

# Riving av betonghus

Demolition of re-inforced concrete buildings

Av sivilingeniør AAMUND FJØSNE

Norges byggforskningsinstitutt

Norges byggforskningsinstitutt

**NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT**



# Riving av betonghus

AAMUND FJØSNE

UDK 728:624.012.4:69.059.6

## Innledende merknader

Sett i et lengre perspektiv har enhver bygning et begrenset livsløp. Det begynner med at bygningen reises for å dekke et bestemt behov. Til dels blir den også ombygget flere ganger for å tilpasse seg nye krav og nye behov. Men før eller senere vil bygningen bli saneringsmoden. Verdien av den tomten den beslaglegger er større uten denne bygningen enn den er med bygningen på. Bygningen bør da fjernes for å gi plass for mer tidsmessig bebyggelse, eller for å gi mulighet for annen utnyttelse av tomten.

Kontor- og bolig-blokker av armert betong støpt på stedet kom i bruk i mellomkrigsårene. Denne byggemåten gir konstruksjoner som er særdeles solide mot mekaniske påkjenninger. De har i så måte vist sin overlegenhet overfor alle andre byggemåter under jordskjelv og under luftangrep med sprengbomber.

Denne mekaniske motstandskraften kan imidlertid være en stor ulempe ved ombygging eller riving. Mange byggefagfolk har vært engstelige for at denne byggemåten skulle velte store problemer over på framtiden, når en fornyelse av bebyggelsen blir ønskelig.

Det er betraktninger av denne art som ligger bak en henvendelse til NBI om å sette seg inn i problemene vedrørende riving av betongbygg. Stortingsmennenes hybelhus, som måtte rives for å gi plass for det nye SAS Royal Hotell, bød på en spesiell anledning til å se slikt arbeid utført i praksis. Fordi byggemåten er såvidt ny, finnes det nemlig ennå ikke så mange eksempler på armerte betongbygg som rives. Det ble derfor besluttet at NBI skulle følge med i dette arbeidet, for på den måten å skaffe seg praktisk innsikt i problemet.

Studiet av arbeidet foregikk på den måten at byggeplassen ble besøkt en gang om dagen så lenge arbeid av betydning pågikk. Det ble ført dagbok over de iakttagelser som ble gjort under besøket med spesiell vekt på framdrift og arbeidsmetoder. Forholdene på stedet ble forsøkt dokumentert ved fotografering.

For den innføring i problemene vedrørende riving av betongbygg som denne undersøkelse har gitt, skyldes spesielt entreprenør Olav Brekke takk.

Figur 1. Stortingsmennenes hybelhus sett fra gårdssiden. ■ House for the accomodation of parliament members seen from the courtyard.



Han har ikke bare beredvillig latt våre folk studere de arbeidsmetoder han anvender, men også avsett tid til å forklare de forskjellige hensyn som teller tyngst vedrørende arbeidet av denne art. Også arkitekt P. A. M. Mellbye og sivilingeniør S. A. Folkestad har bistått med råd og veiledning ved denne saken. Ingeniør B. Slettebø har stått for fotografering og observasjoner.

