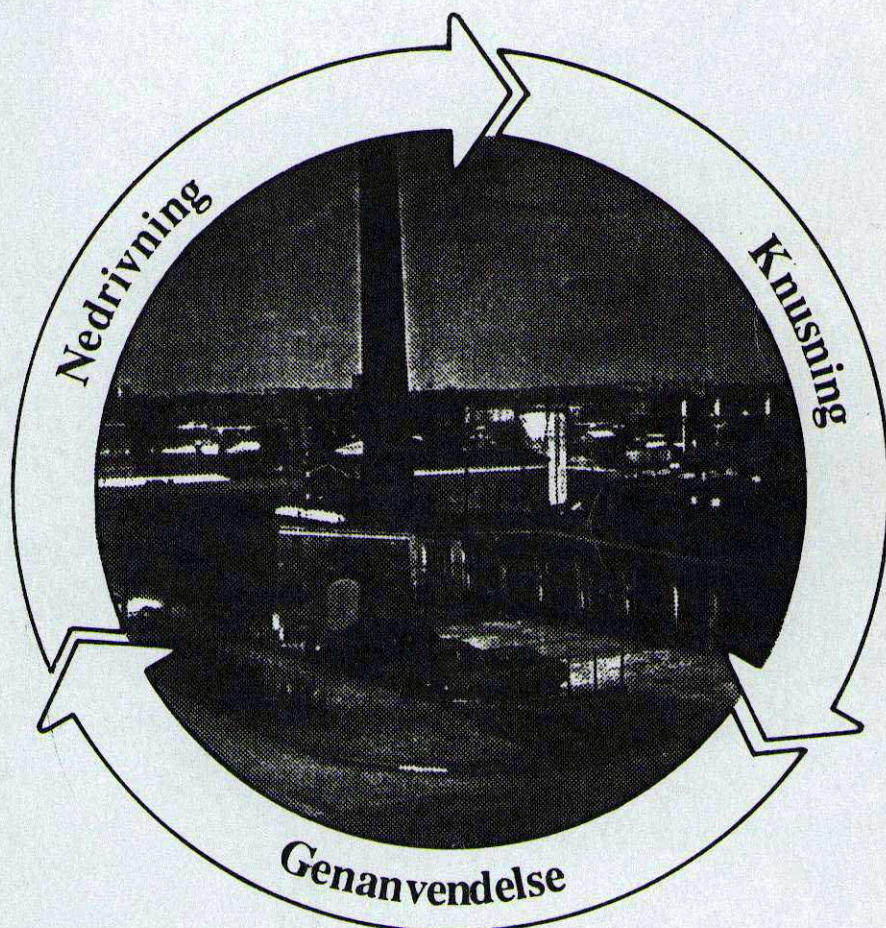


Nedrivning af bygningskonstruktioner og genanvendelse af nedrivningsprodukter

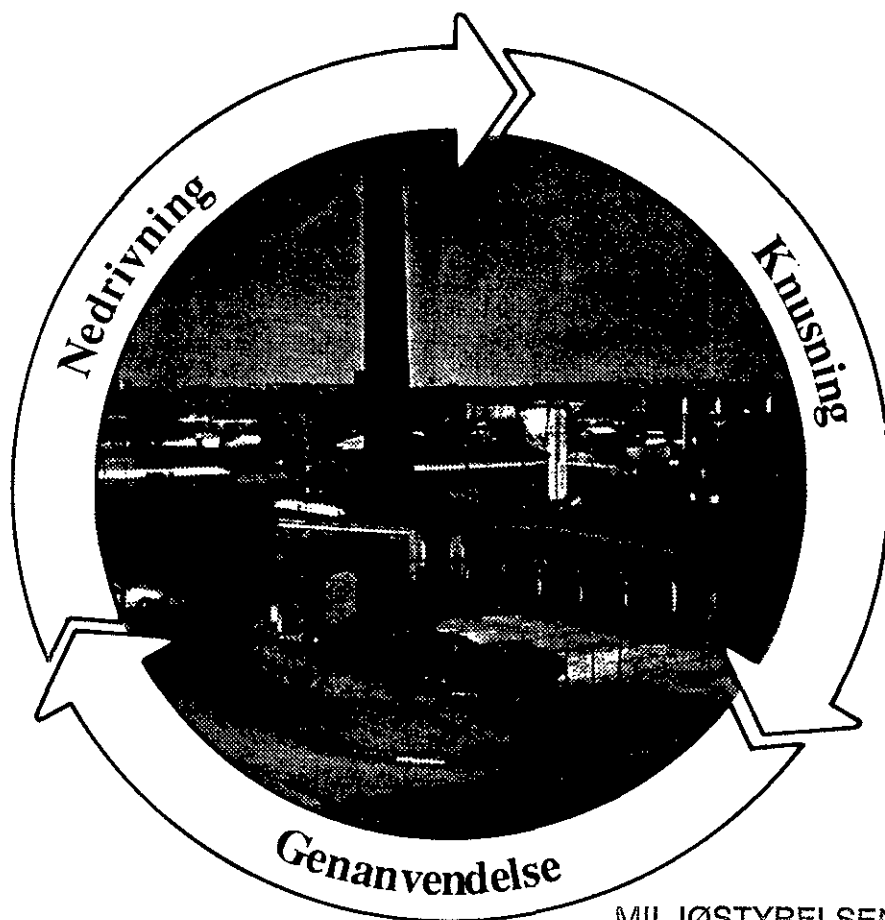
Bilag 3: Nedrivning af Århus Dampvaskeri



Oktober 1988

Nedrivning af bygningskonstruktioner og genanvendelse af nedrivningsprodukter

Bilag 3: Nedrivning af Århus Dampvaskeri



Oktober 1988

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
STRANDGADE 29
1401 KØBENHAVN K

INDHOLDSFORTEGNELSE

Side

1.	Indledning	1
1.1	Baggrund	1
1.2	Formål	2
2.	Udvælgelse af demo-projekt	3
2.1	Beskrivelse af Frederiksbjerg Vest	3
2.2	Egnethed	4
2.3	Lokalisering af mellemedeponi og myndighedsbehandling	5
3.	Planlægning af demonstrationsprojekt	7
3.1	Forudsætninger	7
3.2	Udbud og licitation	9
3.3	Accept og opstart af entreprisen	9
4.	Gennemførelse af nedrivning	11
4.1	Entrepriseforløb	11
4.2	Arbejds- og maskinydelser	13
4.3	Afhændelse og deponering	14
4.4	Nedrivningsmetode	20
4.5	Miljøundersøgelse	24
5.	Knusning og genanvendelse af brokker	25
5.1	Forudsætninger	25
5.2	Knusning og genanvendelse	25
5.3	Knuseanlæggets effektivitet	30
5.4	Miljøforhold	33
6.	Økonomi	35
6.1	Nedrivning	35
6.2	Knusning	36
7.	Erfaringer	38
7.1	Planlægning	38
7.2	Nedrivning	40
7.3	Knusning	40
8.	Bilagsfortegnelse	42

1. INDLEDNING

1.1 Baggrund

Som en del af projektet "Nedrivning af bygningskonstruktioner og genanvendelse af nedrivningsprodukter" har den af COWIconsult og DEMEX nedsatte projektgruppe i tiden september 1987 - juli 1988 gennemført fase 1, 2 og 3 af delprojekt I, demo-projekt 2, jfr. projektansøgning pkt. 4.3.1. Endvidere har følgende parter været mere eller mindre implicerede i gennemførelsen af demo-projektet:

Nedrivning

Bygherre	: Århus kommune Stadsarkitektens kontor P. Nørgaard
Rådgiver	: I. Lykke Kristensen AS Rådgivende Ingeniører J. Larsen
Entreprenør	: Brdr. Nielsen Nedbrydningsfirma P. Nielsen

Mellemdponering

Tangkrogen, fyldplads	: Århus Amtskommune K. Tamstorf
Tangkrogen, fyldplads	: Århus kommune Hygiejnisk afdeling H. Lundby
Affaldsdeponering	: Århus kommune Renovationssektionen T. Truelshøj
Tangkrogen, genanvendelse	: Århus kommune Park- og Kirkegårdsforvaltning O. Skou Rasmussen

2.

Nordhavnen : Århus Havnevæsen
G. Deding

Knusning

Knuseanlæg : AJ-Genbrug
Aksel Jensen, Ry
F. Jensen.

Demogruppen

DEMEX
Rådgivende Ingeniører A/S
E. K. Lauritzen

COWiconsult
Rådgivende Ingeniører AS
P. Thorn

1.2 Formål

Demo-projekt 2 sigter på ekstern genanvendelse af brokker af beton og tegl. Fase 1 omhandler udpegning og planlægning af nedrivning. I fase 2 udføres nedrivningen, mens fase 3 drejer sig om nedknusning af brokker og udførelse af materialeforsøg og opgørelser.

2. UDVÆLGELSE AF FREDERIKSBERG VEST

2.1 Beskrivelse af Frederiksbjerg Vest

Projektet omfatter en del af karré 64, matr. nr. 802^{bb}, 802^{cx} og 802^{cy}, som ifølge Århus kommunes byfornyelsesforslag skulle nedrives efter 1988-01-01.

På de to førstnævnte matrikler fandtes det tidligere Århus Dampvaskeri, hvor de ældste bygninger formentlig er opført omkring århundredeskiftet. Hovedbygningen skal bevares og fremtidig anvendes til beboerhus. På den tredje matrikel fandtes mindre værksteder og garager.

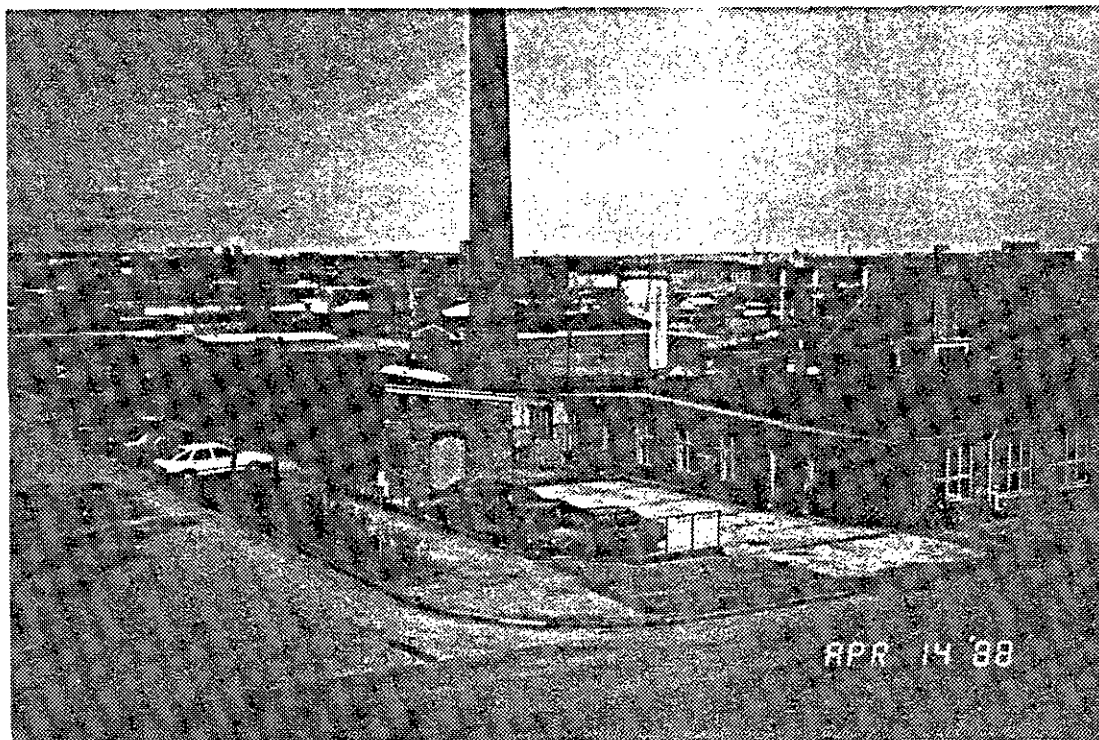


Foto nr. 1
Århus Dampvaskeri før nedrivning

Bebyggelsen var 1-etages lavt murstensbyggeri, fremdeles med flade tage og tage med lille rejning.

I alt omfattede nedrivningen ca. 1.880 etagemeter.

Bygningerne ejedes af Århus kommune. Stadsarkitektens kontor er bygherre for nedrivningen og for det efterfølgende institutionsbyggeri, som projekteres af I. Lykke Kristensen, rådgivende ingeniørfirma.

2.2 Egnethed

Den nævnte bebyggelse repræsenterede en for tiden ganske almindelig byggeskik og materialevalg. Nedrivningen skønnedes ikke forbundet med problemer af nogen art. Der var således tale om et traditionelt nedrivningsprojekt af beskeden størrelse.

