo svolgimento della fune dal tamburo richiedette molta forza. La macchina A presentava anche un altro svantaggio: ogni qualvolta il suo argano veniva messo in funzione, la posizione della trattrice doveva essere cambiata, cioè la macchina collocata nella direzione di trazione. La macchina B poteva invece rimanere nella sua posizione di arrivo. Inoltre la disposizione poco ingegnosa delle leve di comando, la quale obbligava l'inseriente a scendere dalla macchina A ogni qualvolta doveva azionare l'argano, si ripercosse pure sul cosiddetto tempo di preparazione. Inoltre si verificò ancora che l'argano a fune della macchina A era maggiormente soggetto a disturbi, giacchè il suo congegno di avvolgimento provocava frequenti incastramenti della fune.

I cronometraggi ci danno dunque una base per determinare la scelta equa d'una macchina, come pure un punto di partenza per l'allestimento di eventuali perfezionamenti tecnici. L'esempio qui riportato c'insegna dunque che la macchina A è da raccomandarsi per situazioni richiedenti solo raramente una trazione mediante argano a fune, ma piuttosto traini su distanze relativamente grandi. Coll'aumentare della distanza i vantaggi della macchina A si fanno sempre maggiormente sentire. Se però la trazione di tronchi mediante l'argano a fune predomina nel ciclo di lavoro, si farà bene di consigliare l'uso della macchina B. Inoltre si potè anche indicare al costruttore della macchina A quali perfezionamenti fossero necessari per completare la sua invenzione, in merito alla disposizione delle leve di comando, alla retromarcia dell'argano a fune ecc., facendogli pure notare le conseguenze sul rendimento della sua macchina.

Un altro caso ci pose davanti al problema dei mutamenti dei costi dovuti all'uso di argani a uno o a due tamburi nella trazione di tronchi per chine ripide e boscate in montagna. Anche qui si procedette a cronometraggi dettagliati, secondo un piano sperimentale predeterminato. I risultati dimostrarono nettamente che su terreni non troppo accidentati, cioè ripidi ma uniformi e non ricoperti di detriti geologici troppo grossi, con alberi di volume normale, non basta aumentare la velocità di trazione per controbilanciare le spese fisse d'impianto della fune di rinvio, le quali sono indipendenti dal numero dei carichi prelevati. Si constatò per contro che su terreni molto accidentati l'argano a doppio tamburo con fune di rinvio è capace di dare risultati assai più soddisfacenti.

In certi casi è assai importante conoscere il rendimento di due macchine diverse in differenti condizioni di lavoro. Un trasporto importante

di legna comporta generalmente tronchi di dimensioni assai varie. Calcolando i valori medi totali per il trasporto di tutto il legname d'un taglio, saremo in grado di conoscere esattamente i costi di trasporto per il taglio in questione, cioè nelle condizioni specifiche in cui è avvenuto il lavoro. Questo risultato non potrà mai essere generalizzato, dato che ci troviamo di fronte ad un trasporto con carichi di un dato volume e di un dato peso: il risultato della ricerca potrà essere esteso solo a tagli della identica conformazione. Solo rilievi dettagliati dei tempi ci permettono di determinare i singoli costi di trasporto delle categorie di volumi che si susseguono in variazioni imprevedibili. In tal modo, il cronometraggio ha rilevato che mediante un dato arnese di trasporto (in questo caso una trattrice con argano a fune) i costi per ogni carico delle categorie $< 0,49 \text{ m}^3$; $0,50\text{—}0,74 \text{ m}^3$; $0,75\text{—}0,99 \text{ m}^3$; $1,00\text{—}1,49 \text{ m}^3$ e $1,50\text{—}2,00 \text{ m}^3$ rimangono pressochè uguali. Una gru a fune, posta in opera sotto le stesse condizioni, ci portò a risultati assai differenti secondo le categorie dei carichi. Uno studio approfondito di queste correlazioni è assai importante per la soluzione dei problemi relativi; senza troppo dispendio arriviamo così a riunire il materiale necessario alla soluzione di molti quesiti dell'organizzazione scientifica del lavoro.