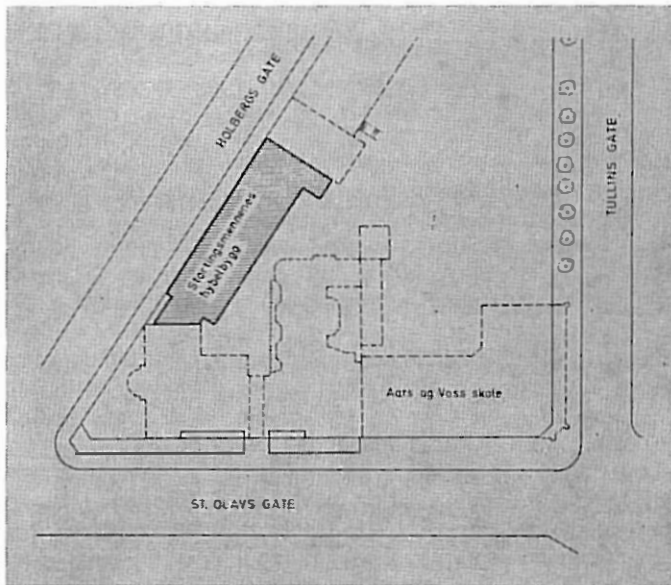
## Beliggenhet og konstruksjon

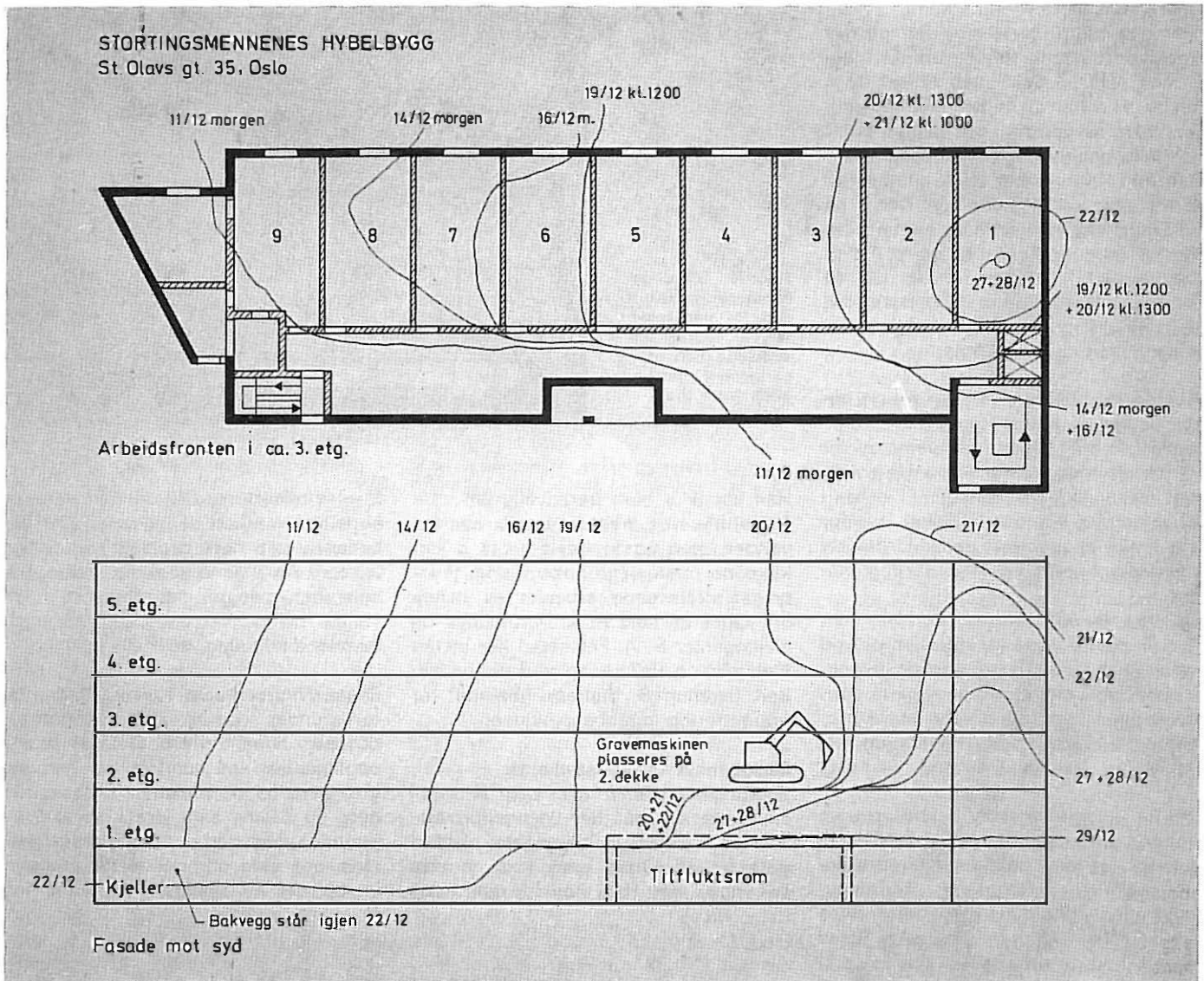
Stortingsmennenes hybelhus lå inntil Holbergsgate på den triangelformede tomten mellom Holbergsgate, Tullins gate og St. Olavs gate som nå skal bebygges med SAS Royal Hotell. Figur

2 viser tomten med Stortingsmennenes hybelhus, markert ved skravur. Det har tidligere vært flere bygninger på denne tomten. Aars & Voss skole hadde lokaler her, men på det tidspunkt da rivingen tok til, var det bare Stortingsmennenes hybelhus som sto igjen.