Hensigten med demonstrationsprojektet var en repræsentativ kortlægning af netop de forhold, der vedrører nedrivning af typiske bygninger og genbrug af typiske bygningsmaterialer, specielt beton, tegl, træ m.v.

I betragtning af at projektgruppen allerede havde bearbejdet et større nedrivningsprojekt med nedknusning af større mængder tegl og beton på stedet, var det ønskeligt at kunne undersøge et mindre projekt og til gengæld gå mere i dybden vedrørende selektiv nedrivning, sortering og deponering af alle bygningsmaterialer.

Samtidig ønskede projektgruppen at undersøge forholdene vedrørende ekstern genanvendelse af beton og tegl. Dette indebar borttransport af materialerne, oplægning i depot og nedknusning med henblik på genanvendelse et helt andet sted end ved Frederiksbjerg Vest.

Et gunstigt resultat af projektet ville kunne udnyttes under de efterfølgende nedrivningsarbejder i kvarteret, og der ville være store muligheder for genanvendelse af de nedknuste materialer i kvarterets fremtidige stianlæg m.v.

2.3 Lokalisering af mellemdeponi og myndighedsbehandling

Allerede i september 1987 drøftedes muligheder for mellemdeponi placeret tæt på nedrivningen. I november afholdtes møde med Århus kommune, Hygiejnisk afdeling. Her blev forskellige muligheder diskuteret, og eneste mulighed var den eksisterende miljøgodkendte fyldplads i Tangkrogen. Amtskommunen kunne acceptere mellemdeponering af brokker på den godkendte fyldplads. Derimod kunne samme instans ikke acceptere knusning af brokkerne uden tilladelse efter Miljølovens §5.

Projektgruppen mente ikke at anlægget var godkendelsespligtigt det pågældende sted. Ved en anke til Miljøsturelsen fik man medhold i at særlig godendelse af knusningen ikke var nødvendigt i dette tilfælde. Dette var begrundet i, at knusningen dels foregik på en godkendt fyldplads og dels var et led i et forsøgsprojekt hvor der kun var behov for en midlertidig opstilling af knuseanlægget.

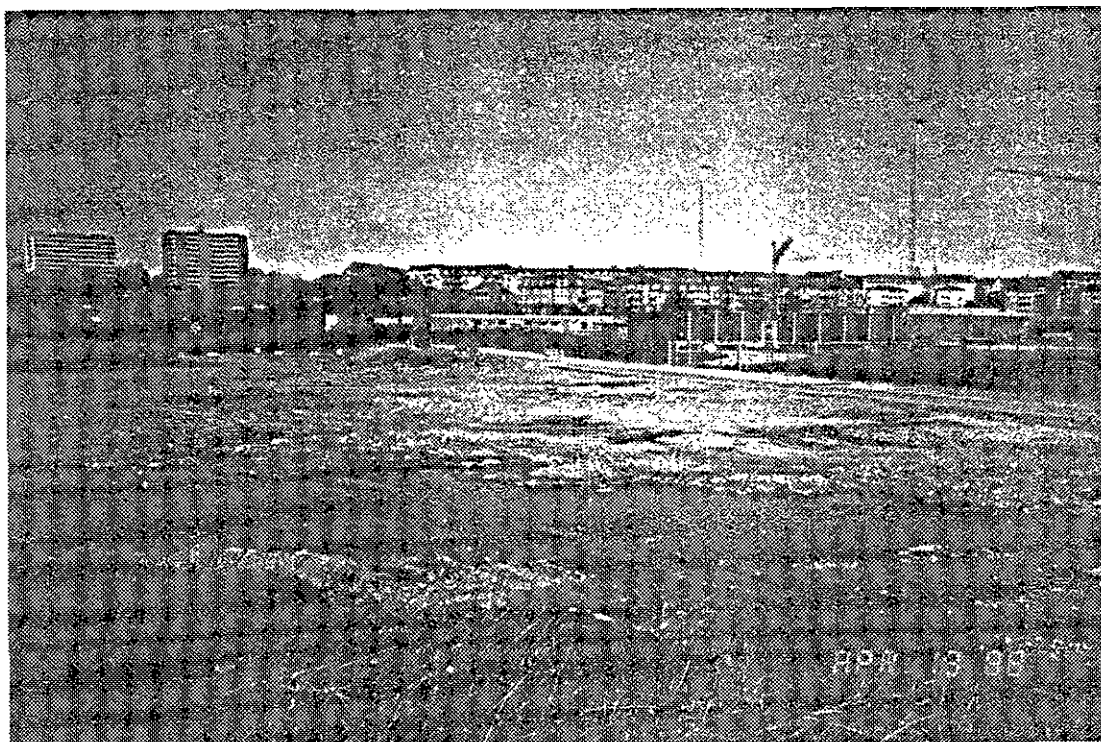


Foto nr. 2
Mellemedeponi ved Tangkrogen

3. PLANLÆGNING AF DEMONSTRATIONSPROJEKT

3.1 Forudsætninger

Demonstrationsprojektet blev planlagt udført i følgende faser:

1. Forundersøgelser og projektering.
Undersøgelse af forekomster af asbest, olie og kemikalieaffald.
Indhentning af nedrivningstilladelse.
2. Udbud, kontrakt og igangsætning.
Nedrivningsentreprisen skulle udbydes til et antal nedrivningsentreprenører, som var indforstået med medvirken i projektet som et demonstrationsprojekt.
3. Gennemførelse af entreprise.
4. Nedknusning af beton og tegl samt genanvendelse af de nedknuste materialer.
5. Evaluering og rapportering.

Projektgruppen ønskede at gennemføre demo-projektet under følgende forudsætninger:

- Demonstrationsprojektet skulle i princippet baseres på traditionelle nedrivningsmetoder, som i størst mulig grad sigtede på genbrug af de enkelte materialekategorier:
 - * Rene beton- og teglbrokker til nedknusning og oparbejdning til stabilgrus (teglstabil).
 - * Tømmer og brædder skulle udtages til direkte genbrug.
 - * Bygningsstål, profiljern skulle udtages til direkte genbrug.
 - * Øvrigt stål skulle udtages til skrotning.

- * Døre og vinduer skulle udtages til direkte genbrug.
 - * Tagrender, inddækning af zink og bly skulle udtages til oparbejdning.
 - * Kabler og el-tavler skulle udtages til oparbejdning.
 - * Installationer, skillevægge m.v. skulle udtages i det omfang, der forelå genbrugsmuligheder.
-
- Demonstrationsprojektet skulle i størst muligt omfang at forbedre nedrivningsøkonomien. Der måtte imidlertid forudses omkostninger til enkelte merydelser af betydning for undersøgelserne.
 - Demonstrationsprojektet skulle gennemføres inden for en rimelig tidsfrist, og det måtte ikke medføre forsinkelse i den aftalte tidsfrist for entreprisen.
 - Demonstrationsprojektet måtte i princippet ikke påvirke ansvarsforholdet mellem nedrivningsentreprenør og bygherre.
 - Demonstrationsprojektet skulle udføres i fuld forståelse og i åbent samarbejde mellem bygherre, rådgiver, entreprenør og projektgruppe.

3.2 Udbud og licitation

Den 6. januar 1988 afholdtes et orienterende møde med 5 indbudte entreprenører. På dette møde drøftedes projektets formål og vilkårene for gennemførelse.

Fra entreprenørernes side blev der kraftigt opponeret mod den korte nedrivningsperiode på i alt 4 uger. Denne periode ønskedes forlænget, ligesom tidsperioden fra endelig accept til opstart af entreprisen burde være 3-4 uger.

Der afholdtes licitation den 26. januar, hvor nedbrydningsarbejdet blev udbudt i bunden licitation.

3.3 Accept og opstart af entreprisen

Det var oprindeligt planlagt, at byrådsbeslutning og bevilling skulle vedtages af byrådet i november eller december måned 1987, men byrådsbeslutningen til bevillingen blev først vedtaget af byrådet den 9. marts 1988.

Den miljøundersøgelse, som Stadsarkitektens kontor iværksatte i efteråret 1987, viste, at der sandsynligvis var tale om en forurening af grunden. Dette medførte, at der skulle foretages yderligere forureningsundersøgelser for at fastlægge det nøjagtige omfang af forureningens størrelse. Dette arbejde fortsattes efter årsskiftet 1987/88.

Den endelige beslutning om at anvende Tangkrogen som mellemdeponi og til placering af det mobile knuseanlæg forelå den 12. april 1988 ved Miljøstyrelsens afgørelse om miljøgodkendelsespligt på dette knuseanlæg.

På grund af ovennævnte forhold blev den endelige accept til entreprenørfirmaet Brdr. Nielsen først fremsendt den 14. april 1988 og samtidig afholdtes det første byggemøde vedrørende nedrivning.

Selve nedrivningsarbejdet påbegyndtes den 21. april med de nødvendige indledende arbejder.

4. GENNEMFØRELSE AF NEDRIVNING

4.1 Entrepriseforløb

Nedrivningen startede torsdag, 1988-04-21, med udtagning af genanvendelige døre, vinduer, kabler og armaturer. Endvidere påbegyndtes nedbrydning af bygningerne ved Dampvaskeriet.

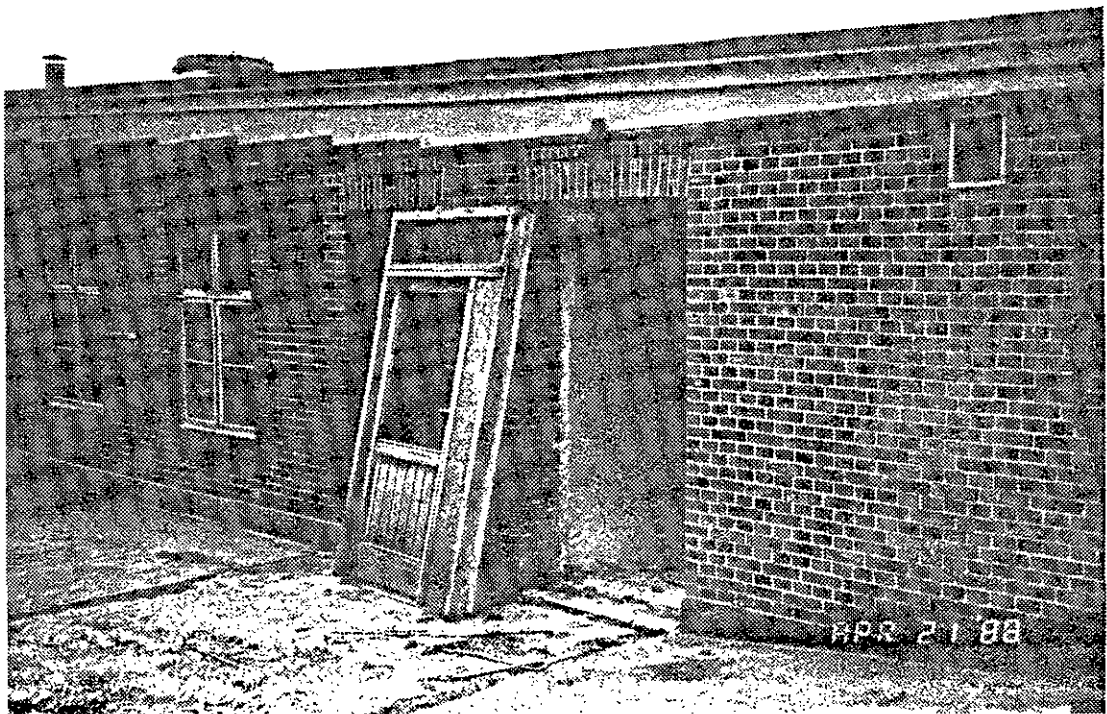


Foto nr. 3
Udtagning af døre

Det videre forløb af nedrivningen fremgår af bilag 1 og 2.

