

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 83 1995

**Demonstrationsprojekt
"Ved Fortet"
- sammenfattende rapport**

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 83 1995

Demonstrationsprojekt "Ved Fortet" - sammenfattende rapport

Demex A/S
Dansk Teknologisk Institut. Byggeteknisk Institut
V&S Byggedata A/S

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	1
1. INDLEDNING	2
1.1 Demonstrationsprojektet, Etape III	3
1.2 Projektgruppe	4
1.2 Følgegruppe	6
2. DEMONSTRATIONSPROJEKT	
"Ved Fortet".	7
2.1 Formål	7
2.2 Baggrund	8
2.3 Gennemførelse	8
2.4 Konklusioner	15
3. REGISTRERING AF SPILD OG	
EMBALLAGE PÅ NYBYGGERIET	17
3.1 Formål	17
3.2 Baggrund	17
3.3 Gennemførelse	18
3.4 Konklusioner	25
3.5 Forslag til nye tiltag	26
4. RENERE TEKNOLOGI I BYGGE- OG ANLÆGSBRANCHEN -	
TOTALØKONOMI	29
4.1 Formål	29
4.2 Baggrund	29
4.3 Gennemførelse	30
4.4 Konklusioner	30
5. SAMMENFATNING, KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER	34
Bilag: 1. Skitse af Ved Fortet før nedrivning og skitse af nybyggeri	
2. Beskrivelse af 4 konstruktionstyper	
3. Situationsplan for byggepladsindretning	

FORORD

Der er i perioden september 1992 til juni 1994 gennemført et projekt omhandlende byggeriet "Ved Fortet" i Gladsaxe kommune. Projektet er opdelt i tre delprojekter, som er selvstændigt afrapporteret og udgivet af Miljøstyrelsen:

1. "Genanvendelse og renere teknologi i bygge- og anlægssektoren i Gladsaxe kommune. Demonstrationsprojekt i forbindelse med byggeriet "Ved Fortet", udført af DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S.
2. "Reduktion af spild ved udførelse af bygningsarbejder", udført af DTI - Byggeteknisk Institut.
3. "Renere teknologi i bygge- og anlægsbranchen - Totaløkonomi", udført af V&S Byggedata A/S.

Denne rapport er en sammenfatning af rapporterne for de tre delprojekter. Rapporten er udarbejdet i samarbejde mellem DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S, DTI - Byggeteknisk Institut og V&S Byggedata A/S.

København Maj 1995

DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

DTI - Byggeteknisk Institut

V&S Byggedata A/S

1. INDLEDNING

Projektet "Ved Fortet" har omhandlet nedrivning af 196 boliger, butik og institution, svarende til ca. 14.000 etagem², og opførelse af 326 stk. nye boliger, 25 stk. ungdomsboliger, vaskerier og fælleslokaler, i alt ca. 28.600 etagem².

Bebyggelsen Ved Fortet blev opført i 1947. Byggeprojektet havde som forudsætning, at man i en ressourcebegrænset situation kunne opføre huse som lavt byggeri, hvor de sociale hensyn betingede en moderat husleje. I henhold til byggeriets "Hvidbog" udgivet af Danmarks almennyttigt Boligselskab i maj 1989 var byggeriet et såkaldt "Overgangsbyggeri" fra efterkrigstiden og var derfor materiale-mæssigt af mindre god kvalitet. Efter i 1989 at have konstateret alvorlige fugt- og svampeskader i husenes gulvkonstruktioner forårsaget af bebyggelsens kloaker valgte Gladsaxe Almennyttigt Boligselskab at rive det gamle byggeri ned og bygge nye boliger op fremfor at indlede en omfattende reovering af kloaksystemet.

Nybyggeriet "Ved Fortet" har været et af Hovedstadsregionens største byggeprojekter omfattende både nedrivning og nybyggeri. Projektet har derfor været egnet til demonstrationsprojekt, som kunne give resultater og erfaringer, der også vil kunne anvendes i større byfornyelsesprojekter som fx byfornyelsen på Vesterbro i København.

Med den baggrund påbegyndte Gladsaxe Almennyttige Boligselskab i september 1992 i samarbejde med DEMEX Rådgivende Ingeniører et projekt vedrørende *"Genanvendelse og renere teknologi i bygge- og anlægssektoren i Gladsaxe kommune. Demonstrationsprojekt i forbindelse med byggeriet "Ved Fortet"*. Dette projekt blev igangsat med henblik på at fremme genanvendelse og renere teknologi inden for bygge- og anlægssektoren i Gladsaxe kommune og afprøve forslag til regulativ for bygge- og anlægsaffald i praksis.

I tilknytning til dette demonstrationsprojekt påbegyndte DTI - Byggeteknisk Institut et projekt vedrørende *"Spild ved udførelse af bygningsarbejder"*. I projektet skulle omfanget af spild fra nybyggeri undersøges og vurderes med henblik på fremtidig spildminimering på byggepladsen.

V&S Byggedata A/S indledte ligeledes et projekt "Renere teknologi i bygge- og anlægsbranchen - Totaløkonomi" i forbindelse med byggeriet "Ved Fortet", som havde til formål at vurdere totaløkonomien for alternative byggetekniske løsninger for en udvalgt konstruktionsdel.

De forannævnte projekter er sponsoreret af Rådet vedrørende Genanvendelse og Mindre Forurenende Teknologi og selvstændigt udgivet af Miljøstyrelsen, hvor de også kan rekvieres.

1.1 Demonstrationsprojektet, Etape III

Nybyggeriet af "Ved Fortet" opdeltes i 3 etaper, hvor man i projektgruppen fandt, at den sidste etape, etape III, var mest velegnet med hensyn til det tidsmæssige forløb af projektet med start i efteråret 1992 og forventet afslutning medio 1994.

På grund af byggeprojektets størrelse og opdeling i mindre, identiske enheder var der mulighed for en kontinuert erfaringsindhentning og udnyttelse af disse erfaringer i løbet af projektet. Eksempelvis kunne resultaterne af registrering og undersøgelse af affaldsproduktionen under bygning af de første huse overføres og udnyttes med henblik på affaldssortering og spildminimering under opførelse af de næstfølgende huse. Det var således muligt, at variere og kontrollere de væsentligste parametre og aktiviteter, der var bestemmende for affaldsproduktionen, og det var muligt, at konstatere effekten af de enkelte tiltag.

Byggeriets etape III bestod af nedrivning af 77 boliger på ialt 5.350 m² bruttoetageareal og opførelse af 115 alm. boliger, 10 ungdomsboliger samt fællesfaciliteter, ialt svarende til 11.000 m² bruttoetageareal.

Boligerne, der skulle nedrives bestod, af rækkehuse med enheder af 2 værelser med kammer, ialt ca. 70m², forsynet med birum som cykelrum, pulterrum, brændselsrum samt bad og W.C., se bilag 1.