Dette rivingsarbeidet kunne således utføres under spesielt gode plassforhold til inne i byen å være. Det var rikelig opplagsplass på tomten, og det var god avstand til trafikken i St. Olavs gate og Tullins gate. Trafikken i disse gatene kunne derfor gå uhindret, mens Holbergs gate derimot måtte stenges. Under del av rivingstiden kunne fot-

Figur 2. Kart som viser beliggenheten av hybelhuset. ■ Map showing the situation of the house depicted in figure 1.





Figur 3. Oversikt over arbeidets forløp. ■ Plan of the progress of work.

gjengerne ta seg fram også gjennom Holbergs gate, men da risiko for personskade oppsto, måtte gaten stenges med vaktman. Til dels ble også vannslinger brukt for å holde folk unna mens riving mot gaten pågikk.

Huset ble oppført i 1954 som en monolittisk konstruksjon av armert betong i 5 etasjer + kjeller over et areal på ca. 500 m<sup>2</sup>. Oppover i etasjene er det benyttet 15–18 cm armerte betongdekker. Utvendige vegger er isolert med lettbetong på innsiden. Golv og kjeller er isolert på undersiden med sementbundne treullplater. Det bærende systemet

er supplert med en del lettvegger og med opforet tretak.

I kjelleren er det benyttet 40 cm ringmur og 25 cm delevegger av betong med bare 2 ø 19 som ankerjern i topp. En del av kjelleren er imidlertid bygget som tilfluktsrom, og her er veggen forsynt med dobbelt armering samtidig som det er benyttet spesielt god betong. De bærende søylene i midtveggen er armert. Tilsammen utgør dette ca. 2800 m<sup>2</sup> betongdekke og ca. 3000 m<sup>2</sup> betongvegger over kjeller. Hertil kommer i kjeller ca. 550 m<sup>2</sup> kjellervegger, hvor-

av ca. 90 m<sup>2</sup> i tilfluktsrom er spesielt tunge å rive.

#### Rivingsarbeidets forløp

Den informasjon som er samlet i form av notater og bilder fra de daglige besøk under rivingen, gir en bra oversikt over arbeidets forløp i grove trekk. Noen karakteristiske bilder er stilt sammen på fig. 3.

På fig. 4 er rivingsarbeidet vist i et tidskjema. Arbeidet er delt på 8 prosesser som vises på hver sin linje. Hver dag vedkommende prosess var i gang er merket med x.

Figuren viser nok utstrekning av tid temmelig riktig, men når det gjelder innsatsen i denne tiden gjør den ikke krav på stor nøyaktighet. Entreprenøren er ikke blitt bedt om å oppgi data som han av forretningsmessige grunner ikke ønsker gjort alminnelig kjent. Den innsats som her er angitt bygger derfor bare på det vår observatør så og for så vidt hva en hver annen interessert iktager kunne ha sett. Arbeidet foregikk med mange avbrudd, til dels med overtid, og også til dels med skiftarbeid. Under slike forhold blir en observasjon pr. dag et noe svakt grunnlag for etterkalkyle. Likevel kan disse tallene hjelpe til med å vise de forskjellige gjøremål i relasjon til hverandre.

På figuren er antydnet en kostnad regnet i % av det det antas at bygging av et slikt bygg i dag hadde kostet. Det antas at entreprenør Olav Brekke eller konsulentfirmaet Bonde & Co. kan gi tall som er mer nøyaktige til spesielt interesserte.

Det er særlig: 1) kostnaden, 2) sikkerheten og 3) varigheten av arbeidet som teller i forbindelse med rivingsarbeider. Bygningens art og dens plassering i forhold til andre bygg og til gate vil influere på alle disse kriterier.