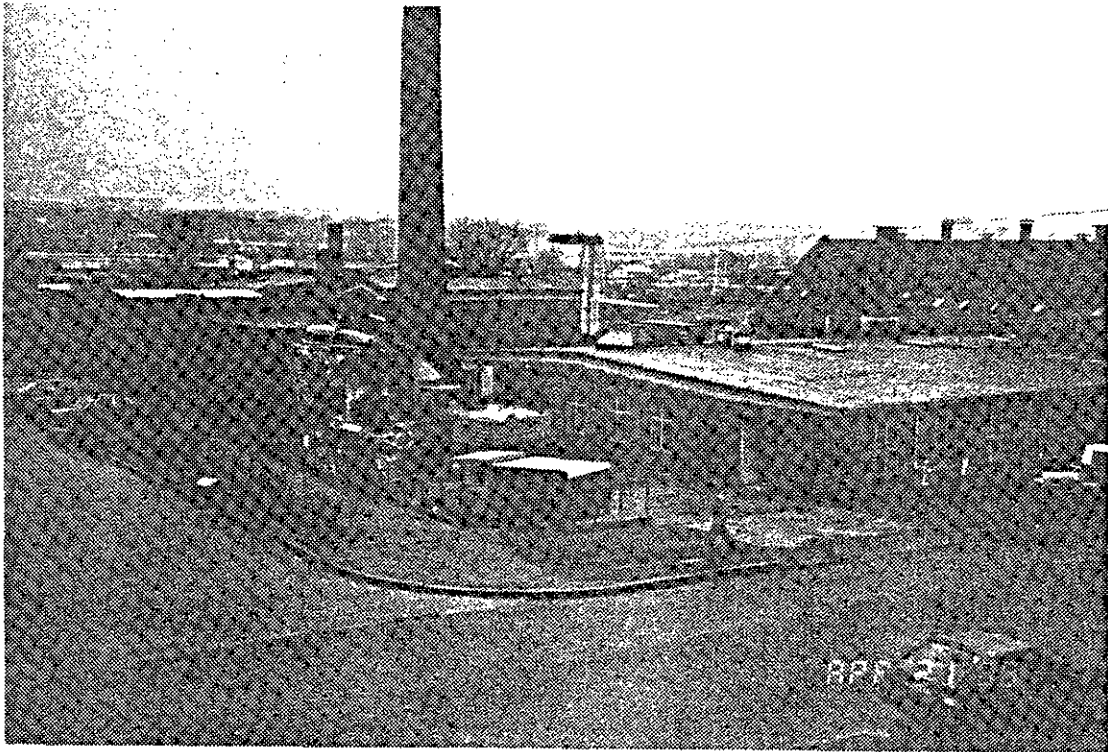


Foto nr. 4
Nedrivning startes

Efter at bygningerne var nedrevet, blev fundamenter og gulve opbrudt og tilkørt mellemdeponiet i Tangkrogen.

Entreprisen afsluttedes med sprængning af skorsten, opbrydning af Gerlachsgade samt opgravning og bortkørsel af olieforurenede jord og olietanke.

Der afholdtes afleveringsforretning 1988-06-08.

4.2 Arbejds- og maskinydelser

I nedrivningsperioden på i alt 32 hele arbejdsdage har der ifølge entreprenørens daglige rapportering været indsat følgende ressourcer:

588 timer, arbejdsmand
 66 timer, formand
 250 timer, gravemaskine incl. fører
 95 timer, gummihjulslæsser incl. fører
 341 timer, lastbil incl. fører
 8 timer, dozer til regulering ved mellemedeponi
 incl. fører.

Den daglige bemanning har varieret fra formand og 2 arbejdsmænd til 1/2 formand og 4 arbejdsmænd. Herudover har indsatsen i første halvdel af perioden været 1/2 gravemaskine og har toppet sidst i perioden med helt op til 2 gravemaskiner.

Det skal her bemærkes, at alle maskiner ejes af entreprenøren. Såfremt der skulle have været tale om leje af maskiner, ville disse have været anvendt mere effektivt, men om maskinerne "står stille hjemme" hos entreprenøren eller på arbejdspladsen var i dette tilfælde underordnet.

En detaljeret dagsopgørelse fremgår af bilag 3.

4.3 Afhændelse og deponering

Forudsætninger

Ud fra en besigtigelse af bygningerne samt enkelte oversigtstegninger opgjorde DEMEX de samlede affaldsmængder til følgende:

Rent tegl og beton:	1.000 tons
Asfalt og andet forurennet:	500 tons
Træ, pap, isolering og andet:	400 tons
Profiljern og skrot:	100 tons
I alt	2.000 tons

Affaldsmængderne er senere på grundlag af skøn og beregninger opgjort af I. Lykke Kristensen til:

Teglstensmaterialer:	1.000 tons
Betonmaterialer:	1.100 tons
Jernprofiler, DIP og INP:	15 tons
I alt	2.115 tons.

Heraf har ILK opgjort slaggebeton til at udgøre ca. 325 tons.

Endvidere er der opgjort træ, ca. 640 m² tag (pap) (excl. vinduer og døre).

Aktuelle mængder

De totale mængder til deponering af afhændelse fremgår af bilag 4.

Mellemedeponi, Tangkrogen

De rene brokker, bestående af tegl, beton og slaggebeton samt mindre mængder gasbeton/Siporex er i perioden 05-09 - 05-27 tilkørt mellemedeponi i Tangkrogen. I alt er tilkørt 143 læs. Under knusning har knuseanlæggets vægt registreret 2.700 tons nedknust materiale, hvilket svarer til 19 tons pr. læs. Da der er kørt med 4-akslede vogne samt enkelte 5-akslede, er de 19 tons vurderet til at være meget sandsynligt.



Foto nr. 5
Brokkedepot ved Tangkrogen

Nordhavnen

Specielt kraftigt armeret beton samt brokker fra kørevej opgravet efter knusningen var afsluttet er tilkørt Nordhavnen. I alt er her deponeret 407 tons.



Foto nr. 6
Kraftigt armeret beton

Kontrolleret losseplads

Til Edslev, Århus kommunes kontrollerede losseplads, er tilkørt 22,4 tons træ og tagpap.

Endvidere er der tilkørt Edslev 480,1 tons "forurenede byggeaffald". Ved indvejningen på lossepladsen er de 435,7 tons heraf dog registreret som uforurenede.

I alt er der således tilført Edslev Losseplads 502 tons byggeaffald fra nedrivningen.

Skrot

Der er opgjort en samlet mængde skrot på 65,3 tons, som er afhændet til skrothandler.

Fra overbåndsmagneten på knuseanlægget blev frasorteret 3,1 tons.

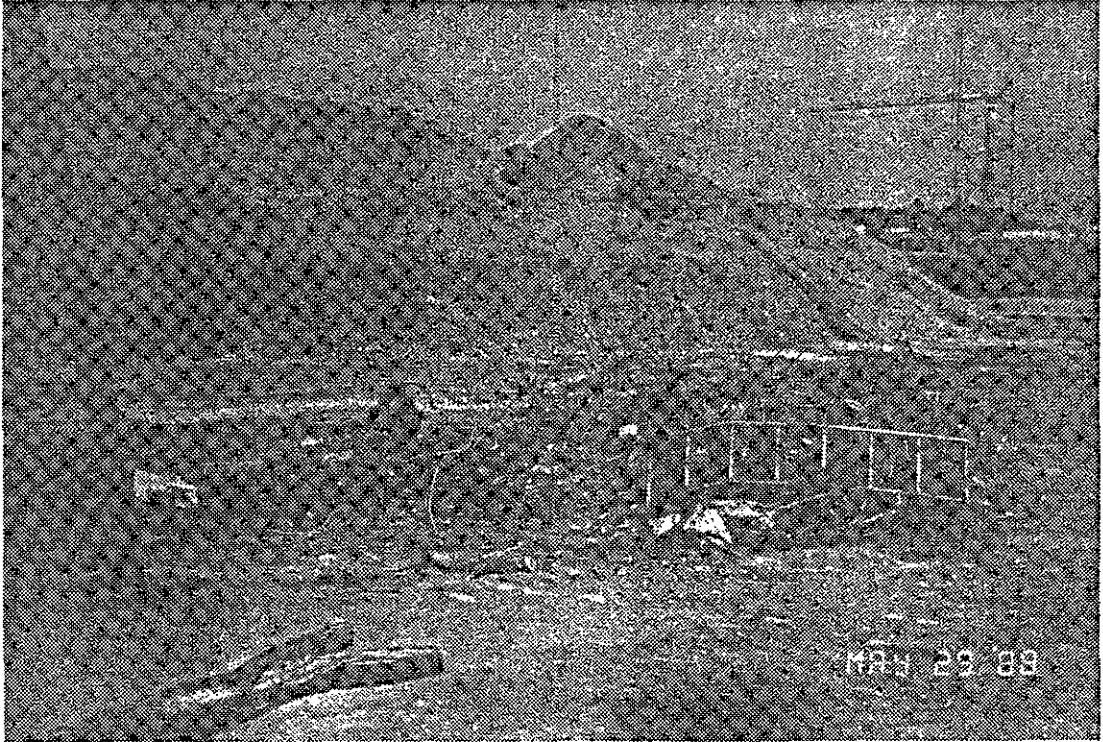


Foto nr. 7
Skrot frasorteret med overbåndsmagnet

Brugsjern

Der blev udtaget 14,7 tons profiljern, der sammen med el-kontakter, kabler, radiatorer og 2 stk. olietanke blev kørt til lager.



Foto nr. 8
Brugsjern

Træ, brændsel

I alt er der afhændet 10 læs træ som brændsel. Der skønnes at være 3 tons pr. læs, svarende til i alt 30 tons.

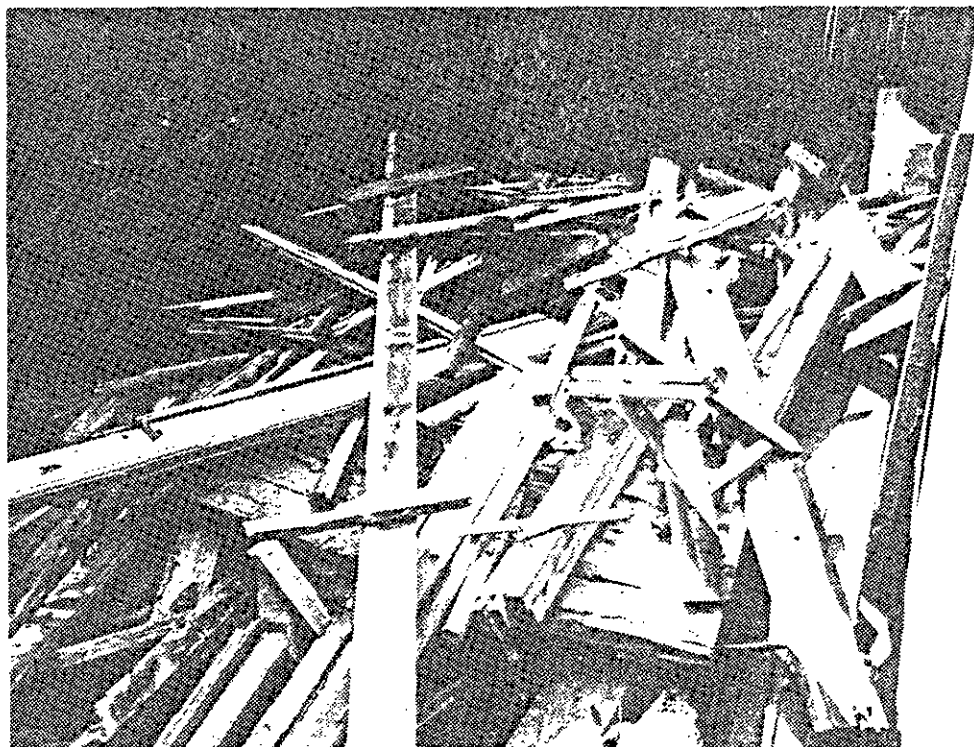


Foto nr. 9
Container med træ til brændsel

Brugstræ

Der er frasorteret 3 stk. yderdøre til direkte genbrug. Endvidere er der frasorteret loftsbrædder, lægter, tømmer og andre trævarer, der af entreprenøren er vurderet til en genbrugsværdi på ca. 3.000 kr. De nøjagtige mængder kendes ikke.

Den samlede mængde affald fra nedrivningen kan her-
 efter opgøres til:

Mellemdæponi, Tangkrogen:	2.700 tons
Nordhavnen:	407 tons
Edslev, kontrolleret losseplads:	502 tons
Skrot:	65 tons
Brugsjern:	15 tons
Træ, brændsel:	30 tons
Træ, genbrug:	<u>3 tons</u>
	3.722 tons
	=====

I forbindelse med nedrivningsprojektet er der
 endvidere opbrudt vej og fortov.

Mængderne herfra kan opgøres som følgende:

Asfalt til Ans (genbrug):	331 tons
Grus til Marselisb. Havn (genbrug):	342 tons
Brosten og kantsten:	35 tons.

Som angivet i pkt. 4.6 Miljøundersøgelse er der
 endvidere tilkørt Edslev losseplads ca. 600 tons
 olieforurenede jord med olieindhold $\leq 5\%$.

4.4 Nedrivningsmetode

Som tidligere beskrevet skulle demonstrationspro-
 jektet baseres på traditionelle nedrivningsmetoder,
 som i størst mulig grad sigtede mod genanvendelse.

Derfor blev det i udbudsbetingelserne beskrevet, at
 nedbrydningsarbejdet skulle tilrettelægges således,
 at der ikke skete sammenblanding af de enkelte ned-
 brydningsmaterialer.

Dette indebar, at nedbrydningen skulle gennemføres
 som en selektiv nedrivning, således entreprenøren
 indledningsvis skulle udtage vinduer, døre og
 inventar, ligesom alt affald løbende skulle fjernes
 fra pladsen.

Såfremt der forekom sammenblanding af de enkelte materialer, ville der blive forlangt en sortering.

