

Bruk av MTM-systemet i bygningsindustrien

Av ingeniør Brynjulv Slettebø

Norges byggforskningsinstitutt

OSLO 1963

Særtrykk av BYGG, nr 1, 1963

Bruk av MTM-systemet i bygningsindustrien

Av ingeniør Brynjulv Slettebø

Norges byggforskningsinstitutt

DK 658.54

Innledning

MTM — Method-Time-Measurement — ble opprinnelig utarbeidet i USA og innført i Norge i begynnelsen av 1950-årene. Interessen for MTM er stigende, og har bl.a. vist seg ved opprettelsen av en egen forening, MTM-Selskapet A/L, hvor bedrifter som bruker systemet, arbeider for å spre kunnskap om det og drøfter sine erfaringer.

MTM brukes ved analysering av manuelle arbeidsoperasjoner. Hovedprinsippet er at en manuell arbeidsoperasjon kan oppdeles i visse grunnbevegelser, f.eks. strekke, flytte, gripe etc. Tidene for grunnbevegelserne er fastsatt ved hjelp av bevegelsesstudier under varierende betingelser, og er normaltider for øvede arbeidere. Tidsenheten i MTM-systemet er $1 \text{ TMU} = \frac{1}{100000} \text{ time}$, dvs. ca. $\frac{1}{28} \text{ sekund}$.

Tabell 1 viser en oversikt over en del grunnbevegelser i systemet.

Størst anvendelse har systemet fått i den stasjonære industri hvor forholdene og arbeidsmetoden lettere kan la seg analysere, og hvor arbeidet er mer repetitivt enn i byggefaget.

I byggefaget finnes også en god del operasjoner som er repetitive, og hvor arbeidsmønsteret ikke varierer så mye fra operasjon til operasjon, f.eks. muring av

tegl og lettbetong, plassere lettbetong mot forskaling, binding av armering og tildels paneling av vegger og legging av golvbord.

Betingelsene for å bruke MTM-analyse er at bevegelsene ikke er kontrollert eller styrt av maskiner eller arbeidsmetoder. Heise-, svinge- og kjørehastigheten for en kran er bestemt av dens spesifikasjoner, men

Tabell 1. Oversikt over en del grunnbevegelser i MTM-systemet.

Symbol	Beskrivelse	Tid i TMU	Merknad
R 10 B	Strekke hånd 10 cm	6,3	B antyder type av bevegelse
G 1 A	Gripe gjenstand	2,0	A betyr middels gjenstand lett å ta
M 6 B	Flytte gjenstand 6 cm	5,0	B-, til ubestemt sted
R L 1	Slippe gjenstand	2,0	
M 10 C	Flytte gjenstand 10 cm	7,9	C-, til bestemt sted
P 1 SE	Innpassing	5,6	Lett innpassing
T 90 S	Vri 90°	5,4	Lett vridning
P 2 SE	Innpassing	16,2	Middels trang innpassing
A P 1	Anbringe trykk	16,2	F.eks. håndtrykk



Fig. 1. Binde armering med tang.



Fig. 2. Binde armering med sekketråd og pumpetrekker.

syklustiden for hvert løft kan påvirkes av lengden og typen av de bevegelsene kranføreren må utføre. Disse er vanligvis ikke styrt eller kontrollert, og kan derfor bli gjenstand for MTM-analyse for å finne ut om plasseringen av betjeningsorganene er hensiktsmessig. Alle bevegelser må være frie, og gir ofte vanskeligheter ved bruk av analysen på bygningsarbeid. Her blir ofte fot- og kroppsbevegelser hindret eller påvirket av underlag og omgivelser.

MTM-analysen egner seg ofte bra hvor to metoder skal sammenlignes. Man kan da se bort fra de ytre forhold, som stort sett i begge tilfelle vil være de samme.

2. Eksempel på analyse av jernbinding.

Tradisjonelt bindes kryssende armeringstenger sammen med utglødet ståltråd ved hjelp av en tang som vist på *bilde 1*. *Bilde 2* viser binding med „sekketråd” og et spesialverktøy. Dette verktøyet ligner en pumpe-skrutrekker idet en rettlinjert håndbevegelse fører til at tråden tvinnes.