Stortingsmenneskes hybelhus hadde på rivingstiden en særdeles gunstig plassering, men bygningen som sådan var spesielt ugunstig utformet. I dag ville sikkert en slik bygning blitt utført med lette fasader, og den armerte betongmassen ville da blitt betydelig mindre. Det er vel også rimelig å anta at de bærende innvendige veggene, og for såvidt også dekkene, ville vært gjort noe tykkere. Dette kompenseres ved mindre armering, og for veggene vedkommende kunne antakelig armeringen sløyfes helt. Mange steder i utlandet er bærende vegger – bortsett fra det som kreves for vindavstivning – sjelden brukt. En slik byggemåte hvor skjelettet bare består av dekker, søyler og en vindavstivende kjerne byr naturligvis langt større muligheter for ombygging etter skiftende behov. Uarmerte innvendige bærende vegger anses derimot ikke å komplisere synderlig ved full sanering.

På bakgrunn av de iakttagelser som er gjort kan vel neppe rivingskostnadene reduseres vesentlig ved konstruktive tiltak. En reduksjon av kostnadene fra

Prosess	Kostnad	27/11 1	4/12 6	11/12 13	18/12 16	27/12 21	2/1 24	8/1 30	Dato og arbeidsdag nr.
Riving for ombruk	0.0%	..XXXX..	..	..	....	...	..		
Sprenging i kjeller	0.1%	..XXXX..	..	..	....	...	X..		
Bryting med kule I	0.7%	..	..XXXX..XXXX..XXXX..	....	...	...	..		
Bryting med kule II	0.1%	..	..	..XX..	....	...	..		
Bryting med KL 130	0.2%	..	..	..	..XXX..XXX..X..	...	..		
Oppløsting med KL 130	0.2%	..	..	..	X..XX..	....	..XX..		
Oppløsting med Bryt x 30	0.2%	..	..	XXX..XXXX..XXXX..XXXX..XXXX..	....	...	..XX..		
	2.1%	..	..	XXX..XXXX..XXXX..XXXX..XXXX..	....	...	..XX..		
Sum rivingskostnad	4.0%	av antatt byggesum etter dagens priser							

I tidskjemaet er pågående prosess merket med x mens lørdager og helligdager er merket med .

Figur 4. Tidskjema for rivingsarbeidet. ■ Time chart for the demolition work.

4% til 3% av det det koster å reise en tilsvarende bygning i dag antas mulig. På den annen side vil selvfølgelig arbeidsmetodene under rivingen i høy grad påvirke kostnadene.

#### Riving for ombruk

Ved Stortingsmenneskes hybelhus var det lite som ble revet varsomt med tanke på ombruk. Rivingen koster mere når slike hensyn skal tas, og bruk av brukte materialer fordrer økte arbeidsomkostnader også der de skal brukes. Forholdene i dag er slik at det sjelden vil lønne seg med ombruk av brukte materialer, selv om man får dem særdeles rimelig.

I det foreliggende tilfelle ble de fleste dører tatt vare på. Balkongdører med vindu ble imidlertid knust sammen med veggen. Noen andre vinduer og kjøkkeninnredning ble tatt vare på. Heisen med maskineri ble forsøkt solgt uten resultat og fulgte bygningsmassene på fyllingen. Det er blitt sagt at elektriske kabler med fordel kan selges etter at isolasjonen er brent av. Armeringen derimot er det ikke lønnsomt å spandere noe arbeid på, om det ikke er andre grunner for å rense den ut av betongen.

Ved Stortingsmenneskes hybelhus, som var en forholdsvis ny bygning, kunne man få det inntrykk at materialer og bygningsdeler med temmelig stor ombruksverdi ble kjørt på fyllingen fordi man mangler et omsetningsorgan for slike ting. De spesielle aktuelle kjøpere, hyttebyggere o.l. var ikke for hånden på det tidspunkt da tingene måtte

bort. Bygg av såvidt ny årgang er vel heller uvanlige rivingsobjekt, og det er vel en av grunnene til at det heller ikke finnes noe opparbeidet marked.