Nybyggeriet består af 1 og 1½ etages rækkehuse med 1-, 2-, 3- og 4-værelses lejligheder. Rækkehusene er fordelt i boliggrupper, som består af 2 bygninger i vinkel med 10-16 boliger grupperet omkring et fælles adgangsareal, udformet som grønt område med plads afsat til udhuse, legeplads eller fælleshus, se bilag 1.

1.2 Projektgruppe

Demonstrationsprojektet og de to tilknyttede projekter blev ledet og koordineret af en projektgruppe med følgende sammensætning:

Kaj Mortensen, Dansk Almennyttigt Boligselskab

Søren D. Schmidt, Arkitekt M.A.A. P.A.R.

Max Kjellerup, AS WISSENERG Rådgivende Ingeniører

Christian Eifer, Gladsaxe kommune, Bygnings- og miljøafdelingen

Elisabeth Flensmark, Gladsaxe kommune, Forsyningsafdelingen

Erik Jensen, Arbejdstilsynet, kreds Københavns Amt

Susanne Bruun, H. Hoffmann & Sønner A/S

Carl Friis Skovsen, V&S Byggedata A/S

Julius Nielsen, DTI Byggeteknisk Institut

Karsten Kobbarnagel, DTI Byggeteknisk Institut

Erik K. Lauritzen, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

Niels Strufe, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

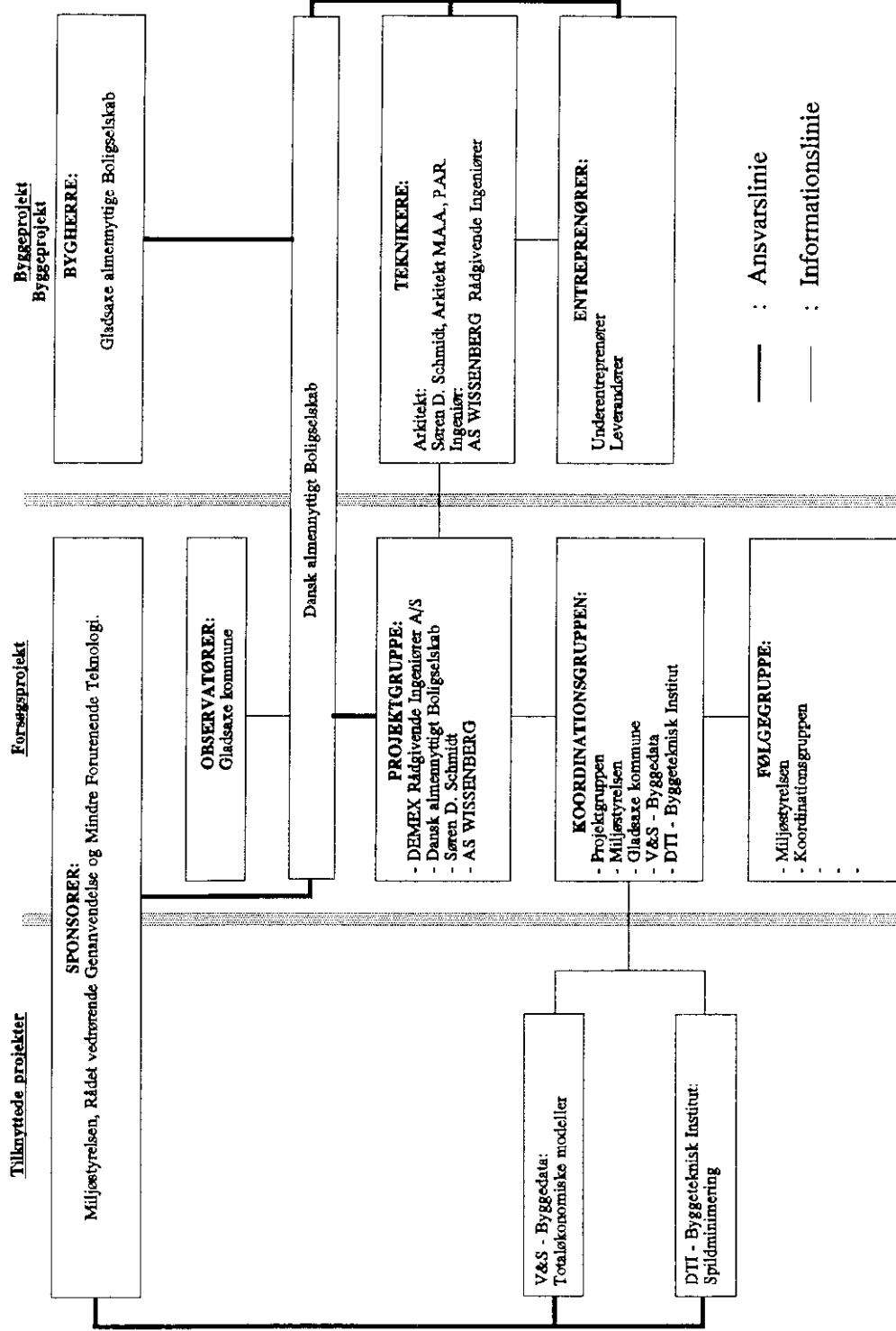
Poul Andersen, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

Lene Kristensen, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

Der blev afholdt projektgruppemøder med jævne mellemrum gennem hele projektperioden, ialt 17 møder.

Organisationsplanen for demonstrationsprojekt "Ved Fortet" fremgår af nedenstående figur.

Organisationsplan, demonstrationsprojekt Ved Fortet



1.2 Følgegruppe

I henhold til Miljøstyrelsens betingelser var der nedsat en følgegruppe under Miljøstyrelsens formandskab med følgende repræsentation:

Lars Søborg (formand), Miljøstyrelsen, Erhvervsaffaldskontoret
Jette Skaarup, Miljøstyrelsen, Erhvervsaffaldskontoret
Christian Eifer, Gladsaxe kommune, Bygnings- og miljøafdelingen
Elisabeth Flensmark, Gladsaxe kommune, Forsyningsafdelingen
Kaj Mortensen, Dansk Almennyttigt Boligselskab
Søren D. Schmidt, Arkitekt M.A.A. P.A.R.
Max Kjellerup, AS WISSENERG Rådgivende Ingeniører
Erik Jensen, Arbejdstilsynet, kreds Københavns Amt
Susanne Bruun, H. Hoffmann & Sønner
Carl Friis Skovsen, V&S Byggedata A/S
Julius Nielsen, DTI, Byggeteknisk Institut
Karsten Kobbarnagel, DTI, Byggeteknisk Institut
Jørgen Marcussen, Foreningen Socialt Boligbyggeri
Thomas Fløe Jensen, Arbejderbevægelsens Erhvervsråd
Kaj Bruhn Andersen, Gladsaxe almennyttige Boligselskab
Jens Nejrup, Miljøkontrollen, Københavns kommune
Klaus Groth, I/S Vestforbrændingen, c/o ØKOconsult Aps
Erik K. Lauritzen, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S
Niels Strufe, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S
Poul Andersen, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S
Lene Kristensen, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S
Lillian Rasch, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

Der har været afholdt 5 møder i følgegruppen.