Ved entreprisens opstart udtog entreprenøren indledningsvis døre, vinduer, inventar og installationer, men for vinduernes vedkommende kun vinduer med direkte genbrugsværdi. Herved blev 4-5 vinduer nedbrudt sammen med vægge og derved sammenblandet med brokker.

På det følgende byggemøde drøftedes forholdet.

Det aftaltes, at demo-gruppen kunne acceptere en metode, hvor vinduer og døre blev udtaget succesivt ved nedrivningen af vægge. Herved kunne det primære formål opretholdes, nemlig at der ikke ville ske sammenblanding af materialer, og entreprenørens ønske om en hensigtsmæssig arbejdsmetode kunne tilgodeses.

I udbudsmaterialet var det forudsat, at en mindre del af taget på Dampvaskeriet, bestående af Siporexdæk med asfaltpap, skulle til losseplads. Dette gav ingen problemer. Derimod var det ikke angivet i udbudsmaterialet, at resten af taget på Dampvaskeriet, bestående af slaggebeton med asfaltpap, skulle adskilles, før slaggebetonen blev kørt til knusning, og før asfaltpapet blev kørt til losseplads.

På grund af pladsmangel i opstartsfasen var det væsentligt for entreprenøren hurtigt at få nedrevet dampvaskeriet, og i denne fase blev kun mindre asfaltpapmængder frasorteret. Dette blev dog i forbindelse med læsningen og aflæsningen frasorteret i meget stort omfang.

Der var ikke i udbudsmaterialet stillet andre krav til brokker, end at maximal størrelse måtte være 40 cm på længste led. Derfor blev en stor del af den armerede beton under nedbrydningen nedknust med gravemaskinens skovl, hvorved armeringsjernene blottedes og kunne fjernes som skrot. For visse meget kraftigt armerede konstruktioner aftaltes det, at entreprenøren måtte køre disse til deponering i Nordhavnen, såfremt han fandt en væsentlig besparelse heri.

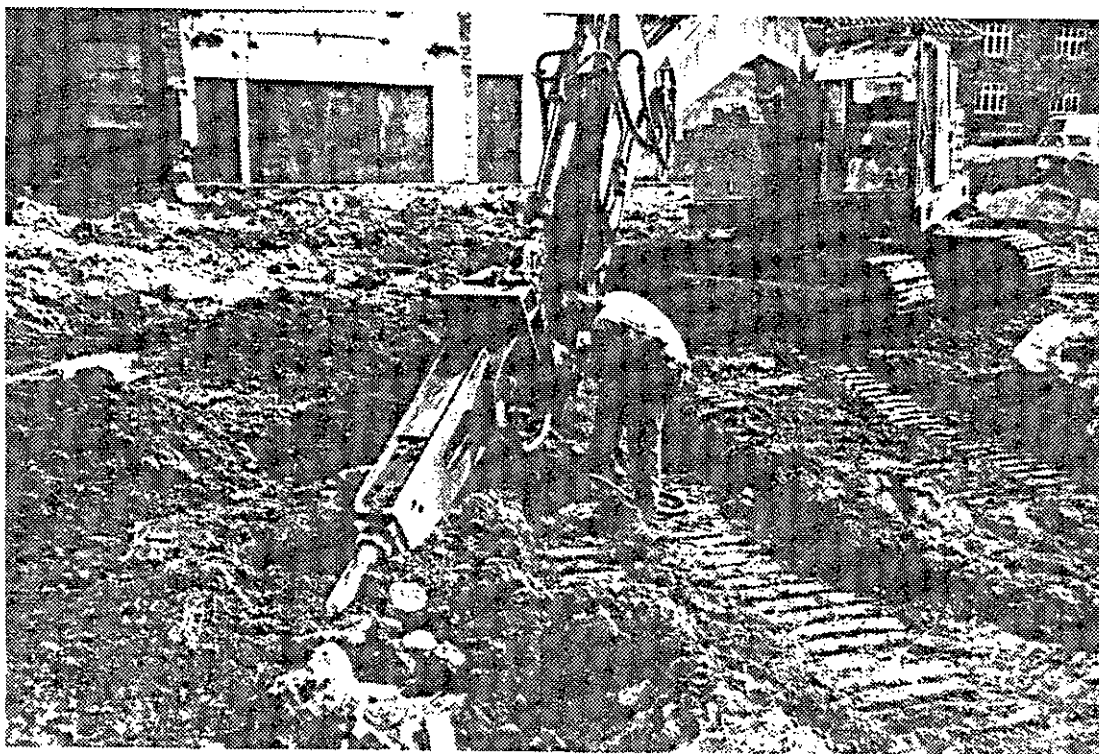


Foto nr. 10
Neddeling af større fundamenter

Nedbrydningen af konstruktioner og læsning af brokker blev foretaget med en hydraulisk gravemaskine, ligesom en væsentlig del af sorteringsarbejdet. Frasortering af jernprofiler, tagpap, armeringsjern, brædder og andet blev ligeledes foretaget med gravemaskinens skovl samt en ikke uvæsentlig del manuelt. Entreprenøren havde en grab til rådighed, men fandt det ikke rentabelt at anvende denne til frasortering af træ ved denne entreprise.

Ud over den selektive nedrivning foretog entreprenøren i stor udstrækning sortering. Dette skete f.eks. under læsning af brokker, hvor der altid var en mand på jorden og en i bilen til manuel frasortering af uønskede materialer som jern, træ, tagpap og andet. Endvidere blev jern frasorteret med overbåndsmagnet ved knusningen.

4.5 Miljøundersøgelse

Før opstart af nedbrydningsentreprisen blev der foretaget en opgørelse af asbestmængder samt iværksat en asbestsanering. Der blev fjernet mindre mængder, specielt i forbindelse med det gamle kedelanlæg.

Omkring årsskiftet blev der foretaget en miljøundersøgelse af grunden i forbindelse med de geotekniske undersøgelser for det kommende institutionsbyggeri.

Miljøundersøgelsen afslørede en mindre olieforurening og en tungmetalforurening.

Under og efter nedrivningen er der foretaget yderligere undersøgelser. Resultaterne af disse har medført en væsentlig udskydelse af institutionsbyggeriet.

5. KNUSNING OG GENANVENDELSE AF BROKKER

5.1 Forudsætninger

Et af ønskerne med demo-projektet var at høste erfaringer ved extern nedknusning og extern genanvendelse af de knuste materialer. Dette kunne tilgodeses ved anvendelse af området ved Tangkrogen. Dette område var en næsten færdigopfyldt miljøgodkendt fyldplads, der manglende den endelige regulering og anlægning af stier, veje og P-pladser.

Området er udlagt til rekreativt område afgrænset af Århus Bugt, Strandvejen, Marselisborg renseanlæg under udbygning og Marselisborg Havn under anlægelse.

5.2 Knusning og genanvendelse

Til knusning af brokker undersøgte demo-gruppen, hvilke muligheder der eksisterede, og her fandtes det hensigtsmæssigt at anvende et anlæg fra AJ-Genbrug i Ry.

Anlægget er et mobilt slagknuseranlæg af typen COMBI-SCREEN DANREC, leveret af Vedbysønder Maskinfabrik A/S.



Foto nr. 11
Mobilt knuseanlæg

Til begrænsning af støvemissionen fra anlægget er dette forsynet med støvafsugning, der bliver filteret i et Vetyfon dysefilter.

Det var aftalt, at anlægget skulle være forsynet med støvfilteret og overbåndsmagneten til frasortering af jernskrot.

Til driften af anlægget har AJ-Genbrug knyttet en hydraulisk gravemaskine til at læsse i føderen og et stk. gummihjulslæsser til at føde gravemaskinen og lægge de knuste materialer i depot.

Ud fra bygherrens tidsplan aftaltes det med AJ-Genbrug, at knusning skulle finde sted primo marts. På grund af de tidligere nævnte udskydelser af opstarten blev knusningen udført sidst i maj 1988. Det var med store problemer, at det lykkedes AJ-Genbrug at indpasse knusearbejdet på dette langt senere tidspunkt.

I forbindelse med demo-projektet aftaltes med Dansk Vejbeton A/S, at ca. 60-80 tons rene teglbrokker incl. puds m.v. skulle holdes adskilt fra andre brokker og efter knusning afhentes og indgå i forsøg med anvendelse af nedknust tegl i vejbygningen.

I alt blev der holdt ca. 200 tons "rene teglbrokker" adskilt fra andre brokker, og heraf blev 60 tons overtaget af Dansk Vejbeton A/S. Der forventes at foreligge analyseresultater o.lign. ultimo 1988.



Foto nr. 12
Rene teglbrokker

Under knusningen blev der med overbåndsmagnet frasorteret armeringsjern og andet jernskrot. Mængden af kraftigt armeret beton var minimal, og den resterende del knustes uden vanskeligheder, hvorefter armeringen blev frasorteret med overbåndsmagneten. Enkelte større jerndelev (en dørkplade ca. 0,6 x 0,3 x 0,01) satte sig fast ved magneten, men kunne frigøres på få minutter. Efter de første uønskede jerndelev havde givet anledning til driftsgener, skærpede læsseren i gravemaskinen "kontrollen" med, hvad der blev læsset i føderen. I alt blev der frasorteret ca. 3,1 tons skrot med overbåndsmagneten. Endvidere blev der ved ovennævnte "kontrol" frasorteret brokker med større indstøbte jernprofiler o.lign.

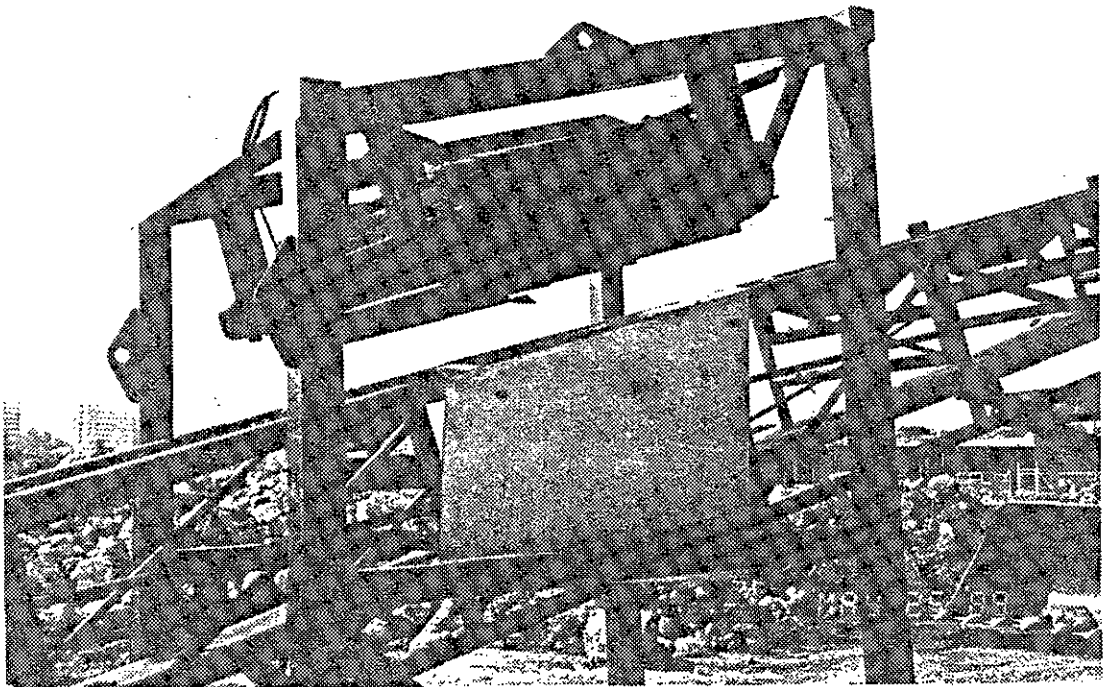


Foto nr. 13
Overbåndsmagnet

Efter knusningen udtog demo-gruppen 3 repræsentative prøver af det nedknuste materiale og foretog en sigteanalyse af disse. Kornkurverne for de 3 analyser er angivet på bilag 5. Karakteristisk for de 3 prøver er, at de i forhold til stabilt grus indeholder større mængder af de fine fraktioner.

Endvidere indeholder materialets geologiske bedømmelse bestemmelsen "let muldblandet". Den procentvise mængde af muld er af geologen vurderet til at være meget ringe, men selv meget små mængder kan som i dette tilfælde farve det nedknuste materiale mørkere end helt "rent" bygningsaffald. Mulden stammer fra de opgravede fundamentter og gulve.

Området ved Tangkrogen er i henhold til lokalplan nr. 265 for en stor dels vedkommende udlagt til rekreativt område, bilag 6. Anlæggelse og drift af det rekreative område forestås af Park- og Kirkegårdsforvaltningen, og gennem samtaler med afdelingschef O. Skou Rasmussen lykkedes det at få en aftale i stand om afhændelse af det nedknuste materiale til Park- og Kirkegårdsforvaltningen.

