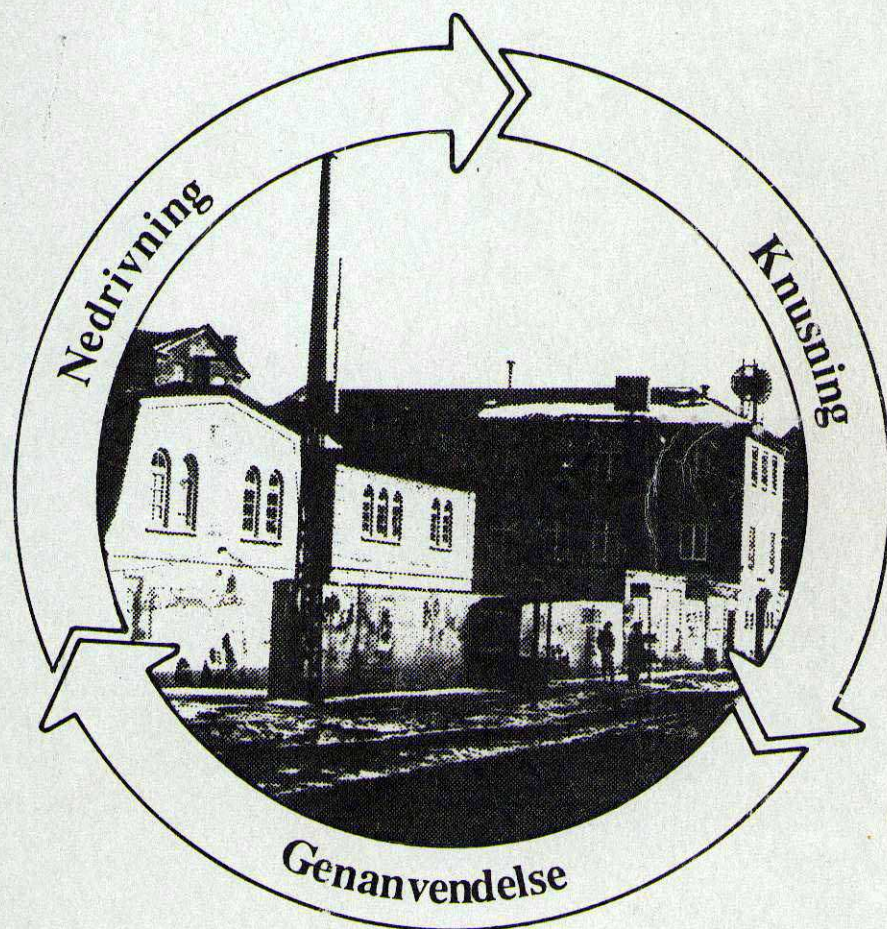


Nedrivning af bygningskonstruktioner og genanvendelse af nedrivningsprodukter

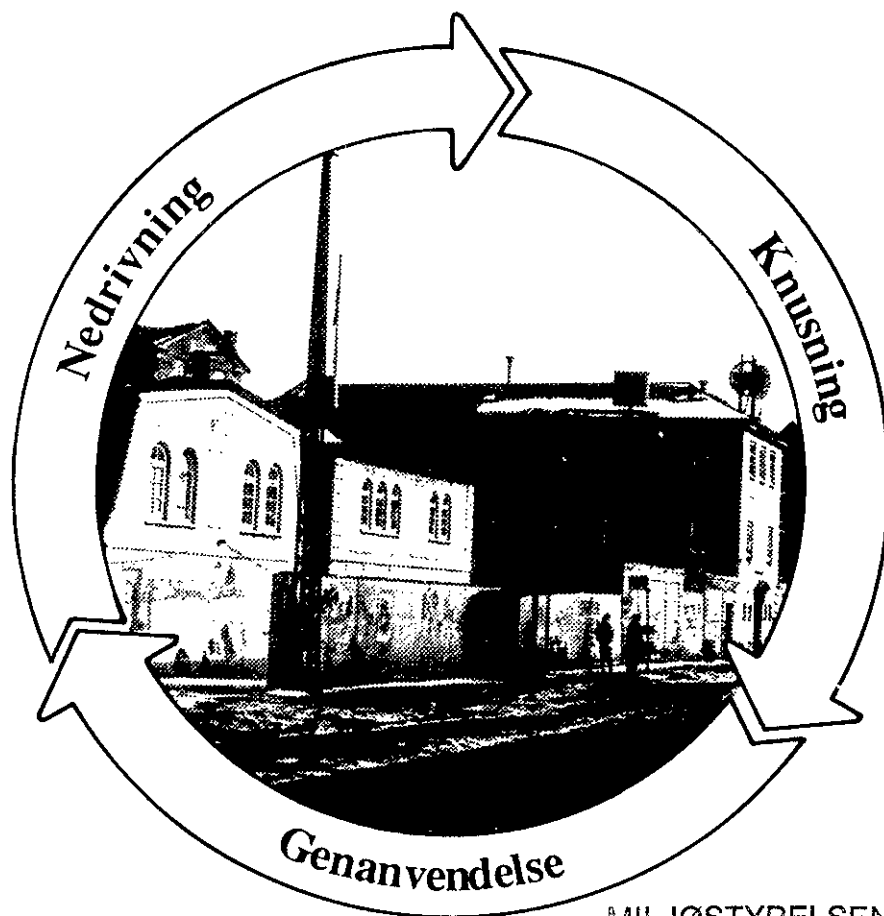
Bilag 1: Nedrivning af Københavns Salatfabrik



Oktober 1988

Nedrivning af bygningskonstruktioner og genanvendelse af nedrivningsprodukter

Bilag 1: Nedrivning af Københavns Salatfabrik



Oktober 1988

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
STRANDGADE 29
1401 KØBENHAVN K

INDEHOLDSFORTEGNELSE

| | Side |
|---|------|
| 1. INDLEDNING | 1 |
| 1.1 Baggrund | 1 |
| 1.2 Formål | 1 |
| 2. BESKRIVELSE AF NEDRIVNINGSPROJEKT | 2 |
| 2.1 Københavns Salatfabrik | 2 |
| 2.2 Udpegning af demo-projekt | 3 |
| 3. PLANLÆGNING AF DEMONSTRATIONSPROJEKT | 5 |
| 3.1 Forudsætninger | 5 |
| 3.2 Udbud og licitation | 5 |
| 3.3 Igangsætning af nedrivnings- entreprise | 6 |
| 4. GENNEMFØRELSE AF NEDRIVNINGSS- ENTREPRISE | 8 |
| 4.1 Entrepriseforløb | 8 |
| 4.2 Ressourcer | 8 |
| 4.3 Bortskaffelse af nedrivnings- materialer | 9 |
| 5. OPARBEJDNING AF RENT BYGNINGSAFFALD | 11 |
| 5.1 Forudsætninger | 11 |
| 5.2 Miljøgodkendelse | 12 |
| 5.3 Knusning af nedrivnings- materialer | 13 |
| 5.4 Vurdering af knuseanlæggets effektivitet | 13 |
| 5.5 Økonomisk opgørelse af knuse- projekt | 14 |
| 5.6 Bemærkninger vedr. projekt- økonomi | 15 |
| 5.7 Miljøforhold | 18 |
| 6. FORELØBIG VURDERING AF RESULTATER | 19 |

- Figur 1: Kortudsnit: Salatfabrikkens placering
Figur 2: Situationsplan over Salatfabrikken
Figur 3: Nedrivningsarbejdets fremdrift
Figur 4: Nedrivningsarbejdets faser
Figur 5: Situationsplan

- Bilag 1: Foto's af Københavns Salatfabrik før nedrivning, under nedrivning samt af knuseprocessen.
- Bilag 2: Knuseanlægs fabrikantens beskrivelse af det anvendte anlæg.
- Bilag 3: Støjrapport

**RAPPORT VEDR. GENNEMFØRELSE AF DEMONSTRATIONS-
PROJEKT 1, OMHANDLENDE NEDRIVNING AF KBH. SALATFABRIK**

1. INDLEDNING

1.1 Baggrund

Som et led i projektet "Nedrivning af bygningskonstruktioner og genanvendelse af nedrivningsprodukter" har den af COWIconsult og DEMEX nedsatte projektgruppe (NGB) i tiden maj-juli 1987 gennemført fase 1 og 2 af delprojekt I, demo-projekt 1, jfr. projektansøgning pkt. 3.3.1.

1.2 Formål

Demo-projekt 1 sigter på lokal genanvendelse af brokker og beton. Fase 1 omhandler udpegning og planlægning af nedrivning. I fase 2 udføres nedrivning og oparbejdning af materialer.

2. BESKRIVELSE AF NEDRIVNINGSPROJEKT

2.1 Københavns Salatfabrik

Efter en indledende vurdering af forskellige større nedrivningsprojekter i København udpegede projektgruppen nedrivning af Københavns Salatfabrik, Strandboulevarden 130, som et velegnet projekt.

De ældste bygninger på ejendommen Strandboulevarden 130, matr. nr. 300, Udenbys Klædebo kv. er opført i 1866 for grosserer P.W. Heyman til det daværende Københavns Svineslagteri.

Kort efter århundredskiftet begyndte virksomheden på ejendommen at skifte karakter til en blanding af forskellige handelsvirksomheder, levnedsmiddelfabrikation m.v. Indtil for nylig har ejendommen rummet mange mindre virksomheder og de seneste år henligget som delvis ubeboet og tilholdssted for uautoriserede aktiviteter.

Ejendommen repræsenterede således en typisk udviklings- og udflytningshistorie inden for industri og håndværk i København. En nærmere beskrivelse fremgår af oversigt over bebyggelsens historie af arkitekt Søren Lundqvist, Hillerød.

Ejendommen ejes af Snorrason & Jull-Hansen, som har iværksat nybyggeri for forlagsvirksomheden Bonniers Specialmagasiner. Byggeprojektet administreres af Bolind A/S og projekteres af Aksel V. Jensen Rådgivende Ingeniørfirma A/S, Hillerød.

På grundlag af tegninger og besigtelse af bebyggelsen blev arealer og mængder indledningsvis opgjort til følgende:

| | |
|------------------|--------------------------|
| - Bebygget areal | ca. 3.400 m ² |
| - Etageareal | ca. 7.800 m ² |
| - Bygningsaffald | ca. 11.000 t |

Sidstnævnte var fordelt på følgende kategorier i fast målt:

| | | |
|-----------------|--------------------------|----------------|
| • Tegl | ca. 1.500 m ³ | Rent affald |
| | massefylde 1,7 | 2.550 t |
| • Beton | ca. 1.200 m ³ | Rent affald |
| | massefylde 2,4 | 2.880 t |
| • Tegl og beton | ca. 2.500 m ³ | Blandet affald |
| | massefylde 2,0 | 5.080 t |
| • Træ | ca. 800 m ³ | |
| | massefylde 0,6 | 480 t |
| • Jern | ca. 400 t | |
| | massefylde | 11.000 t |

Bygningerne var hovedsagelig opført med teglstensvægge, gulv og etageadskillelser bestående af betondæk med indstøbte jernprofiler. De bærende konstruktioner bestod af træ og omstøbte profiljern. Tagkonstruktioner er udført som flade trækonstruktioner med pap. Den nordlige del af bebyggelsen rummede en del træoverbygninger. Bygningerne rummede desuden en mængde affald efter boligaktivisters aktiviteter ultimo 1986.

Beliggenhed og situationsplan fremgår af fig. 1 og 2 (vedhæftet). Fotografier af fabrikken og nærmeste omgivelser ses i bilag 1. Foto nr. 1-7.

2.2 Udpegning af demo-projekt

Udpegning af Kbh. Salatfabrik som demonstrationsprojekt var motiveret af følgende forhold:

- a. Bygningernes konstruktion og materialesammensætning var relativ typisk for den tids husbygningskonstruktioner.
- b. På nabogrunden ved Gasværksteatret fandtes plads til midlertidig deponering af nedrivningsmaterialer samt plads til opstilling af knuseanlæg og oplæg af nedknuste materialer.

- c. De nedknuste materialer kunne anvendes til etablering af parkeringspladser som forsøgsstrækninger på Gasværkteatrets grund.
- d. På såvel nedrivningsgrunden som de tilstødende gasværksarealer kunne man forudse behov for genbrugsmaterialer.
- e. Den planlagte tidsfrist for gennemførelse af nedrivningsprojektet var gunstig for NGB-projektet.
- f. I foråret 1987 kunne projektgruppen ikke pege på andre egnede nedrivningsprojekter, som man havde fornøden sikkerhed for at skulle gennemføres inden udgangen af 1987.

Det var imidlertid en ulempe ved nedrivning af Kbh. Salatfabrik, at nedrivningsprojektet skulle gennemføres inden for en meget begrænset tidsramme.

3. PLANLÆGNING AF DEMONSTRATIONSPROJEKT

3.1 Forudsætninger

Projektgruppen havde besluttet af søge demo-projektet gennemført under følgende forudsætninger:

- a. Demo-projektet skulle i princippet baseres på traditionelle nedrivningsmetoder med størst mulig sigte på genbrug af byggematerialer.
- b. Det generelle sigte for demo-projektet var at opnå en forbedring af nedrivningsøkonomien. I det konkrete tilfælde måtte det ikke belaste nedrivningsprojektets økonomi, udover enkelte merydelser af forsknings- og forsøgsmæssig værdi.
- c. Demo-projektet måtte ikke medføre forsinkelse i den aftalte tidsfrist for entreprisen.
- e. Demo-projektet skulle udføres i fuld forståelse og åbent samarbejde med både nedrivningsentreprenør og bygherre, således at der kunne opnås maksimalt udbytte af nedrivningsprojektet set i relation til nærværende projekt.
- f. Nedrivningsmaterialer skulle kunne anvendes lokalt efter nedknusning.

3.2 Udbud og licitation

Efter forhandling mellem projektgruppen og bygherrens rådgiver blev projektet udbudt i begrænset udbud d. 7.4.1987.