#### Bryting med kule

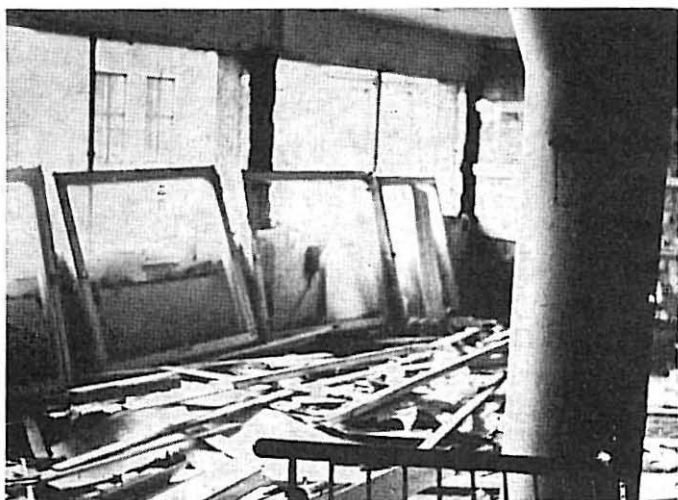
Metoden har vært omtalt ved saneringsarbeider i USA allerede før siste verdenskrig. I Europa fikk metoden alminnelig innpass gjennom de store saneringsarbeidene som fulgte etter krigens avslutning i de bombeskadde byene.

Metoden benytter seg av en kule, 1–4 tonn, som henger i en wire i en kranarm. Ved å bevege kranarmen kan man få kulen til å svinge og slå inn mot vertikale bygningsdeler. Ved å heise kulen opp og senke den raskt ned kan det slå mot horisontale bygningsdeler. Metodens fordel ligger i de tunge slagene. Vanligvis vil en konstruksjon gi etter for første slag. Svakheten ved metoden er en lav slagfrekvens og liten treffsikkerhet. Effektiv bruk av kule krever en rutinert kranfører som har betydelig øvelse nettopp i slik bruk av kranen. Med det omfang som den slags arbeid har, er det små muligheter for kranførerne til å få den ønskede rutine i arbeidet. I det foreliggende tilfelle kunne en betydelig effektivitetsøkning iakttas som følge av den øvelse operatøren fikk etter hvert.

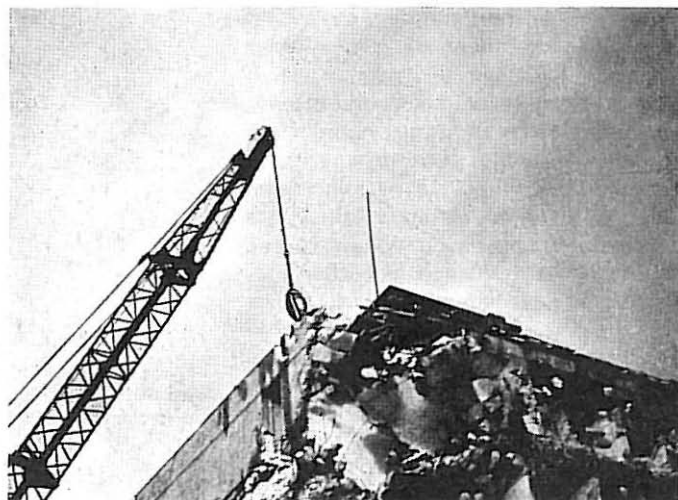
#### Bryting med gravemaskin

En gravemaskin (Landswerk KL 130) er naturligvis ikke konstruert for slikt arbeid. Likevel viste det seg at den var langt mer effektiv enn kulan der den





Figur 5. En del vinduer og dører ble revet med ombruk for øye.  
 ■ Some windows and doors were dismantled for re-use.



Figur 6. Bryting med kule. ■ Demolition with a weight.

kunne komme til. Slagene med skuffen var nok ikke så tunge som de fra kulen, men de var mye raskere og mer treffsikre. I tillegg hadde operatøren muligheten til å skyve og dra i konstruksjonene og skubbe vekk ting som var i veien.