O. Skou Rasmussen var interesseret i at afprøve anvendelsen af nedknust bygningsaffald.

Demo-gruppen kunne på forhånd ikke garantere, at kornkurver fra det nedknuste affald ville kunne overholde kravene til stabilt grus II. Der var mulighed for at sortere det nedknuste materiale og derefter blande materialerne til stabilt grus, der overholdt kornkurverne.

Denne løsning ville være dyrere, idet sortering og blanding til stabilt grus ville være bekosteligt, ligesom det på forhånd var givet, at der ville fremkomme en rest af "det fine", der skulle bortskaffes. Da der samtidig var enighed om, at de pågældende P-pladser, veje og stiers udførelse ikke krævede specifikationer som et motorvejsbyggeri, aftaltes det, at alle brokkerne skulle knuses uden nogen form for for- eller eftersortering.

Placeringen af mellemdapotet i Tangkrogen aftaltes således, at de nedknuste materialer befandt sig netop, hvor P-pladsen skulle anlægges. Af praktiske årsager blev der før mellemdponeringen af brokker påbegyndtes afrømmet ca. 30-40 cm overjord og foretaget regulering af vejkassebund, så det knuste materiale kunne anvendes direkte, hvor det var placeret.

5.3 Knuseanlæggets effektivitet

Knuseanlægget ankom torsdag, d. 19. maj, hvorefter opstilling fandt sted torsdag og fredag, således at opstart af knusning kunne finde sted tirsdag efter pinsen og være tilendebragt i løbet af ugen.

Ud fra en vurdering på stedet aftaltes fredag formiddag, at der skulle installeres pumpe og sprinkles på fødebånd og bånd efter knusning. Der blev pumpet fra en regnvandsledning med forbindelse til Århus bugt. P.g.a. vindretningsændring i løbet af pinsen slammede ledningen til, og pumpen stoppede tirsdag morgen. Efter en kort prøveknusning af tegl uden sprinkling, aftaltes at pumpe vand direkte fra Århus bugt.

Således kunne selve knusningen med sprinkling opstarte kl. ca. 12.30 onsdag, 1988-05-25.

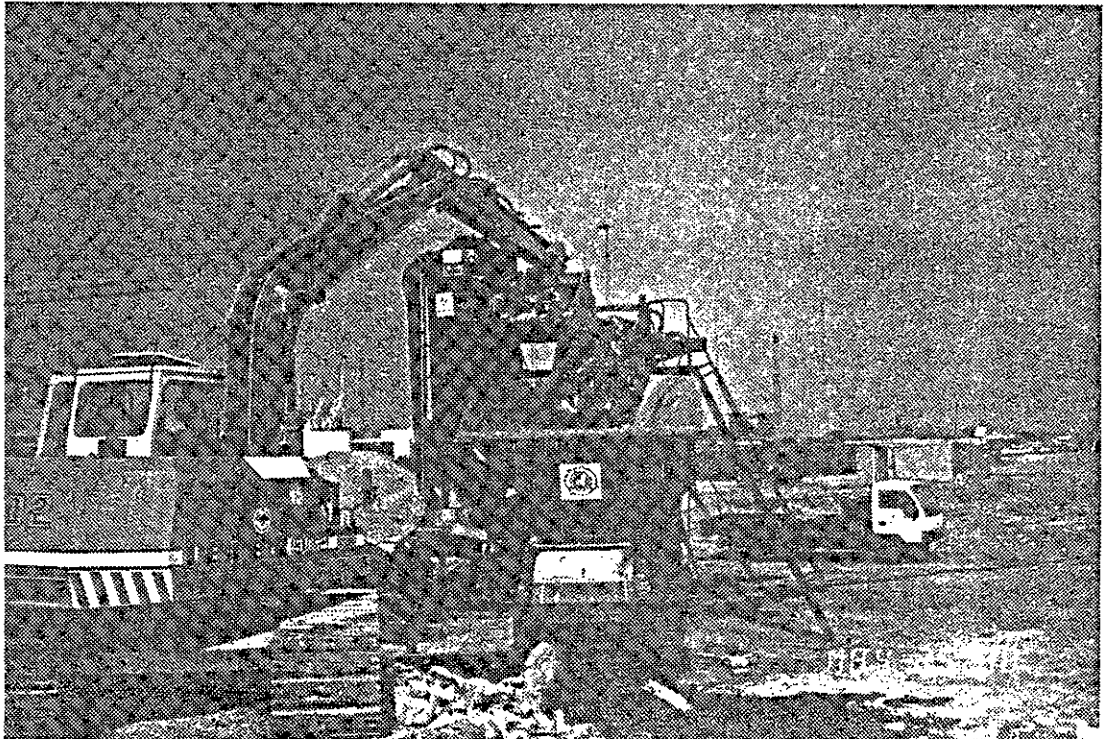


Foto nr. 14
Knuser i fuld drift

Knusningen af i alt 2.700 tons afsluttedes lørdag, 1988-05-28, kl. 17.29.

Data fra knusningen fremgår i øvrigt af bilag 7.

Der er hver hele dag anvendt 1 1/2 time til pauser, frokost, middag m.v.

Endvidere er der fredag anvendt 2 1/2 time til udskiftning af slagler.

Ud over udskiftning af slagler har der ikke været egentlige driftsstop.

Følgende data kan beregnes ud fra bilag 7 samt øvrige oplysninger fra knusningen:

Samlet driftstid af knuseanlæg:	41 timer 38 min.
	- 2.498 min.
Pauser, frokost, middag m.v.	5 timer 0 min.
	- 300 min.
Udskiftning af slagler	2 timer 30 min.
	-
Effektiv driftstid	34 timer 08 min.
	- 2.048 min.

Bruttokapacitet:	2.700 t/41 t 38 min.:	64,9 t/time
Nettokapacitet:	2.700 t/34 t 08 min.:	79,1 t/time

På tilsvarende måde kan kapaciteten beregnes for hver dag og giver følgende resultater:

Onsdag:	82,7 t/time	198 t rent tegl, rest rent beton
Torsdag:	69,1 t/time	Tegl, slaggebeton
Fredag:	82,3 t/time	Beton
Lørdag:	87,1 t/time	Blandet.

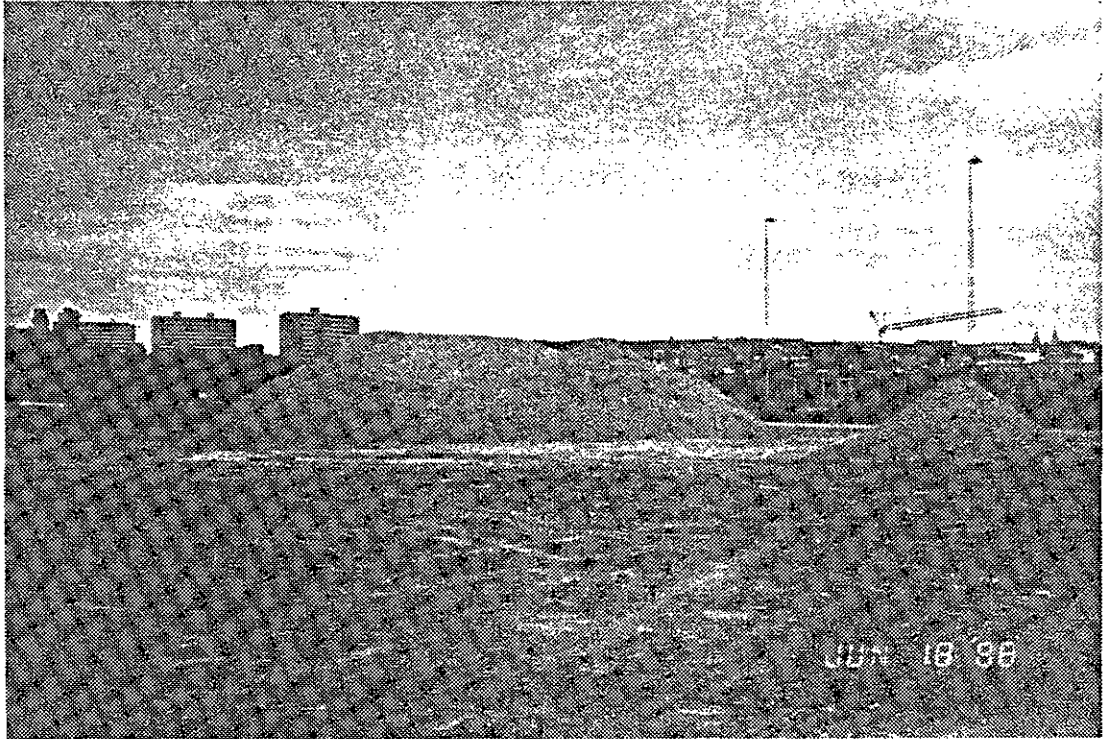


Foto nr. 15
Nedknust bygningsaffald

5.4 Miljøforhold

Området til mellemdæponi og knusning ved Tangkrogen er et område, der i pressen og den offentlige debat har været meget omtalt på grund af forskellige miljøforhold.

Den miljøgodkendte fyldplads har siden 1985 modtaget ca. 300.000 m³ fyld til opfyldning af søterritorium. Dette har medført forøget trafik med deraf følgende forøgede støj- og støvgener.

Marselisborg Havn har i samme periode været under anlæggelse, ligesom Marselisborg renseanlæg er under udbygning for 2-300 mio. kr.

Tæt ved området er der etableret skrothandel, og nærmere havnen er kulterminalen samt andre store virksomheder placeret.

I betragtning af ovennævnte og de i afsnit 2.3 nævnte forhold vedørende miljøgodkendelse var det spændende at få konstateret, om knusningen ville give anledning til særlige miljømæssige gener.

Mellemdponeringen af de 143 læs gav under aflæsninger ved kraftig blæst og specielt aflæsning af teglbrokker med meget puds anledning til en vis spredning af støv. Dette mindskedes ikke af, at det i hele perioden stort set ikke regnede.

Som nævnt i afsnit 5.3 var der under knusningen etableret sprinkling på fødebånd og transportør efter knuser. Da knuseren samtidig var forsynet med støvafsugning og filter, kunne det under knusningen konstateres, at der ikke forekom nævneværdige støvgener fra fødebånd, knuser og transportbånd. Derimod opstod der under læsning af brokker i føderen i visse tilfælde støvgener svarende til de forhold, der også kunne konstateres under læsning af biler med brokker på nedrivningsstedet. Det var også her specielt teglbrokker, der gav anledningen, hvorimod betonbrokkerne afgav mindre støv.

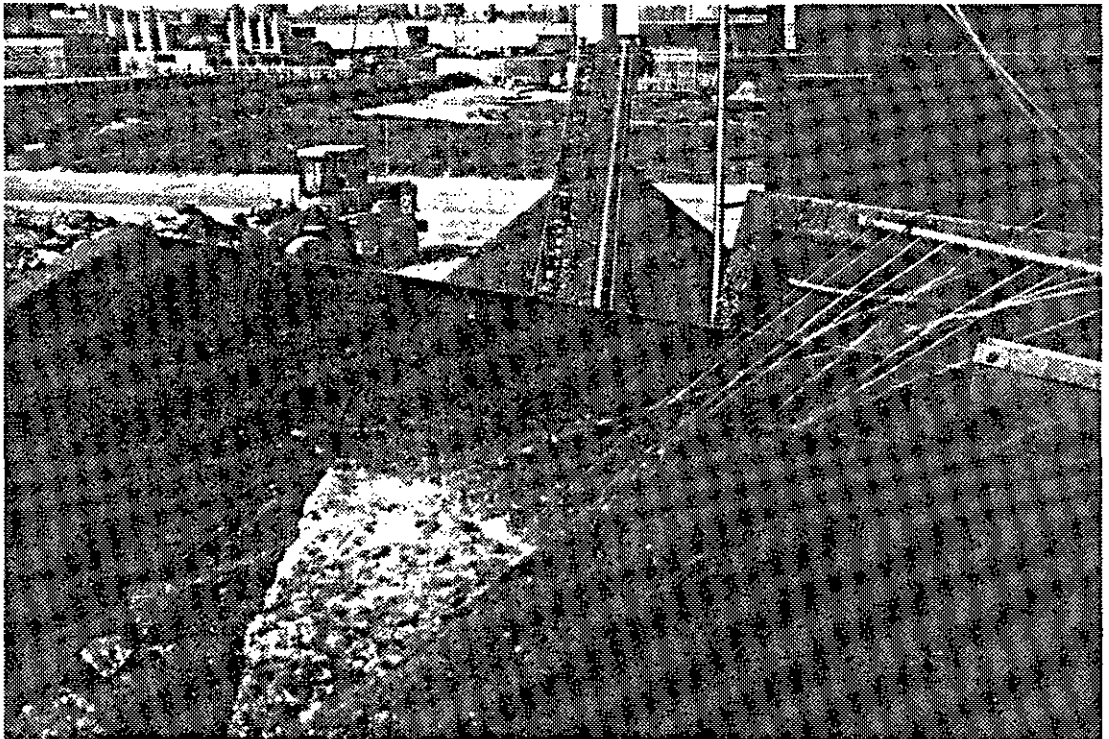


Foto nr. 16
Sprinkling på fødebånd

I hele knuseperioden fremkom der ikke en eneste klage over knusningen hverken vedrørende støv eller støj.

