

KRANINNSATS PÅ BYGGEFELTET BØLER

Av sivilingeniør Reidar Hugsted

Norges byggerforskningsinstitut
OSLO 1959

Særtrykk av Bygg nr. 1 og 2, 1959

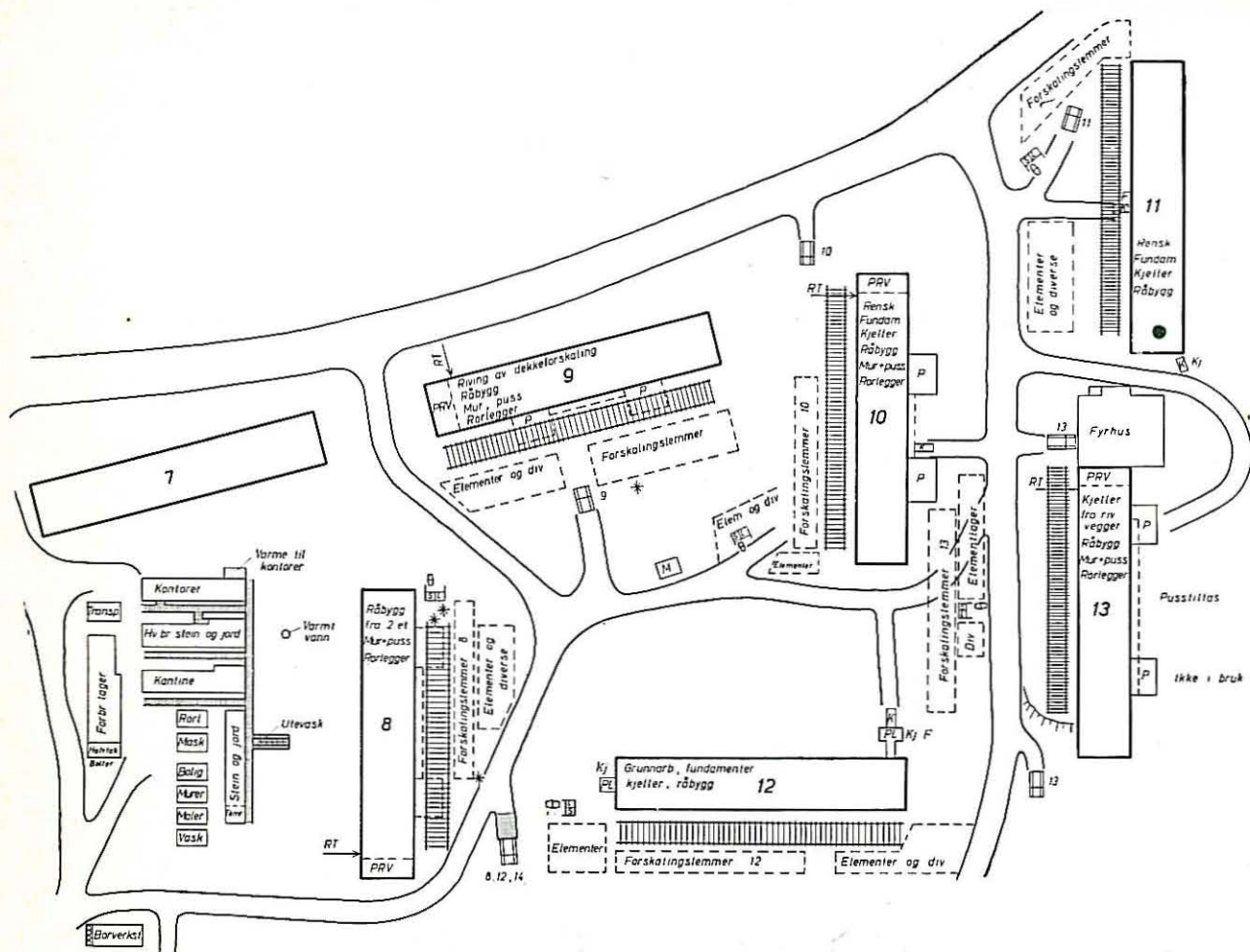


Fig. 1. Plan som viser tilrigging på endel av byggeplassen.

Kraninnsats på byggefeltet Bøler

Av sivilingeniør Reidar Hugsted

Norges byggerforskningsinstitutt

DK 69.057.7 : 621.873

1. Innledning

I det følgende skal det redegjøres litt for resultatene av de arbeids- og organisasjonsstudier NBI har drevet på A/S Ungdomsbyggs byggeplass på Bøler om kraninnsatsen, bruken av kranene og organisasjonen av arbeidet. Spørsmålet hvordan kranene blir utnyttet er bestemmende for byggets transportøkonomi. For å oppnå en god utnyttelse kreves planlegging av arbeidsgangen samt at den kranen som brukes, er hensiktsmessig nettopp for dette arbeidet. Nå er det sjelden at man kan velge fritt i krantyper for et bestemt arbeid; som regel blir problemstillingen da å undersøke om en bestemt kran kan brukes ut fra de oppgaver som man kan få om kranens lastmoment, heise/svinghastigheter osv. En slik undersøkelse er imidlertid avhengig av at man vet litt om hvordan kraner brukes til de