Nel corso dell'ultimo esperimento abbiamo dunque cercato una soluzione del problema seguente: per quali volumi minimi di legna e per quali distanze l'uso d'una filovia ridotta con gru a fune è più economica della trazione del legno sul terreno stesso. Il costo del trasporto mediante filovia dipende essenzialmente dal tempo necessario alla costruzione dell'impianto, dal tempo di trasporto sui cavi metallici, dal tempo occorrente per l'apporto laterale dei tronchi, dal tempo richiesto per preparare e fissare i tronchi e finalmente per lo scarico ed il deposito di questi. Il tempo necessario all'allestimento dipende inoltre dalla lunghezza della teleferica e dalle condizioni del terreno; il tempo di trasporto sulla fune metallica dipende dalla distanza da superarsi, dall'inclinazione e dal volume del carico; mentre il tempo di apporto dipende dalla distanza fra i singoli cavi e dal volume dei carichi. Solo cronometraggi dettagliati ci permisero di determinare i singoli elementi e le singole correlazioni e di elaborare così un grafico. Questo ci permise finalmente d'indicare quali mezzi di trasporto siano i più adeguati in condizioni diverse.

Mi sono impegnato a dimostrarvi come nell'ambito d'una stazione sperimentale siano applicabili sistematicamente i metodi di cronometraggio. Ognuno di voi sarà già stato posto davanti a problemi simili, i quali certamente saranno risolti se si applicheranno metodi analoghi. Permettetemi ora di darvi ancora alcune indicazioni e di fare alcune riflessioni in merito ai metodi scientifici di cronometraggio.

1. La suddivisione delle singole operazioni

L'essenza del cronometraggio consta nella suddivisione minuziosa d'un ciclo intero di lavorazione. Metodi e dettagli della suddivisione devono conformarsi ovviamente agli scopi del rilievo. Le singole parti del ciclo che particolarmente c'interessano dovranno casomai essere saminate con maggiore accuratezza di quelle che meno c'interessano. Non esiste qui una regola generale. In ogni modo si dovrà però almeno fare una distinzione fra i tempi che presentano costi unitari diversi. Non è ammissibile di comprendere macchine e operai, diversi tipi di macchine oppure operai con rendimenti differenti nella stessa suddivisione. Un tal modo di procedere renderebbe impossibile una valutazione esatta dei costi, fatto che naturalmente c'interessa soprattutto. Se però i tempi furono cronometrati separatamente si potranno poi moltiplicarli con coefficienti, in relazione ai costi per ogni unità di tempo, e indi sommarli, come abbiamo dimostrato negli esempi precedenti. Inoltre si dovrà elencare separatamente i tempi dipendenti da determinati fattori. In un rilievo di operazioni di trasporto si farà per esempio bene di distinguere tra l'operazione di carico ed il trasporto vero e proprio. Il tempo impiegato per il carico è indipendente dalla distanza su cui ha luogo il trasporto, ma generalmente dipendente dal volume del carico. Il tempo di trasporto vero e proprio dipende in prima linea dalla distanza, ma magari anche dal volume del carico. Lo stesso vale, quando due tipi diversi di trasporti si susseguono. Nei trasporti di legna mediante una gru a fune per esempio si farà dunque bene cronometrare separatamente il tempo impiegato per l'apporto laterale, come pure i valori di queste distanze, e il tempo impiegato per il trasporto vero e proprio sulla fune metallica. Permettetemi di attirare però la vostra attenzione sul fatto che i metodi della moderna matematica statistica permettono di calcolare gli effetti dei singoli fattori, anche quando non furono rilevati separatamente nel corso del cronometraggio, mediante i cosiddetti grafici fattoriali («factorial design»). Ma questo modo di procedere è assai complicato. Infine bisogna distinguere accuratamente le operazioni di cui approfittano varie altre parti del ciclo di lavoro, cioè i cui costi devono essere ripartiti, da quelle che servono ad un periodo solo. La trazione di legna mediante un argano a fune richiede per esempio l'allestimento e l'ancoraggio dell'argano stesso, che sono indipendenti della quantità del materiale da trasportare. Perciò tutte le operazioni inerenti il montaggio del congegno non devono essere legate a quelle che riguardano il trasporto vero e proprio. Un esempio di suddivisione generica ci è fornito dal precitato rilievo sulle due tratte, ove distingueremo:

Tempi generali (riguardanti tutti o la maggioranza dei carichi):

- manutenzione della macchina (pieno di benzina ed olio, controlli, ecc.);

- tempo impiegato per riparare eventuali disturbi;
- preparazione dei depositi di legna;
- periodi di attesa;
- pause.