Nedrivningen blev udbudt som traditionel nedrivning med et forsøgs- og demonstrationsprojekt som alternativt projekt. Der blev således indhentet følgende tilbud:

1. Nedrivning efter alm. kendt nedrivningsprincipper.
2. Alternativ nedrivning med afgivelse af ejendomsretten til nedrivningsmaterialer.
3. Alternativ nedrivning uden afgivelse af ejendomsretten til nedrivningsmaterialer.

Tidsfristen for gennemførelse af nedrivning og rydning af grunden blev i udbuddet fastsat til 4 uger (Tidsfristen blev senere forlænget til 6 uger).

På licitation d. 22.4 fremkom tilbud fra ialt 11 entreprenører med gennemsnitspris for traditionel nedrivning på 1,1 mio. kr. Højeste pris var 1,75 mio. kr. og laveste pris var 477.000 kr.

Hvad angik de alternative tilbud lå priserne noget højere. For alternativ 2 fremkom tilbud mellem 737.000 kr. og 2,7 mio. kr., og for alternativ 3 lå priserne mellem 637.000 kr. og 2,7 mio. kr.

Den lavestbydende entreprenør, Preben Hockerup ApS, lå ved alle tre alternativer på under 50% af gennemsnitsprisen, og d. 27.4 indgik bygherren og Preben Hockerup ApS aftale om traditionel nedrivning. Det blev samtidig aftalt at NGB-projektgruppen kunne følge projektet og træffe nærmere aftale med entreprenøren om oplægning af materialer til genbrugsforsøg.

3.3 Igangsætning af nedrivningsentreprise

Nedrivningsentreprisen blev igangsat d. 7.5 med forventet afslutning d. 22.6. På møde d. 14.5 med repræsentanter fra NGB-projektgruppe, følgegruppe og nedrivningsentreprenør blev der truffet aftaler vedr. nedrivning og oplægning af nedrivningsmaterialer på Gasværkteatrets grund.

Der var hermed skabt grundlag for et demonstrationsprojekt, som i en vis udstrækning kunne tilgodes ved nedknusning og genbrug af nedrivningsmaterialer på stedet og dermed tilfredsstille formålet med demo-projekt nr. 1.

Det var imidlertid beklageligt at konstatere, at tilbud på den traditionelle nedrivningsentreprise lå betydeligt lavere end tilbud på de to genbrugsalternativer.

Endvidere var det beklageligt, at nedrivningen skulle gennemføres inden for en tidsfrist på 6 uger til en pris, der lå 50% under gennemsnitstilbud. NGB-projektgruppen vurderede på forhånd, at disse forhold næppe kunne undgå at påvirke gennemførelse af demo-projektet i negativ retning. Der var imidlertid ikke grundlag for at diskvalificere projektet som demo-projekt.

4. GENNEMFØRELSE AF NEDRIVNINGSENTREPRISE

4.1 Entrepriseforløb

Nedrivning startede mandag d. 25.5.1987 med nedrivning af syd-østlige del af de indre fabriksbygninger med en gravemaskine. Samtidig begyndte man at rydde op i efterladenskaberne fra de seneste beboere.

Med gravemaskinen byggedes ramper med nedrivningsmaterialer således, at maskinen kunne nå de øverste bygningsdele. Jernprofiler blev udtaget successiv så vidt muligt i hel tilstand.

Indledningsvis bortkørtes blandet affald til losseplads. Der blev i starten af nedrivningen kørt begrænsede mængder bygningsaffald bort fra pladsen for at skabe bedre arbejdsplads og arealer til oplægning af materialer.

Nedrivningsarbejdet fremgår af fotobilag (bilag 1).

Af fig. 3 og 4 fremgår henholdsvis principskitse og stavdiagram visende arbejdets fremadskriden.

Efter demolering af fabriksbygningerne, som blev afsluttet ved udgangen af uge 25, begyndte man d. 24.6 at tilkøre og oplagre udvalgte materialer på gasværksteatrets grund med henblik på knusning.

Herefter blev gulve og fundamenter opbrudt og nedrivningsentreprisen afsluttedes i uge 27 med afretning af nedrivningsgrunden.

Entreprisen blev afsluttet d. 4.7. Der blev ikke holdt nogen egentlig afleveringsforretning.

4.2 Ressourcer

Der har i nedrivningsperioden på ialt 28 hele og 4 halve arbejdsdage med ialt 240 timer været indsat ressourcer til nedrivningen, der efter NGB-projektgruppen er opgjort til følgende:

- 690 timer, gravemaskiner
- 54 timer, hjullæssemaskine
- 54 timer, dozer
- 250 timer, arbejdsmænd

Maskintimer er incl. maskinfører.

Den daglige styrke har varieret fra 1-4 maskiner m. fører med en ekstra mand til oprydning, sortering m.v. I perioder har styrken været forøget med ekstra mandskab.

4.3 Bortskaffelse af nedrivningsmaterialer.

Affaldsmængderne er på grundlag af skøn, beregninger og opmålinger opgjort til i alt 8.640 t fordelt som følger:

- 3.100 t bygningsaffald, tegl og murbrokker
- 5.000 t blandet bygningsaffald
- 70 t træ
- 470 t skrot og brugsjern.

Det rene bygningsaffald bestående af tegl- og betonbrokker, blev efter udpegning af bunkerne på nedrivningspladsen kørt til deponeringsplads på nabogrund med henblik på nedknusning.

Det blandede affald samt resterende brokker, som ikke ønskedes oplagt til knusning, blev bortkørt og deponeret på lossepladser, hvoraf følgende blev anvendt: Stærkende, Tune, Kallerup og Nivå. En stor del brokker, ca. 2.000 t, blev leveret som opfyld i Levantkajen.

Der er ialt bortkørt ca. 430 læs blandet affald fra pladsen og deponeret i en gennemsnitlig flytteafstand på 25-30 km.

Prøvevejning af 1 stk. 4 akslet lastvogn med blandet affald 19.080 kg.

| Dep. plads: | Km fra nedrivningsplads | Antal læs |
|-------------|-------------------------|---------------------------|
| Stærkende | ca. 30 | 18 |
| Tune | ca. 25 | ca. 150 |
| Kallerup | ca. 30 | ca. 60 |
| Nivå | ca. 50 | 10 |
| Levantkaj | ca. 5 | ca. 190 |
| | | Heraf 10 med anhænger. |

Afgift for Kallerup:

| | |
|------------------------|---------|
| 0 - 5 m ³ | 175 kr. |
| 6 - 9 m ³ | 280 kr. |
| 10 - 15 m ³ | 460 kr. |

For Tune:

| | |
|------------------------|-----------|
| 6 - 9 m ³ | 450 kr. |
| 26 - 30 m ³ | 1.150 kr. |

Under nedrivningen er der fremkommet en mængde profiljern, som har indgået i de bærende dæk og søjler. Der er bjerget ialt 100 t profiljern, som kan genanvendes inden for eksempelvis grundforstærkningsarbejder og spunsning i forbindelse med CRT-projektet. Prisen ligger omkring 1.000-2.000 kr. pr. t.

Der er iøvrigt ikke fremkommet genbrugsmaterialer eller metaller af nævneværdig værdi under nedrivningen.

Messingfittings m.v. blev udtaget af materialet og solgt fra til egen fortjeneste.

5. OPARBEJDNING AF RENT BYGNINGSAFFALD

5.1 Forudsætninger

Et væsentligt element i demo-projektet var en oparbejdning og lokal genanvendelse af nedrivningsmaterialerne.

I den anledning blev der truffet aftale med Østre Gasværk Teater S/I (v/Morten Grunwald) om anvendelse af det ubefæstede areal øst for teatret til midlertidig oplægning af nedrivningsmaterialer, opstilling af knuseanlæg og nedknusning af materialer samt etablering af prøvestrækninger af forskellige typer.

En situationsplan over området med angivelse af midlertidig oplægningsplads og prøvestrækninger fremgår af fig. 5.

Samtidig blev der indgået aftale med Nedrivningsentreprenørernes Genbrugs Central A/S (NGC) (v/dir. Børge Jakobsen) vedr. opstilling af et mindre, mobilt knuseanlæg af type "COMBI SCREEN", fabrikeret af Vedbysønder Maskinfabrik A/S. Knuseanlægget er baseret på en HAZEMAG hammerknuser og detaljerede tekniske specifikationer fremgår af brochure, bilag 2.

Det skal i denne forbindelse nævnes, at NGC havde planlagt at flytte knuseanlægget fra den hidtige plads på Teglholmen inden for den nærmeste fremtid, hvorfor det var nødvendigt at træffe en hurtig beslutning vedr. opstilling af knuseanlæg ved nedrivningspladsen.

I den anledning blev der truffet aftale med Københavns Almindelige Boligselskab (KAB) vedr. midlertidig parkering af knuseanlægget på den indhegnede del af gasværksgrunden.

Nedrivningsentreprenør Preben Hockerup ApS var indforstået med levering af nedrivningsmaterialer til nedknusning, og det var oprindeligt aftalt på møde d. 13.5, at projektgruppen ønskede oplægning af ca. 1.500 m³ (2.400 t) materialer ligeligt fordelt og adskilt i kategorierne:

- Rene teglbrokker
- Rene betonbrokker
- Blandet beton og tegl med begrænsede urenheder.

Da der herskede en del uklarhed om ejerforholdet vedr. den østligste del af pladsen blev Københavns Kommune forespurgt i sagen. Samtidig anmodede projektgruppen kommunen om rydning af forskelligt affald, som fandtes oplagt på pladsen forinden projektets start. NGC og nedrivningsentreprenøren skønnede, at der var tale om ca. 150-200 læs.

5.2 Miljøgodkendelse

Med henblik på en miljøgodkendelse af opstilling af knuseanlæg og gennemførelse af nedknusning af materialer fremsendte projektgruppen et notat til Københavns Kommune med en detaljeret beskrivelse af anlæggets indretning og drift, samt forurening og forureningsbegrænsende foranstaltninger.

Under henvisning til, at Miljøstyrelsen ikke fandt, at en midlertidig opstilling af knuseanlægget var godkendelsespligtig p.g.a. omstilling i tilknytning til entreprenørarbejdet, kunne Københavns Kommune acceptere at der ikke skulle ske særlig godkendelse af anlægget efter Miljølovens §35.

Oplagring af rene materialer (input/output) heller ikke godkendelsespligtige. Herefter var de nødvendige forudsætninger tilvejebragt, og man kunne igangsætte opstilling af knuseanlæg og oplægge nedrivningsmaterialer på pladsen med henblik på gennemførelse af 3. fase af demo-projektet.

5.3 Knusning af nedrivningsmaterialer

Opstilling af knuseanlæg påbegyndtes d. 19.6. Opstillingen blev hæmmet af, at NGC ikke rådede over mandskab med fornøden indsigt i anlægget.

Opstillingen blev afsluttet d. 23.6 og prøvekørt samme dag med henblik på demonstration den næstfølgende dag under en præsentation af NGB-projektet for beboere, følgegruppe og øvrige interesserede parter i projektet.

Herefter gennemførtes knusning af de tilførte materialer i de følgende 3 uger og afsluttet d. 17.7.

Knusearbejdet blev gennemført med mange afbrydelser og under indflydelse af utallige problemer, herunder havarier af forskellig karakter.

Der blev ialt knust ca. 3.500 t materialer (ca. 2.100 m³), hvoraf en del, ca. 400 t, var tilført pladsen på grund af mangel på rene betonbrokker. Opgørelsen er forbundet med en vis usikkerhed, idet anlæggets vægt først blev bragt i orden og tilsluttet d. 6.7, altså efter 2 ugers drift.

Knuseanlægget blev i den forløbne periode betjent med 2 mand fra NGC. Tilførsel af materialer blev udført med en gravemaskine, som periodevis blev suppleret med en dozer til at samle og flytte materialerne.

5.4 Vurdering af knuseanlæggets effektivitet

Ud af den samlede arbejdstid for anlægget fra d. 23.6 til d. 17.7, ialt 19 arbejdsdage (152 timer), kunne man konstatere, at den samlede effektive driftstid androg ca. 70 timer, hvilket andrager 46% af den rådige tid.

På grundlag af den effektive driftstid kan den gennemsnitlige ydelse herefter opgøres til 49 t pr. time.

Den sidste tilførsel af betonbrokker omfattende 25 læs, som efter knusning kunne opgøres til 245 t, blev behandlet i knuseanlægget på 4 timer, hvilket giver en effektiv knusning på ca. 60 t pr. time.

Af fabrikkens tekniske specifikationer fremgår, at anlægget har en kapacitet på 120-180 t/time. Det konstateres således, at anlægget har haft en kapacitet på under 50% af den forventede kapacitet.

5.5 Økonomisk opgørelse af knuseprojekt

De med knuseprojektet forbundne omkostninger er opgjort til følgende:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Opstilling af knuseanlæg, driftsomkostninger, arbejds løn, brændstof, slitage m.v. | kr. 230.000 excl. moms |
| 2. Maskineleje, grave-maskine samt dozer | kr. 76.175 excl. moms |
| 3. Vand til støvdæmpning | kr. 7.217 excl. moms |
| Samlede omkostninger excl. moms: | kr. 312.392 |

De med nedknusning af 3.400 t materialer forbundne omkostninger andrager således ca. 310.000 kr., hvilket svarer til ca. **92 kr. pr. tons.**

Ved en effektiv og rationel udnyttelse af anlægget med rutineret betjening vurderes de anførte omkostninger at kunne reduceres med ca. 40%, d.v.s. til 50-60 kr. pr. t.

Efter detailplanlægning af forsøgsvirksomheden på arealet er behovet for forsøgsmaterialer beregnet til ca. 500 m³. Hertil kommer materialer til "af-runding" af areal omkring P-plads.

For at analysere markedsmekanismerne ved afsætning af nedknuste materialer er en mængde afhændet til forskellige formål.

500 t blev afhændet til brug ved en baggårdssanering i den nærliggende karré i Hobrogade.

240 t blev afhændet til brug for kranfundament under det efterfølgende byggeri på nedrivningsgrunden.