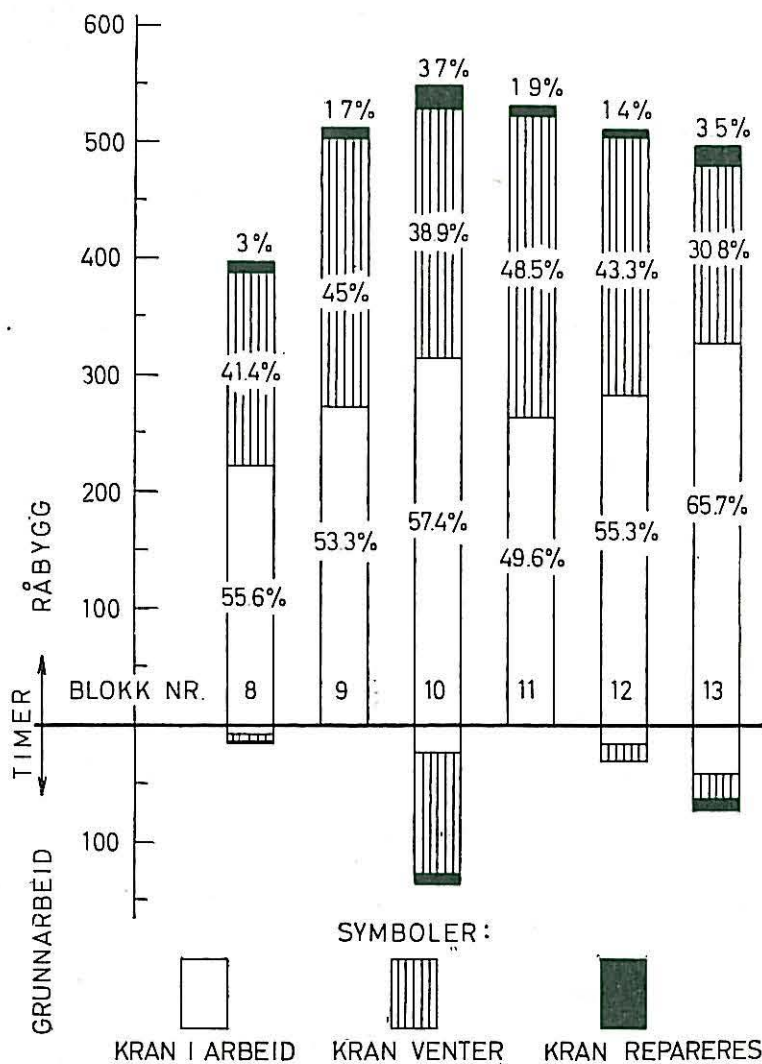
forskjellige transportoppgaver som forekommer på et bygg, bl. a. hvor store syklustider man må regne med for de enkelte operasjoner. For entreprenører som arbeider med kraner, skulle det også ha stor betydning å vite om kranene står mye stille samt om det er mye driftsstans som følge av reparasjoner.

Ved undersøkelsen på Bøler benyttet en seg av så vel løpende tidregistrering, frekvensstudier som vanlige tidsstudier. Ved tidregistreringen og frekvensstudiene ble det ikke tatt hensyn til hva slags gods kranen heiste opp, slik at kranen ble dømt til «å være i arbeid» så sant den hadde last i kroken og svingte, resp. kjørte, for å ta opp en last.

Selve registreringen foregikk etter følgende nøkkel:

1. Kran i arbeid.
2. Kran disponibel.
3. Kran repareres.

1. Interesserte henvises til en tidligere artikkel fra samme byggeplass: *Byggeplassen i sokelyset*, i BYGG nr 7, 1957.



Prosenttallene i staplene er utregnet i forhold til total krantid for råbygget. For blokk 8 dekker ikke operasjonene hele bygget.

Fig. 2. Stapeldiagram over krantider.

Disse studiene ga derfor et grovt bilde av kranenes utnyttelse, og dette bildet ble siden utdypet ved vanlige tidsstudier.

2. Byggeplassen

Beliggenheten av blokkene og tilriggingen framgår av fig. 1. Det er i alt 21 stk. 4-etasjes blokker, hver med 3 oppganger og 6 leiligheter pr etasje, altså 24 leiligheter pr blokk. I alt ble det registrert tider på 11 blokker, men i det følgende skal bare omtales resultater som berører blokkene 9, 10, 11 og 13, hvor monteringen av råbygget ble undersøkt.

Blokkene har innvendig bærende vegger støpt på stedet i D-betong, uarmerte og 15 cm tykke. Bjelkelagene er montert av prefabrikerte, plane elementer. Fugene spekkes med sementmørtel, og oversiden pusses på vanlig måte. Ytterveggene er romshøge elementer av Leca-betong, pusset utvendig og innvendig. Total veggtykkelse 25 cm. Trapper, reposer, balkonger og en del andre ting leveres også ferdige til byggeplassen.

Kranene

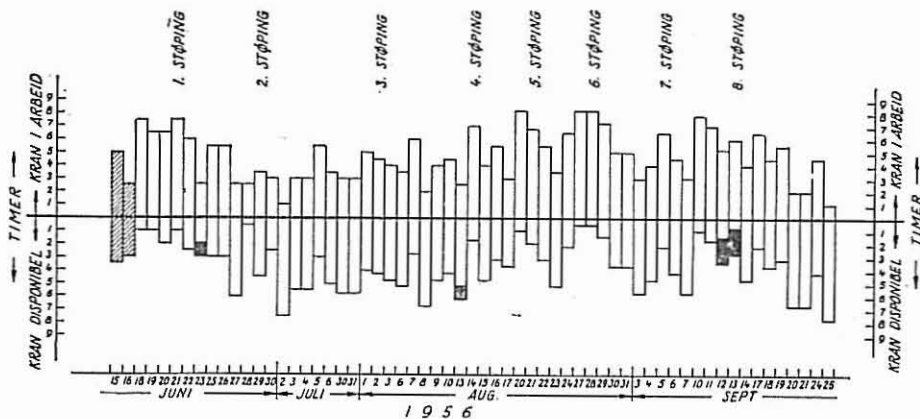
Blokkene monteres med skinnegående tårnsvingkraner, som det tilsammen er 4 stk. av. Kranene var av typene Hilgers BDF 300 og Wolff.

Samtlige elementer unntatt dekkeelementene, mellomlagres på byggeplassen foran de respektive blokker. Dekkeelementene monteres direkte fra bil. Innerveggene forskales med store forskalingsflak som settes på plass og rives med kran. Kranarbeidet på råbygget består derfor i:

1. Forskale bærende vegger.
2. Støpe bærende vegger.
3. Rive forskaling.
4. Montere dekkeelementer.
5. Montere yttervegger.
6. Montere trapper og reposer.
7. Montere balkonger.
8. Heise elementer fra bil til lager.

I tillegg kommer så en del hiv som stort sett gjøres med kran, fordi det nå en gang er kran på byggeplassen.

Fig. 3. Krantider for blokk 12. Over gr.l.: Kran i arbeid. Under gr.l.: Kran ledig. De svart skraverete partier angir: Kran repareres. Skråskraverete angir at kranen har vært brukt til grunnarbeider (kjeller).