Tempi singoli (concernenti i singoli carichi):

- 1° periodi di avviamento, cioè tempi necessari per recarsi da un posto di lavoro all'altro e per mettersi in posizione di lavoro, per poter iniziare il lavoro coll'argano;
- 2° tempi di preparazione, cioè tempi richiesti per mettere in azione l'argano dopo aver postato il veicolo; eventualmente anche tempi necessitati per l'ancoraggio e per i movimenti del conducente;
- 3° tempi di marcia a vuoto, cioè tempi necessitati per la posa della fune di parte degli operai;
- 4° tempi di attacco, cioè tempi richiesti per attaccare il carico;
- 5° tempi di trazione, cioè tempo impiegato per il trasporto vero e proprio;
- 6° tempi di sgancio, cioè tempi richiesti per togliere i tronchi attaccati alla fune;
- 7° tempi di deposizione, cioè necessitati per deporre i tronchi nei depositi.

I tempi relativi saranno registrati per ogni operaio e per la macchina singolarmente.

2. Le unità di misura del lavoro

La maggiore difficoltà è sovente la misurazione del lavoro prestato. Solo raramente lo si può esprimere mediante unità fisiche, ossia in chilogrammetri, poichè nella maggior parte dei casi esistono fattori puramente qualitativi, oppure le difficoltà di misurazione sono troppe. La scelta adeguata dell'unità di misura è sovente decisiva per l'esito del rilievo stesso. Nell'agricoltura una superficie può contrassegnare il lavoro, per esempio per l'aratura, per la semina, ecc.; nei trasporti stradali si utilizzerà la tonnellata per chilometro, oppure il chilometro del veicolo; altri lavori richiedono l'uso del numero dei pezzi prodotti, e per oggetti di vario tipo, il numero di pezzi di una data categoria. Sempre bisogna però cercare di scegliere quella unità che è direttamente collegata al lavoro prestato. Il nostro rilievo dimostra che nel caso del trasporto di legna non si può usare come unità il peso ed il volume da trasportare. Per il legno in tronchi, il costo del trasporto dipende essenzialmente dal numero dei pezzi, rispettivamente dal numero dei carichi, e non dal volume totale. Come abbiamo potuto vedere poco sopra, per certi mezzi di trasporto i costi sono identici per carichi tra 0,3 e 2,0 m³, mentre i

costi per m^3 variano di conseguenza da 1 a 7. Perciò si ritenne opportuno di riferirsi al costo di carichi di un dato volume. Bisogna dunque indicare: costo per ogni carico della categoria II da 0,50 a 0,74 m^3 e così via. Per la determinazione dei costi di trasporto ci siamo serviti dell'unità carico per ettometro. Questa formola corrisponde alla grandezza chilometro-treno dei trasporti ferroviari, oppure chilometro-auto-veicolo dei trasporti automobilistici. Simili determinazioni furono fatte per altri lavori ad esempio per il taglio forestale. Anche qui sembrò più favorevole scegliere il pezzo (tronco o parte di esso) quale unità di base e non il m^3 , che può comporsi di tronchi in numeri variatissimi. Anche l'economia rurale deve tener conto di situazioni simili.

3. Come procedere al rilievo

Il rilievo dei tempi è utile e possibile solo quando si è in presenza di procedimenti di lavoro prestabiliti. Ci si deve dunque assicurare che le operazioni sottoposte all'indagine siano rappresentative per tutte le altre operazioni eseguite in identiche condizioni. Prima di procedere al rilievo bisogna dunque fissare il procedimento di lavoro nei suoi dettagli ed esercitarlo con gli operai. Solo dopo si determineranno — secondo gli scopi dell'indagine — le singole operazioni particolari, tracciando i limiti che le separano l'una dall'altra e i rispettivi punti di intersezione, e finalmente le unità di misura del lavoro stesso.

