

Stichting Work-Study en de Work-Factor Raad willen een platform bieden aan Work-Factor gebruikers, arbeidsanalisten, cost engineers en industrial engineers om problemen, oplossingen, ideeën en tips te bespreken. Daartoe zullen we regelmatig een WS Tip sturen aan “WF-leden” en geïnteresseerden.

Mocht dit bericht niet op het juiste adres aankomen stuur het dan door naar geïnteresseerden en laat ons dat weten, svp.

Inleerkrommes volgens theorie van J. van Daatselaar en M. Hogendijk

Deel 1. De bepaling van de inleerkrommes 1)

TEO medewerkers in de fabrieken binnen Philips NV, vooral van de HIG-en ELA, RGT, SDA, Röntgen en PIT, en medewerkers van de Centrale TEO, hebben in de loop van de 50-ger, 60-ger tot in de 70-ger jaren enorm veel tijd gestoken in het opzetten van op de praktijk gestoelde inleerkrommes, waarbij op de horizontale as het aantal cycli wordt aangegeven en op de verticale as het bijbehorende prestatieniveau. In die tijd werd veel gebruik gemaakt van getrokken lijnen, zodat het relatief eenvoudig was het tempo van de uitvoerders vast te stellen. Zo werden honderden inleerkrommes vastgesteld voor een groot aantal verschillende cyclustijden. In eerste instantie voornamelijk voor het gebied van T30 tot T70 Bdx, later uitgebreid tot het totale gebied van T0 tot T75 met extrapolatie tot T85 Bdx. T85 werd als grensmaat gekozen vanwege het feit dat vele ingeleerde uitvoerders boven T80 presteerden. Al die gegevens werden door een werkgroep verzameld, geanalyseerd en genormeerd voor de diverse productielijnen binnen Philips NV.

De hh J. van Daatselaar en M. Hogendijk zijn bekend geworden vanwege hun analyse en rubricering van inleerkrommes. Zij zagen dat de inleerkrommes een constante vorm vertoonden bij gegeven cycluslengte en gegeven werkinhoud. Die werkinhoud was kenmerkend voor het werk binnen de professionele HIG-en in die tijd. Zij kwamen op het idee om de inleertijd, die afhankelijk is van cycluslengte en “percentage nieuw werk” te normeren op een tijdas van 0 tot 100, waarin 0 de start van de eerste cyclus aangeeft en 100 het einde van de laatste cyclus bij gewenste eindprestatie aangeeft. Het gebruik van percentages lag dus voor de hand. De toetsing van dit idee aan de verzamelde gegevens gaf hen de overtuiging dat er één universele inleerkromme moest zijn die kon worden beschreven door de functie:

$$T(t) = 85 \cdot (1 - \exp(-a \cdot t^b)) \dots\dots (1), \text{ waarin}$$

- T = tempo of prestatieniveau in Bdx
- a en b vormparameters zijn
- t = tijd van 0 tot 100, bijvoorbeeld percentages.

Met de inverse functie: $t(T) = \exp(\ln(\ln(1-T/85)) / -a) / b = 3,293a^{-(1/b)} \cdot (1,92942 - \log((85-T)^{1/b}))$ kan dus het tijdstip t worden berekend, waarop tempo of prestatieniveau T wordt bereikt.

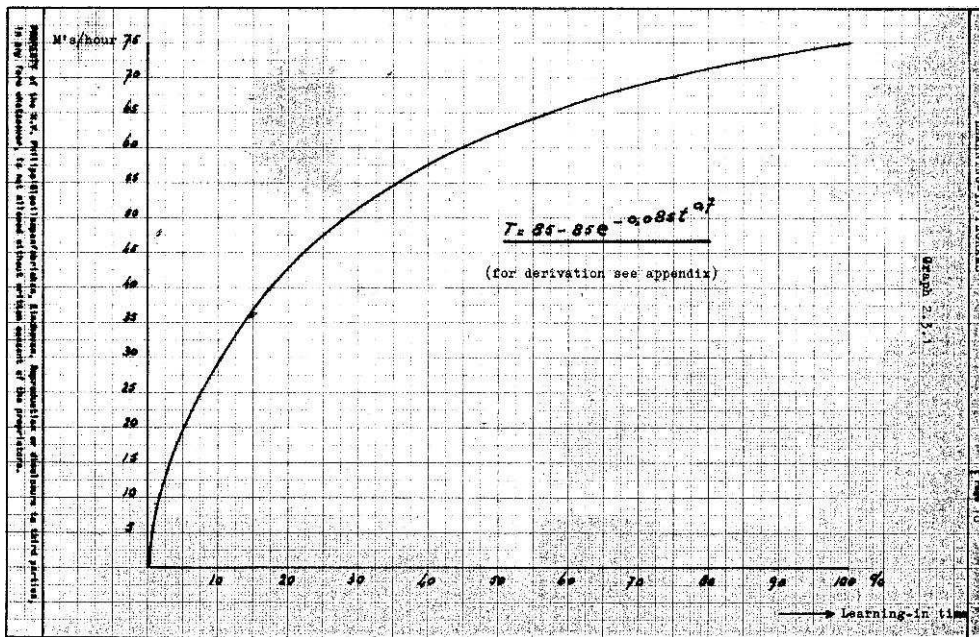
Sleutel tot de bepaling van de vormparameters a en b was het vastleggen van belangrijke fases in het inleerproces met als ijkpunten T0, T15, T30, T70 en T75 uitgedrukt als “percentage” van een “totaal” inleertraject.