3. Resultat av tidregistrering og frekvensstudier

Fig. 2 viser resultatet av tidregistreringen for samtlige blokker. På blokk 8 er ikke hele råbygget fulgt, mens de øvrige blokker dekker hele kraninnsatsen. Resultatet er altså at kranene gjennomsnittlig utnyttes ca 55 % av arbeidstiden med heiseoperasjoner. Når det gjelder reparasjoner, er dette for det meste alminnelig vedlikehold som gjøres når kranen ikke brukes. Bare meget sjelden måtte arbeidet på blokkene stoppe opp på grunn av kranreparasjoner.

På fig. 3 er gjengitt resultatet av tidregistreringen for kranen på blokk 12. Arbeidsdagene er av satt langs en horisontal akse, og for hver dag er resultatet av tidregistreringen merket av som ordinat. Som vi ser, svinger utnyttelsen av kranen fra dag til dag. På diagrammet er også støpedagene merket av. Det er 2 støpedager pr etasje, idet omtrent halvparten av bæreveggene forskales og støpes av gangen. Avstanden mellom støpedagene gir en pekepinn om byggerytmen. Vi ser at mens avstanden mellom 4. og 5. støping er helt nede i 4 dager, er avstanden mellom 2. og 3. støping 9 dager. Liknende forhold går igjen på de øvrige blokkene. Her skal bemerkes at byggefeltet var ca halvferdig da studiene ble gjort. Lagene var vant med arbeidet, slik at dette ikke kan karakteriseres som startvanskeligheter. Innsattiden for kranene på de forskjellige blokkene var:

Kranytelsen er først og fremst avhengig av materialtilførselen og byggeplassens organisasjon. Da man kun monterer 5 dager i uken, vil monteringen

Innsattid i dager for kran ved blokker

Blokk nr.	Råbygg dager	Kjeller dager	Total dager
9	65	0	65
10	65	12	77
11	65	0	65
12	59	2	61
13	63	9	72
Middel 5 blokker ...	63,4	4,6	68

av en blokk på 63,4 dager si at en kran gjennomsnittlig monterer 24 leiligheter på 12,7 uker eller ca 1,9 leiligheter pr uke.

Resultatet av frekvensstudiet bekrefter resultatet av tidregistreringen. I tabellen nedenfor er satt opp prosentvis fordeling av total kranetid for hver av blokkene og for alle blokkene samlet:

Resultatet av grovanalysen blir at kranenes transportkapasitet ikke på langt nær var utnyttet. Den eneste muligheten til en bedring av dette ligger i en innkorting av monteringstiden, og det kan derfor ha interesse å se på byggearbeidets organisasjon.

4. Byggearbeidets organisasjon

Monteringsarbeidet på råbygget utføres av et lag på 8 mann, som samtidig arbeider på 2 blokker. På hver av blokkene står en tårnsvingkran med fast fører. Dessuten har hvert monteringslag med seg 1 dagmann som kvister veggene og støper igjen boltehull. Støpearbeidet utføres ikke av mon-

Prosentvis fordeling av krantider etter frekvensstudiene

	Blokk 9	Blokk 10	Blokk 11	Blokk 12	Blokk 13	Total
Kran i arbeid	45,9	49,7	46,1	48,1	54,4	48,7
Kran disponibel ..	48,9	43,2	46,7	46,5	36,4	44,4
Kran repareres ...	2,1	2,8	1,9	0,8	3,9	2,5
Div. tapstider	3,1	4,3	5,3	4,6	5,3	4,4
Tilsammen	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

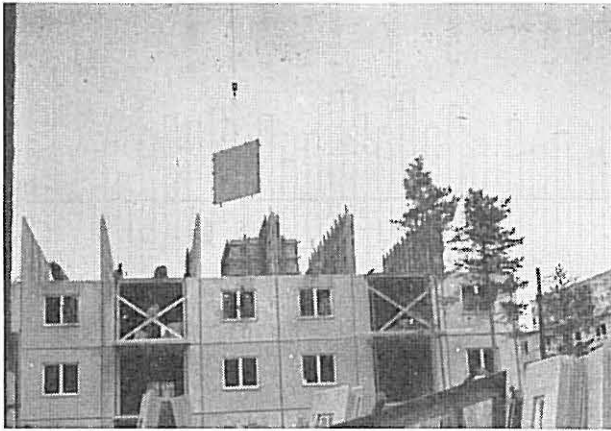


Fig. 4. Oppheising av forskaling for støping av bærende skillevegger.

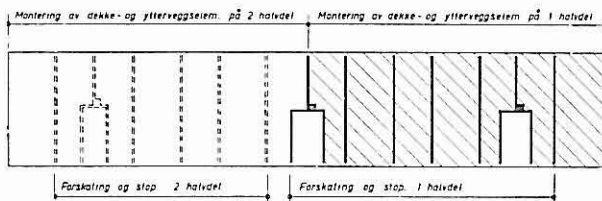


Fig. 5. Ved forskaling, støping og montering av elementer er blokken delt i to arbeidsavsnitt.

teringslaget, men av et eget lag på 3 mann, og disse må derfor rette seg etter monteringslagenes framdrift. Det kan oppstå kollisjoner i arbeidsgangen når begge monteringslagene har forskalet bæreveggene, slik at disse er klar til støping samtidig.

Forskaling og støping utføres på en halv etasje av gangen, som vist på fig. 5. Forskalingsleddene for bæreveggene brukes vekselvis på hver halvpart og lagres mellom hver bruk foran blokken, idet de settes opp mot noen trebukker. Under monteringen av råbygget blir det også montert bokser og rør i bæreveggforskaling og rør på dekkene for de elektriske installasjoner. Dette arbeidet retter seg etter monteringslagenes framdrift.