Det er nedenfor gjort et forsøk på å analysere de to metoder ved hjelp av MTM. Jernbinderen står på samme underlag og i samme stilling i begge tilfeller. Flyttingen fra punkt til punkt blir også den samme, men foregår delvis samtidig med bindingen og er da ikke tidsbestemmende for arbeidsoperasjonene. Det er i begge tilfeller regnet med at armeringen på forhånd er klosset opp fra dekket. *Tabell 2* viser MTM-analysen for tradisjonell binding.

Tabell 2. Binde armering med jernbindertang og tråd. Binding av ett punkt. Operatoren holder tråd i venstre og tang i høyre hånd.

Beskrivelse venstre hånd	Symbol	Tid i TMU	Symbol	Beskrivelse høyre hånd
		6,3	R10B	Strekke mot tråd i venstre hånd
		2,0	G1A	} Ta, lage bøy på tråden
		5,0	M6B	
		2,0	RL1	
Stikke tråden under krysset	M30B	13,3	[M-B] [G2]	
		7,9	M10C	} Ta tak i tråden med tanga
	PISD	11,2	P1SD	
		3,1	M4A	} 1. gang
	[M-B]	5,4	T9OS	
Plasere tråden i tangåpningen	P2SE	16,2	P2SE	} Vri, ta tak i tråden
		3,1	M4A	
		9,4	T180S	} Vri, klippe av tråd
		16,2	API	
		5,4	T90	

106,5 = 3,8 sekund

Tabell 3 viser MTM-analysen ved bruk av „pumpe-trekker”.

Resultatet er da at den tradisjonelle metoden med bruk av jernbindertang krever minst tid. Det kan for øvrig tenkes at det i praksis brukes forskjellige metoder, dvs. andre grunnbevegelser enn de som her er referert. I så fall blir tidforbruket også forskjellig. Ved valget av metode bør også andre faktorer enn tidforbruket trekkes inn i vurderingen, f.eks. belastningen på operatøren og om operatøren er villig til å akseptere den nye metoden frem for en tradisjonell metode.

Tabell 3. Binde armering med sekketråd og „pumpe-trekker”. Binding av ett punkt. Operatøren holder noen sekketråder i venstre og verktøyet i høyre hånd.

Beskrivelse venstre hånd	Symbol	Tid i TMU	Symbol	Beskrivelse høyre hånd
		13,0	R26C	Strekke mot tråd i venstre hånd
	[G2]	9,1	G4B	} Ta, finne fram en tråd, bøye, slippe den
		4,0	M4B	
		5,0	M6B	
		2,0	RL1	
Stikke tråden under krysset	M30C	15,1	[M-B] [G2]	
		7,9	M10C	} Stikke kroken i det ene øyet
	P1SSD	14,7	P1SSD	
	[M-C]	5,8	M6C	} Stikke kroken inn i det andre øyet
	P1SSD	14,7	P1SSD	
	[RLI]	5,6	G2	} Pumpe opp og ned en gang
		11,7	M16A4	
		9,2	M16B	
		4,0	D1E	Dra krok ut av øyet

121,8 = 4,4 sekund

3. Eksempel på analyse av å skru muttere på bolter.

Ved visse typer av stålforskaling, *bilde 3*, blir det brukt distansebolter med 9/16" maskingjenger på. I praksis blir det brukt forskjellige metoder og nøkler til å skru på mutteren. Den ene av disse er å bruke en vanlig skiftenøkkel eller fastnøkkel, plasere den på mutteren, dreie ca. 1/2 omdreining og gjenta dette til mutteren er dradd til (*Tabell 4*). Gjengene på bolten er ofte litt skadet slik at påskruing av mutteren med fingrene ikke lar seg gjøre. En annen metode er å bruke en pipenøkkel hvor håndtaket er laget som en sveiv (*Tabell 5*). I dette tilfelle blir nøkkelen entret på mutteren bare 1 gang og mutteren skrudd på ved hjelp av sveiven.

Ved 9/16" gjenger må en gjøre ca. 6 omdreininger for å få full mutter, og ved de nevnte bolter må

Tabell 4. Skru på mutter med fastnøkkel eller skiftenøkkel.