2. DEMONSTRATIONSPROJEKT "Ved Fortet". DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

2.1 Formål

Det har været projektets formål, at gennemføre et større demonstrationsprojekt med henblik på i Gladsaxe Kommune, at fremme genanvendelse og renere teknologi inden for bygge- og anlægssektoren og, at afprøve forslag til Gladsaxe Kommunes regulativ for bygge- og anlægsaffald i praksis og de hermed forbundne aktiviteter og procedurer, jf. "Regler og styringsmidler for behandling af bygge- og anlægsaffald i Gladsaxe kommune", Miljøstyrelsens arbejdsrapport nr. 37, 1992.

I projektet blev lagt vægt på afprøvning af potentielle regelområder og styringsmidler for registrering og behandling af bygge- og anlægsaffald, herunder:

- Kommunens behandling af bygge- og anlægsaffald.
- Anmeldelsesordninger og kontrol.
- Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald.
- Implementering af renere teknologi.
- Arbejds miljøvurdering i relation til genanvendte materialer.
- Miljørevision

Der blev endvidere lagt vægt på, at foretage miljøvurdering af en udvalgt konstruktionsdel under nybyggeriet.

Projektets videre sigte var, med baggrund i Miljøministeriets handlingsplan for affald og genanvendelse, at skabe en model for optimal begrænsning, genanvendelse og behandling af bygge- og anlægsaffald i kommunale byfornyelsesprojekter således, at resourceforbruget og miljøbelastningen minimeres.

Endvidere kunne projektet anvendes til opfølgning af de tre "Genanvendte Hus"-projekter, der for tiden er under udførelse rundt om i landet, og en videreførelse af de erfaringer der er opnået i forbindelse hermed.

2.2 Baggrund

Projektet blev koordineret med de tre igangværende demonstrationsprojekter vedr. opførelse af huse i Horsens, Odense og København, fortrinsvis af genanvendte materialer, og bygger iøvrigt på erfaringer fra de hidtidige projekter vedr. genanvendelse og renere teknologi bygge- og anlægssektoren.

Sammenlignet med de tre genanvendte huse adskilte dette demonstrationsprojekt sig ved:

- at byggeriet var færdigprojekteret,
- at byggeriet var projekteret som traditionelt byggeri,
- at projekteringen var udført uden en egentlig renere teknologivurdering,
- at byggeriet har omfattet flere enheder og opføres i etaper, og der således var mulighed for reference til byggeri af samme type.

2.3 Gennemførelse

Projektet er blevet gennemført af Gladsaxe almennyttige boligselskab, administreret ved Dansk almennyttigt Boligselskab, i samarbejde med DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S.

Gladsaxe Kommune har fulgt projektet som observatører, idet projektet bl.a. skulle fungere som afprøvning af forslag til Gladsaxe Kommunes regulativ for bygge- og anlægsaffald i praksis, jf. DEMEX rapport vedr. "Regler og styringsmidler i Gladsaxe kommune", Arbejdsrapport nr. 37, 1992, Miljøstyrelsen.

I forbindelse med projektet blev der undervejs i projektet udfærdiget informationsmateriale og -aktiviteter til orientering af borgerne i området, men specielt med henblik på de eksisterende og kommende beboere i bebyggelsen "Ved Fortet".

Der er i løbet af projektperioden udarbejdet 4 statusrapporter og en hovedrapport:

1. Statusrapport marts 1993: Affaldsregistrering
2. Statusrapport juli 1993: Fase II, Nedrivning
3. Statusrapport november 1993: Fase II, Nedrivning og Nybyggeri
4. Statusrapport April 1994: Demonstrationsprojekt Ved Fortet, etape III
5. Hovedrapport Juni 1994: Demonstrationsprojekt Ved Fortet, etape III

Projektet blev gennemført i 3 faser:

- Fase I: Planlægning
Fase II: Nedrivning og nybyggeri
Fase III: Evaluering og rapportering

Fase I: Planlægning

Denne fase har omfattet en indledende strukturering og afgrænsning af projektets indhold og målsætning, herunder tidsplanlægning af de enkelte aktiviteter i overensstemmelse med den overordnede plan for byggeriet.

Der er udført forundersøgelser og grundlaget, samt de indledende forhandlinger og planlægning er diskuteret og afklaret med de involverede parter.

Fasen blev afsluttet med udarbejdelse af dispositionsforslag vedr. hele byggeprocessen herunder nedrivning med hensyn til genanvendelse og renere teknologi, som kunne indgå i projektering og gennemførelse af nedrivningsarbejder og nybyggeri. Byggeriet der er nedrevet samt nybyggeriet er skitseret i bilag 1.

Fase II: Nedrivning og nybyggeri

Nedrivning

Nedrivningsarbejdet er foregået i perioden medio december 1992 til medio juni 1993. Nedrivningen er primært foregået ved selektiv nedrivning. De registrerede affaldsmængder fra nedrivningen er opgjort til ca. 83 ton pr. bolig svarende til ca. 0,9 ton pr. etagem², jf. figur 2.1, hvoraf ca. 93% genanvendtes på stedet.

I mængdeopgørelsen i figur 1, jf. statusrapport marts 1993, adskiller de teoretiske mængder sig på enkelte områder fra de registrerede.

Materiale:	Beregnet mængde i ton pr. bolig	Registreret mængde i ton pr. bolig
BETON	35,25	50
TEGL	28,06	28,06
TRÆ	2,79	3,65
ANDET	3,10	1,59
I alt:	69,20	83

Figur 2.1 Beregnede og registrerede affaldsmængder pr. bolig

Betonfraktionen indeholder også tegl og den samlede mængde bliver derfor for høj i forhold til den teoretisk beregnede mængde. Samlet vurderes mængden af beton og tegl at have være på i alt ca. 65 ton pr. bolig ($\sim 0,9$ ton/m²).

Den faktiske mængde tegl er ikke registreret, og der regnes med de teoretisk beregnede mængder, jf. Dipositionsforslaget.

Opgørelse af træfraktionen er opgjort på baggrund af entreprenørens oplysninger og bygger primært på en visuel vurdering af de borttransporterede mængder, hvilket kan forklare afvigelsen mellem den teoretiske og den faktiske registrerede mængde. Endvidere er der medgået mindre mængder af efterladt inventar (fx skabe), samt mindre trækonstruktioner opført af de tidligere beboere (fx læhegn og lign.).

På baggrund af foranstående opgørelse kan enhedsmængden for nedrivning af et byggeri af denne type beregnes i ton pr. etagem², hvilket fremgår af figur 2.2.