Il cronometraggio si farà di preferenza mediante cronometri dotati d'una ripartizione dei minuti primi in centesimi, e non in minuti secondi, facilitando così l'addizione e la sottrazione dei valori registrati. Sovente apparecchi di registrazione grafica sono assai utili. In merito al cronometraggio dobbiamo inoltre distinguere tra i procedimenti richiedenti una registrazione continua di una serie di operazioni per un determinato periodo, e quelli richiedenti una registrazione puramente casuale, con rilievi solo occasionali.

Il metodo di rilievo integrale permette l'applicazione di tre procedimenti diversi. Per ottenere un'idea generale, specialmente se si tratta di operazioni complicate, ci serviremo di grafici appropriati. Questi grafici ci permettono di constatare in un colpo d'occhio come si comportano dati lavori e macchine in dati momenti e qual'è il susseguirsi delle singole operazioni; i difetti di organizzazione ed errori ripetuti, i disturbi, i tempi di attesa, ecc. ecc. diventano facilmente rilevabili e così pure le loro conseguenze. Vi sono apparecchi di registrazione che funzionano identicamente, i cosiddetti apparecchi scriventi per cronometraggio o cronometri registranti per rilievi di lavoro. Lo svantaggio del metodo consiste di dover mutare poi ancora le curve in cifre, quando si desiderano i valori dei tempi, ciò che richiede tempo e lavoro. I metodi grafici sono pertanto consigliabili là ove si voglia farsi una opinione generale

del decorso d'un ciclo di lavoro e dell'importanza relativa delle singole operazioni che lo compongono. Negli altri casi si sceglierà un metodo numerico.

Esistono due metodi di registrazione numerica: il metodo «progressivo» e il «cronometraggio a zero». Il primo metodo registra cronologicamente i tempi assoluti all'inizio e alla fine di ogni singola operazione. La durata di ogni operazione risulta dalla differenza tra i due tempi registrati. Il vantaggio del metodo è di poter ricostruire ad ogni momento l'intero ciclo di lavoro, e di tradurlo in un grafico presentante tutti i vantaggi descritti sopra. Inoltre questo metodo di cronometraggio richiede poca fatica e non induce a troppi errori di rilievo. Presenta però uno svantaggio, cioè quello di richiedere molto lavoro di calcolo per rilievi prolungati suddivisi in operazioni singole molto frequenti e diverse. Il metodo detto «cronometraggio a zero» elimina questo svantaggio. Qui si rileva non più l'inizio e la fine delle singole operazioni nel ciclo di lavoro completo, bensì la loro durata, cronometrando ogni operazione singolarmente e riportando per ognuna di esse il cronometro allo zero. Se poi tali valori sono iscritti direttamente nel modulo di rilievo, il quale presenta per ogni operazione una colonna separata, l'utilizzazione pratica del rilievo è alquanto facilitata.

Oltre ai rilievi integrali, come sono in uso già da molto tempo, si applicano pure dei metodi di rilievo casuale, basati sulle teorie del calcolo delle probabilità; questo sistema è atto a ridurre notevolmente il lavoro causato di solito dai rilievi integrali. Il metodo consiste nel rilevare secondo punti di vista esattamente predeterminati, ma ad intervalli puramente casuali, quali operazioni stanno eseguendo i vari partecipanti d'un ciclo di lavoro. In questo modo si può determinare facilmente e con una probabilità predeterminabile la parte occupata da ogni singola operazione nel ciclo di lavoro. Questo metodo è particolarmente adatto a rilevare il grado d'utilizzazione di macchine, la frequenza di disturbi e la loro durata, i difetti dell'organizzazione, ecc. ecc. Esso metodo è indicato nei casi ove abbiamo a tener conto di cicli di lavoro brevi e che si susseguono a breve distanza, oppure quando si devono eseguire dei cronometraggi che necessariamente si estendono per un tempo molto prolungato, durante il quale non ci è concesso di procedere a rilievi continui, ecc. Si potrà così controllare l'esercizio ed il rendimento d'una macchina per mesi e mesi, eseguendo secondo un piano esattamente prestabilito, quotidianamente a ore prefisse, dei cronometraggi momentanei rilevanti l'attività ed il rendimento della macchina e degli operai. Lo svantaggio del metodo consta nel fatto che i risultati sono criticabili se il rilievo non è eseguito secondo un piano matematico predeterminato, che dev'essere fissato in base a sperimentazioni preliminari o valori sperimentali, i quali diano poi numero ed intervalli dei rilievi