Indledningsvis havde projektgruppen søgt at afhænde overskudsmaterialer til opfyldning på nedrivningsgrunden. Der var på det tidspunkt besluttet at søge genbrugsmaterialerne afhændet til 42 kr., men jordentreprenøren var ikke interesseret i køb til denne pris.

På grundlag af senere forespørgsler og forhandlinger med forskellige entreprenører med konsulentbistand fra NGC besluttedes at sænke prisen til 30 kr. pr. tons. Herfra skulle trækkes ca. 5 kr. pr. tons til læsning på pladsen.

Salg af ialt 740 tons genbrugsmaterialer har således indbragt projektet kr. 18.500.

5.6 Bemærkninger vedr. projektøkonomi

Ifølge projektgruppens finansieringsplan er der afsat kr. 500.000 til ekstern assistance vedr. gennemførelse af de to demonstrationsprojekter, og det må konstateres, at der til gennemførelse af nedrivningen og knusearbejdet i det første demo-projekt er forbrugt et større beløb end det oprindelige budget på ca. 150.000 kr.

I denne anledning skal fremhæves følgende forhold, som efter projektgruppens vurdering har haft en væsentlig indflydelse på projektøkonomien.

- 1) Der blev aftalt med knuseentreprenøren, NGC, at opstilling af anlæg, betjening og øvrige omkostninger blev afholdt billigst efter regning, idet det tillige blev forudsat, at NGC i lighed med DEMEX og COWIconult var indforstået med en egenfinansiering på 20% af omkostningerne.

På grundlag af den hidtidige knusevirksomhed på Teglholmen og de af NGC indhøstede erfaringer vurderede man, at nedknusning af de nødvendige materialer kunne gennemføres i løbet af en uge.

Da man fra projektgruppens side havde ønske om en detaljeret vurdering af de med knuseprojektet forbundne omkostninger fandt man det ikke hensigtsmæssigt at søge knusningen gennemført på grundlag af et fast tilbud.

- 2) Opstilling af knuseanlæg og tilkørsel af materialer blev igangsat samtidig efter aftale med de implicerede parter, og prøvekørsel forløb uden væsentlige problemer.

Kvaliteten af de knuste materialer blev vurderet som acceptable, jf. Statens Vejlaboratorium. Resultater og vurderinger fra materialeforsøg er beskrevet i delrapport II.

Der viste sig fra mange sider interesse i at aftage nedknuste materialer, hvilket kunne tjene projektet til nytte ved en bedre mulighed for opsamling af erfaringsdata.

Projektet fandt derfor ikke anledning til at foretage en begrænsning af de tilkørte mængder til de for forsøget oprindeligt skønnede nødvendige 1.500 m³.

- 3) Indledningsvis blev der tilkørt blandede bygningsmaterialer med begrænset forurening, og det var hensigten at søge materialerne sorteret i de anførte tre kategorier af materialer. På grund af vanskeligheder med at holde de forskellige fraktioner adskilt

- under nedrivning,
- under oplægning på pladsen, og
- under tilkørsel til knuseanlæg

blev en del af de forskellige materialekategorier sammenblandet, og det var f.eks. nødvendigt at tilkøre ekstra betonbrokker til pladsen.

- 4) Efter en kort indkøring af knuseanlægget begyndte de første skavanker at melde sig. Allerede d. 25.6 måtte transportør og hammerknuser repareres, og de efterfølgende dage var præget af hyppige afbrydelser og driftsforstyrrelser.

Et særligt problem var standsning af transportbånd som følge af ophobning af fine materialer, hvilket krævede frigravning med skovl i mange timer. På et vist tidspunkt blev en "Bobcat" indsat til at fjerne sådanne fine fraktioner.

Driften af anlægget blev indledningsvis hæmmet af mandskabets manglende erfaring i betjening af anlægget.

Der forekom således en lang række uventede driftsstop og effektiviteten nåede sjældent op over 60 t pr. time. Den sidste dag, hvor der knustes rene betonbrokker kom effektiviteten op på 80 t/time.

Det skal endelig fremhæves, at tilkørsel af brokker skete på grundlag af en udpegning af mange mindre bunker, der lå oplagt på selve nedrivningspladsen. Det var således umuligt på forhånd at foretage et realistisk skøn af de udpegede mængder.

Bestemmelse af mængden af de tilkørte materialer var således baseret på skøn, og en egentlig vurdering af de endelige mængder af nedknust materiale var derfor behæftet med en betydelig vanskelighed. Dertil kom, at vægten på anlægget ikke virkede de første uger, hvorfor man ikke havde en præcis opgørelse af de knuste materialer.

Det skal endelig konstateres, at der i høj grad savnes en tilbundsgående undersøgelse af den reelle knuseeffektivitet af det anvendte anlæg, og at der savnes en dybde i viden og erfaring vedr. udnyttelse af sådanne anlæg.

5.7 Miljøforhold

Under nedrivningen blev man ikke konfronteret med miljømæssige spørgsmål af betydning.

Der har på intet tidspunkt været klaget over støv. Kun i et tilfælde blev der klaget over støj og kun i forbindelse med hugning af beton på lørdage samt ved for tidlig opstart på hverdage.

I forbindelse med knusning blev der foretaget lydmåling, og det fremgik af målingerne, at de nærmeste boliger inden grusbunkerne voksede sig store belastedes med et udendørs støjniveau på $L_{Aeq} = 74$ dB. Dette svarer til et indendørs niveau på ca. 50 dB. Målerapport fremgår af bilag 5.

En typisk gene fra knuseanlæg er støvemission. Knuseanlægget var forsynet med et effektivt virkende støvabsorptionsanlæg. Desuden var anlægget udstyret med sprinkleranlæg, således at støvforekomster blev effektivt dæmpet. Til trods for at knusning gennemførtes i sommerperiode med solskin og blæst, nåede støvdannelse aldrig at blive noget problem.

Et særligt problem var sikring af børns leg i bunkerne. Under knuseprocessens opstart blev der foretaget indhegning og afmærkning af området.

Efter knusnings ophør og specielt efter afhentning af materialer udbød bunkerne en vis fare for sammenskred, hvorfor det var nødvendigt at forhindre indtrængen på området.

Projektgruppen vurderer generelt, at miljøproblemerne ikke havde en større indflydelse på gennemførelse af projektet. Det må dog nævnes, at der konstateres betragtelige støjniveauer fra knusningen.

6. FORELØBIG VURDERING AF RESULTATER

Efter gennemførelse af fase 1 og 2 af det første demo-projekt konstaterer projektgruppen, at projektets formål indtil videre er opfyldt, idet det er lykkedes at indhente en detaljeret viden om de processer, der er knyttet til traditionel nedrivning og håndtering af bygningsaffald.

Projektgruppen konstaterer, at en kildesortering af bygningsaffald kræver betydelig tid og forståelse hos de i nedrivningsentreprisen involverede parter. Det konstateres endvidere, at sortering af nedrivningsmaterialer med maskine kræver omhu, dygtighed og forståelse hos den enkelte maskinfører. Der konstateres således behov for en **bedre uddannelse af maskinførere i nedrivningsbranchen**, såfremt de optimale genbrugsmaterialer skal opnås.

Det er samtidig konstateret, at der savnes en grundlæggende erfaring og udvikling vedr. udnyttelse af mindre knuseanlæg i mobil indsættelse. Såvel fabrikantens tekniske specifikationer, som anlæggets ejeres vurdering af anlæggets kapacitet i en mobil funktion ligger hinsides realiteterne.

Sammenholdt med tidligere erfaringer fra andre nedrivningsprojekter og knusning af nedrivningsmaterialer, **finder projektgruppen anledning til at pege på nødvendigheden af en mere detaljeret undersøgelse af mindre mobile knuseanlæg og deres effektivitet specielt under danske forhold.**

Projektgruppen konstaterer, at der blandt de medvirkende ingeniører og entreprenører til tider har forekommet betydelige divergenser vedr. vurderinger af ydelser og mængder. Dette taler for en bedre uddannelse og oplysning om forhold, der har indflydelse på udbud og gennemførelse af nedrivningsentrepriser.

Projektgruppen kan endelig konkludere, at man ved afslutning af fase 2 af det første demo-projekt har indhøstet en informationsmængde og opnået resultater, der vurderes som meget tilfredsstillende, og af væsentlig værdi for andre nedrivningsprojekter.



Fig. 1. Kortudsnit visende lokaliteter for demo-projekt 1

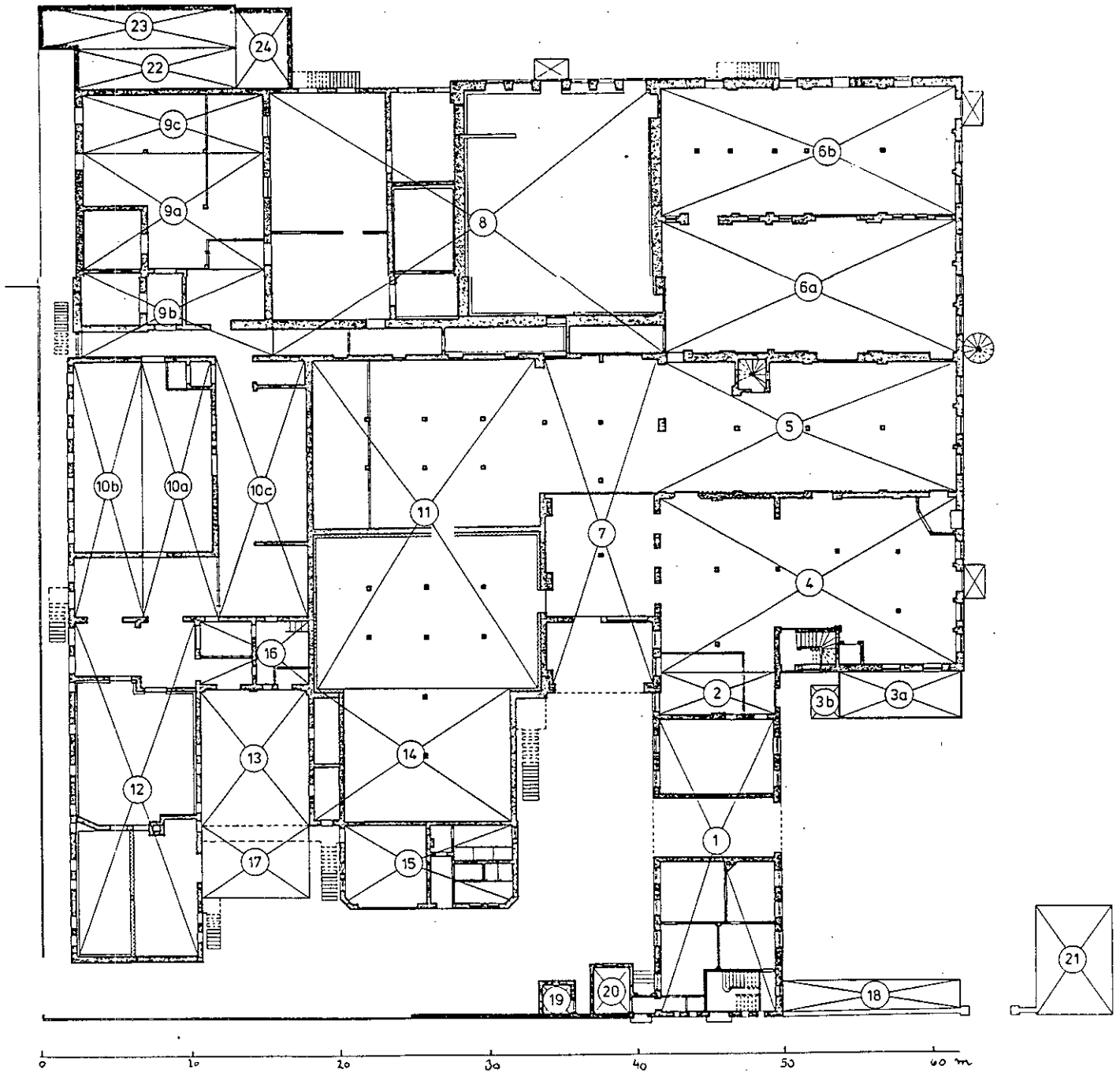


Fig. 2. Københavns Salatfabrik, situationsplan stueetage.