Materiale:	Mængde i ton pr. m ² , jf. PROBA*	%	Mængde i ton pr. m ²	%
BETON + TEGL	1,51	93	0,93	93
TRÆ	0,11	7	0,05	5
ANDET	0,05	-	0,03	2
I alt:	1,625	100	1	100

* Prognose for bygge- og anlægsaffald (PROBA), Miljøprojekt nr. 150, 1990. DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S m.fl.

Figur 2.2 Materiemængder, enhedstal pr. bolig og pr. m²

Affaldsbehandling- og bortskaffelse

Affaldet er behandlet og bortskaffet i henhold til Gladsaxe kommunes forslag til regulativ, jf. DEMEX rapport vedr. "Regler og styringsmidler for behandling af bygge- og anlægsaffald i Gladsaxe kommune". Mængderne til genanvendelse, forbrænding og deponering fremgår af figur 2.3.

I Miljøstyrelsens handlingsplan stiles der for bygge- og anlægsaffald mod en genanvendelsesprocent på 60 i år 2000, andelen til deponering er målsat til 30% og forbrænding af ikke genanvendelige materialer udgør de sidste 10%. I nærværende projekt har denne målsætning til fulde kunnet opfyldes, idet genanvendelsen har omfattet de tunge fraktioner beton og tegl som tilsammen udgør 93% af de samlede mængder.

Deponering på losseplads har i fuld overensstemmelse med handlingsplanen kun omfattet materialer, der ikke kunne genanvendes eller var forurenede.

Forbrænding er primært sket i forbindelse med salg af træ, der ikke var direkte genanvendeligt.

Bestemmelsessted	Mængder i ton	Mængder i %
Til genanvendelse:		
Beton og tegl	5.005	93
Taglægter	12	-
Spær	27	-
Brædder	2	-
Mineraluld	23	-
I alt til genanvendelse	5.069	94
Til forbrænding:		
Blandet træ	242	4
Til deponering:		
Mineraluld	43	-
Asbest tagplader	52	-
I alt til deponering	95	2
I ALT	5.406	100

Figur 2.3 *Oversigt over mængder og fordeling af nedrivningsaffald til genanvendelse, forbrænding og deponering*

Nybyggeri, ressourceforbrug og miljøbelastninger

Med baggrund i hovedprojekt for nybyggeri er der foretaget en sammenlignende undersøgelse af ressourceforbrug og miljøbelastninger for en udvalgt konstruktionsdel med 3 udpegede alternative løsninger:

Type 1: Tegl/letbeton (eksisterende konstruktion)

Type 2: Tegl/tegl

Type 3: Præfabrikeret betonsandwichelement

Type 4: Bindingsværk trækonstruktion

Tegninger af konstruktionstyperne fremgår af bilag 2.

Konstruktionerne er vurderet i forhold til hinanden ud fra deres energiforbrug, levetid, genanvendelighed, miljøbelastning, årligt vedligehold og genoprettelighed, jf. figur 2.4, under fabrikation, opførelse, drift og bortskaffelse.

Valg af en af de fire alternative konstruktioner må bero på en vægtning af de forskellige parametre, samt de miljømæssige og økonomiske forudsætninger på et givet tidspunkt. I det tilknyttede projekt vedrørende totaløkonomi, jf. kapitel 4, bestemmes omkostningerne for de samme fire vægelementer.

Af figur 2.4 fremgår, at alternativ 3, isoleret træskeletvæg med rupløjet facadebeklædning, har det laveste ressourceforbrug og er vurderet som mindst miljøbelastende.

I m²	Vægtning	Eksis. konstruktion	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
U-værdi, W/m ² K	1	0,24	0,31	0,25	0,23
Levetid, år	2	60-120	60-120	60-120	90
Energiforbrug, MJ	3	810	940	1050	315
Genanvendelighed	4	Middel	God	Middel	Dårlig
Arbejdsmiljø	5	Middel	Middel	Dårlig	Dårlig
Ydre miljø	6	Middel	God	Dårlig	Middel
Årlig vedligehold, %	7	1	1	1	2
Genopretning, %	8	150	150	130	150

Figur 2.4 Sammenligning af ressource- og miljødata for alle fire vægelementer, markeringen angiver de mindst ressourceforbrugene og mindst miljøbelastende værdier.

Vurdering af påvirkninger i arbejdsmiljøet og det ydre miljø omfatter en angivelse af hvor de største påvirkninger forventes at ligge. Ved vurderingen lægges vægten på de påvirkninger, som er karakteristiske for det aktuelle vægelement. Derefter gradueres de nævnte påvirkninger i:

- God: "potentielt ikke belastende forhold"
- Middel: "potentielt noget belastende forhold"
- Dårlig: "potentielt meget belastende forhold"

Væglementerne og deres bestanddele vurderes med henblik på deres senere bortskaffelse. I henhold til Miljøministeriets "Handlingsplan for affald og genanvendelse 1993-97" udgør genanvendelse generelt den højst prioriterede affaldsbehandlingsform, derpå følger forbrænding og endelig deponering af affald som den lavest prioriterede behandlingsmetode. Konstruktionernes genanvendelighed gradueres i God, Middel og Dårlig.

God: Konstruktionen indeholder få materialekategorier, er let at adskille i de enkelte fraktioner og kan relativt let genanvendes.

Middel: Konstruktionen indeholder flere forskellige materialekategorier, vanskelig at separere og ikke alle materialerne er let genanvendelige.

Dårlig: Konstruktionen indeholder mange forskellige materialekategorier som er vanskelige at separere og ikke alle materialerne er genanvendelige.

Arbejdsmiljø

Der er taget udgangspunkt i undersøgelser udført af en arbejdsgruppe vedrørende arbejdsmiljø og sikkerhed med repræsentanter fra hovedentreprenør, teknikere, DEMEX, Arbejdstilsynet og Glad-saxe kommune.

Der er ikke i forbindelse med nedrivning og affaldsbortskaffelse registreret nogen former for uheld. Under nybyggeriet er der registreret 1 arbejdsulykke, og Arbejdstilsynet har inspiceret byggepladsen 4 gange, hvilket har medført ét påbud og påtale af stilladsforhold generelt. Arbejdsulykken skal ses i forhold til, at der på byggepladsen har været beskæftiget en arbejdskraft svarende til ca. 2600 mand-uger, og der i visse perioder har været beskæftiget op mod 90 mand af gangen.

Demonstrationsprojektet "Ved Fortet" har vist, at det daglige sikkerhedsarbejde kan udvikles systematisk ved stadig vekselvirkning mellem planlægning og iagttagelse.

Byggepladsens tids- og aktivitetsplan er sammen med planen for indretning af byggepladsen, se bilag 3, et vigtigt grundlag for udpegning af steder eller perioder med mange samtidige aktiviteter og dermed med stor sandsynlighed for arbejdsmiljøproblemer og -konflikter. Grundlaget for udpegningen kan dog variere så afgørende i løbet af byggeperioden, for eksempel på grund af vejret, at nye "udpegninger" er nødvendige.