6. ØKONOMI

6.1 Nedrivning

Entreprisesummen for selve nedbrydningsarbejdet og bortkørsel af affald og brokker var på 262.000 excl. moms. I dette beløb var ikke inkluderet lossepladsafgifter samt eventuelle ekstraarbejder.

I udbudsmaterialet var entreprenøren blevet anmodet om at oplyse mer- eller mindrepris for at bortkøre tegl- og betonbrokker til en af entreprenøren valgt fyldplads i stedet for mellemedeponiet i Tangkrogen. For den aktuelle entreprenør var merprisen oplyst til kr. 50.000. Denne pris svarer nogenlunde til den aktuelle deponeringspris for Nordhavnen. (100,- kr./aksel, 125 stk. 4-akslede lastbiler).

At de øvrige entreprenører tilsyneladende kunne tilbyde ovennævnte bortskaffelse til en væsentlig mindre pris må skyldes, at brokkerne bortskaffes til steder, hvor der i det mindste ikke opkræves statsafgift eller andre gebyrer for deponering. (Der findes ingen miljøgodkendte fyldpladser i Århus kommune).

Såfremt de 2.700 tons rene brokker skulle have været deponeret på Edslev kontrollerede losseplads, der er Århus kommunes eneste losseplads, ville deponeringsudgiften have været 100,- kr. pr. ton, i alt 270.000 kr.

Nedbrydningsmaterialer udtaget ved den selektive nedrivning og sortering udgjorde en vis værdi ud over naturligvis eventuelle sparede deponeringsafgifter.

Der blev i alt udtaget 65,3 tons jernskrot, der blev afhændet for 380 kr. pr. ton, i alt ca. 25.000 kr. ✓

Frasorteret træ til brændsel udgør i alt 10 læs. 7 læs er afhændet gratis som brændsel til private, 1 læs er solgt for 300 kr., og 2 læs er solgt for 1.000 kr. pr. læs. ✓

Af direkte genbrugsmaterialer har entreprenøren oplyst, at følgende er tilkøbt lager, og værdien er skønsmæssigt anslået:

3 stk. yderdøre	ca. værdi 2.500,00 kr. ✓
Jernbjælker, 14.690 kg	
à kr. 2	- - 29.380,00 kr. ✓
Elkontakter, kabler	- - 2.000,00 kr. ✓
Trævarer	- - 3.000,00 kr. ✓
2 stk. tanke	- - 2.500,00 kr. ✓
Radiatorer (VVS-varer)	- - 2.000,00 kr. ✓
Diverse	- - <u>1.000,00 kr.</u>
	ca. værdi 42.380,00 kr.

6.2 Knusning

Som omtalt i afsnit 5.3 skulle Park- og Kirkegårdsforvaltningen erhverve genbrugsmaterialerne til etablering af vej, P-plads og stianlæg ved Tangkrogen.

Udgangspunktet for aftale af priser var, at materialeprisen skulle dække alle udgifter til knusning. Derfor var udgangspunktet over for Park- og Kirkegårdsforvaltningen en vurdering af prisen på traditionelle materialer som bundsikringsgrus og stabilt grus. Det vurderedes, at prisen for bundsikringsgrus leveret i Tangkrogen ville være ca. 35-40 kr. pr. m³. Da de nedknuste materialer ikke kunne garanteres at være af samme kvalitet som stabilt grus, men vurderedes at have en højere værdi end bundsikringsgrus, fandtes en pris på 50 kr. pr. m³ at være rimelig. Aftale og betingelser er angivet i bilag 8.

Under de første forhandlinger med AJ-Genbrug i Ry oplyste firmaet, at prisen for at knuse byggeaffald var 40-45 kr. pr. ton for mængder større end ca. 5.000 tons og afhængig af affaldstypen.

Ved knusning af mængder mindre end ca. 5.000 tons skal der endvidere aftales særskilt betaling for flytning af anlægget. Dette kan beløbe sig til 15.-20.000 kr., dog afhængig af afstanden.

Med forståelse for projektets økonomi, projektets reklameværdi udadtil samt at kunne høste erfaringer ved knusning af en større mængde rene brokker indvilgede AJ-Genbrug i at knuse for en pris af 50 kr. pr. m³. Det aftaltes samtidig, at afregningen skulle ske ud fra knuseanlæggets vægt, der løbende vejer den nedknuste mængde med en max. afvigelse på 2%.

I dette tilfælde aftaltes 2 tons at være lig med 1 m³. De samlede udgifter til knusning blev således 2.700 tons = 1.350 m³ à 50 kr., i alt 67.500 kr. excl. moms.

7. ERFARINGER

7.1 Planlægning

Det største problem i demo-projektet var at få alle de i afsnit 1.1 nævnte implicerede parter til at samarbejde. Alle parter viste fra starten stor interesse for projektet og var meget positive, men det kræver et stort og grundigt arbejde at få koordineret indsatsen og få truffet beslutninger.

Specielt med henblik på placeringen af mellemdeponi, tilladelse til knusning ved mellemdeponi samt aftaler om knusning og genanvendelse af materialer. For disse forhold er det væsentligt, at planlægningen påbegyndes meget tidligt i projektforsløbet.

Tidsplan

Det kan endvidere anbefales, at nedrivningsentreprisen tilrettelægges således, at entreprenøren efter den skriftlige accept på arbejdets overdragelse har god tid til planlægningen af den selektive nedrivning. I nærværende tilfælde ville en sådan planlægningsperiode på ca. 4 uger inden opstart sandsynligvis have medført en besparelse i entreprisesummen på op til 50.000 kr.

På tilsvarende vis vil en længere nedrivningsperiode medføre lavere entreprisesum end en forceret nedrivningsperiode.

Mængder

Som gennemsnitsbetragtning antages ofte, at der produceres 0,9 - 1,1 ton pr. etagemeter nedrevet erhvervsbygning, og sammensætningen af materialerne kan fra tidligere undersøgelser forventes at være 80% brokker, 15% træ og 5% metal, papir og lignende.

I flere tilfælde foretog entreprenøren en rydning af rene brokker på et mindre område, hvorefter en lidt blandet konstruktion, f.eks. garager med få murede skillevægge og trætag med tagpap, blev revet ned. Herefter frasorteredes alt brændbart/genbrugeligt træ, og resten kategoriseredes som affald og blev tilkøbt losseplads.

7.3 Knusning

Sprinkling

I forbindelse med knusningen viste det sig at have overordentlig stor effekt at anvende sprinkling på fødebånd og transportør efter knuser. Specielt ved nedknusning af rene teglbrokker opnåedes en meget stor dæmpning af støvgener. Den tilførte vandmængde er skønsmæssigt anslået til ca. 50 tons, hvilket naturligvis indgår i den samlede mængde nedknust materiale. Det må endvidere formodes, at det forøgede vandindhold i materialet også er til gavn ved den senere genanvendelse.

Slutprodukt

Som omtalt i afsnit 5.2 var det aftalt, at alle brokker skulle knuses uden nogen form for for- eller eftersortering. Ud fra materialets udseende og ud fra de 3 kornkurver kan det formodes, at ved frasortering af noget af "det fine" ville der have været opnået kornkurver tættere på normkravene.

En hensigtsmæssig metode til frasortering af "det fine" er at anvende den i knuseanlægget indbyggede forsigte (scalper). Fra fødebåndet kører materialerne over scalperen med 2 dæk. Alt mindre end 50 mm går gennem øverste dæk, og resten går til knuseren.

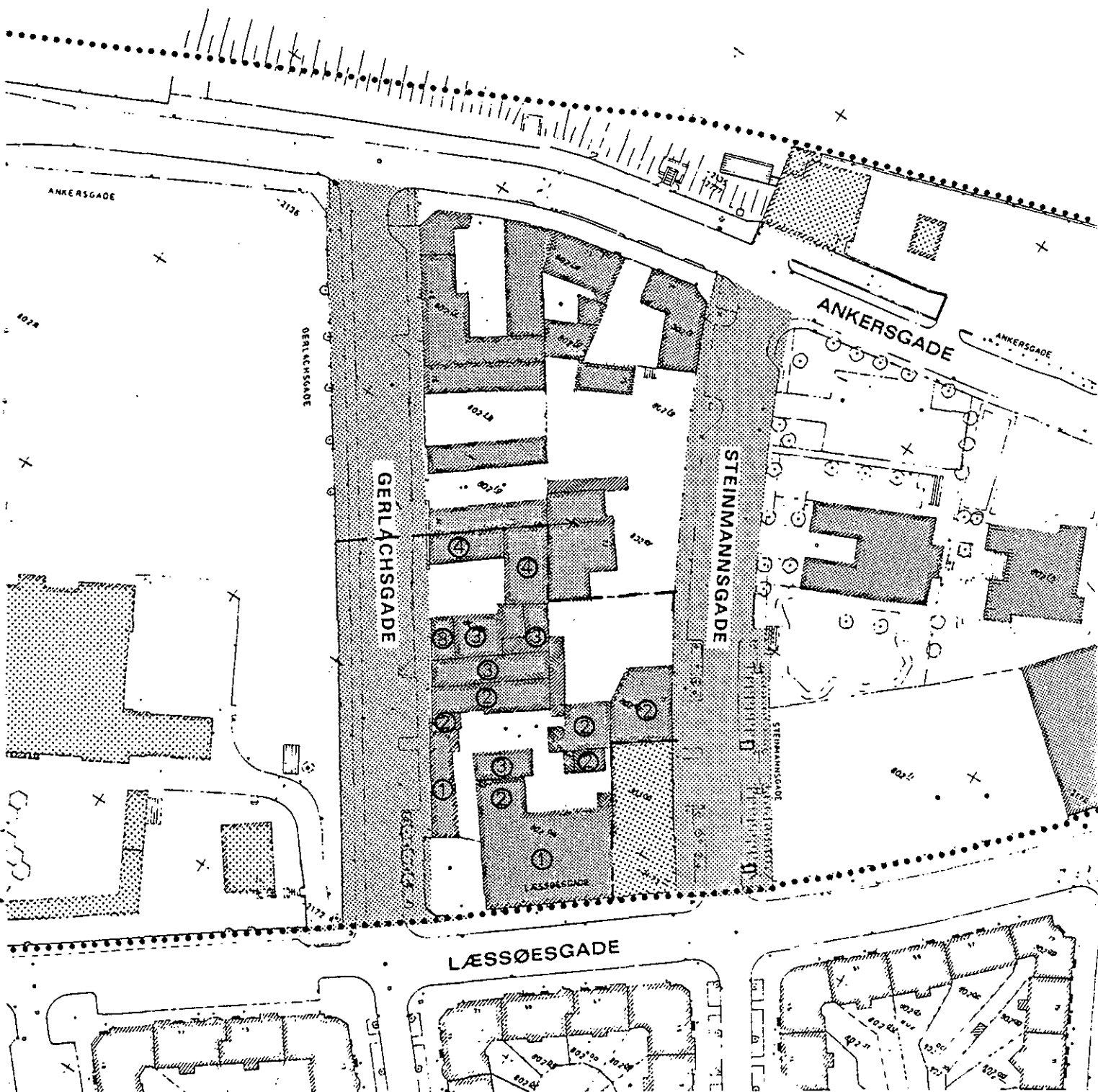
Det frasorterede materiale mindre end 50 mm kan igen deles i 2 fraktioner, hvoraf den største fraktion kan køre bypass ved knuseren, og den mindste fraktion kan køres til lager eller bortskaffes. Det må forventes, at der på denne måde vil kunne opnås en kornkurve tættere på normkravene.