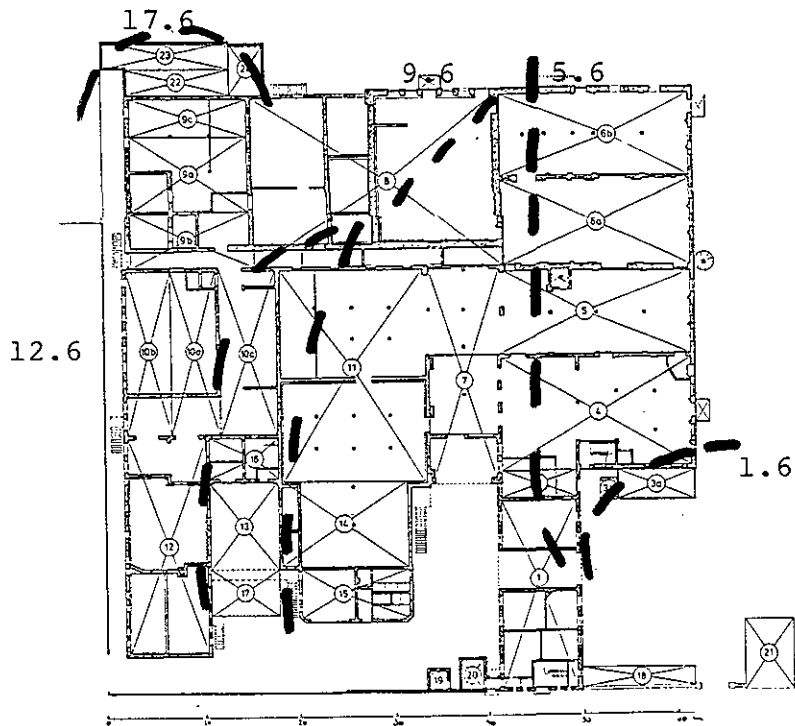
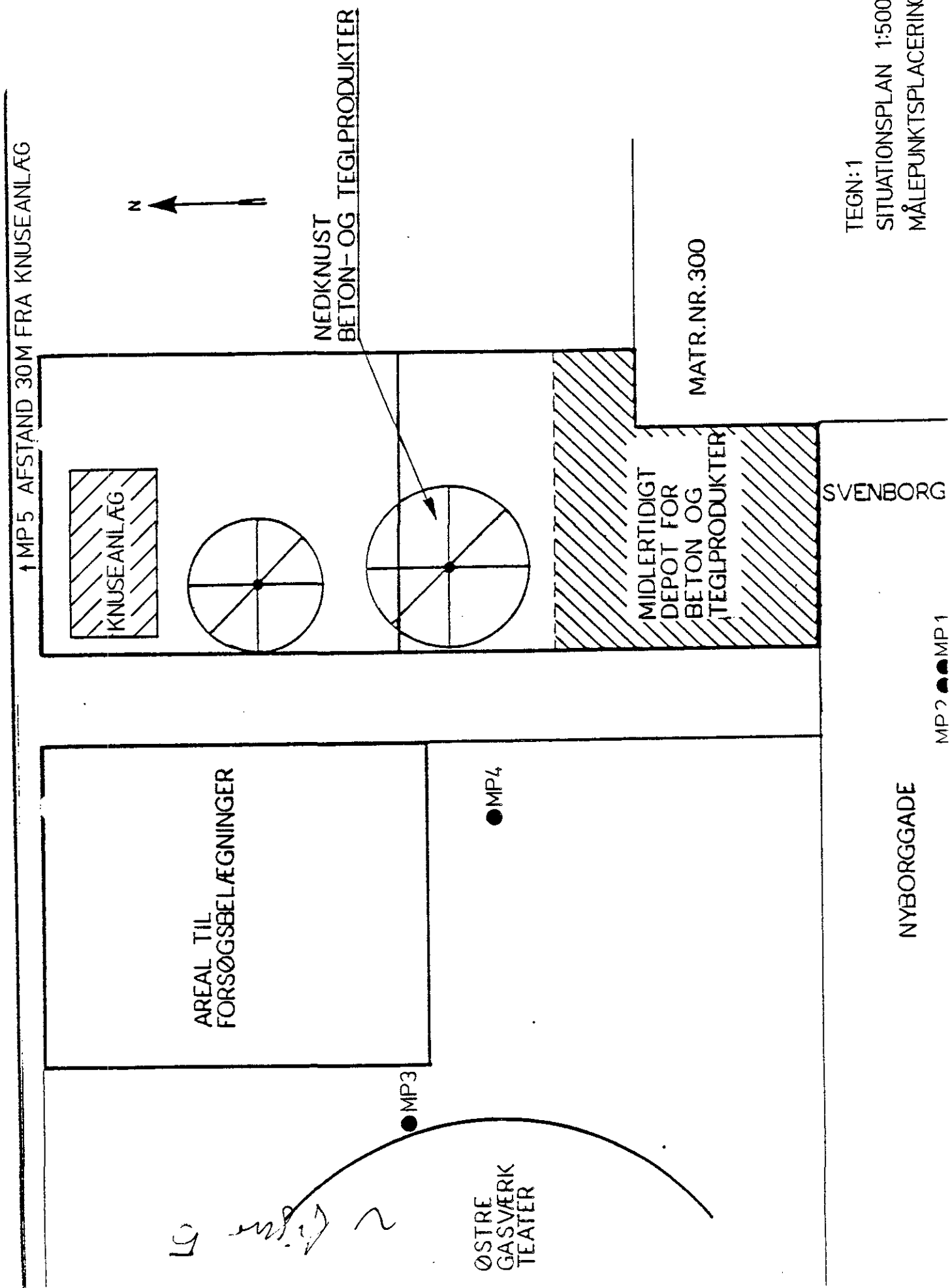


Fig. 3. Skitse visende nedrivningsarbejdet fremdrift

| Uge | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aktivitet | | | | | | |
| Nedrivning m. gravemaskine | _____ | | | | | |
| Sortering | _____ | | | | | |
| Bortkørsel af bl. affald | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Deponering på knuseplads | | | | | _____ | _____ |
| Rydning og afretning af plads | | | | | | _____ |

Fig 4. Diagram visende nedrivningsarbejdet forsk. faser.

Fig. 5



TEGN:1
 SITUATIONSPLAN 1:500
 MÅLEPUNKTSPACERING

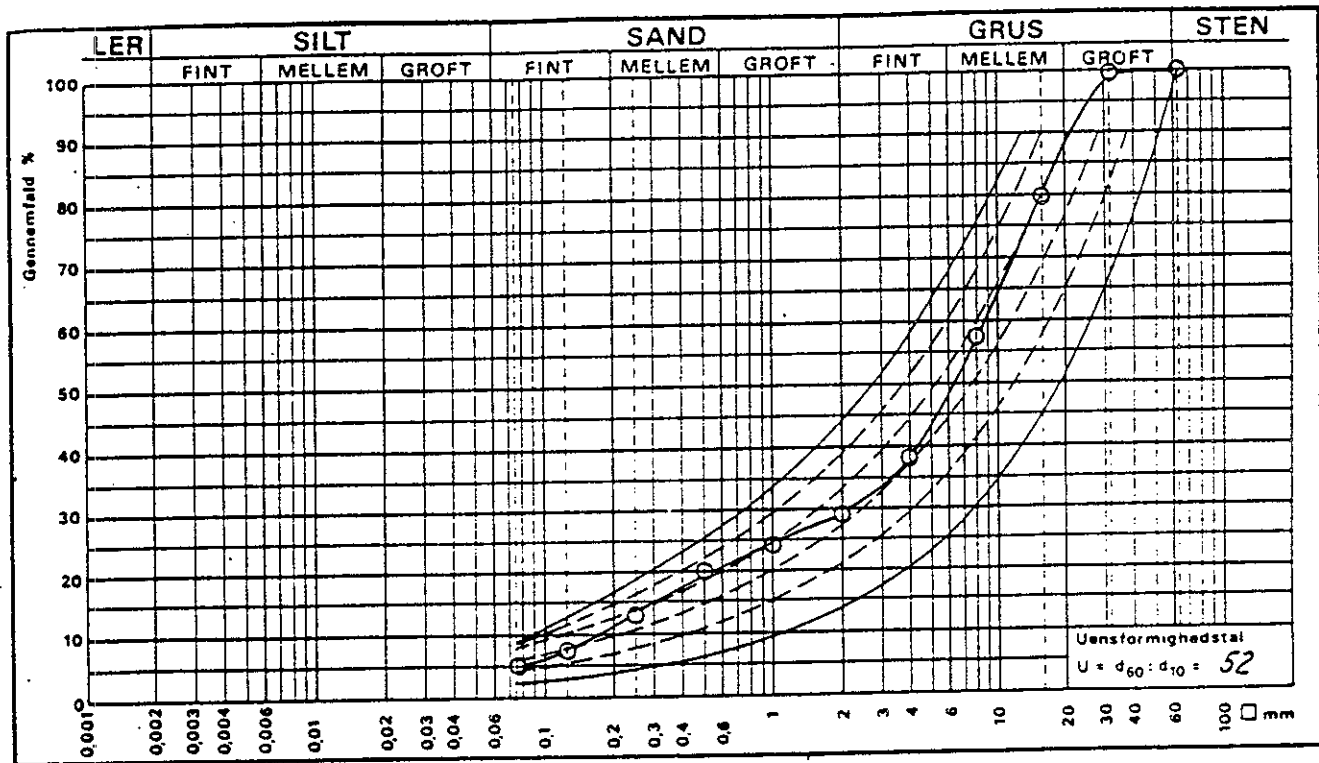


Fig. 6. Kornkurve. Prøve udtaget af Statensvejlaboratorium

Bilag 1 til foreløbig rapport demo-projekt 1.