Fase III: Evaluering og rapportering

Evaluering af regulativ i Gladsaxe kommune

Gladsaxe kommune har endnu ikke indført et regulativ, men har mulighed for at benytte sig af to forskellige ordninger for affaldsbortskaffelse; indsamlingsordninger eller anvisningsordninger. Der er foretaget en sammenligning af de to ordninger.

Der er i dette kapitel beskrevet, hvad et regulativ for Gladsaxe kommune kan indeholde ifølge Miljøstyrelsens bekendtgørelse vedr. bortskaffelse, planlægning og registrering af affald. Der anbefales, at kommunen indfører anvisningsordninger for de fleste affaldstyper. Kommunen har mulighed for at indføre bestemmelser i regulativet om anmeldelse af affald. Anmeldelserne kan foretages af affaldsproducenten, transportøren eller affaldsbehandlingsanlægget.

Resultater fra nærværende projekt er sammenfattet i en hovedrapport, selvstændigt udgivet som Arbejdsrapport nr. 37, 1992, Miljøstyrelsen.

2.4 Konklusioner

Der er på baggrund af 149 udfyldte registreringsskemaer opgjort 83 ton affald pr. nedrevet bolig svarende til ca. 0,9 ton pr. etagem². 94% af affaldet er genanvendt, 4% er forbrændt og 2 % er sendt til deponering på losseplads.

Set i relation til Miljøstyrelsens Handlingsplan for Affald og genanvendelse 1993-97 må målet om 60 %'s genanvendelse af bygge- og anlægsaffald, ifølge foranstående beregninger, siges at være nået.

Det har vist sig i dette projekt, at man ved at tilsyn, kontrol og vejledning, samt uddannelse af byggeriets parter har mulighed for at opnå genanvendelsesprocenter over 90.

På baggrund af Miljøstyrelsens "Bekendtgørelse om bortskaffelse, planlægning og registrering af affald" er der i dette projekt udarbejdet forslag til indholdet i Gladsaxe kommunes regulativ for erhvervsaffald.

Kommunen har mulighed for at indhente oplysninger vedr. affald fra affaldsproducenter, affaldstransportører og affaldsbehandlingsanlæg. Ønskes der udarbejdet særlige regler om oplysningspligt er det vigtigt, at kommunen gør sig klart:

- Hvilke oplysninger er der brug for
- Hvordan skal oplysningerne indhentes
- Hvilket tidspunkt af byggeprocessen skal oplysningerne indhentes; ved ansøgning om bygge- eller nedrivningstil-ladelse, under bygge- eller nedrivningsprocessen eller efter byggeriet eller nedrivningen er afsluttet
- Hvordan skal registreringsskemaerne udformes
- Hvem skal udfylde registreringsskemaerne
- Hvilke økonomiske ressourcer har kommunen

Indførelse af et eller flere regulativer for erhvervsaffald vil både gavne kommunen og bygherre i affaldsplanlægningen.

Der er i projektet udarbejdet et forslag til metode til vurdering af et byggeelements ressourceforbrug og miljørelationer i et byggeelements levetid. Metoden er afprøvet på en udvalgt konstruktionsdel og udpegede alternative løsninger. Resultatet af undersøgelsen blev, at alternativ 3, isoleret træskeletvæg med rupløjet facade, havde det laveste ressourceforbrug og de mindste miljøbelastninger. Valget beror på en bestemt vægtning af de forskellige parametre.

En anden vægtning af de indgående parametre, samt valg af andre parametre kan betyde, at vurderingen falder ud til fordel for en af de andre konstruktionstyper.

Byggepladsens tids- og aktivitetsplan er sammen med planen for indretning af byggepladsen et vigtigt grundlag for udpegning af steder eller perioder med mange samtidige aktiviteter og dermed med stor sandsynlighed for arbejdsmiljøproblemer og -konflikter. Grundlaget for udpegningen kan dog variere så afgørende i løbet af byggeperioden, for eksempel på grund af vejret, at nye "udpegninger" er nødvendige.

Inspektioner mht. arbejdsmiljøet i perioder med mange samtidige aktiviteter på byggepladsen er et meget vigtigt værktøj i arbejdsmiljøledelsen, især når inspektionerne straks resulterer i fornyet plangennemgang og omsættes i korrigerende, forebyggende handlinger.

Demonstrationsprojektet Ved Fortet har endvidere vist, at det daglige sikkerhedsarbejde kan udvikles systematisk ved stadig vekselvirkning mellem planlægning og iagttagelse.

Niels Strufe
DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

3. REGISTRERING AF SPILD OG EMBALLAGE PÅ NYBYGGERIET DTI - Byggeteknisk Institut

3.1 Formål

Ved denne indledende undersøgelse indsamles den grundlæggende viden omkring art og omfang indenfor udvalgte områder af byggeaffald ved et nybyggeri.

Emballageproblematikken vurderes med henblik på at reducere emballageforbruget og vurdere mulighederne for en eller anden form for returforpligtelse og genanvendelse, herunder en vurdering af Duales-systemet.

På grundlag af de indsamlede, bearbejdede og vurderede resultater opstilles et forslag til efterfølgende projekter. Disse projekter vil samtidig kunne belyse en række forhold. Hvordan staten skal styre og erhvervslivet handle for at reducere materialespildet allerede i produktionen og ved leverancen af byggematerialer. Og hvordan kan man gennem projektering, planlægning og arbejdstilrettelægning styre byggeprocessen, så materialespildet i selve byggefasen bliver mindst muligt.

3.2 Baggrund

Byggeriet har udviklet sig mod anvendelse af mange højteknologiske og kemisk forarbejdede byggematerialer, samt brug af plastemballage, der ikke umiddelbart lader sig bortskaffe gennem deponering på lossepladser, ved almindelig nedbrydning i naturen eller destruktion i særlige anlæg.

Samfundet, byggematerialeproducenter og byggeriets parter er blevet opmærksomme på behovet for at reducere miljøproblemer og byggeomkostningerne ved at reducere deponeringsmængder og dermed de miljømæssige og økonomiske omkostninger ved bortskaffelse af byggeaffald.

Der er allerede taget initiativ til projekter om f.eks. genbrug af byggematerialer og omkostningsbesparelser gennem brug af bedre logistik. Dette har påvirket interessen for også at reducere spild på byggepladsen.

Der er igangværende bestræbelser for bedre byggeprojekter, en bedre byggeplanlægning, en bedre arbejdstilrettelægning og indretning af byggepladser, arbejds- og tidsplanlægning, materialebestilling og -leverancer, materialeopbevaring, bedre viden og instruktion, samt mere hensigtsmæssig brug af materialer.

De igangværende initiativer beskæftiger sig dog ikke væsentligt med muligheder for reduktion af spild i producentledet og udførelsen. Det vil sandsynligvis kunne reducere omkostninger og miljøbelastning, hvis dette forhold blev behandlet.