casuali. L'elaborazione di tali piani dei rilievi casuali è assai complicata e richiede molto tempo. Il metodo stesso è stato finora applicato soprattutto nei paesi anglo-sassoni e nei Paesi Bassi, dove lo si chiama «ratio delay». Esso merita certamente una più estesa applicazione e può dare in casi determinati ottimi risultati.

4. L'utilizzazione dei dati di rilievo

Valutando le cifre ricavate nel corso dei rilievi, bisogna sempre ricordare che pur ove esistono correlazioni tra la grandezza del lavoro prestato ed il tempo da esso richiesto, non si ha da fare con funzioni matematiche, ma bensì con una cosiddetta relazione stocastica. Al posto d'una linea funzionale, valevole oltre i limiti dei dati d'indagine, subentra una cosiddetta linea di compensazione, intorno alla quale si trovano sparsi i singoli valori. Tale dispersione è spesso rilevante, di modo che giudicando e soprattutto comparando le varie linee di compensazione si dovrà badare bene di non arrivare a conclusioni erronee. Sovente l'applicazione di metodi d'indagine matematico-statistici diventa indispensabile, per accertare se i risultati siano veramente giustificati, oppure se le differenze siano puramente casuali. Questi procedimenti ci permettono però anche un'analisi approfondita del materiale d'indagine e ci portano ad utili constatazioni finali.

5. Come allestire un piano di rilievo di tempi

I rilievi per esaminare vari tipi di macchine in merito alle loro qualità, per paragonare diversi metodi di lavoro oppure per trovare basi eque per i calcoli di produzione, non devono essere intrapresi senza preparazione. Un piano di rilievo dettagliato deve garantirci il paragone di cose veramente comparabili. In molti casi non conosciamo però, all'inizio del rilievo, quali siano i diversi fattori determinanti il lavoro prestato, e perciò non è sempre facile rilevare in tutti i casi grandezze comparabili. Per questa ragione si applicano sempre maggiormente piani di rilievo elaborati secondo un sistema predeterminato, come si fa ad esempio nell'agricoltura, per la sperimentazione di concimi o di varietà di piante agrarie: cercando cioè di escludere, con particolari accorgimenti nel disegno sperimentale, che le differenze chimiche, fisiche e topografiche del terreno o le differenze climatiche fra una parcella e l'altra influiscano sensibilmente sui risultati sperimentali, permettendo una loro più vasta generalizzazione. In questi casi si applicherà un metodo di prova matematico-statistico, con esito sicuro, accrescendo di molto il valore degli esperimenti, senza troppo spendere per i singoli rilievi. Mi pare però essenziale di allestire sin dall'inizio il piano secondo punti di vista matematico-statistici — chiamando a tal scopo uno spe-

cialista — e non solo applicare criteri matematico-statistici ai risultati conseguiti.

Molti errori nei rilievi dei tempi sono dati dal rendimento instabile e sovente molto vario del lavoro umano. Se il ritmo della macchina non influisce direttamente sull'opera manuale, cioè se ogni singolo operaio è indipendente per la determinazione del suo ritmo di lavoro e del suo modo di procedere, dobbiamo assolutamente tener conto di questo fattore d'instabilità. Dobbiamo tener conto del fatto che oltre all'abilità più o meno rilevante dell'operaio, vi sono anche simpatie o antipatie più o meno coscienti per questo o quel tipo di macchina, oppure per questo o quel metodo di lavoro, e che dunque l'uomo, magari senza volerlo, s'impegna maggiormente per una prova che non per un'altra. Inoltre dobbiamo considerare anche le conseguenze dovute alla presenza dello sperimentatore o di eventuali spettatori, negative o positive che siano. Anzi, questo capitolo meriterebbe una relazione speciale... Vorrei solo accennare al fatto che i rilievi dei tempi non devono mai basarsi sulla prestazione di un singolo operaio, ma bensì su di un gruppo ben determinato di operai, gruppo rappresentativo per la categoria che deve lavorare con i congegni in esame o servirsi dei procedimenti di lavoro in indagine. La maggior parte delle variazioni, dovute alle irregolarità del terreno, alle differenze negli oggetti di lavoro ecc. possono essere eliminate, o per lo meno ridotte, mediante l'allestimento intelligente d'un piano di rilievo basato su principi matematico-statistici.