Foto 1. Kbh. Salatfabrik set fra sydøst før nedrivning

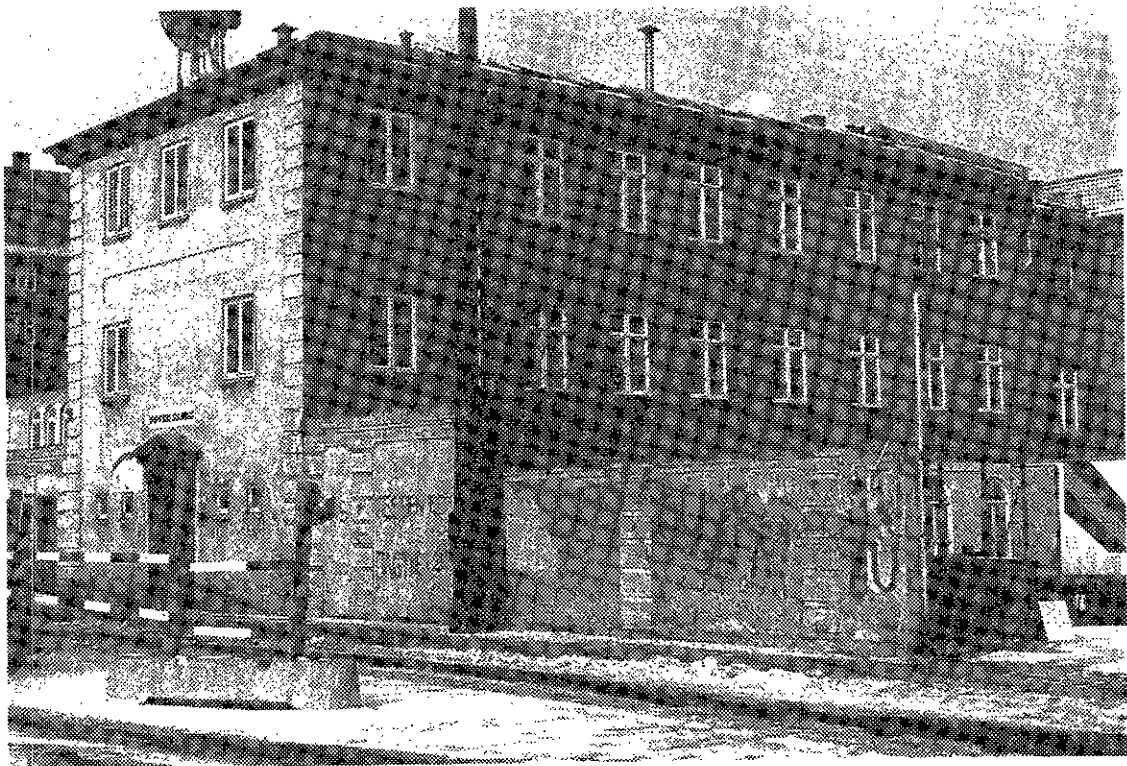


Foto 2. Fabrikken set fra Strandboulevarden marts 1987

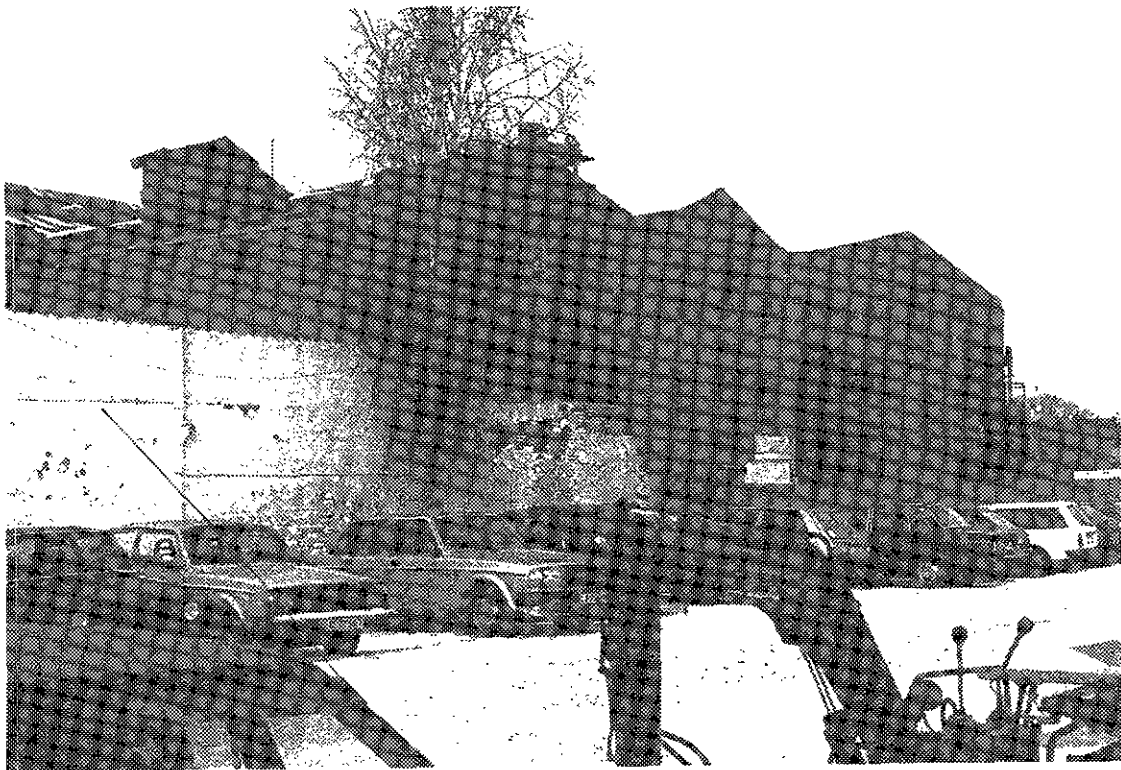


Foto 3. Fabrikken set fra nordøst før nedrivning



Foto 4. Fabrikken set fra sydøst før nedrivning

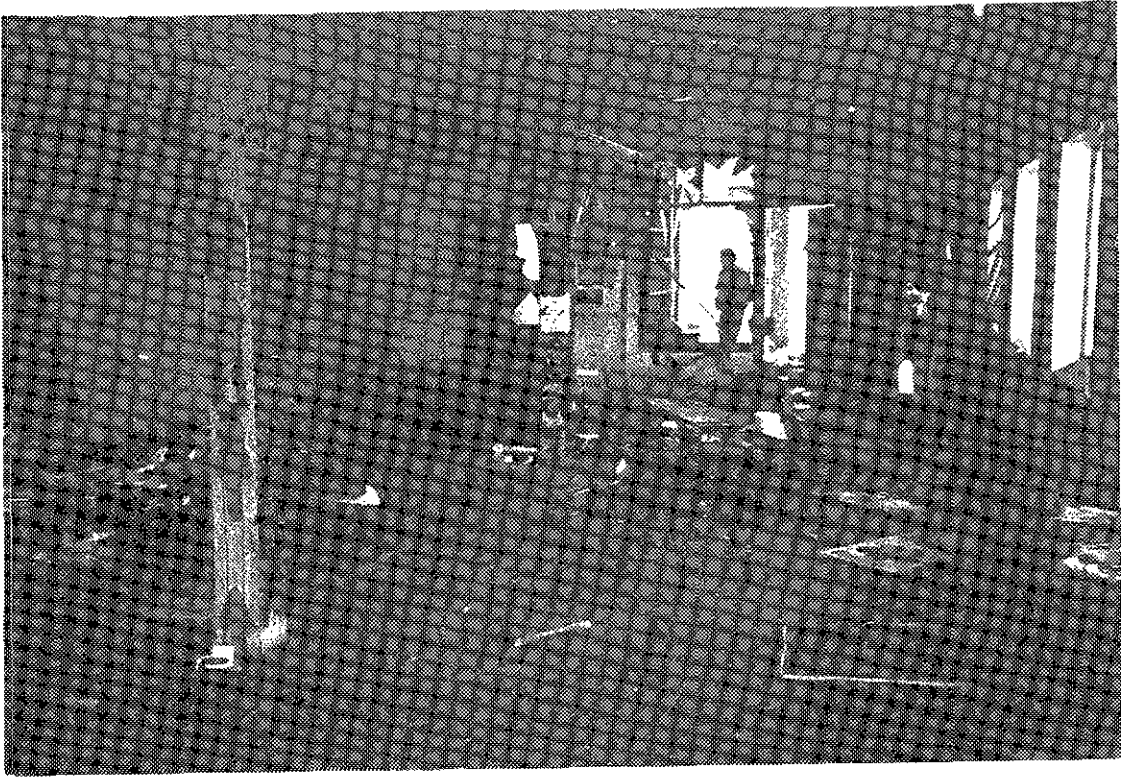


Foto 5. Fabrikkens indre efter de "sidste beboere"

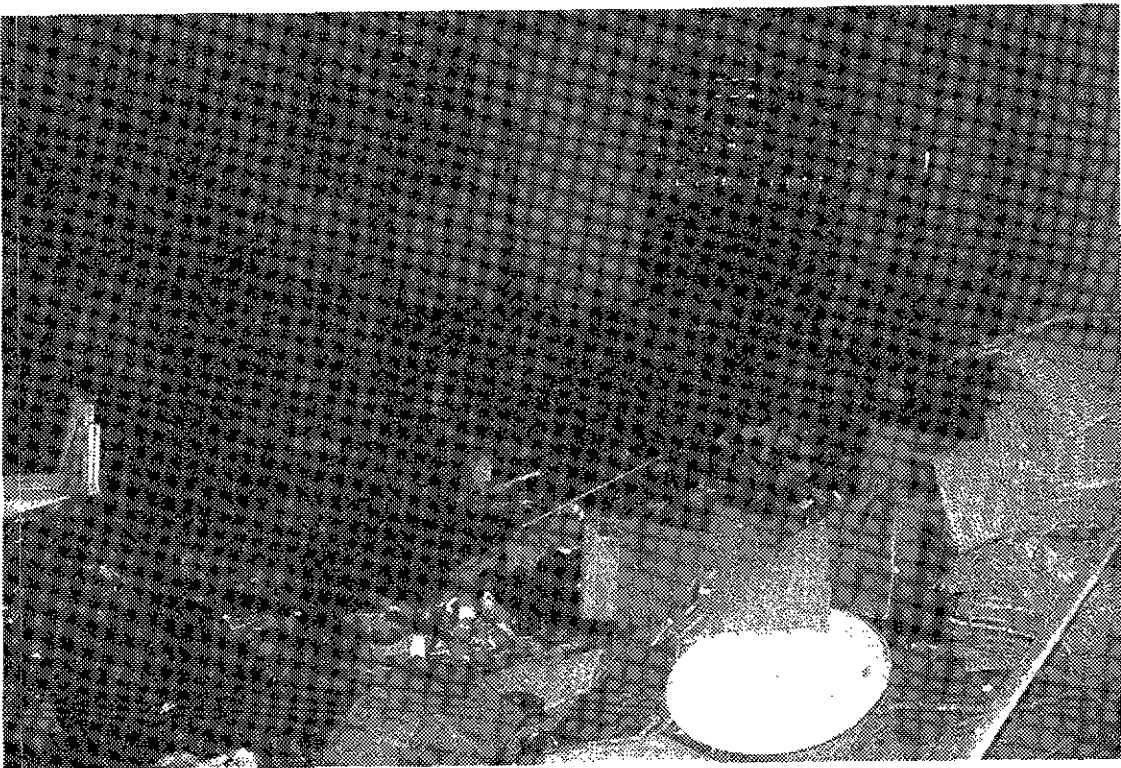


Foto 6. Efterladt affald

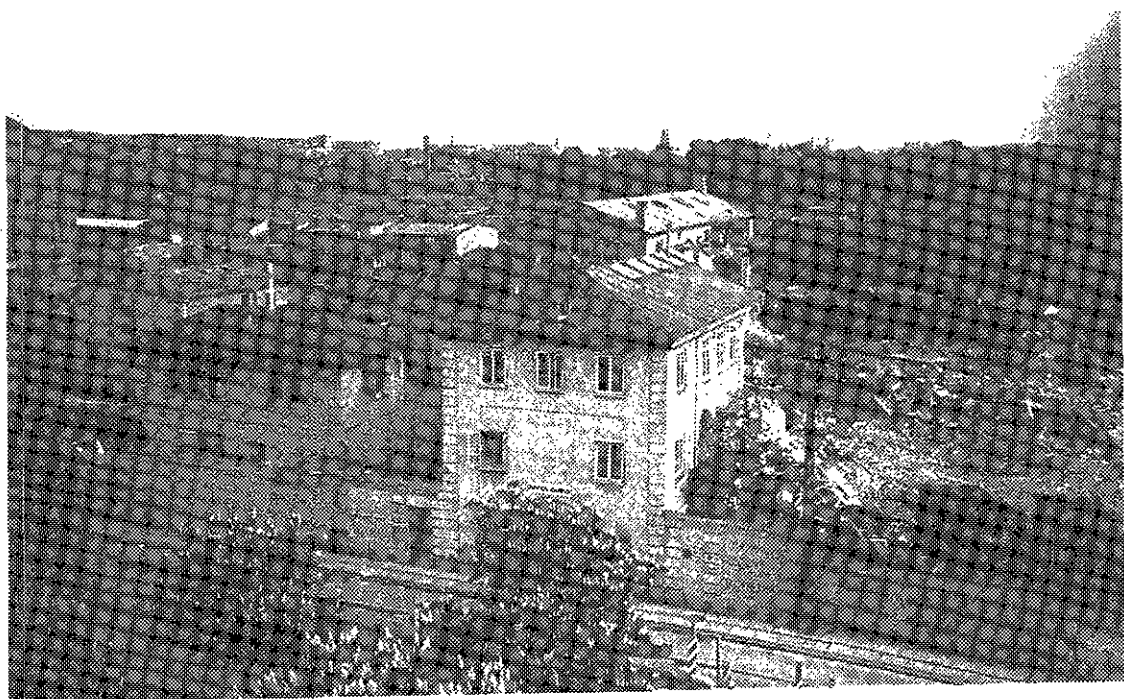


Foto 7. Start af nedrivning d.3. juni.