Igangværende initiativer synes heller ikke at fokusere bredt på problemer med byggeaffald, som er meget forskelligartede, afhængig af om affaldet kommer fra nybyggeri, renovering eller vedligeholdelsesarbejde.

3.3 Gennemførelse

Projektet er gennemført i hele byggeperioden som strakte sig fra marts 1993 til juni 1994 eller i alt ca. 15 måneder.

Projektet er principielt gennemført i 3 faser:

- Tilrettelæggelse
- Gennemførelse
- Vurdering og rapportering

Tilrettelæggelse

På baggrund af de tidligere gennemførte registreringsprojekter fra byggesagens tidligere etaper blev der udarbejdet et skema til registrering af forskellige materialetyper og skemaerne er anvendt i hele byggeperioden.

Der blev endvidere udarbejdet et spørgeskema, som skulle anvendes til at indhente oplysninger fra leverandører og producenter med henblik på at få oplysninger om anvendte materialer på etape III, samt oplysninger om emballageforbruget.

Dette viste sig ikke muligt at gennemfører i praksis, da der i flere tilfælde var flere leverandører af samme byggemateriale og forskellige købere (hovedentreprenør eller underentreprenør). Endelig var leverandørerne ikke særligt motiverede for at deltage i undersøgelsen.

Som en del af grundlaget for at vurdere spild- og emballagemængder blev der udarbejdet spørgeskemaer, som blev anvendt til interview af de udførende på byggesagen. Hovedentreprenøren og underentreprenørerne er interviewet for at få afklaret, hvad man gør med materialeoverskud og emballage på andre byggesager, samt at få forslag til forbedringer i leverancesystemer, der kan minimere spild og den samlede miljøbelastning.

Gennemførelse

I forbindelse med opstart af fagentrepriserne blev entreprenørerne informeret om, hvordan materialer skulle selekteres, og der blev opstillet containere og galger (afmærkede områder) til overskud og emballage.

Efter jordarbejdets afslutning har der været minimum 3 containere på byggepladsen. I perioder har der været flere, når det har været hensigtsmæssigt i forbindelse med, at der har været arbejdet flere steder på byggepladsen på samme tid. Afgørende for placeringen er, at det ikke skulle være for besværligt for de udførende at aflevere affald i containere, men samtidig skulle der være plads til at manøvrere med maskiner på byggepladsen. Det var primært sidstnævnte forhold som afgjorde, hvor containerne skulle stå.

Alle på byggepladsen har medvirket positivt til at få projektet til at fungere og selekteringen er forløbet tilfredsstillende. Resultatet af registreringen vurderes således at være retvisende. Der har i enkelte tilfælde været placeret materialer i forkerte containere, og der har været smidt materialer fra husholdninger. Disse mængder er dog ringe og uden betydning for det samlede resultat.

Vurdering og rapportering

Projektet er foreløbig afsluttet med nærværende rapport og projektresultatet er forelagt repræsentanter for byggeriets parter ved en rundbordssamtale.

Der viste sig en vis skepsis over de registrerede affaldsmængder, som på nærværende byggesag er relativt lave. Det skal derfor endnu engang fremhæves, at nærværende projekt udelukkende drejer sig om, at afdække og vurdere omfanget af affald der køres

bort til forbrænding eller losseplads. Projektet indeholder således ikke en registrering af forkert leverede materialer, returvarer og håndtering heraf.

Der var interesse for at se nærmere på transport af byggematerialer, da det vurderes at være et område, som bør undersøges nærmere.

Samlet registrering

I figur 3.1 er angivet resultaterne af registreringen af affald i hhv. antal containere og tonnage. For gasbeton, mursten og betontagsten er det løse rummål omregnet til vægt (tør) for at kunne sammenligne mængderne. () angiver, at materialer delvis er brugt som opfyld på byggepladsen (veje m.m.), og at containerantallet måske kan afvige en smule, idet mængden pr. lastvognslæs er skønnet.

Type	Volumen Antal containere	Mængder/tons
Emballage	45	20,45
Ikke brandbart spild	51	159,35
<i>heraf</i>		
- Gasbeton	(15)	62,33
- Mursten	(6)	33,96
- Tagsten	4	19,20
- Andet (PVC, kabler m.v.)	26	43,86
Brandbart spild	22	21,40
I alt	118	201,20

Figur 3.1 Tabel over registrerede affaldsmængder i fraktionerne emballage, brandbart spild og ikke brandbart spild. Volumener er angivet i antal containere, mængder i ton.

For at kunne vurdere talmaterialet er det omsat til relative størrelser i forhold til byggeriets størrelse. Disse data er angivet i figur 3.2.

Affaldstype	kg/m ² etageareal	kg/bolig
Emballage (- plast, pap, træ)	1,8	164
Brandbart bygge materiale	2,0	171
Ikke brandbart byggemateriale	14,5	1275
I alt	18,3	1610

Figur 3.2 Tabellen angiver de tre affaldstyper, og de affaldsmængder der har været pr. m² af etagearealet, samt hvor mange kg dette ca. er pr. bolig.

Vurdering af resultat

Når den samlede mængde affald sættes i forhold til det samlede byggeri's hoveddata fremkommer følgende:

Pr. lejlighed udgør det samlede materialespild og emballage 1,61 t/bolig (jvf. tabel). Pr. m² af bruttoetagearealet udgør det samlede materiale spild og emballage 18,3 kg/m².

Jævnfør PROBA-rapporten er affaldsmængden her anslået til 23,3 kg/m². I det i rapporten omtalte eksempel er indvendige skillevægge fremstillet af gips, og spær er fremstillet på byggepladsen. Ved en sammenligning af de 2 resultater ses, at en betydelig overskud/spildmængde fremkommer ved tilpasning af indvendige skillevægge.

Set ud fra en samlet betragtning er de registrerede mængder umiddelbart tilfredsstillende, idet erfaringstal på affaldsområdet ved nybyggeri ligger på ca. 10 - 30 kg/m², afhængig af det enkelte byggeri's udformning, materialevalg m.m.

Gasbeton

Beregninger viser, at gasbetonspildet vægtmæssigt udgør 8,7% af den samlede gasbetonvægt. Med en entreprisenum på 3 mill. kr. udgør spildet 130.500 kr. Spildet kan minimeres ved at etablere et bedre samarbejde mellem de involverede deltagere i leverancekæden.

Mursten

Murstensspildet har udgjort 2,6% svarende til 172.000 kr. ud af en entreprisenum på ca. 6.6 mill. kr. Der har i bygningens indretning været taget højde for at minimere murstensspildet, og det er vanskeligt her at fremkomme med forbedringsforslag.

Betontagsten

Betontagstensspildet udgør 4,9% af tagarealet og dette svarer til 53.000 kr. ud af en entreprisenum på 1,09 mill. kr.

Spildet er opstået pga. flere transportformer og omladning undervejs. Tagstenene er fremstillet i Norge og set ud fra en samlet miljøbelastningsvinkel ville det være mere fordelagtigt at købe tagstenen i Danmark.