Ho tentato di dimostrare che i rilievi dei tempi possono essere utilissimi per esaminare diversi tipi di macchine in merito al loro campo di applicazione e alla loro qualità, per sviluppare e comparare nuovi metodi di lavoro, per trovare basi statistiche per calcolare il rendimento di certi rami della produzione e finalmente per poter dare maggior forza alle richieste che poniamo ai costruttori del nostro macchinario. Soprattutto le macchine usate nell'economia rurale e forestale devono essere spesso sottoposte ad un esame ben più approfondito di quello eseguito sul banco di prova dell'officina o mediante semplici «tests» tecnici, specialmente per ottenere dati precisi in merito alla loro utilità. Certo, l'esame sul banco di prova è sempre una cosa indispensabile, ma che deve assolutamente essere completata da indagini sul rendimento nella prassi. Tali indagini sono realizzate rapidamente e logicamente mediante rilievi dei tempi. Ho indicato alcuni esempi, tratti dal campo di lavoro scientifico d'un istituto di sperimentazione forestale; ma questi esempi valgono anche per altri campi di applicazione.

Il punto essenziale del rilievo dei tempi consta nel fatto di suddividere un ciclo completo di lavoro in operazioni singole, prendendo nota della durata di queste operazioni e indi cercando di valutarle. La minuziosità della suddivisione e la classificazione delle singole operazioni

devono conformarsi agli scopi dell'indagine. In generale si farà bene di tener conto di eventuali futuri calcoli del costo al momento in cui si delimitano le singole operazioni. È ovvio che i rilievi dei tempi devono essere applicati solo quando si tratta di cicli di lavoro ripetuti o ripetibili.

Massima importanza assume l'unità di misura del lavoro prestato; l'unità fisica del chilogrammetro è applicabile solo in casi eccezionali. Generalmente dobbiamo ricorrere ad altre unità di grandezza, pezzi singoli, superficie, pesi o unità ancora più complesse. Spesso si potranno applicare grandezze diverse. In ogni modo si dovrà scegliere quella che probabilmente darà una correlazione perfetta, o matematicamente esprimibile senza troppe complicazioni, col tempo impiegato per il lavoro.

Il metodo dell'organizzazione scientifica del lavoro conosce e applica vari procedimenti: mediante grafici o cifre si riuniscono i dati inerenti il decorso totale o il tempo impiegato per singole operazioni d'un ciclo di lavorazione; in modo speciale dobbiamo tener conto dei rilievi detti casuali, metodo modernissimo che permette di rilevare in maniera molto economica cicli di lavoro di lunga durata.

Valutando poi i risultati dei rilievi si dovrà ricordare che la variabilità matematica dei valori ottenuti è in generale assai grande e che non siamo in presenza di funzioni matematiche, ma bensì di relazioni stocastiche. È perciò indispensabile procedere ad un esame dei valori medi e del decorso delle linee di regressione ricercandone il significato mediante metodi matematico-statistici.

Nell'allestire i piani per il rilievo dei tempi si dovrà tener conto anche del fatto che gli oggetti in esame sono sempre assai differenti, che le condizioni di lavoro e l'opera del lavoratore stesso devono influenzare uniformemente le varie fasi dell'indagine. Si potranno applicare a questo scopo piani simili a quelli ideati e proposti dalla moderna matematica statistica per la sperimentazione rurale.