Beskrivelse venstre hånd	Symbol	Tid i TMU	Symbol	Ant.	Beskrivelse høyre hånd
		182,0	P1SSE	20	Passe inn, plasere nøkkel på mutter
		236,0	M24B	20	Skru 1/2 omdr.
		247,0	M24C	19	Ta nøkkel tilbake for nytt grep
		16,2	AP1	1	Dra til

681,2 = 24,5 sekund

Tabell 5. Skru på mutter med pipenøkkel og sveiv. Sveivediameter ca. 20 cm.

Beskrivelse venstre hånd	Symbol	Tid i TMU	Symbol	Ant.	Beskrivelse høyre hånd
		9,1	P1SSE	1	Passe inn, plasere nøkkel på mutter
		141,2	10C20		Skru 10 omdr.
		16,2	AP1	1	Dra til

166,5 = 6,0 sekund

mutteren gjøre ca. 10 omdr. før den stopper. Dette er lagt til grunn for beregningen. Tiden for å entre mutter, ta og legge vekk nøkkel er ikke tatt med da disse operasjoner er de samme i begge tilfeller.

Som en ser er selve skruingen 4 ganger så hurtig ved siste metode som ved første.

Ved bruk av stålforskaling er det nokså vanlig med ca. 200 bolter for hvert flytt. Når mutterne skrues av, blir bevegelsene og tiden omtrent som når de skrues på. Forskjellen i tid ved de to metoder for et helt flytt blir da $(24,5 - 6,0) \times 2 \times 200 = 7400$ sek. eller ca. 2 timer. I praksis blir det som nevnt brukt for-

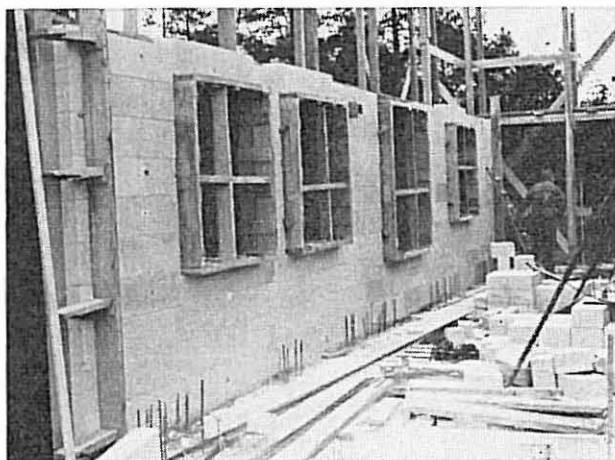


Fig. 3. Lettbetong stablet mot forskaling.

skjellige metoder. Ved bruk av palnøkkel blir tiden omtrent som ved skiftenøkkel med fradrag av 19 innpassinger av nøkkelen.

4. Eksempel på analyse av lettbetongisolasjon i forskaling.

Lettbetongisolasjon, figur 4, $10 \times 25 \times 50$ cm, skal plasseres mot grind. Her er undersøkt innleggingen av én blokk under forutsetning av at stein tas fra pall. Operatøren må gå i gjennomsnitt 3 skritt mellom pall og det sted blokken skal plasseres.

Tabell 6 viser MTM-analyse for dette arbeid.

La oss forutsette at operatøren i gjennomsnitt må gå 5 skritt mellom pall og det sted blokken skal plasseres. Dette gir 4 skritt ekstra pr. blokk. Forskjellen i transportlengde kan skyldes uhensiktsmessig plassering av pallene. Dessuten kan man flytte pallene etter hvert som arbeidet går frem, for å redusere transportlengden for operatøren.

For en pall 170—180 blokker, vil den antydde forskjell i transportlengde utgjøre 700 skritt. Etter MTM regnes 1 skritt som 15,0 TMU, og ved hindret gang 17,0 TMU. I dette tilfelle er det riktig å regne med hindret gang, altså $(17,0 \cdot 700) = 1190$ TMU = 7,1 minutt.

MTM-analysen gir i dette tilfelle en rask metode til å analysere små forandringer i arbeidets tilretteleggelse.