Ikke brandbart spild, øvrigt

Blandet ikke brandbart spild har efter beregninger vist sig at koste ca. 35.500 kr. at bortskaffe. Umiddelbart er dette ikke afskrækkende, og håndværkerne oplyser, at de naturligt gør hvad de kan for at begrænse materialeoverskuddet.

Brandbart spild

Beregninger viser at omkostningerne til at bortskaffe blandet brandbart spild udgør ca. 34.000 kr. Dette er heller ikke afskrækkende. For de to typer "ikke brandbart" og "brandbart" gælder at der er specielt to forhold som spiller ind på optimeringen:

- Optimering af leverancekæder
- Returforpligtelse af materialer

Generelt er der ikke noget økonomisk incitament til at arbejde med minimering af materialespildet, idet man ikke opnår nogen økonomisk gevinst ved at bruge ekstra ressourcer på forbedringer. Dette er et generelt problem i branchen, og der arbejdes stille og roligt med at forbedre dette forhold.

Generelt er returforpligtelse af byggematerialeoverskud et område, der bør undersøges nærmere. Nærværende projekt er ikke tilstrækkeligt til at træffe beslutning og returforpligtelse.

På andre områder f.eks., køleskabsindustrien, bilindustrien m.fl. arbejdes der med forpligtelser, som pålægger producenten at tage komponentdele retur. Noget lignende kan overvejes i byggesektoren.

Emballage

De direkte omkostninger til bortskaffelse af emballage udgør ca. 53.000 kr. Såfremt der var sorteret i plast og pap og kørt til genbrug var udgifterne blevet næsten det samme. Så med det nuværende prisniveau på genbrugspap og plast kan det ikke svare sig at selektere og genanvende.

Samlet vurdering

Den samlede entreprisesum for hele etape III er på 63,2 mill. kr. Fordelt på byggeriets 11.000 m² giver dette en kvadratmeterpris på 2.864 kr., når der regnes med at halvdelen af entreprisesummen er materialer.

Af rapporten "Byggeriets materialeforbrug, "[Miljøstyrelsen 1993] fremgår det, at vægten af byggeri ligger i størrelsesordenen 0,9 t/m² til 1,6 t/m² afhængig af bygningstypen. For et byggeri af ca. samme størrelse og type som Ved Fortet (lavt boligbyggeri i 1½ - 2 etager med bærende betonvægge og -dæk, skalmur af tegl, trægiterspær og cementtagssten) udgør vægten 1,35 t/m² etageareal.

På grundlag af de gennemførte beregninger udgør materiale- og håndværkerudgifterne på 768.000 kr. 1.2% af de samlede entrepriseudgifter på 63,2 mill.kr. I denne opgørelse er ikke indeholdt værdien af omkostninger til returnering af forkert leverede materialer og andet genanvendeligt overskud.

Forholdet til andre projekter

Sophiehaven

Det væsentligste projekt i relation til spildprojektet er byggelogistik på Sophiehaven [Byggelogistik, Bygge- og Boligstyrelsen], hvor man har anvendt en "skaffer" til materialestyring, og det vurderes, at der herved er reduceret i bemanding, svind og spild, således at produktiviteten er forbedret på mellem 5-10% af håndværkerudgifterne.

Den gennemførte undersøgelse er væsentlig forskellig i forhold til nærværende spildprojekt. På Sophiehaven har man styret og påvirket ressourcer i byggesagen, hvorimod der på spildprojektet udelukkende er registreret de faktiske forhold.

Ved interviews af håndværkerne på de to projekter har det vist sig, at håndværkernes forventninger til spild/overskud er vidt forskellige. På Sophiehaven forventede håndværkere et spild i størrelsesordenen 5-10%, og det blev ca. ½-1%. På projektet Ved Fortet forventede håndværkere spild på ca. 0-3%, og det samlede spild blev ca. 1.2%.

Spildet er individuelt for de enkelte entrepriser, men det er vanskeligt at pege på en konkret forskel i årsagen til de nævnte forventninger. Der er dog tale om forskellige håndværkere på de to byggesager.

Når der på Sophiehaven-projektet påpeges en produktivitetsforbedring på ca. 5-10% skal det nævnes, at på byggeprojektet Ved Fortet er fejlleverancer, mellemlager, for meget leveret etc. ikke med i opgørelsen.

Når kun spild betragtes, stemmer de to undersøgelser udmærket overens, men på Sophiehaven-projektet er det demonstreret, at yderligere besparelser kan opnås ved øget anvendelse af byggelogistik.

Rundbordssamtale

Resultatet af forprojektet blev fremlagt ved en rundbordssamtale for en gruppe af repræsentanter fra byggeriets parter for at diskutere, hvad der fremover kan gøres for at nedsætte affaldsmængderne ved nybyggeri.

Der var delte meninger om hvorvidt de registrerede affaldsmængder var store eller små. Der var tilslutning til at se nærmere på transportsiden og generelt i egen branche gøre en indsats for at mindske spild. Der var bred enighed om, at miljøledelse vil være et middel til at reducere spildmængder.

Indførelse af et retursystem som f.eks. den tyske DUALES-ordning var der modstand i mod. Der er alt for mange uafklarede forhold på nuværende tidspunkt, samt at man ikke bryder sig om at blive pålagt forpligtelser.

3.4 Konklusioner

I forbindelse med opførelsen af 125 boliger i 1 1/2 etager almen-nyttigt boligbyggeri på i alt ca. 11.000 bruttoetagemeter, i Herlev, er der gennemført en registrering af alt affald på byggepladsen. Byggeperioden har været ca. 15 måneder i perioden fra marts 1993 til juni 1994. Byggeriet er gennemført i hovedentreprise.

Formålet med nærværende forprojekt er, at tilvejebringe et grundlag for en yderligere indsats for at minimere den samlede miljøbelastning ved nybyggeri.

Der er gennemført kildesortering i de fraktioner, det var muligt, ud fra den allerede indgåede hovedentreprisekontrakt. Endvidere blev håndværkerne interviewet, med henblik på at indsamle erfaringer til støtte for undersøgelsen.

Der blev opstillet containere og opsat galger til de forskellige fragmenter. Resultatet af registreringsarbejdet kan sammenfattes:

- Det samlede byggematerialeoverskud udgør 1,2 % af de samlede håndværkerudgifter.
- Der har været et stort spild af betontagsten forårsaget af megen transport og omladning.
- Der har været et stort spild af gasbeton til indervægge, forårsaget af utilstrækkelig koordinering mellem byggeriets fremdrift, montage og producentens produktionsplanlægning.
- Beregninger viser at bortskaffelse af emballage til genbrug og emballage til almindelig forbrænding, koster det samme.
- Interview af håndværkere viser at disse generelt, afhængig af fagentreprise, regner med ca. 0 til 3 % spild.
- Undersøgelsen viser, at det er nødvendigt med en øget indsats for at optimere leverancekæderne, så der opnås en forbedret byggelogistik, til gavn for miljøet og selve byggeprocessen.