8. BILAGSFORTEGNELSE

- Bilag nr. 1: Tidsplan, oversigt
- - 2: Tidsplan, detail
- - 3: Arbejdsydelser, maskinydelser
- - 4: Deponering og afhændelse
- - 5: Kornkurver
- - 6: Melleemdeponi, Tangkrogen
- - 7: Data vedrørende knusning
- - 8: Aftale vedr. overtagelse af materialer

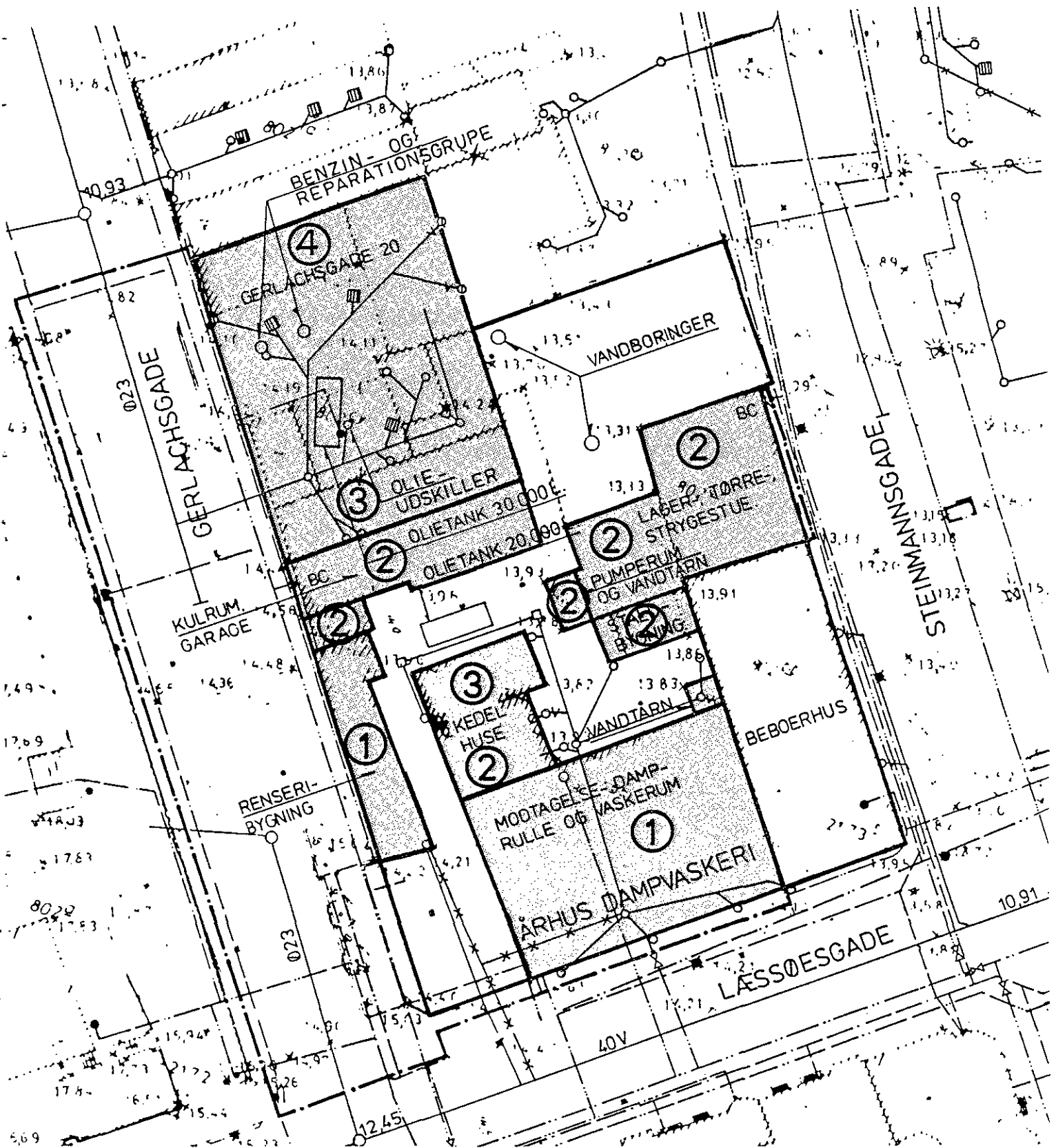
1988-08-31

PHT/15587/SBP



Tidsplan, oversigt

1. uge fra 1988-04-21 - 1988-04-28
2. uge fra 1988-04-28 - 1988-05-05
3. uge fra 1988-05-05 - 1988-05-11
4. uge fra 1988-05-11 - 1988-05-19



Tidsplan, detail

1. uge fra 1988-04-21 - 1988-04-28
2. uge fra 1988-04-28 - 1988-05-05
3. uge fra 1988-05-05 - 1988-05-11
4. uge fra 1988-05-11 - 1988-05-19

NEDRIVNINGSPROJEKT, FREDRIKSBJERG VEST, SAG. NR.: 15487

ARBEJDSYDELSE / MASKINYDELSE

DATO	ARBHANDS- TIMER	FORHAUDS- TIMER	GRAVE- MAGTIVE	GUMMIFJULS- LESSER	LAST- BIL	DOZER/GRAVM. TANGKROGEN
21/4	24	4	2	-	-	-
22/4	24	6	4	-	-	-
23/4	6	-	6	-	-	-
25/4	24	-	4	-	-	-
26/4	16	4	4	-	-	-
27/4	16	2	6	-	-	-
28/4	24	4	4	1	1	-
2/5	24	4	4	2	2	-
3/5	16	4	4	2	2	-
4/5	24	4	4	2	4	-
5/5	24	4	4	2	2	-
6/5	18	4	2	2	2	-
9/5	32	2	6	4	8	-
10/5	32	2	10	8	16	-
11/5	32	2	12	8	10	-
13/5	-	-	6	2	12	-
16/5	32	4	12	4	10	4
17/5	32	4	12	4	24	4
18/5	32	4	12	4	24	-
19/5	32	4	12	4	24	-
20/5	0	0	12	2	18	-
24/5	16	4	16	4	16	-
25/5	16	-	10	4	16	-
26/5	16	-	12	4	20	-
27/5	12	-	12	4	18	-
	524	66	192	67	229	8

NEDRIVNINGSPROJEKT, FREDRIKSBJERG VEST, SAG NR.: 15487

ARBEJDSYDELSER / MASKINYDELSER

DATO	ARBMANDS- TIMER	FORHAUDS- TIMER	GRAVE- MASKINE	GUMPHJULS- LÆSSER	LAST- BIL	DOZER/GRAVM. TAUGKROGEN
	524	66	192	67	229	8
30/5	12	-	8	4	20	-
31/5	-	-	8	-	16	-
1/6	-	-	8	-	16	-
2/6	16	-	8	8	16	-
3/6	12	-	6	6	12	-
6/6	8	-	8	4	8	-
7/6	8	-	8	4	16	-
8/6	8	-	4	2	8	-
	588	66	250	95	341	8

NEDRIVNINGSPROJEKT, FREDRIKSBERG VEST, SAG NR. 15487

DEPOWERING

TAUGKROGEN

<u>DATO</u>	<u>ANTAL LÆS</u>
9/5	5
10/5	17
11/5	11
13/5	13
16/5	6
17/5	21
18/5	12
19/5	29
20/5	12
24/5	11
25/5	3
27/5	3
	<u>143</u>

ANS , ASFALT

<u>DATO</u>	<u>ANTAL LÆS</u>	<u>ANTAL TONS</u>
31/5	5	125,16
1/6	4	110
2/6	4	78,22
6/6	1	17,82
	<u>14</u>	<u>331,20</u>

GRUS TIL TAUGKROGEN,
MARSELISB. HAVN, (VEJBELEGGING)

DATO ANTAL LÆS

7/6 18 d 19 tons = 342 tons

NORDHAVN

<u>DATO</u>	<u>PRIS PR. LÆS</u>	<u>ANTAL LÆS</u>	<u>KR. I ALT</u>	<u>TONS/LÆS</u>	<u>TONS I ALT</u>
6/5	400	2	800	19	38
17/5	400	1	400	19	19
18/5	500	2	1.000	25	50
20/5	500	2	1.000	25	50
3/6	500	6	3.000	25	150
6/6	500	4	2.000	25	100
		<u>17</u>	<u>8.200</u>		<u>407</u>

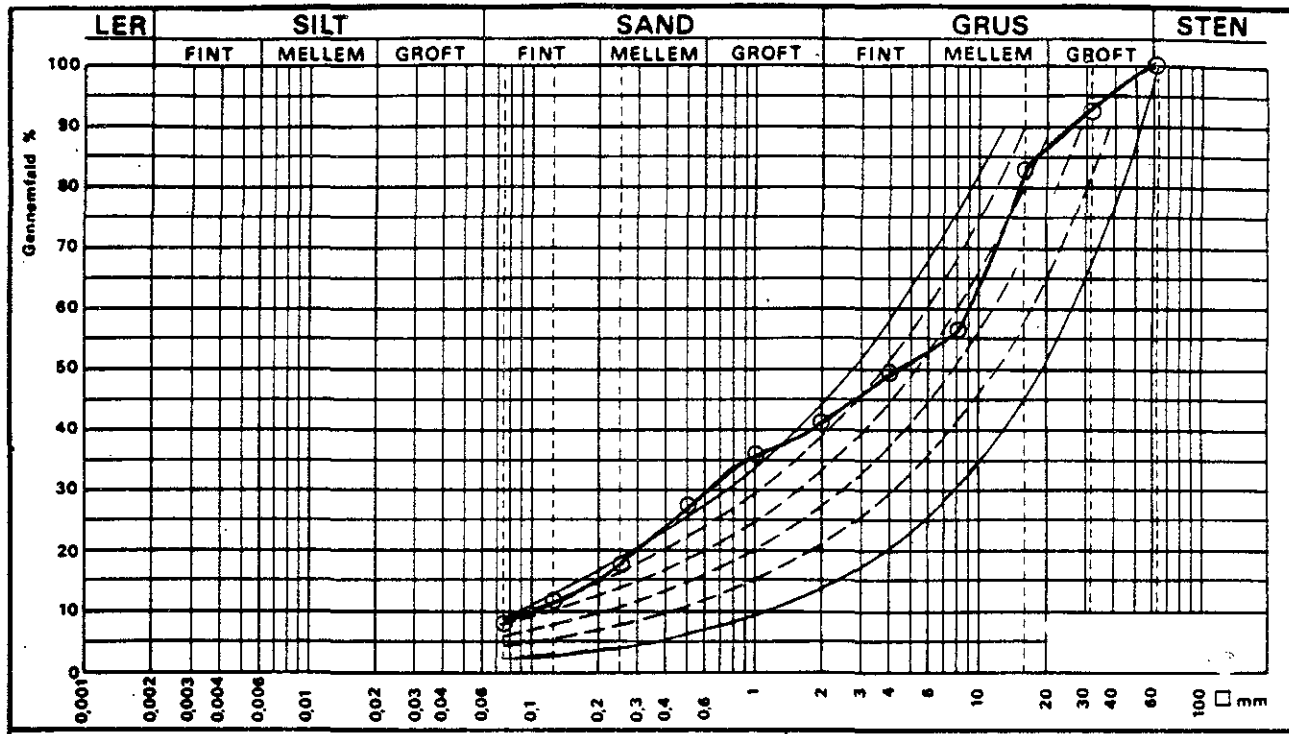
NEDRIVNINGSPROJEKT, FREDRIKSBERG VEST, SAG NR. 15487
 AFHÆNDELSE

SKROT

DATO	PRIS PR. TONS	ANTAL TONS	ANTAL LÆS	Å ALT
28/4	380	5	1	1.900,00
2/5	380	5,54	2	2.105,20
4/5	380	21,74	3	8.261,20
9/5	380	6,08	1	2.310,40
17/5	380	20,82	3	7.911,60
24/5	380	3,02	1	1.147,60
7/6	380	3,14	1	1.193,20
		65,34	12	24.829,20