Rekkefølgen av arbeidsoperasjonene er temmelig bundet og er satt opp nedenfor, sammen med antall kranhiv:

Arbeidsoperasjoner og kranhiv ved monteringen av én etasje

1. Forskaling bærende vegger 1. halvdel	41 hiv
2. Støping bærende vegger 1. »	70 »
3. Riving forskaling	41 »
4. Oppsetting av forskaling for avretting av veggkroner	
5. Avretting av veggkroner	
6. Montering dekkeelementer 1. »	60 »
7. Forskaling bærende vegger 2. »	31 »
8. Støping bærende vegger 2. »	58 »
9. Riving forskaling	31 »
10. Montering gavler	4 »
11. Oppsetting forskaling for avretting av veggkroner	
12. Avretting veggkroner	2. »
13. Montering dekkeelementer 2. »	52 »
14. Montering yttervegger, gavler 2. »	4 »
15. Montering trapper og reposer ..	12 »
16. Montering yttervegger	48 »
17. Montering balkonger	12 »
Tilsammen pr. etasje	464 hiv
Mottaking av elementer for mellomlagring	ca. 80 »
	<u>544 hiv</u>

I tillegg kommer det alltid en del hiv av fuge-mørtel, elektriker-rør etc, som er uvesentlig i denne forbindelse. Tiden til et hiv kan foreløpig settes til 5 min. Regner vi 8 timers dag og 50 min effektiv arbeidstid pr time, vil dette si 10 hiv pr time eller 80 hiv pr dag, altså skulle kranen kunne montere én etasje på ca 7 arbeidsdager. Dette er en optimal monteringstakt for kranen, men det er ikke sikkert at det er økonomisk eller teknisk fordelaktig å basere seg på en slik monteringstakt. Til sammenlikning kan nevnes at den registrerte monterings-takten tilsvarer 34 hiv pr dag¹.

Da monteringslaget på 8 mann samtidig har 2 blokker i arbeid, må folkene pendle fra den ene

¹ I en artikkel i «Byggnadsindustrin» nr 6 og 7, 1956, av Klingberg og Olsson om «Tornsvängkranar och byggplanering i Malmö» sier forfatterne at man ved planleggingen iallfall bør kunne regne med 75 hiv pr arbeidsdag, idet man går ut fra 7 min bruttotid pr hiv, og denne tiden ligger på den sikre siden i de fleste tilfelle.



Fig. 6. Endel av byggeplassen Boler.

blokken til den andre, idet bemanningen til de enkelte arbeidsoperasjoner varierer meget. Det mest arbeidskrevende er uten tvil forskalingen av de bærende mellomvegger og rivingen av denne forskalingen. Forskalingen bør for å kunne utnytte kranen, bli drevet av 5 mann. Øvrige arbeider som f. eks. montering av veggelementer, dekkeelementer osv., krever 2—3 mann. Monteringslagets timer fordeler seg i gjennomsnitt for blokkene 9, 10, 11, 12 og 13 på følgende vis:

Fordeling av monteringslagets timer

Arbeid i forbindelse med forskaling	928 timer	47,0 %
Arbeid i forbindelse med montering av dekkeelementer, trapper, reposer etc.	620 »	31,4 %
Arbeid i forbindelse med montering og fuging av yttervegger	399 »	20,3 %
Mottaking og lagring av elementer	25 »	1,3 %
	1972 timer	100,0 %

De dominerende kranarbeider er montering av dekkeelementer, ytterveggselementer, heising av forskalingslemmer opp og ned på dekket samt støping av de bærende vegger. Det er først og fremst de dagene slike arbeider ikke foregår at kranutnyttelsen blir dårlig. Den måten arbeidet er organisert på med ett lag som arbeider alternativt på 2 blokker, har også betydning for kranutnyttelsen. En illustrasjon av dette kan ses av fig. 8, som viser kraninnsatsen på blokk 11. Under mesteparten av monteringen hadde laget bare blokk 11 i arbeid, og vi ser at kranen kun har arbeidd ved blokken i 49 dager. Avstanden mellom støpedagene holder seg jevnt på 3 og 4 dager. Dette er oppnådd ved overlapping mellom arbeidene. Tidregistreringen viser nemlig at monteringslagets timer for råbygget ikke ligger særskilt høyt på blokk 11, nemlig ca 1800 timer, mens gjennomsnittet av 5 blokker er 1970 timer.

Den organisasjon av arbeidene som er beskrevet, blir i den utstrekning det er mulig gjennomført av



Fig. 7. Fra arbeidet på en av blokkene. I forgrunnen sees oppstilt veggforskaling. I bakgrunnen sees et «skivehusene».

det ene monteringslaget, som i det etterfølgende betegnes som lag nr 1. Lag nr 1 monterer to og to blokker samtidig etter en temmelig fast innarbeidd rutine. Spesielt for lag nr 1 retter bemanningen seg etter det som den enkelte operasjon krever, 5 mann til forskaling, 3 til å rive, 2 til å montere dekkeelementer osv. Laget oppnår ved dette at det får «spesialister» til den enkelte operasjoner, idet det stadig er de samme som utfører samme slags arbeid.

Det andre laget er derimot delt i to og virker i praksis som 2 monteringslag à 4 mann. Derved bortfaller gangtiden mellom blokkene, men til gjengjeld blir ikke mannskapsfordelingen bestandig så gunstig. Forskalingsarbeidet greier lag nr 2 noe raskere enn lag nr 1, men spesielt timeforbruket på monteringen av yttervegger ligger merkbart høyere, og det er en tendens til det samme på det øvrige monteringsarbeidet.