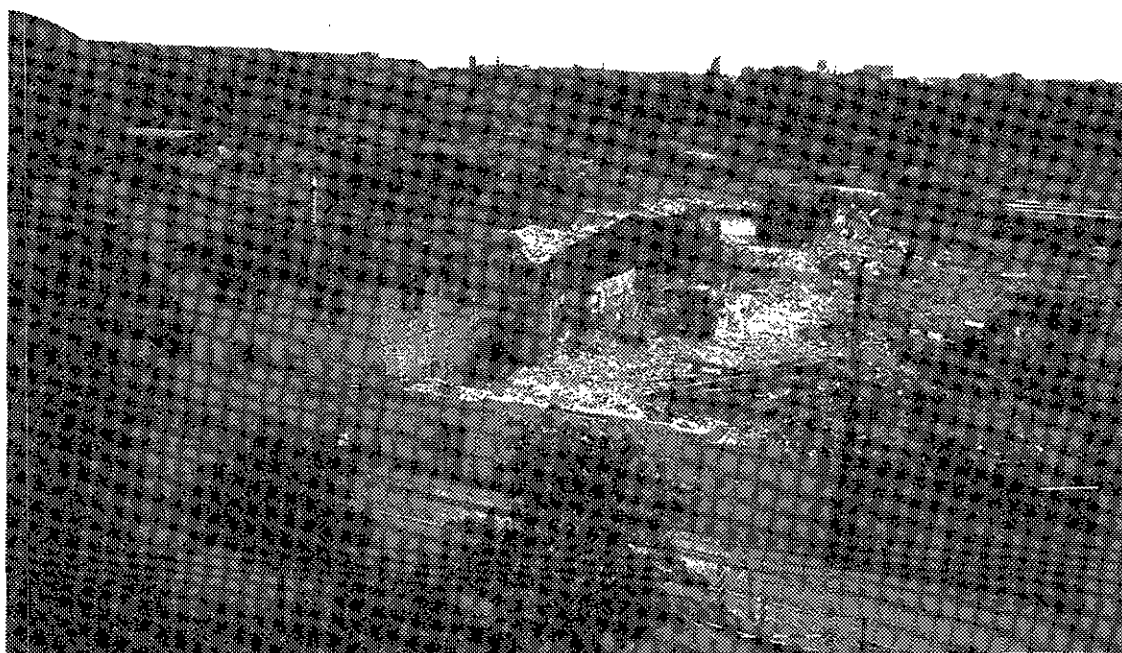


Foto 8. Nedrivning d. 9. juni



Foto 9. Nedrivning d. 12. juni



Foto 10. Nedrivning d. 16. juni



Foto 11. Nedrivning. Støvdæmpning med vand



Foto 12. Nedrivning. Bemærk gravemaskine på dæk

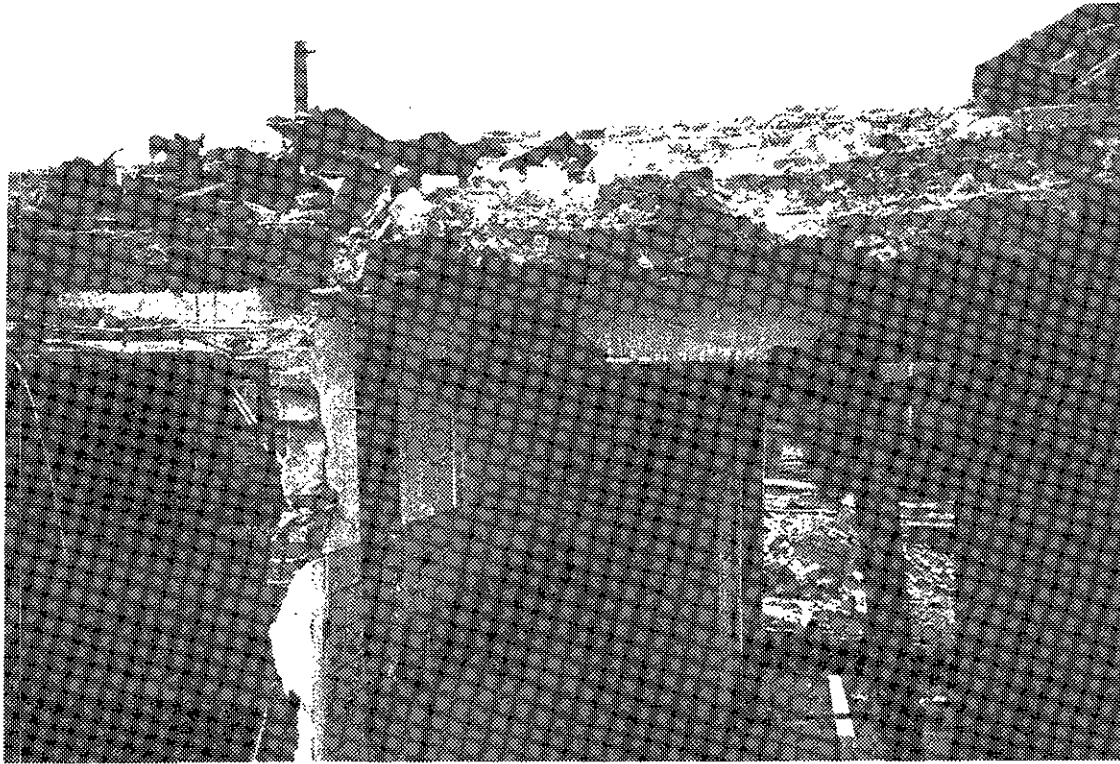


Foto 13. Etage dæk med genbrugsbeton og gl. jernbaneskinner

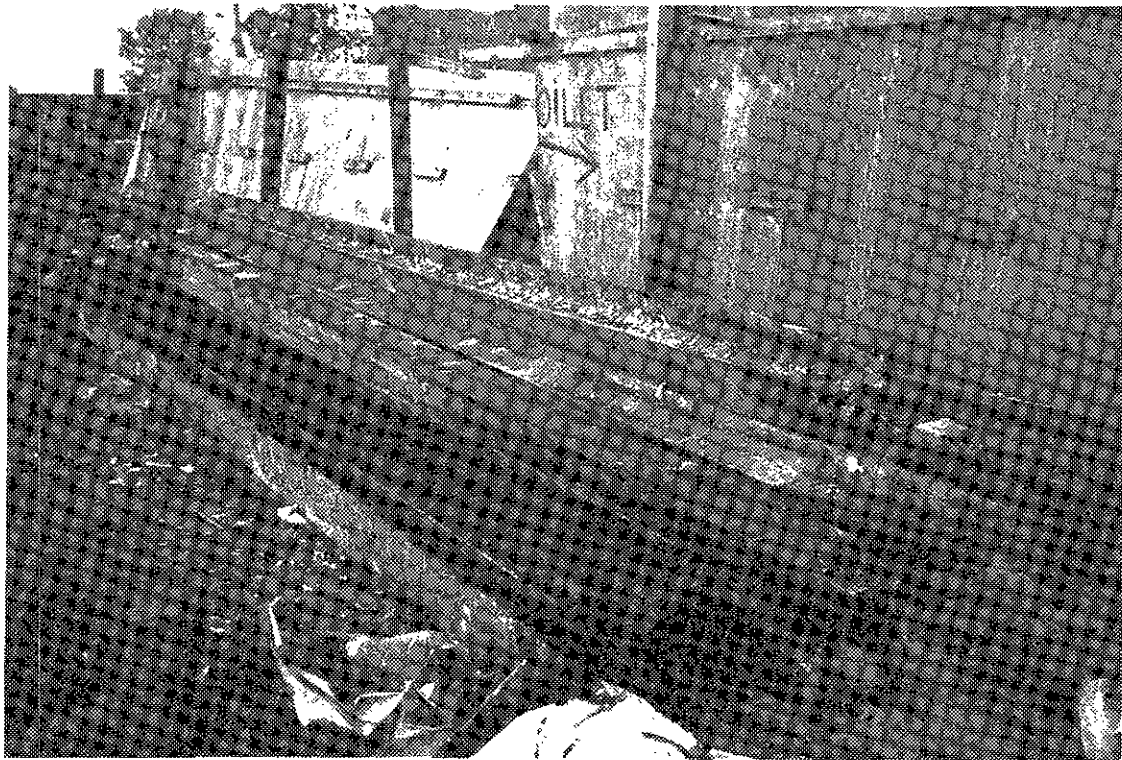


Foto 14. Udtagne profiljern til genbrug

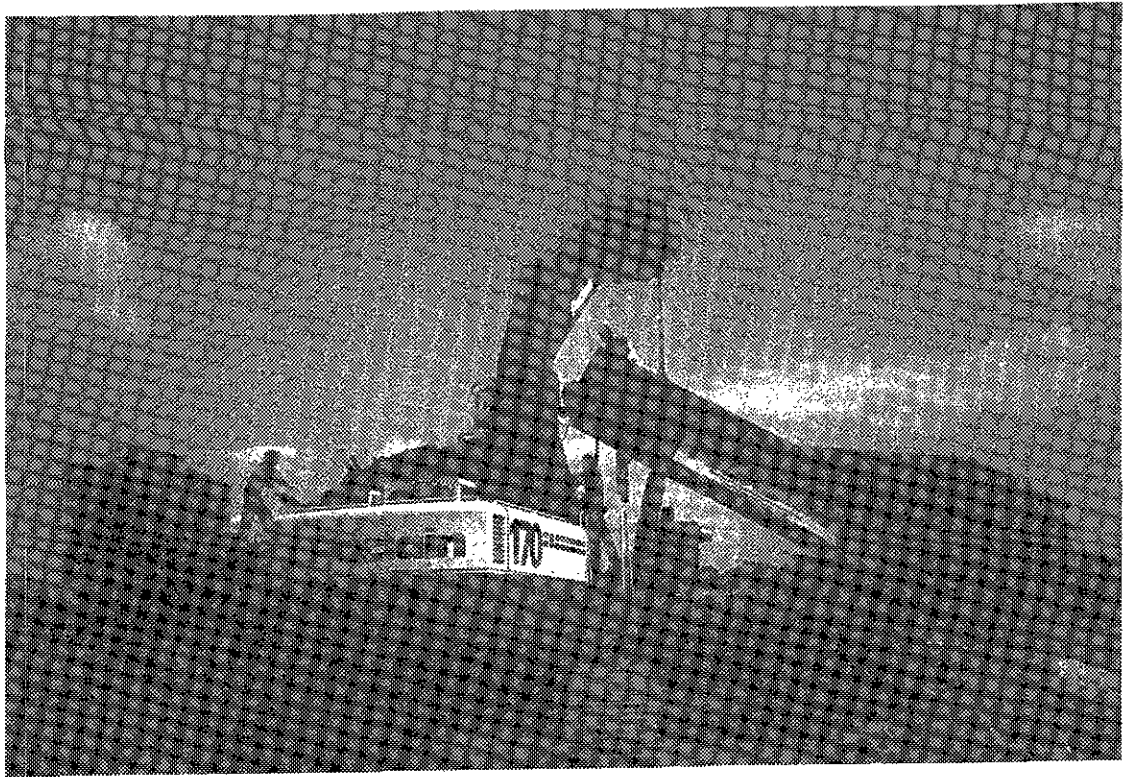


Foto 15. Montage af knuseanlæg d. 22. juni

Foto 16. Start af knusning d. 24 juni





Foto 17. Start af knusning d. 24. juni

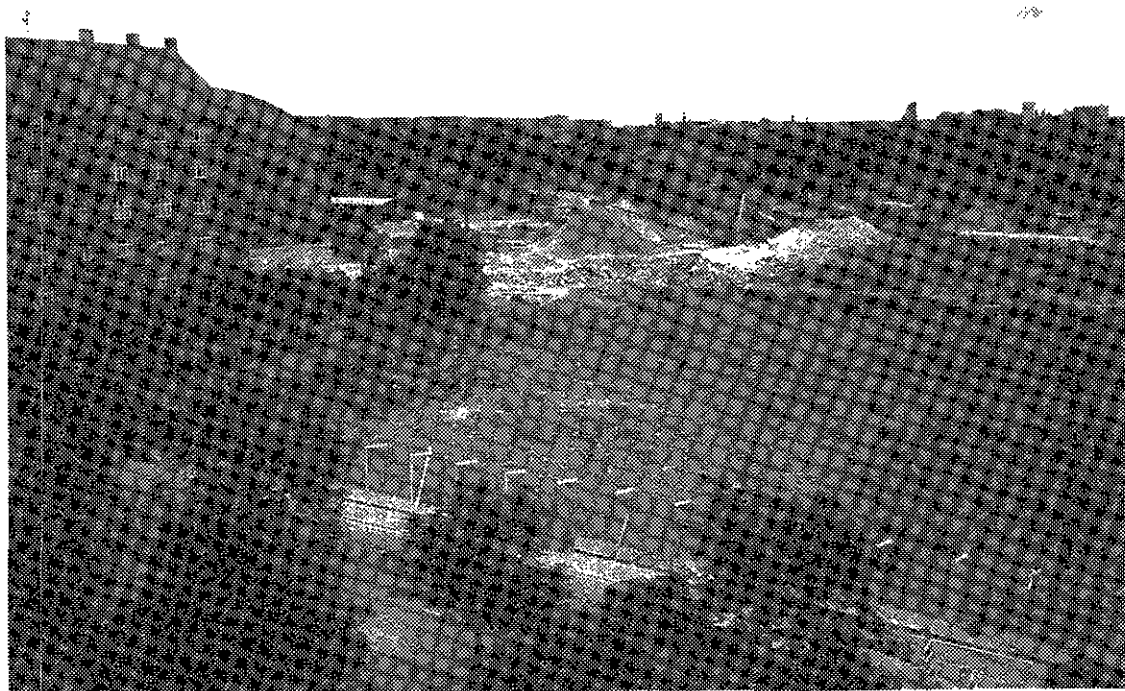


Foto 18. Nedrivningspladsen afleveret, start af knusning d. 8.7



Foto 19. Frasorterede træ- og skrotmaterialer

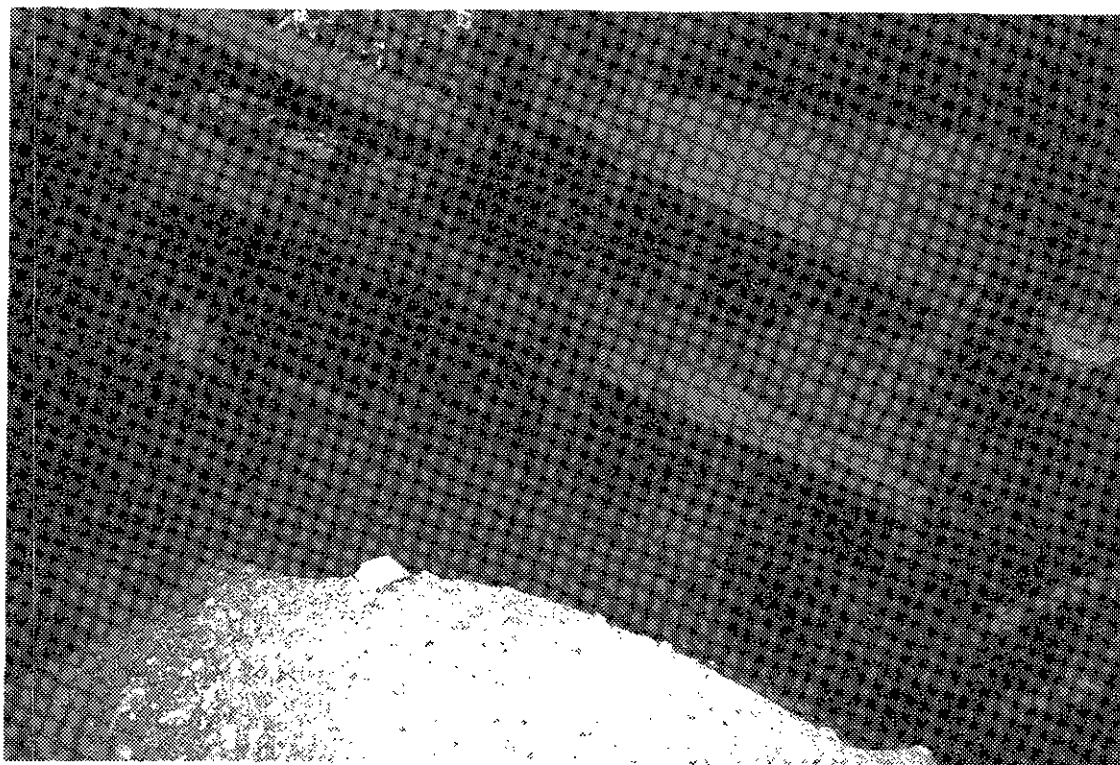


Foto 20. "Tilsandet" transport under frigravning

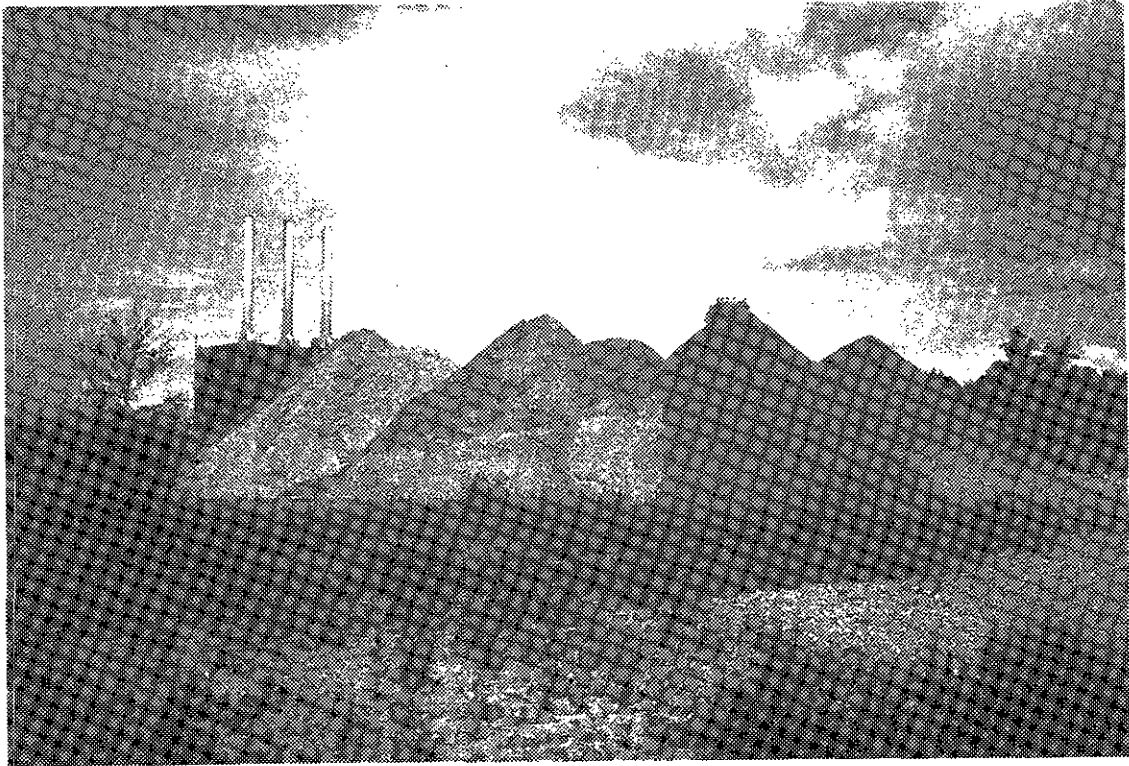
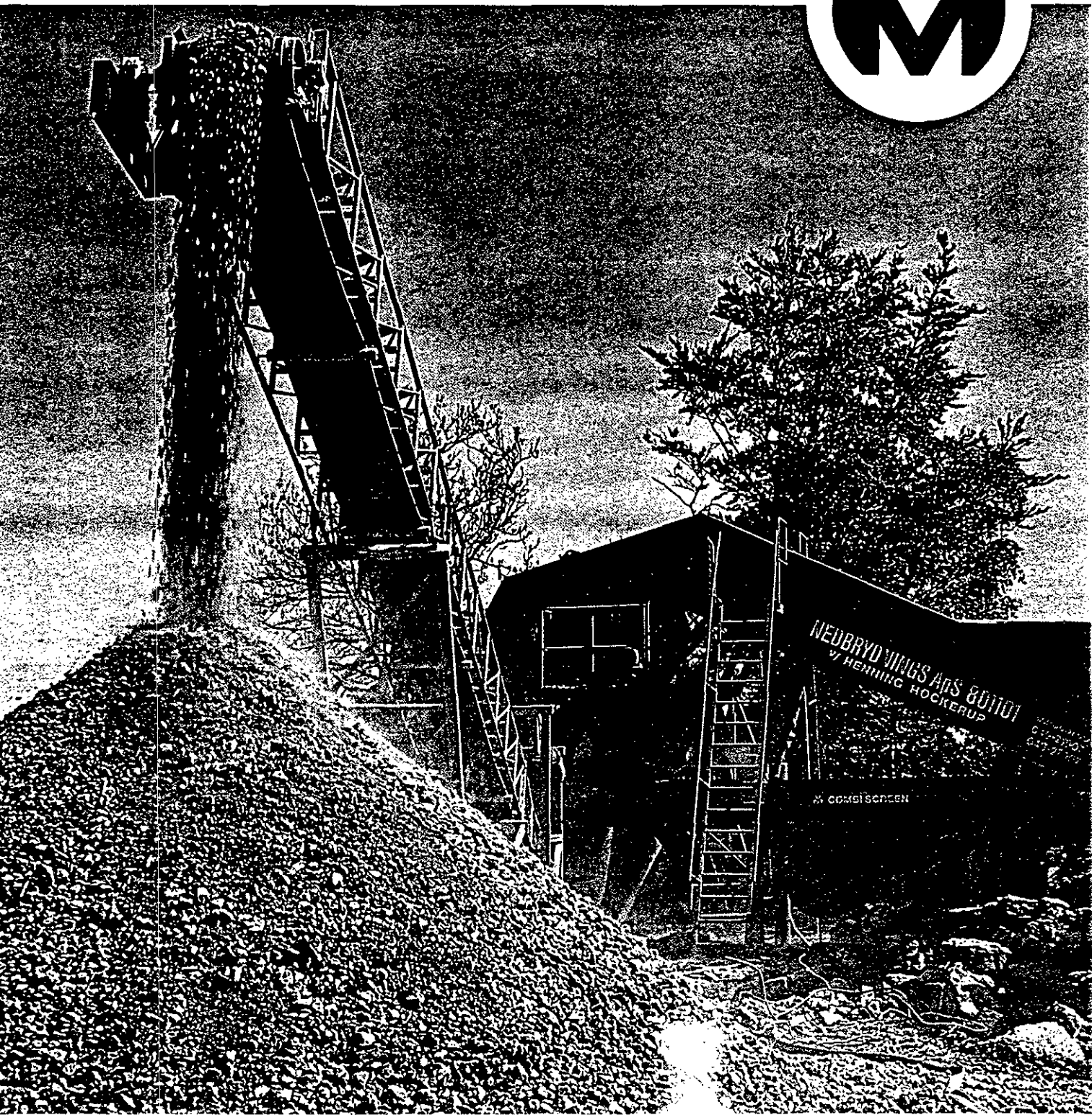


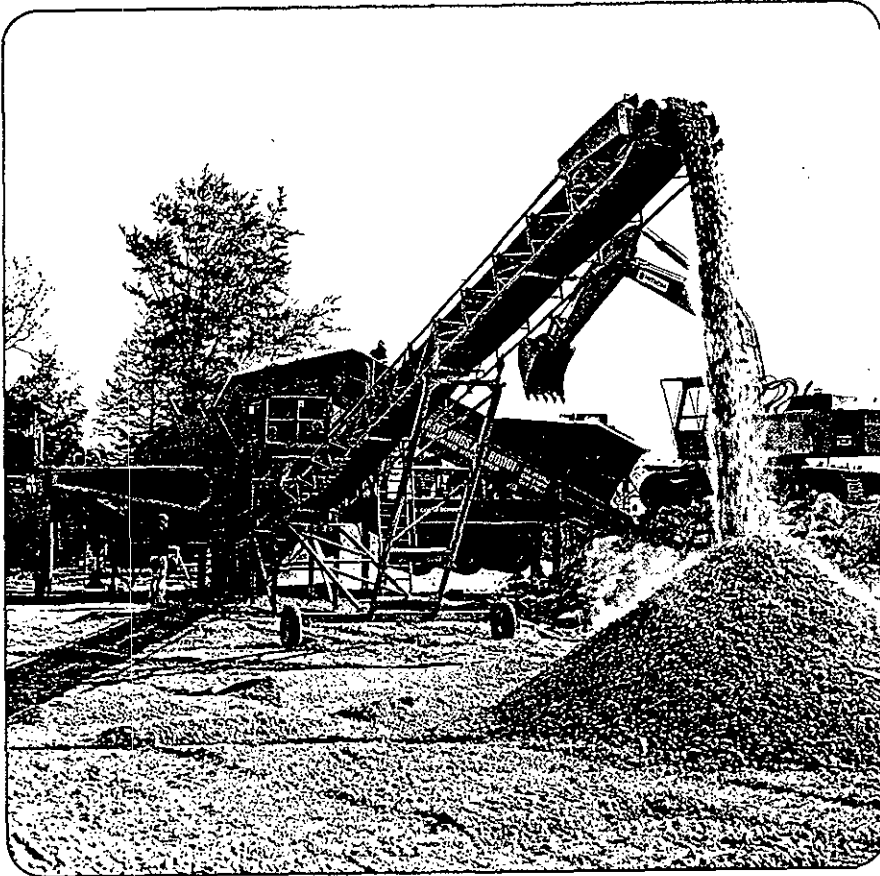
Foto 21. Nedknuste materialer efter afslutning af knusning

COMBI SCREEN DANREC GENBRUGSANLÆG



COMBI SCREEN type DANREC

er udviklet for at opfylde kravet om et fuldt mobilt genbrugsanlæg, der kan nedknuse nedbrydningsmaterialer som mursten, teglsten, beton med og uden jernarmering, samt asfalt, med stor kapacitet.



VM-DANREC genbrugsanlæg klarer nedknusning af nedbrydningsmaterialer og asfalt med størrelser op til $1 \times 0,5$ m, med en kapacitet på ca. 120-180 tons/time. De nedknuste materialer har vist sig at være af god kvalitet.

Beton med jernarmering kan, som andre materialer, nedknuses. Knuseren er specielt konstrueret sådan, at jernarmering gennemløber i knuseren, og v.h.a. magnetseparator udtages af det færdige materiale.

Opbrudt, gammelt asfalt eller størknet overproduktion fra asfaltværker kan med fordel gennemkøres i anlægget, hvorved et nedknust materiale på 0 til f.eks. 18 mm er anvendeligt for tilsætning i op til 40-50% i nyfremstilling af asfalt. Udover de rent kommercielle fordele ved at genanvende nedbrydningsmaterialer og asfalt, er et COMBI-SCREEN genbrugsanlæg et bidrag til et bedre miljø, samt en bedre ressource-udnyttelse.

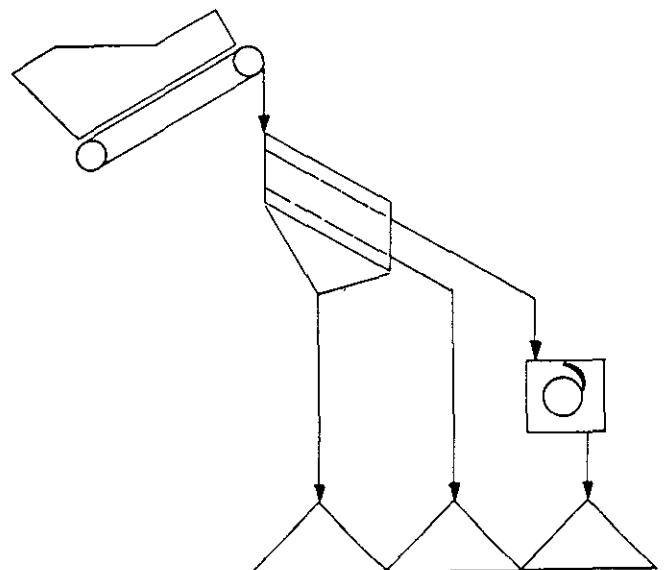
Anlægget kan også bruges til knusning af naturmaterialer. Man må i så tilfælde påregne en mindre kapacitet, samt en mindre fødematerialestørrelse.