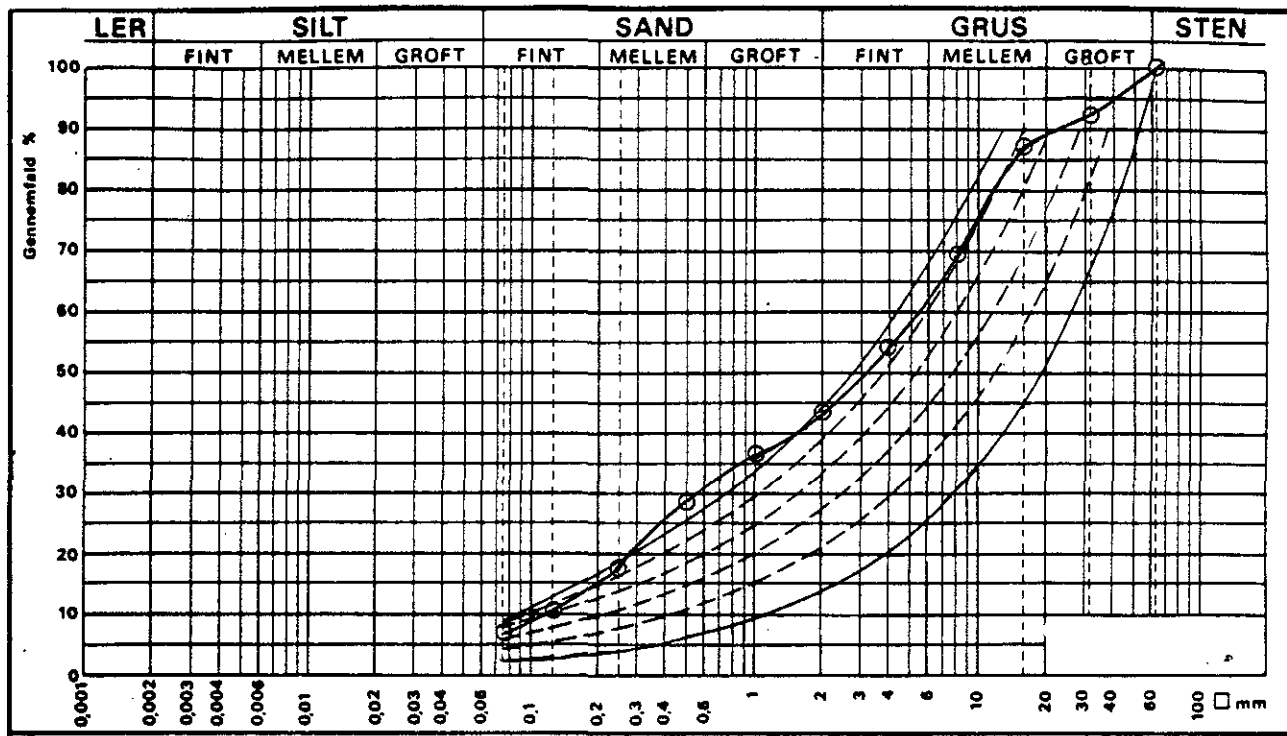
TRÆBRÆNDESEL

DATO	PRIS PR. LÆS	ANTAL LÆS	Å ALT
3/5	1000	2	2000
5/5	300	1	300
11/5	0	1	0
16/5	0	2	0
18/5	0	2	0
20/5	0	2	0
		10	2300



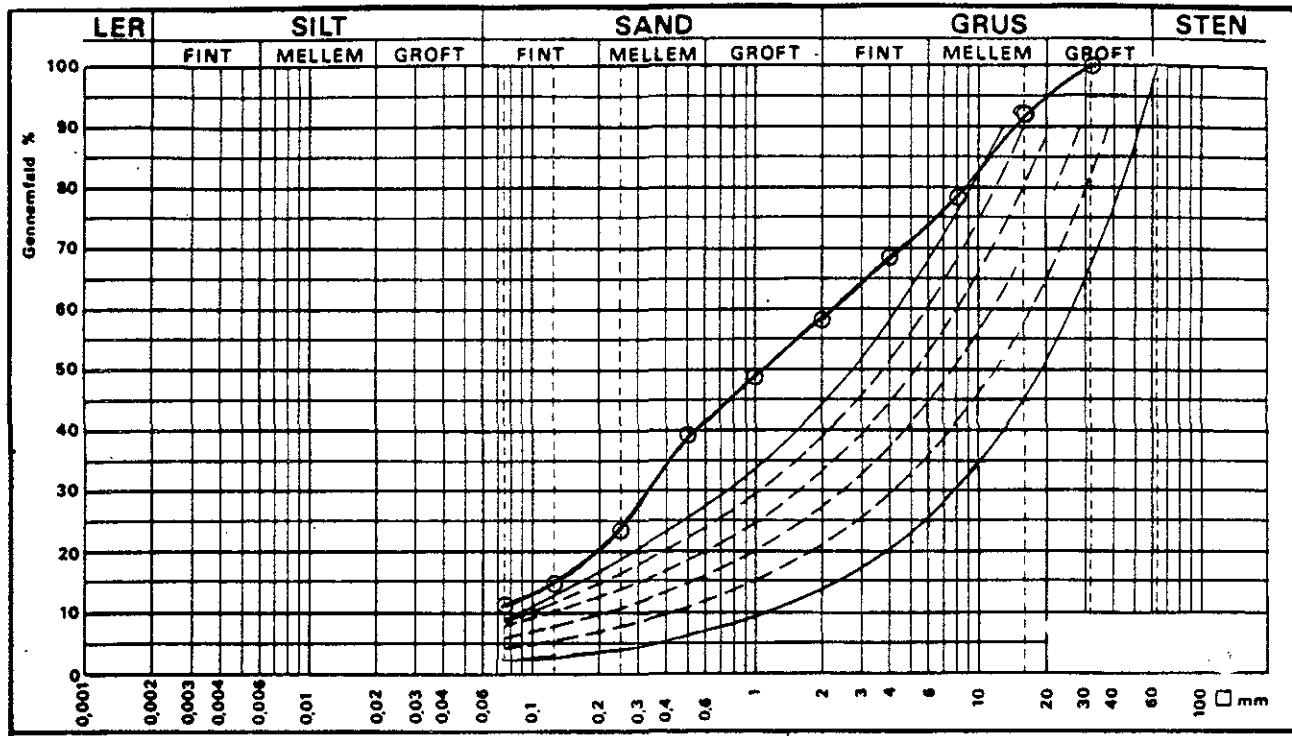
JORDART: GRUS, fin-grovkornet, stærkt sandet, let muldblandet, med talrige beton- og teglstykker, kalkholdig, fyld, recent

Kurvesignatur					
Boring nr.					
Prøve nr.	P 1				
Dybde/kote					
Uensformighedstal $U = d_{60} : d_{10}$	85,7				
Sandækvivalent $SE = 100 \times h : H$ %					
Jordart	Nedknust byggeaffald				
COWIconsult Rådgivende Ingeniører AS		Cowiconsult sag nr.: 15487			
		Sags navn: DEMONSTRATIONSPROJEKT FREDERIKSBERG VEST, ÅRHUS			
Dato / Init.		88.06.10 fsn	PBL	PHT	
	Borearbejde	Udarb	Kontrol	Godkendt	
KORNKURVE				Side	Udg
				BILAG NR	5 A



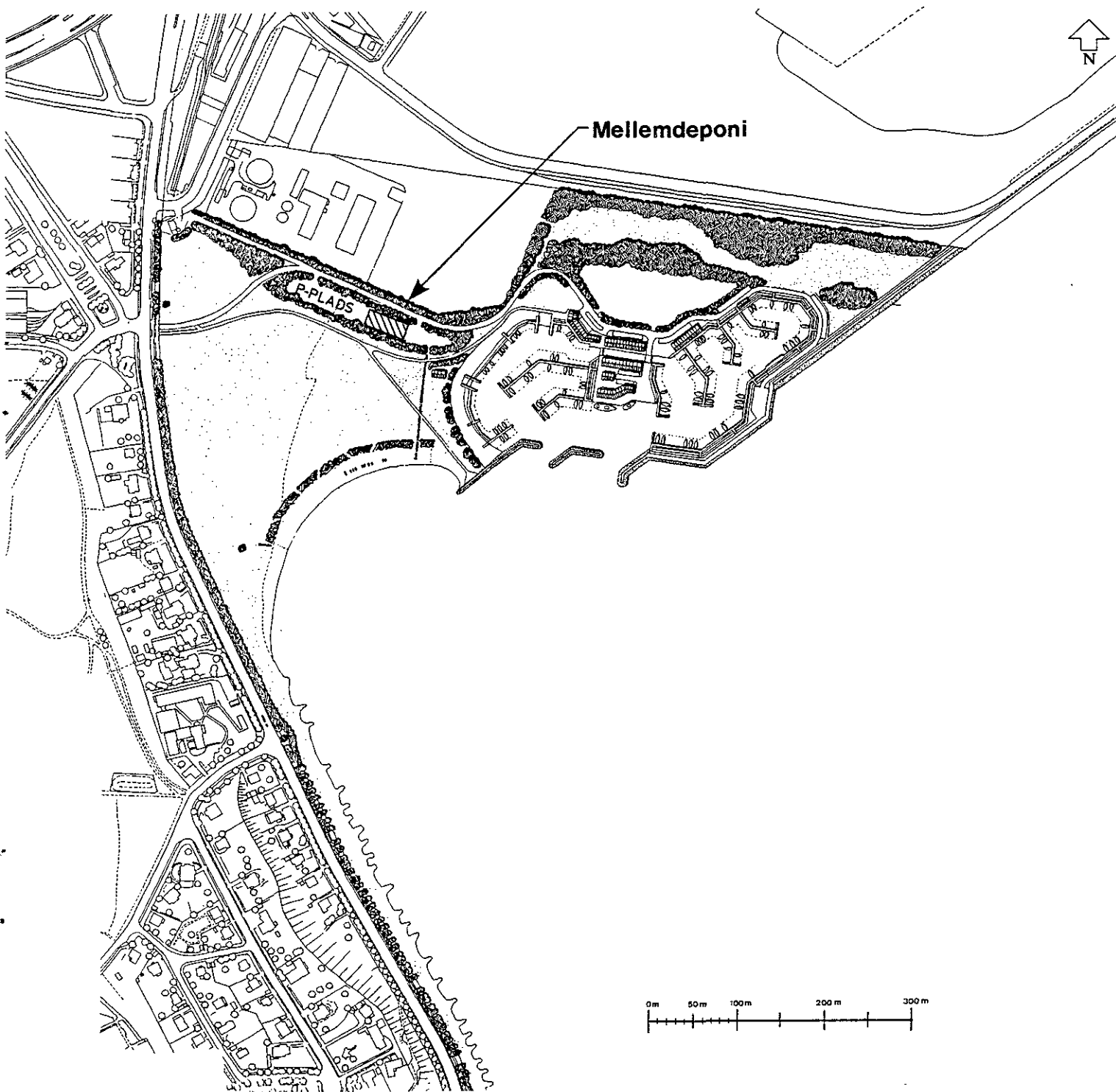
JORDART: GRUS, fin-grovkornet, stærkt sandet, let muldblandet, med talrige beton- og teglstykker, kalkholdig, fyld, recent

Kurvesignatur					
Boring nr.					
Prøve nr.		P 2			
Dybde/kote					
Uensformighedstal $U = d_{60} : d_{10}$		45,8			
Sandækvivalent $SE = 100 \times h : H$ %					
Jordart		Nedknust byggeaffald			
COWIconconsult Rådgivende Ingeniører AS			Cowiconsult sag nr.: 15487		
			Sags navn DEMONSTRATIONSPROJEKT FREDERIKSBJERG VEST, ÅRHUS		
Dato / Init		88.06.10 fsn	PBL	PHT	Side
	Borearbejde	Udarb	Kontrol	Godkendt	Udg
KORNKURVE					BILAG NR 5 B



JORDART: SAND, fin-grovkornet, stærkt gruset, let muldblandet, med talrige beton- og teglstykker, kalkholdig, fyld, recent

Kurvesignatur					
Boring nr.					
Prøve nr.	P 3				
Dybde/kote					
Uensformighedstal $U = d_{60} : d_{10}$	38,0				
Sandækvivalent $SE = 100 \times h : H$ %					
Jordart	Nedknust byggeaffald				
COWIcon sult Rådgivende Ingeniører AS		Cowiconsult sag nr. 15487			
		Sags navn: DEMONSTRATIONSPROJEKT FREDERIKSBERG VEST, ÅRHUS			
Dato / Init	Borearbejde	8.06.10 fsn	PBL	PHT	
		Udarb	Kontrol	Godkendt	
KORNKURVE				Side	Udg
				BILAG NR	



Opstart til 12²⁰ 0 tons
~ 12³⁰

DATE: 88.05.25
TID: 14.06
A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 198.4

DATE: 88.05.25
TID: 18.23

A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 455.3

DATE: 88.05.25
TID: 15.35
A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 325.7

VEGT NEGATIV
VED TÆRERING

DATE: 88.05.26
TID: 06.42

A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 455.6

DATE: 88.05.27
TID: 06.22

A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 1215.2

DATE: 88.05.28
TID: 07.13

A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 1956.7

DATE: 88.05.27
TID: 19.19

A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 1956.5

DATE: 88.05.28
TID: 17.29

A. J. GENSBRUG
INDUSTRIVEJ 6
8680 RY
TELF. 06 892744

SUBTOTAL I TONS: 2696.5



ÅRHUS KOMMUNES PARK- OG KIRKEGÅRDSFORVALTNING

Toldbodgade 5 . 8000 Århus C . Telefon 06 13 20 00

Cowi Consult
Olof Palmes Alle 19
8200 Århus N

Den 29. februar 1988

Jr.-nr. 10.10

Brev nr. 337 osr/hs

Vedr.: Nedrivningsprojekt Frederiksbjerg Vest.

Med henvisning til skrivelse af 19. januar 1988 fra Cowi Consult samt mundtlige forhandlinger med ingeniør Poul Thorn, kan park- og kirkegårdsforvaltningen hermed meddele accept på leverance af ca. 1.000 m³ nedknust bygningsaffald. Det sker med følgende forbehold:

- at det nedknuste materiale leveres til en pris af 50 kr. pr. m³.
- at materialerne afleveres på Tangkrogen i velafrettede depoter efter nærmere anvisning fra park- og kirkegårdsforvaltningen.
- at accepten bortfalder, såfremt materialet, efter park- og kirkegårdsforvaltningen's vurdering, skønnes uegnet til indbygning til grusbelægninger i det kommende rekreative område på Tangkrogen.

Med venlig hilsen

Ole Skou Rasmussen
Afdelingschef