Virkingen av organisasjonsmåten

For at en slik organisasjon av arbeidet som er beskrevet ovenfor, skal være vellykket, må en rekke betingelser være oppfylt. Først og fremst at grunnarbeidet blir drevet slik at lagene sikres 2 blokker

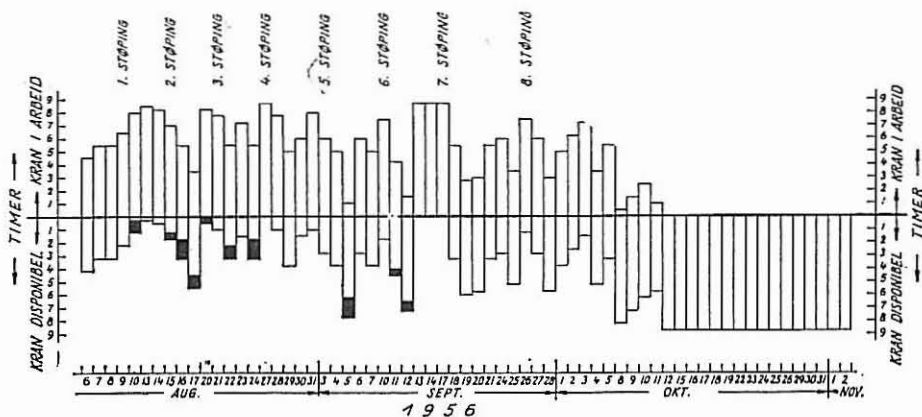


Fig. 8. Krantider for blokk 11. Over gr.l.: Kran i arbeid. Under gr.l.: Kran ledig. Svart skravert angir reparasjon og ettersyn.

til montering. Dernest bør avstanden mellom 2 blokker som monteres samtidig av samme lag, være kort. Antakelig ville det være en fordel om et lag begynner monteringen på 2 blokker omtrent samtidig, fordi flytting til en ny blokk medfører forstyrrelser i laget.

Denne organisasjonsform tar sikte på å utnytte lagene samt gjøre det mulig å dele arbeidet i de hevdvunne faggrupper: betongstøpere og forskalere, idet monteringsarbeidet legges til forskalingen. Den tar imidlertid ikke så mye hensyn til utnyttelsen av kranene og kompliserer koordineringen av arbeidet. En karakteristisk ting ved studieresultatene er at timeforbruket til de enkelte operasjoner varierer ganske meget, ikke bare for de 2 lagene, men også innen det enkelte lag. Slike variasjoner kan, med de forhold som generelt er til stede på våre byggeplasser, ha mange årsaker, f. eks. værforhold, transportveger, beliggenhet av den enkelte blokk osv., men en del av årsakene ligger sannsynligvis i organisasjonen og opplegget av arbeidet. Det er derfor all mulig grunn til for våre byggeplassledere å vie organisasjonsmetodene på byggeplassene større oppmerksomhet. Innføring av montasjebyggeriet er framfor alt et forsøk på å bruke industrielle metoder i boligbyggeriet, og disse metoder bør ikke bare gjelde selve fabrikkene, men tas i bruk på byggeplassene. Det blir ofte innvendt mot inngrep fra ledelsen, laget må få organisere arbeidet slik som det selv synes, fordi det er «vår akkord», og laget dermed søker å oppnå høyest mulige ytelser. I og med innføring av kostbare maskiner blir det imidlertid mer og mer klart at arbeidet også må organiseres med henblikk på å utnytte maskinene, og det rår vel heller ingen tvil om at en god koordinering og organisasjon fremmer arbeidet som helhet.

Andre alternativer for monteringsarbeidet

Ut fra de registrerte data og forutsetningene som er nevnt ovenfor, ble et par andre forslag til organisasjon av framdriften for monteringsarbeidet diskutert. Følgende retningslinjer ble lagt til grunn:

1. Best mulig utnyttelse av så vel monteringslag som kran.
2. Enkel organisasjonsform.
3. Ingen forandring i de tekniske forutsetninger.

Det ble også forutsatt at monteringshastigheten skulle være omtrent den samme som før. De faktorer som kan varieres blir antall lag, antall kraner og størrelsen på lagene. Det kan her tenkes et utall av kombinasjoner. Man må derfor allerede på et tidlig stadium konsentrere seg om noen få alternativer.

Det ble lagt stor vekt på en enkel organisasjonsform slik at koordineringen av lagene og kranene ble enkel. To alternativer ble undersøkt. Det første forutsetter et monteringslag på 5 mann koblet sammen med 1 kran. Det andre forutsetter et lag på 8 mann koblet sammen med 2 kraner. Det andre tilfelle ligger derfor nær opp til den lagoppdeling som virkelig ble gjennomført.

ALT. I

Monteringen skal utføres av ett monteringslag på 5 mann som bare arbeider på ett råbygg av gangen og som disponerer 1 kran med fører. Monteringslaget skal utføre alt arbeid på råbygget, også støping av bærende vegger samt kvisting og spekking av de samme. Hensikten med dette er å oppnå et klart organisasjons- og ansvarsforhold. Lagets størrelse er bestemt ut fra hensynet til at forskalingsarbeidet krever 5 mann dersom det skal gå noenlunde raskt fra hånden. Ved en fornuftig sammensetning av laget bør en kunne tilgodese både hensynet til støping og forskaling ved f. eks. å ta ut 3 forskalere og 2 betongstøpere. For øvrig er jo monteringen spesialarbeid, som ikke hører til noen bestemt gruppe stein- og jordfolk, og forskalingen er utradisjonell idet forskalingsssnekkerne har like mye bruk for skrunøkkel som for hammer. Ved at forskaling og støping utføres av det samme laget, legges hele ansvaret for dette på ett lag, hvilket er en stor fordel.

Framdriftsplanen er satt opp ut fra de registrerte ytelser, men den er vesentlig bygd på de gjennomsnittlige ytelser eller de ytelser som ligger best an. (Planen vises i fig. 6, øverst). Den er grovt sett bygd opp over følgende fakta: Det skal som før, forskales i 2 omganger, og monteringen må derfor bestemmes ut fra dette. Først forskales første halvdel i 2 dager, dernest støpes 1 dag, så rives forskaling fjerde dag. Dagen etter settes det opp forskaling på veggkronene som rettes av i riktig høyde, og den sjette dagen monteres dekkeelementene på første halvdel. Deretter gjentar det samme seg for annen halvdel. På tilsammen 12 dager er da 1 etasje på råbygget montert, idet det øvrige monteringsarbeidet innrettes etter den rytmen som er beskrevet ovenfor.

Den gjengitte plan er rent skjematisk, og i virkeligheten er koordineringen av folkene på de forskjellige arbeider ganske innviklet. Likevel bør planen kunne gjennomføres hvis følgende forutsetninger holder:

1. Ledelsen og lagene holder den tidsfrist — 6 dager — som er satt opp for de 5 nøkkelarbeidene

Dager		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Nr.	Belegning	Lag																		
1	Forskaling bærende vegger	5mann																		
2	Støping bærende vegger																			
3	Riving av forskaling																			
4	Avretting veggkroner																			
5	Montering dekkeelementer																			
1	Forskaling bærende vegger	8mann																		
2	Støping bærende vegger																			
3	Riving av forskaling																			
4	Avretting veggkroner																			
5	Montering dekkeelementer																			

Fig. 6. Framdriftsplan med et arbeidslag på 5 resp. 8 mann.