Driftsmetode: Råmaterialerne aflæsses i en fødesilo, hvorfra de doseres med en reverserbar – og i hastighed variabel – lamelskrabeføder. Materialerne kører over en forsigtige (scalper) med 2 dæk, hvor alt mindre end 50 mm går gennem øverste dæk, og resten over 50 mm går til knuseren af typen Impact. Det materiale, der gik gennem sigten, deles igen i fint og grovere materiale. Det fine passerer gennem nederste dæk og kan køres til lagerbunke. Det grovere kan enten løbe sammen med det fine eller køre bypass ved knuseren, alt efter behov og ønske.

Efter knusning opfanges materialet under knuseren i en elektromagnetisk føder, der videredoserer til et lagerbånd.

Der kan efter ønske anbringes magnetseparator på lagerbåndet til borttagning af jern.

I mange tilfælde vil der være behov for at eftersortere det færdige materiale til forskellige fraktioner. Dette kan løses ved tilslutning af et VM-COMBI-SCREEN standard sorteringsanlæg type LD.

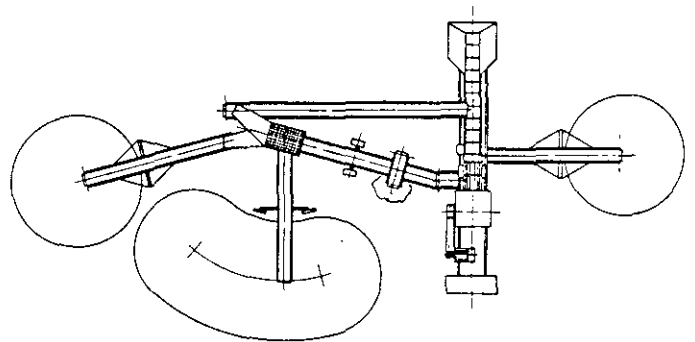
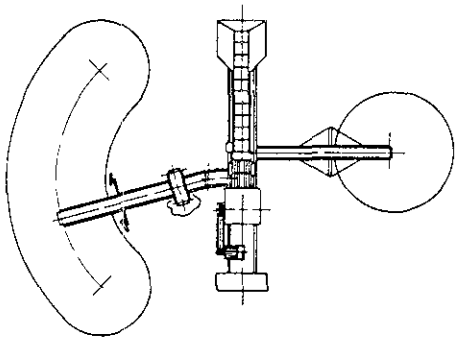




Vognchassis'et er konstrueret af kraftige IPE profiler, der giver vognen den ønskede stabilitet. Tre aksler med 12 pneumatisk dæk type 1000 x 20 x L36 bærer vognen under transport. Transporttrækket er ved kongetap. Anlæggets dimensioner muliggør let transport og opstilling på driftssted ved hjælp af 4 hydrauliske løfteben. Til stabilise-

ring under drift er maskinen forsynet med 8 kraftige støtteben.

En hydraulikstation på anlægget driver lamelføderen og stemplerne for løft og sænk af fødekasse til drifts- og transportstilling, samt til åbning og lukning af knuser for service.



For at opnå den største genanvendelse af nedknuste materialer, kan VM-DANREC sammenbygges med eftersorteringsanlæg tilpasset efter ønskede antal fraktioner på det nedknuste materiale. I eksempel 1 er vist en standard-opstilling af VM-DANREC uden eftersorteringsanlæg. I eksempel 2 er vist en VM-DANREC sammensat med et COMBI-SCREEN type LD sigteanlæg for tre sorteringer.

Fødekaske:

10 m³.
 Udført af 10 mm plade.
 Påmonteret lamelføderen.

Lamelføder:

Længde: 8 m.
 Bredder: 1150 mm.
 Lamelhøjde: 40 mm.
 Reversibel.
 Trinløs hastighedsregulering.
 Hydraulisk drevet.

Scalper:

1,25 x 2,1 m.
 2 dæk.
 El-drevet.

Knuser:

Type Impact.
 Knuserstørrelse og -fabrikat i.h.t.
 kundeønske.
 (Foto: Hazemag AP-S 1313, indtag
 725 x 1360 mm).

Føder under knuser:

Elektromagnetisk.
 2000 x 1250 mm.
 Kapacitet 180 tons/time.
 Motor 2 x 1,1 kW.

Chassis:

IPE 600 profiler.
 Tre aksler med 12 hjul, bremses på 2
 aksler.
 Dæktype 1000 x 20 x L36.
 4 hydrauliske løfteben.
 8 støtteben.

Hydraulikstation:

15 HK motor driver lamelføder, støtteben, hy-
 draulikkylindere for hævnning og sænkning af fø-
 dekaske og scalper til transportstilling, samt for
 åbning og lukning af knuser for service.