Zusammenfassung

Zur Methodik der Messung der Arbeitszeiten bei Versuchen

Der Vortrag wandte sich an Agrar- und Maschineningenieure, die mit der Prüfung von Landwirtschaftsmaschinen zu tun haben. Er bezweckte darzulegen, daß Arbeitszeitstudien bei der Prüfung von Maschinen auf ihre Eignung für bestimmte Einsatzzwecke, bei der Entwicklung und dem Vergleich von Arbeitsverfahren, bei der Beschaffung von Grundlagen für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und schließlich auch bei der Formulierung von Wünschen und Begehren an die Konstrukteure mit großem Vorteil angewendet werden können. Gerade bei land- und forstwirtschaftlichen Maschinen, die unter stets wechselnden und oft schwer definierbaren Verhältnissen eingesetzt werden müssen, genügt in der Regel eine Prüfung auf dem Prüfstand und

auch ein Testverfahren an sich nicht, um bestimmte Angaben über Eignung oder Nichteignung machen zu können. Gewiß, die Tests und der Prüfstand sind wichtige Voraussetzungen, aber sie müssen in der Regel ergänzt werden durch Leistungsuntersuchungen in der Praxis, und diese werden am zweckmäßigsten und rationellsten durch Arbeitszeitstudien gemacht. Einige kleine Beispiele aus der Praxis einer forstwirtschaftlichen Versuchsanstalt dienen dazu, einige Möglichkeiten, die sich beliebig erweitern und auf andere Gebiete übertragen lassen, zu zeigen und Anregungen zu geben.

Das Wesen der Arbeitszeitstudie besteht darin, daß der ganze Arbeitsvorgang in einzelne Teilvorgänge aufgelöst wird und daß man die zeitliche Dauer dieser Teilvorgänge erhebt und nachher auswertet. Die Feinheit der Einteilung und die Gliederung der Teilvorgänge richtet sich nach dem Zweck der Untersuchung. In der Regel ist es notwendig und zweckmäßig, schon bei der Abgrenzung der Teilvorgänge die spätere Kostenberechnung zu berücksichtigen. Arbeitszeitstudien sind nur dort möglich und sinnvoll, wo es sich um wiederkehrende Vorgänge handelt.

Wichtig ist die Meßgröße für die geleistete Arbeit. Das physikalische Maß mkg ist nur in seltenen Ausnahmefällen anwendbar. In der Regel müssen andere Größen, Stückzahlen, Flächen, Gewichte oder sogar komplexere Maße verwendet werden. Oft sind verschiedenartige Meßgrößen denkbar. In diesen Fällen ist jene zu wählen, welche voraussichtlich die engste oder die mathematisch am einfachsten zu formulierende Beziehung zum Zeitaufwand hat.

Die Technik der eigentlichen Zeitstudien kennt verschiedene Verfahren, bei denen entweder graphisch oder ziffernmäßig der ganze Ablauf oder der Zeitaufwand für die einzelnen Teilvorgänge festgehalten wird. Besondere Beachtung verdienen moderne Stichprobenerhebungen, die auf wirtschaftliche Weise langandauernde Einsätze erfassen können.

Bei der Auswertung von Zeitstudienenergebnissen ist zu beachten, daß die Streuung der Werte im allgemeinen recht groß ist und daß keine mathematischen Funktionen, sondern stochastische Abhängigkeiten auftreten. Eine Prüfung von Durchschnitten und des Verlaufs von Regressionslinien auf ihre Signifikanz mit mathematisch-statistischen Testmethoden ist unerlässlich.

Die Vorausplanung der Untersuchungen hat dafür zu sorgen, daß sich eventuelle und nie ganz ausschaltbare Verschiedenheiten des Arbeitsobjektes, der Arbeitsbedingungen und der Arbeiter auf die verschiedenen Teile eines Versuches gleichmäßig auswirken. Es können ähnliche Versuchspläne Anwendung finden, wie sie die moderne mathematische Statistik für landwirtschaftliche Feldversuche entwickelt hat und vorschlägt.

Korrigenda

Der letzte Satz im Artikel

Über das «Ersticken» von frischem Buchenholz

auf Seiten 407/408 im Juni/Juli-Heft 1955 (Nr. 6/7) muß richtigerweise lauten:

Zurzeit sind folgende Mittel gegen das Vergrauen der Buchen auf dem schweizerischen Markt erhältlich: «XYLAMON-WBN» (Emil Scheller & Cie. AG, Zürich 7/32); «XYLOPHEN-EA 6» (Dr. R. Maag AG, Dielsdorf/ZH).