2. Laget er dimensjonert slik at de øvrige arbeider kan gjøres i løpet av den oppsatte tidsfrist.

Dette går ikke fram av fig. 6, men det vil føre for langt her å diskutere bemanningen i detalj.

Når det gjelder første etasje, må det foretas korreksjoner i planen, spesielt fordi forskalingsarbeidene her tar lengre tid. I tillegg kommer også 3 dager ved slutten av monteringsarbeidet for å fullføre fjerde etasje. Tilsammen skal råbygget kunne monteres på 53 arbeidsdager med denne bemanning.

ALT. II

Her skal arbeidet utføres med et monteringslag på 8 mann, som samtidig monterer 2 blokker. På hver blokk skal det være 1 kran. Dette tilsvarer den ordningen som ble brukt, med unntakelse av at også her skal monteringslaget støpe og kviste bæreveggene. For øvrig bygger planen på de samme forutsetninger som alt. I. Planen vises forenklet i fig. 6, nederst, idet kun de før nevnte nøkkelarbeider er tatt med. De kolonner som er mørke, viser arbeidet på den ene blokken, og de som er lyse, på den andre. De 2 alternativer har presis samme oppbygging når det gjelder nøkkelarbeidene, som har en syklus på 6 dager. Det er forskalings- og støpearbeidene som bestemmer hvor raskt blokkene kan drives. Vi ser at de 3 første arbeidene pågår kontinuerlig under hele monteringsperioden. Da en slik periode krever 4 dager — 2 til forskaling, 1 til støping og 1 til riving — blir det i alt 16 dager før det kan forskales på samme sted på nytt. Hele monteringstiden vil med dette bli 69 dager for de 2 blokkene tilsammen.

Sammenlikning mellom de 2 alternativer

En sammenlikning må bygge på at begge alternativer kan gjennomføres. En skal først gi en vurdering.

Det bør framheves at alt. I er en smidigere ordning enn alt. II. Før det første er laget mindre, hvilket er en avgjort fordel. Små lag er lettere å administrere enn store, og samarbeidet innen laget går lettere. Dernest slipper man all gangtid mellom

blokkene, som vil forekomme etter alt. II, og det behøves heller ikke tas hensyn til at 2 og 2 blokker skal monteres parallelt. Ved alt. I står man videre fritt med hensyn til antall lag og dermed antall kraner som skal brukes, mens ved alt. II må man enten bruke ett lag og 2 kraner eller 2 lag og 4 kraner.

Da det er forutsatt omtrent likt timeforbruk ved de 2 alternativer, bør valget treffes under hensyn til byggetidens lengde og innsatstid for kranene. Vi vil først gjøre en sammenlikning ut fra 2 lag etter alt. I og ett lag etter alt. II:

I løpet av 53 dager monteres etter alt. I: 2 råbygg.
I løpet av 69 dager monteres etter alt. II: 2 råbygg.

	Alt. I	Alt. II
Arbeidslønn	kr 37 100	kr 38 500
Kranleie	» 26 500	» 34 500
Tilsammen	<u>kr 63 600</u>	<u>kr 73 000¹</u>

¹ Regner overslagsmessig kr 70,— pr mann pr dag og kr 250,— pr dag for kranen.

Arbeidslønn etter alt. II ligger litt høyere, hvilket vi kan ta som et uttrykk for de vanskeligheter dette alternativ medfører, og som er vurdert ovenfor. Til gunst for alt I kommer også de innsparte rentekostnader i forhold til alt. II. Den sammenlikning som her er gjort, gjelder selvsagt også om det er 4 lag etter alt. I og 2 lag etter alt. II.

På samme måte kan vi sammenlikne de 2 alternativer når det er henholdsvis 3 og 2 lag. Vi sammenlikner ut fra 69 dager:







I løpet av 69 dager monteres etter alt. I:

$$3 + \frac{69 - 53}{53} 3 = 3,9 \text{ råbygg}$$

I løpet av 69 dager monteres etter alt. II: = 4,0 råbygg.

	Alt. I	Alt. II
Arbeidslønn	kr 72 500	kr 77 200
Krankostnad	» 62 200	» 82 800
Tilsammen	<u>kr 134 700</u>	<u>kr 160 000</u>
Pr blokk	<u>kr 34 600</u>	<u>kr 40 000</u>

SYMBOLER

-  = Wolff - kran nr 1
-  = Wolff - kran nr 2
-  = Hilgers Vøgle - kran nr 1
-  = Hilgers Vøgle - kran nr 2
-  = Demont og flytt kran pr bit
-  = Flytt kran på skinner
- 13/4 - 6/8 = Antall tra
- ⊙ = Blokk nr

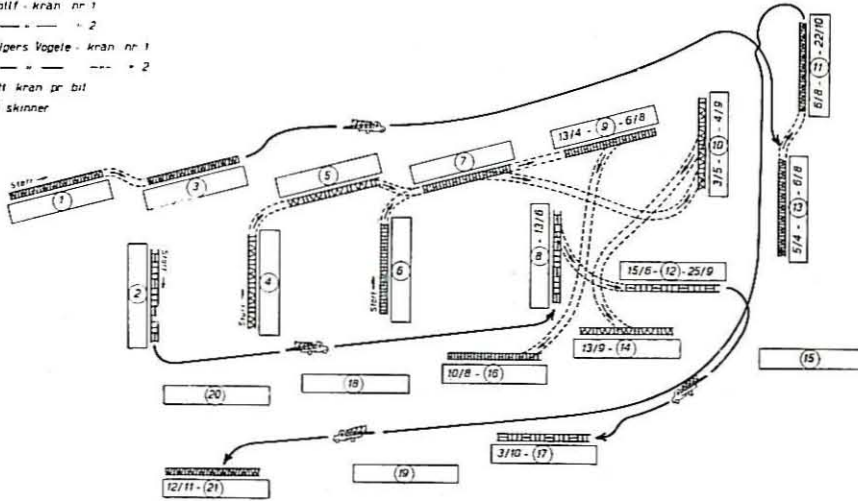


Fig. 7. Observert kranflytting.