EKSTRAUDSTYR**Dieselgenerator:**

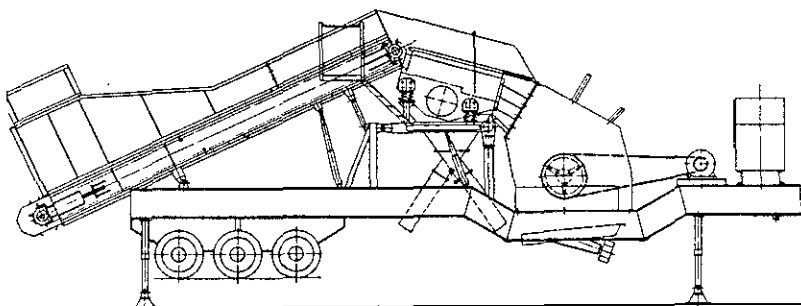
For uafhængig drift kan der på chassis' et monte-
 res dieselgenerator for strøm til knuser og hy-
 draulikstation samt lagertransportører.
 (Foto: DAF/220 KVA).

Lagertransportører:

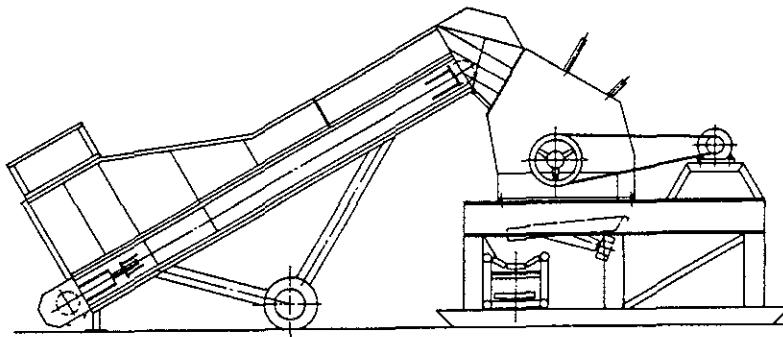
Alt efter behov kan anlægget forsynes med
 transportører, der fører materialerne fra knuser
 og sigte til lagerbunke.

Magnetseparator:

Ved knusning af jærnermet beton kan monte-
 res en magnetseparator.

Mobilt anlæg**Tekniske data, med Hazemag AP-S 1313 knuser.**

| | |
|--------------------------|-------------------|
| Kapacitet: | 120-180 tons/time |
| Totalvægt: | 45 tons |
| Transportlængde: | 14 m |
| Transportbredde: | 2,8 m |
| Transporthøjde: | 4 m |
| Motor for knuser: | 150 hk |
| Motor for hydr. station: | 15 hk |
| Motor for scalper: | 10 hk |
| Motor for vibr. føder: | 2 x 1,5 hk |

Stationært anlæg

Hvor der ikke stilles krav om en hurtig flytning af anlægget fra plads til plads, kan det leveres som stationært. Det stationære anlæg kan løftes i sektioner ved transport. Ovenstående tegning viser et anlæg uden scalper, hvorved alt materiale går gennem knuseren. Anlægget kan dog også leveres med scalper.

COMBI[®]
SCREEN

Vedbysønder Maskinfabrik International A/S

Genanvendelse af nedrivningsprodukter

Støj fra knuseanlæg

Rapport august 1987

Cowiconsult
Rådgivende Ingeniører AS
Parallevej 19
2800 Lyngby

Genanvendelse af nedrivningsprodukter

Støj fra knuseanlæg

I forbindelse med prøvekørsel af knuseanlæg har vi den 24/6-1987 foretaget målinger af støjen fra anlægget i forskellige positioner. Desuden målttes støjen den 14/7-1987, hvor store grusbunker skærmede for støjen.

Målingerne foretoges for dels at bestemme støjniveauet ved de nærmeste boliger dels for at bestemme anlæggets lydeffektniveau.

1. Måleobjekt

Anlægget består af en læssemaskine og en knusemaskine. Med læssemaskinen (gravko) flyttes nedrivningsprodukterne over i knuseanlægget, hvor de via en vibratorsigte går til knuseren.

Efter knusningen løber det sønderdelte materiale til en vibratorsigte, hvorfra det materiale, som ikke er knust tilstrækkeligt, returneres til knuseren, og resten løber til opsamlingsbunke.

Anlæggets primære støjkilder er dieselmotor, knuser, vibratorsigter samt læssemaskine.

Knuseanlægget er placeret på et areal øst for Østre Gasværk, jfr. tegn. nr. 1.

2. Målinger

2.1 Målepositioner

Der målttes i fem positioner omkring knuseanlægget.

1. 2 m foran facaden af Nyborggade 40, stuen.
2 m over fortov og ca. 90 m fra anlæg.

2. 0,2 m foran facaden af Nyborggade 40, 4. sal.
12 m over fortov og ca. 90 m fra anlæg.
3. 2 m foran facaden på Østre Gasværk.
2 m over terræn og ca. 65 m fra anlæg.
4. Midt på pladsen sydvest for knuseanlæg i afstanden
ca. 45 m. 2 m over terræn.
5. Nord for knuseanlæg i afstanden ca. 30 m.
2 m over terræn.

Terrænet syd og sydvest for knuseanlægget bestod af blandet græs-, grus- og asfaltarealer.

Nord for anlægget var der græsarealer.

Der var uhindret sigt fra alle målepositionerne til knuseanlægget under målingerne den 24/6.

Under målingerne den 14/7 skærmede store grusbunker (6-8 m høje) for støjen i målepos. 3 og 4. Målepos. 1 var delvist afskærmet.

2.2 Målemetode

Målinger den 24/6-87:

I alle positionerne blev der foretaget en A-vægtet båndoptagelse af totalstøjen for senere analyse i laboratoriet. Der blev anvendt en lydtrykmåler B&K type 2221 og en båndoptager Sony TC-D5M.

I laboratoriet blev det energiækvivalente A-vægtede lydniveau L_{Aeq} bestemt over typisk 2-3 min. Samtidig blev støjens tidsmæssige variation udskrevet på skriver B&K type 2317.

Støjens frekvensmæssige sammensætning pr. 1/1 oktav blev ligeledes bestemt.

Målinger den 14/7-87:

L_{Aeq} blev målt med lydtrykmåler B&K type 2221 over ca. 5 min.

3. Målebetingelser

Målingerne blev foretaget den 24/6-87 i tidsrummet kl. 14-15 og den 14/7-87 i tidsrummet kl. 11-11.30.

Knuseanlægget var i normal drift i de perioder, hvor der blev målt.

Den 24/6-87 var vejret skyfrit og blæsende fra nordøst (3-4 m/s). Den 14/7-87 var der svag vind fra skiftende retninger. Baggrundsstøjen i området var væsentligt svagere end støjen fra knuseanlægget, og således uden betydning.

4. Måleresultater

I nedenstående tabel er de målte værdier af L_{Aeq} i dB angivet for hver måleposition under normal drift af knuseanlæg og lassesmaskine.

| Målepos. | L_{Aeq} , målt uden skærmning | L_{Aeq} , korrigeret fritfeltværdi uden skærmning | L_{Aeq} , målt med skærmning |
|----------|---------------------------------|---|--------------------------------|
|----------|---------------------------------|---|--------------------------------|

| | | | |
|---|----|----|----|
| 1 | 71 | 68 | 69 |
| 2 | 74 | 71 | - |
| 3 | 73 | 70 | 64 |
| 4 | 74 | 74 | 63 |
| 5 | 76 | 76 | - |

Støjens tidsmæssige variation i målepos. 1 og 5 uden afskærmning fremgår af bilag 2.

Det fremgår af målingerne, at de nærmeste boliger inden grusbunkerne vokser sig store belastes med et udendørs støjniveau på $L_{Aeq} = 74$ dB. Dette svarer til et indendørs niveau på ca. 50 dB.

Den frekvensmæssige sammensætning af støjen i målepos. 1, 4 og 5 uden afskærmning fremgår af bilag 3.

Etableringen af de store grusbunker foran knuseanlægget ses at reducere støjen væsentligt i målepos. 3 og 4 (9-11 dB). Der var ikke sigt til nogen del af de støjende anlæg fra disse to positioner.

Der kunne fornemmes et støjbidrag stammende fra reflektioner af støjen fra vibratorsigten i boligblokken langs Nyborgvej.

I målepos. 1 var kun en del af knuseanlægget afskærmet. Der var sigt til vibratorsigten og læssemaskinen. Støjafskærmningen ses at være begrænset (2 dB).

5. Bestemmelse af lydeffektniveau

Lyddæmpningen pr. 1/1 oktav fra støjkilde (knuseanlæg) til måleposition uden afskærmning er beregnet under anvendelse af den nordiske beregningsmodel for industristøj, jfr. rapport fra LI nr. 32/1982.

På grundlag af de målte støjniveauer og lyddæmpningen pr. 1/1 oktav er der for hver måleposition bestemt et lydeffektniveau for knuseanlægget. De beregnede A-vægtede lydeffektniveauer L_{WA} fremgår af nedenstående tabel.

| Målepos. | L_{WA} i dB |
|----------|---------------|
| 1 | 117 |
| 2 | 119 |
| 3 | 116 |
| 4 | 117 |
| 5 | 117 |

Det gennemsnitlige A-vægtede lydeffektniveau beregnes til $L_{WA} = 117$ dB.

Det gennemsnitlige A-vægtede spektrum pr. 1/1 oktav fremgår af nedenstående tabel.

| | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Hz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
| dB(A) | 102 | 104 | 107 | 109 | 112 | 111 | 106 | 97 |

Der må regnes med en usikkerhed på ca. +/- 3 dB på bestemmelsen af lydeffektniveauet primært som følge af meteorologiske og terrænmæssige usikkerheder.

Der bemærkes dog en god overensstemmelse mellem de beregnede lydeffektniveauer.

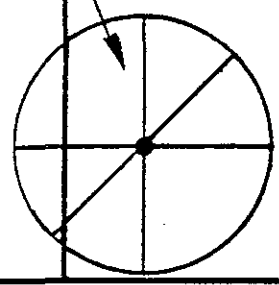
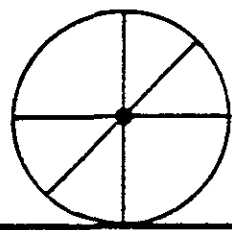
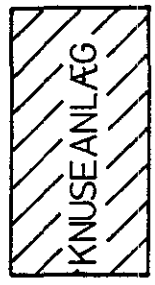
Lyngby, 1987.08.27

Jørgen Vasehus Madsen

↑ MP5 AFSTÅND 30M FRA KNUSEANLÆG



NEDKNUST
BETON- OG TEGLPRODUKTER



MIDLERTIDIGT
DEPOT FOR
BETON OG
TEGLPRODUKTER

MATR.NR.300

SVENBORG

AREAL TIL
FORSØGSBELÆGNINGER

● MP3

ØSTRE
GASVÆRK
TEATER

● MP4

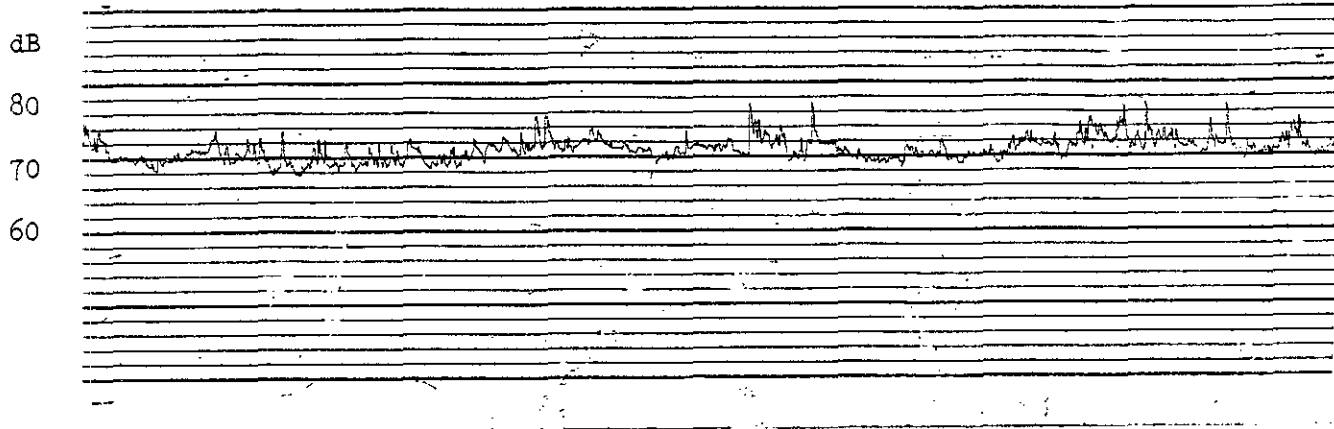
NYBORGGADE

MP2 ●● MP1

TEGN:1
SITUATIONSPLAN 1:500
MÅLEPUNKTSPACERING

Mp 1

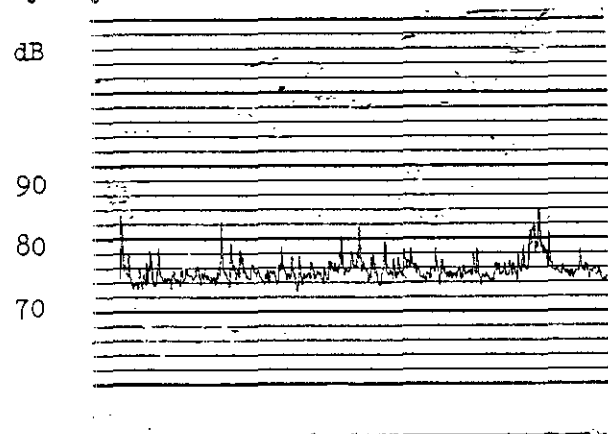
A - vægtet
lydtrykniveau



Skriverhastighed 1 mm/sek

Mp 5

A - vægtet
lydtrykniveau



Skriverhastighed 1 mm/sek

Bilag 2

Støj fra knuseanlæg.

Niveauskriverudskrifter
i mp 1 og mp 5.

RMS - Fast.

Støj fra knuseanlæg i 3 positioner.

A-vægtet støjniveau pr. 1/1 oktav i dB re. 2×10^{-5} N/m²