Det er naturlig at mer avansert utstyr enn kulen vil bli å finne på saneringsarbeider i tiden framover. I en redegjørelse fra building Research Station i Civil Engineering and Public Works Review, April 1972, omtales tungt utstyr for knusing av konstruksjoner. Her omtales også et par nye redskaper spesielt utviklet for å effektivisere rivingsarbeidet.

#### Sprengning av armert betong

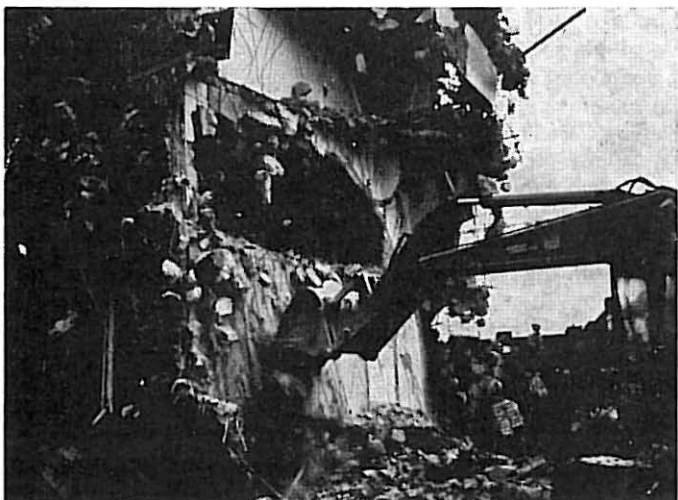
forekom bare i kjelleren der spesielt tilfluktsrommet var vanskelig å knuse med mekanisk utstyr. Det ble boret huller i rad gjennom veggene og sprengt spalte. Deretter kunne veggene knuses mekanisk.

Det må vel sies at sprengningsteknikken i dag er høyt utviklet på områder som tunnelsprengning og sprengning av store skjæringer. Å knuse opp betongvegger er imidlertid en helt annen arbeidsoppgave. En del eksperimentering på dette området med forskjellige tilgjengelige sprengemner og forskjellig sprengningsteknikk vil antakelig

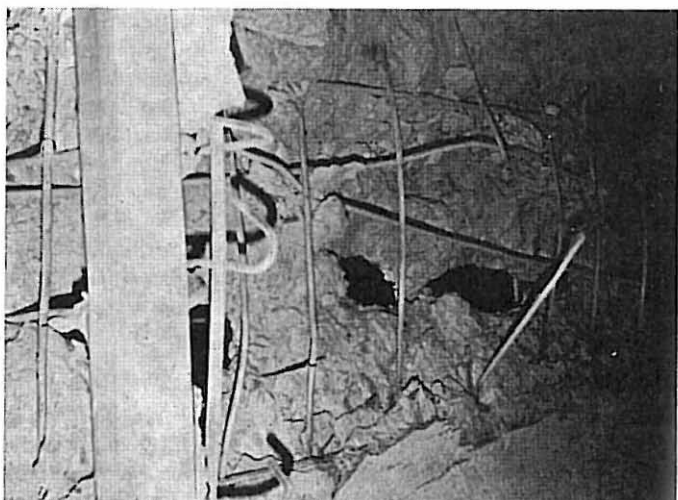
komme til å gi betydelige resultater i form av økt tempo og bedret økonomi.

Av den ovenfor nevnte rapport framgår det også at man kan vente en utvikling i sprengningsteknikken vedrørende betong.

Andre teknikker som det stilles forventninger til, er termittskjæring og diamantsaging. For spesielle formål, der hensynet til full kontroll med hva som blir skadet er kravet, blir disse teknikkene også i dag anvendt med fordel, og man må vente en utvikling av teknikkene med bedret økonomi som følge.



Figur 7. Bryting med gravemaskin. ■ Demolition with an excavator.



Figur 8. Sprengning av armert betong. ■ Blasting of reinforced concrete.

### Opplasting og bortkjøring

De knuste byggemassene ble lastet opp på biler med en Brøyt X 30. I en periode deltok også Landsverk KL 130 i opplastingen. Armeringen bandt til dels betongblokkene sammen. Det ble derfor nødvendig å brenne av en del armeringsjern for å få lastet opp massene. Stort sett gikk imidlertid opplastingen raskt, og det ble brytingen som bestemte framdriften.