Ved sammenlikningen har en sett bort fra den virkning kranflyttingen har og den tid laget bruker for å gå over på en ny blokk. Forutsetningene for regningen er temmelig grove, men tilstrekkelig nok til at vi kan bedømme virkningen av de forskjellige alternativer. Med forholdet 3,6 mellom krankostnad pr dag og kostnad pr mann pr dag er det klart at det lønner seg å øke bemanningen for å oppnå kortere byggetid og derved spare krankostnader.

Ved valg av alt. I vil vi få en gjennomsnittlig utnyttelse av kranen på ca 50 % av totaltiden, mens alt. II vil gi ca 40 % når vi regner full utnyttelse ved 80 hiv pr dag og 544 hiv pr etasje. Den registrerte monteringsakten (34 hiv/dag) tilsvarer en utnyttelse på 42,5 %. Gjennomgåelsen viser at en organisasjon etter alt. I skulle by på fordeler framfor alt. II, og sannsynligvis også overfor den gjennomførte arbeidsordningen.

Det kan selvfølgelig tenkes at andre lagkombinasjoner og annen bemanning kan by på fordeler framfor alt. I, spesielt fordi kranene ved alt. I fremdeles har stor ledig kapasitet. Den bestemmende faktor for krankostnadene er kranens innsatstid pr blokk, og ved å presse denne nedover vil utnyttelsen av kranen øke. Dette vil kreve større monteringslag og kanskje dårligere utnyttelse av lagene. Overhodet kan ikke dette spørsmålet ses isolert, idet også hensynet til de øvrige arbeider som elementfabrikasjon, grunnarbeider, pussarbeider og innredningsarbeider kommer inn i bildet. Diskusjonen er derfor ført under forutsetning av at disse andre faktorer holdes omtrent på samme nivå.

En annen sak er at den blanding av elementbygg og tradisjonelle konstruksjoner som forekom på Bølerhusene, ikke gjør en senking av monterings-tiden teknisk mulig uten at man legger om en del detaljer, og selv da er det svært begrenset hva som kan oppnås. De tiltakene som ble diskutert, var følgende:

1. Høydene tas på sviller på dekket før lemmeforskalingen settes opp. Lemmene er forsynt med vinkelstål oppe og nede. Avrettingen av veggkronen kan da skje i forbindelse med støpingen.
2. Månsking av dekkeelementenes opplegg slik at fugen mellom dem blir bredere. Derved unngås hugging av elementene for å få plass til elektriker-rørene som er innstøpt i veggene.
3. I stedet for å sette forskalingslemmene på bakken mellom hver støping, kan disse settes direkte over på andre dekkehalvdel.

Dette kan gjøre det mulig å sette ned monterings-tiden fra 12 til 10 dager pr etasje, dvs. til 45 dager for hele råbygget.

Andre synspunkter på kranutnyttelsen

Som presisert ovenfor kan man ikke se byggetiden for råbygget isolert, idet denne jo bare er ett av de trinn som fører fram til det ferdige hus. Inntrykket fra Bøler-undersøkelsen var at innrednings- og installasjonsarbeidene mer enn råbygget, var den flaskehals som bestemte hvor raskt leilighetene kunne gjøres innflyttingsklare. En tendens i moderne husbyggingsteknikk er at man forsøker å legge forholdene til rette slik at omfanget av etterarbeidene kan reduseres, f. eks. ved å bruke elementer med ferdigpussede overflater. Dette kan gi muligheter til bedre utnyttelse av kranen, f. eks. ved transport av lettvegger og innredninger samtidig som råbygget monteres. Ved et blandet system er det imidlertid vanskelig å oppnå noe på denne måten.

Lengden på huset spiller også en viss rolle for kranutnyttelsen, likeså antall etasjer, men man har ikke undersøkt dette nærmere. Erfaringer fra Sverige tyder på at huslengder på ca 60 m er passende ved bruk av skinnegående kraner ved tradisjonell husbygging.

Kranflytting

På et så stort område som Bøler, spiller også kranflyttingen og blokkrekkefølgen en stor rolle for utnyttelsen av kranene. Det er av betydning å velge rekkefølgen av blokkene slik at kranens flytteavstander blir korte, og slik at flyttingen mest mulig kan foregå på provisorisk skinnegang. På fig. 7 er

kranflyttingen inntegnet. Som en ser, har en foretrukket å flytte kranene på provisorisk skinnegang, selv over ganske lange strekninger. Ved flyttingen av kranene har man også gjort frekvensstudier og tidregistrering. Resultatet av den siste gjengis i tabellen nedenfor:

Flytting av kraner

Fra blokk	7—9	5—10	8—12	13—11	10—14	9—16	12—17	11—21
Flyttemåte	Prov. sk.g.	Prov. sk.g.	Prov. sk.g.	Prov. sk.g.	Prov. sk.g.	Prov. sk.g.	Bil	Bil
Krantype	Hilgers	Wolff	Hilgers	Wolff	Wolff	Hilgers	Hilgers	Wolff
Avstand i m	20	170	40	20	115	120	120	430
Arv.timer	76	237,5	140,5	43,5	227,5	71,5	39,5	156
Krantimer	—	—	—	—	—	11,5	—	—
Traktortimer	9	11,5	14,5	0,5	4	—	10	20
Bil m/sjåfør	4	2	—	—	—	—	25	26,25
Gravemaskin	—	—	—	—	—	—	—	5,5
Tapt krantid ikke obs.	—	77	12,5	—	52,5	50	46	80

Rubrikken tapt krantid dekker den tid kranen ikke har vært i bruk, hverken ved blokkene eller under flyttingen. For øvrig er det stor variasjon i tallene som følge av terrengforhold og den årstid flyttingen har foregått. Ser vi på de tilfelle da flyttingen har foregått med bil, er det en markert forskjell mellom Hilgers og Wolff kraner, en forskjell som skyldes at den siste er atskillig mer arbeidskrevende ved ned- og oppmontering. Flytting med bil krever også jevnt over større innsats av maskiner, bl. a. fordi ballasten må tas ut, tårn og utligger transporteres hver for seg osv. Ved den provisoriske flyttingen brukes traktor til transport av slipers og skinner.