Voorbeeld: het gebied (tijdsduur) van T0 tot T30 is 11% t.o.v. het gebied van T30 tot T75 en het gebied van T15 tot T30 is 7% t.o.v. het gebied van T15 tot T75.

Voor fabrieken, zoals RGT, met standaardtempo T75 levert dit:

- a = 0,0852 en b = 0,7000, waardoor
- $T(t) = 85 \cdot (1 - \exp(-0,0852 \cdot t^{0,7}))$ en
- $t(T) = 111,0 (1,92942 - \log(85 - T))^{1,429} \dots\dots\dots (2a)$

Zie onderstaande grafiek.



Voor fabrieken, zoals SDA, met standaardtempo T80 levert dit

- a = 0,120314 en b = 0,6860, waardoor
- $T(t) = 85 \cdot (1 - \exp(-0,120314 \cdot t^{0,686}))$ en
- $t(T) = 73,90 (1,92942 - \log(85 - T))^{1,458} \dots\dots (2b)$

Het gemiddelde tempo tijdens het inleren kan, nu de krommes bekend zijn, worden berekend door integratie van deze krommes. Het gemiddelde tempo wordt dan

$$T_{\text{gem}} = 1 / (t_2 - t_1) \cdot \int_{t_1}^{t_2} T(t) \dots\dots (3)$$

Berekening in bv. Excel geeft $T_{\text{gem}} = 56,5$ voor inleren van T0 tot T75 en $T_{\text{gem}} = 63,9$ voor inleren van T0 tot T80.

Er blijkt een verband te bestaan tussen de cyclustijd in minuten en de inleertijd in uren bij gegeven of gewenste eindprestatie. Na dubbellogaritmisch tegen elkaar uitzetten van de gegevens, blijkt dit verband een rechte lijn te zijn. Dit verband kan worden weergegeven door $H = \tau(T) \cdot C^q$, waarin $\tau(T)$ de tijd is en voor q de waarde 0,365 kan worden vastgesteld.

Gezien het verloop van die tijd (zie 2) kan dit verband worden weergegeven met de volgende functie:

$$\log H = 2,061 + 0,365 \log C + 1,429 \log (1,92942 - \log (85 - T)) \dots\dots(4)$$

waarin

- H = inleerperiode in uren
- C = cyclustijd in minuten T60
- T = gewenste eindprestatie in Bdx.

Indien, bij gegeven cyclustijd, het aantal uren dat het inleren duurt bekend is en ook de gemiddelde prestatie tijdens deze inleerperiode, zie (3), dan is het aantal te maken producten (N) tijdens inleren te berekenen uit:

$$N = H \cdot T_{\text{gem}} / C \dots\dots (5)$$

Aangezien het standaard tempo en de standaard cyclustijd bekend zijn kan het productieverlies gedurende de inleertijd berekend worden, zowel in producten als in tijd.

- 1) We hebben gebruik gemaakt van en citeren uit
 - Learning-in programs and cycle influence of labour costs in set assembly; J. van Daatselaar, TEO-Eindhoven; 1 maart 1962

- Learning-in calculations; M. Hogendijk; Quality Lab; 1 maart 1962
- Inleren, resultaat van een hobby; B. Potse; O&E Hoogeveen; mei 1986

In de volgende WS Tip zullen we de “vergeetkromme” van hh J. van Daatselaar en M. Hogendijk bespreken.

Het onderwerp van de WS Tips staat op de WF Website onder:
“WF en Management / Praktisch-Algemeen / WS Tips”
en kan daar worden ingezien en gedownload.

Voor reacties naar

G. de Vrij

Secr.: Stichting Work-Study / WORK-FACTOR Raad / WFGD

Tel: +31.40.2046048

Fax: +31.40.2010432

E-mail: work-study@onsmail.nl of info@work-factor.nl

Website: www.work-factor.nl