Fylling for slike avfallsmasser kan være et problem. Ytterveggene var isolert med lettbetong, og havnemyndighetene ville bare akseptere rene masser der ingenting kan flyte opp. Fyllingsplasser på land som kan ta slike blandede masser der det er betong, lettbetong, armering og også treverk, er heller ikke lette å finne. De vanlige fyllingene skal helst være stabile, og slike blandingsmasser må nødvendigvis sette seg mye.

### Avsluttende merknader

Det er nok viktig å være klar over at riving av bygninger er et fag som krever omfattende innsikt på en lang rekke områder. Det gjelder innsikt i konstruksjonsmåter og statisk virkemåte for bygninger fra forskjellige tidsavsnitt. Det gjelder de rådende spesielle markedsforhold både for maskin- og transport-ytelser og for mulige leveranser for ombruk av bygningsdeler, og ikke minst gjelder det erfaring og innsikt i arbeidsmetoder for dette spesielle arbeidsfeltet. Å halvere kostnaden ved å ta oppgaven på en annen måte, er nok ikke noen uvanlig situasjon i dette faget.

Kravene til dette faget stiger naturligvis også. Det er ikke så lenge siden at riving av bygninger i hovedtrekkene foregikk med håndkraft ved at bygningsdelene ble løst og fjernet i motsatt rekkefølge av den de var ført inn i bygget i. Den gang fikk ofte byggherren betaling for bygget til nedrivning. Nå synes brukte materialer og bygningsdeler verdiløse, mens arbeidskraften er blitt den dominerende kostnad. Problemet er derfor å få massene bort med minst mulig arbeid og finne et sted å gjøre av dem der de ikke sjenerer.

Nyere bygninger er langt mere kompliserte enn eldre. Arbeidet må ta hensyn til konstruksjonene, mellom annet av sikkerhetsgrunner. Forspent betong

Figur 9. Opplasting av knuste bygningsmasser med grave-maskin. ■ Charging crushed material by the use of excavators.



og prefabrikerte elementer krever andre hensyn enn mur og betong.

Tungt mekanisk utstyr for dette formålet er utviklet, og det vil komme stadige forbedringer og nykonstruksjoner. Mekaniseringen vil gå videre og etter hvert bli mer perfekt.

Sprengningsteknikken kan ventes utviklet, spesielt for knusing av betongkonstruksjoner. Fullstendig knusing av en hel boligblokk i en enkelt salve skal være mulig med riktig teknikk. Det ventes også en utvikling for forskjellige nye skjæremetoder.

Det kan på bakgrunn av disse betraktninger være naturlig å trekke denne konklusjon:

- 1) Utgangspunktet for undersøkelsen var frykten for at armerte konstruksjoner skulle hindre sanering. Denne frykten er ugrunnet. Med moderne teknikk bryter man raskt ned alle typer konstruksjoner.
- 2) Problemene omkring ombruk av bygningskomponenter bør bli gjenstand for undersøkelser med tanke på å spare verdier.
- 3) Før større saneringsarbeider settes igang, bør det være avklart hvor rivningsmassene skal plasseres. Det dreier seg om betydelige masser som kan nyttiggjøres, mellom annet til ønskelig omforming av terrenget.

- 4) Eventuelle videre undersøkelser bør ikke begrense seg til riving av betongbygg, men omfatte rivingskomplekset som helhet. Det er grunn til å anta at videre studier på dette feltet kan ha betydelig nytteeffekt.

### Summary

Considering the demolition of concrete buildings in the wider aspects of future urban renewal the Norwegian Building Research Institute embarked on a study of a demolition work on a concrete building built in the 50-ties in Oslo. The work was inspected daily and a record kept. A weight fixed to a wire of a crane could be operated to give heavy impact so as to crack the concrete. This was effective but the precision of hitting with the weight was not so great. The use of an excavator proved to be a good method as forces and impacts could be applied more exactly. Blasting was only used to break up heavy foundation walls.

As a result it was found easier to demolish concrete buildings than had been feared. However, it is concluded i.a. that one should plan in advance the places where different fills can be tipped.