Alt etter avstand vil de direkte kostnader til arbeidslønn og maskiner for flytting på provisorisk skinnegang ligge i området 1000—3000 kr pr flytting. I tillegg må man så ta hensyn til at man ikke

har noen nytte av kranen mens den flyttes. Dette viser at man bør planlegge flyttingen nøyaktig, idet man tar hensyn til vegger, kanaler og grøfter. På fig. 8 ses en alternativ kranflytting basert på 3 kraner.

5. Konklusjon

Undersøkelsen har vist at kranene hadde en ganske betydelig ledig kapasitet, og man har derfor diskutert mulighetene for å skjære ned dødtiden, dvs. redusere råbyggets monterings tid. Erfaringene med store byggekraner er ennå så små at de ikke har medført særlige forandringer i byggarbeidens organisasjon, hverken ved elementbygg eller tradisjonelle bygg.

Det blandede system — altså elementer kombinert med betong støpt på stedet — gir begrensede muligheter for reduksjon av monterings tiden. Det

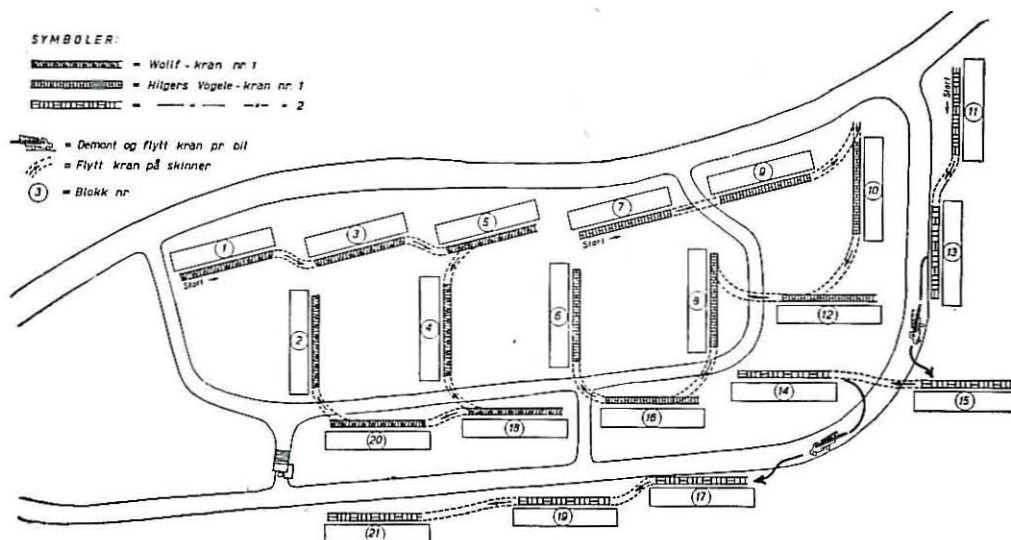


Fig. 8. Forslag til kranflytting.

er verdt å legge merke til at 50 % av hivene gjelder bærende vegger. Ved å montere disse vegger av prefabrikerte elementer vil antall hiv pr etasje reduseres fra ca 540 til ca 340 pr etasje. På den annen side krever montering av elementer jevnt over lengre tid pr hiv enn transport av betong eller murmaterialer.

Det må presiseres at en høy utnyttelse av kranen ikke nødvendigvis betyr en god transportøkonomi, iallfall må man ved sammenlikninger mellom flere byggeplasser gå ut fra antall tonn kranen har transportert pr time eller antall leiligheter montert pr uke. Hvor mange hiv dette er fordelt på, spiller ikke så stor rolle så lenge man sammenlikner kraner av samme størrelse og kapasitet. I praksis vil nemlig kranen trekke omtrent like store kostnader enten den står disponibel eller heiser last. Hvor en undersøkelse viser at en kran har mye dødtid, vil det være naturlig først å prøve å redusere denne framfor å øke enhetslastene. Det siste vil være aktuelt først når man begynner å nærme seg det punkt da krantiden er fullt utnyttet, her anslagsvis regnet til 80 hiv pr dag.

Bruk og utnyttelser av byggekraner er avhengig av hva slags konstruksjoner huset består av. NBI har også drevet undersøkelse på et større kontorbygg hvor det er anvendt prefabrikerte elementer,

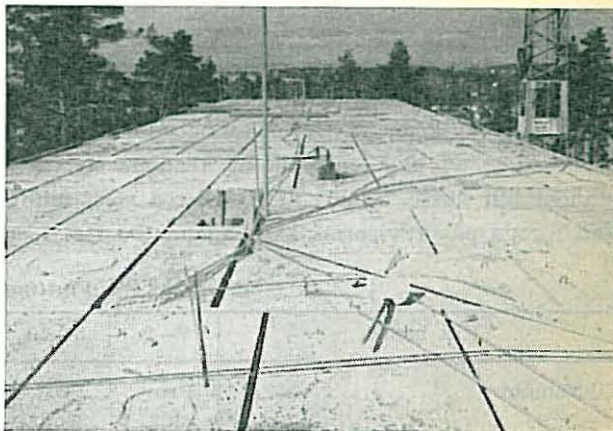


Fig. 9. Et dekke er montert.

og på en tradisjonell byggeplass med boligblokker av tegl, og etasjeskillere av betong. På begge byggeplassene anvendes skinnegående tårnsvingkraner. Resultatene av disse studiene vil kunne gi verdifullt sammenlikningsmateriale.

Etter at studiene på Bøler ble avsluttet og resultatene bearbeidd, har A/S Ungdomsbygg begynt å bygge tilsvarende boligblokker hvor også innvendige bærende vegger monteres av prefabrikerte vegger. Dette har ført til en betraktelig reduksjon av monteringstiden for råbygget og reduksjon av etterarbeidene, spesielt pussarbeidene.