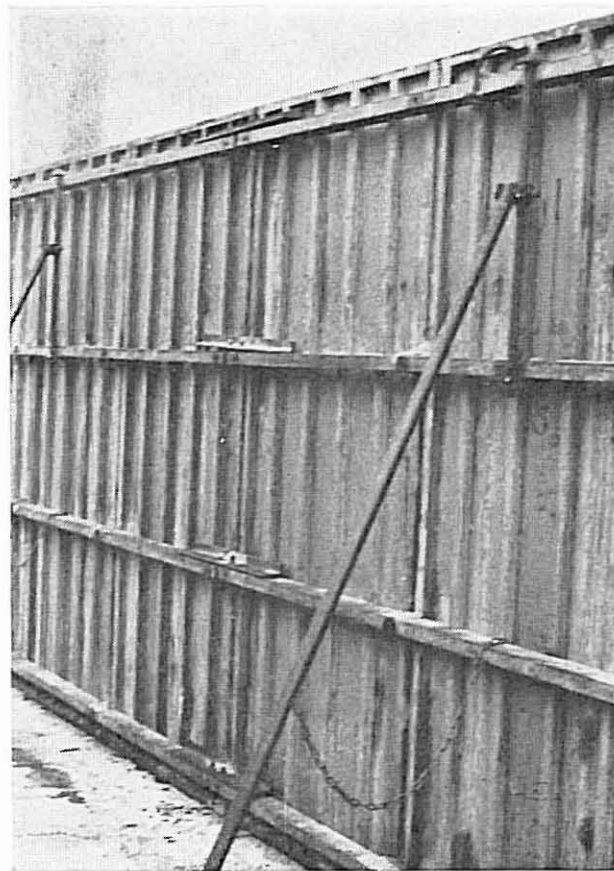


Fig. 4. Stålforskaling.

Tabell 6. Plassere lettbetongisolasjon mot forskaling.

Plassering av en blokk. Vekt: 7-8kg.

Beskrivelse venstre hånd	Symbol	Tid i TMU	Symbol	Beskrivelse høyre hånd
		18,6	T B 1	} Snu seg, gå mot pall
		51,0	W 3 P O	
		29,0	B	
				} Bøye seg, strekke mot blokk
	[R-B]	2,0	G 1 A	
		14,0	M 20B4	} Ta, dreie blokk i stilling
	[G 1 A]	5,6	G 2	
	M20B 8/2	14,0	M20B 8/2	} Ta blokk, reise seg
		31,9	A B	
		37,2	T B 2	} Snu seg, gå fra pall
		51,0	W 3 P O	
	M30A 8/2	16,4	M30A 8/2	} Plassere blokk mot forskaling
		5,6	G 2	
	[R L 2]	13,1	M 20A4	} Skyve blokken mot den forrige
		0	R L 2	
		6,8	R 10 E	

296,2 = 10,6 sekund

5. Avslutning.

Ved en umiddelbar vurdering skulle en tro at MTM-analyse ikke egner seg så bra for tillempning i bygningsindustrien. Hvis en begynner å analysere arbeidsoperasjoner, vil en imidlertid finne mange tilfelle av repetitive arbeidssykluser hvor MTM kan anvendes. En god hjelp ved analysearbeidet kan det ofte være å ta opp film av arbeidsoperasjonene som skal analyseres.

En tillempet form for MTM-analyse (UMS — Universal Maintenance Standards) blir brukt ved vedlikeholdsarbeid i industrien. Dette er basert på en funksjonell oppbygging av standardiserte deltider på grunnlag av MTM-systemets grunnelementer. En tilsvarende forenkling og systematisering kan tenkes i bygningsindustrien.

Selv om mekaniseringen vinner frem også i bygningsindustrien, er fremdeles flesteparten av arbeidsoperasjonene manuelle. Dette skulle i teorien gjøre bygningsindustrien til et brukbart arbeidsområde for MTM-analyse, og systemets muligheter vil vise seg etter hvert som en tar det i bruk. En nærliggende mulighet — som i industrien for øvrig — er å bruke MTM sammen med andre arbeidsstudiemetoder.

Særtrykk nr 1908.

AAS & WAHLS BOKTRYKKERI, OSLO