3.5 Problemområder

De registrerede mængder og interviews med byggeriets aktører og andre med tilknytning til byggesektoren, samt den efterfølgende rundbordssamtale giver anledning til at fremhæve følgende 3 problemområder:

- Byggelogistik
- Miljøledelse
- Byggematerialeoverskud

Byggelogistik

Undersøgelsen viser flere forhold, som har direkte og indirekte indvirkning på samspillet mellem byggeriets forskellige aktører. Der kalkuleres for visse områder med spild til overlængder og tilvirkning på byggepladsen i størrelsesordenen 2%. En af årsagerne hertil er, at mange af byggeriets faggrupper arbejder ud fra et håndværksmæssigt grundlag og har vanskeligt ved at indstille sig på arbejdsrutinerne og effektiviteten i en industriel produktion.

Ved at påvirke byggeriets aktører til yderligere intensivering af systematisk kvalitetssikring er det muligt at øge nøjagtigheden og produktiviteten, så det er muligt at tilpasse byggematerialerne bedre på fabrikken, hvorved tilvirkning på byggepladsen minimeres.

Fra malerens side er det bl.a. oplyst, at andengangs maling af gipsplader kunne undværes, såfremt grundfarven fra fabrikken var den samme som i det blivende byggeri. Herved kan opnås besparelse af arbejdskraft og materialer.

Fra elektrikerens side er problematikken belyst med at tilpasse emballering til det aktuelle byggeri. På nærværende byggeri har elektrikerens f.eks. været besværet af indpakningen af kontakter/afbrydere. Der er plastic om hver enkelt kontakt og igen en papæske om 10 kontakter. Disse kasser er igen pakket i større kasser, hvilket giver et uforholdsmæssigt stort arbejde med udpakning og opdeling til de enkelte lejligheder.

Der er endvidere rejst kritik af selve emballagen, som er vanskelig at klappe sammen. Dette medfører, at der skal anvendes uforholdsmæssigt meget containerplads på byggepladsen, som medfører megen transport.

Som det er nævnt tidligere har tagstenene fra Norge været omlæsset flere gange og været udsat for flere transportformer med brækage tilføje. Dette er utilfredsstillende ud fra et miljømæssigt og logistisk synspunkt.

Emballageregistreringen og de efterfølgende beregninger viser at håndtering og transport af emballage til henholdsvis forbrænding og genbrug resulterer i samme omkostningsniveau. Der er således ud fra en økonomisk betragtning ingen gevinst i at sortere og genanvende emballage.

Der er indgået aftale mellem Dansk Industri og Miljøministeriet som kræver, at 80% af transportemballager genanvendes, så overvejelser om indførelsen af returforpligtigelse af emballage er således truffet.

Den kommende opgave er at organisere en fornuftig ordning for returforpligtelse af emballage i byggeriet.

Aftalen er i skrevne stund ny, og der forestår en afklaring af, hvad transportemballager omfatter. Endvidere er emballagemængden til byggeri marginal, og en indsats her vil samfundsmiljømæssigt ikke gavne nævneværdigt. Det er endvidere problematisk, hvornår og ved hvilke byggerier, der skal stilles krav om genanvendelse. Spørgsmålet er også, hvad der sker med priserne på emballage til genanvendelse, såfremt der stilles krav om genanvendelse.

Miljøledelse

Indførelse af miljøledelse i byggebranchens virksomheder vil give mulighed for at nedbringe den samlede miljøbelastning fra byggeriet. Miljøledelse er dog fortsat på et relativt nyt stade, så de positive erfaringer foreligger ikke på nuværende tidspunkt. Der er dog flere positive erfaringer fra andre brancher, og der er al mulig grund til at tro, at miljøledelse kan medvirke til at nedsætte ressourceforbruget i byggeriet. Brancheorganisationerne har taget initiativ til at igangsætte undervisning på området.

Byggematerialeoverskud

Den samlede mængde af byggematerialeoverskud på byggesagen har udgjort 90% af den samlede affaldstonnage (resten er emballage) og ca. 62 % af antallet af containere.

Karsten Kobbernagel
DTI - Byggeteknisk Institut

4. RENERE TEKNOLOGI I BYGGE- OG ANLÆGSBRANCHEN - TOTALØKONOMI. V&S Byggedata A/S

4.1 Formål

Ved projektering af byggerier og valg mellem alternative løsninger lægger rådgiverne deres kendskab til materialer, æstetik, funktion, økonomi, energiforbrug, miljøbelastning m.v. til grund for deres afgørelser.

Der savnes imidlertid ofte endnu en dimension til beslutningsgrundlaget for et miljørigtigt byggeri, nemlig sammenhængen mellem anlægsudgift, drifts- og vedligeholdelsesudgifter og udgifter til nedrivning.

Projektet har således til formål at gennemgå, hvorledes en model til analyse af totaløkonomien anvendes.

Projektet har endvidere til formål at belyse følsomheden ved valg af indgangsparametre (levetid, realrente) og dernæst de totaløkonomiske variationer ved alternative byggetekniske løsninger.

4.2 Baggrund

Ved vurdering af miljørigtige byggeprojekter er der 3 niveauer kriterierne vurderes i:

Det globale
Det lokale og
For selve bygningen

De 3 forhold, der skal indgå i kriterierne, er:

1. Miljøvenlige materialer og udførelsesmetoder.
2. Ressourceforbrug (råstoffer, energi og vand).
3. Effektiv håndtering af byggeaffaldet.

For at optimere disse forhold foreslås at følgende 2 skridt bliver fulgt.

1. Bevidst planlægning af renere teknologi i hele byggeriets levetid.
2. Totaløkonomiske beregninger, dvs. sammenhæng imellem anlæg, drift og nedrivning.

Der bør foretages en overordnet prioritering af indsatsområderne, ud fra en vurdering af hvad der er vigtigst for samfundet. Indsatsen kan fremmes ved f.eks. at gøre den økonomisk attraktivt, i mindre udstrækning kan der reguleres v.hj.a. forbud og love.

4.3 Gennemførelse

Projektet er gennemført som et teoretisk projekt. Der gennemgås en metode til opdeling af de enkelte udgifttyper samt beregning af totaløkonomien.

Totaløkonomiberegning er en kapitalisering af alle udgifter til opførelse, drift og nedrivning af bygningen. Kapitalisering af alle udgifterne vil sige at de, uanset hvornår de afholdes, henføres til det samme tidspunkt.

Projektet er demonstreret på blok 18 i det konkrete byggeri "Ved Fortet". De udførte beregninger er foretaget på grundlag af kalkulerede priser og ikke på grundlag af de faktiske afholdte udgifter, der kunne tænkes oplyst af de udførende entreprenører.

4.4 Konklusioner

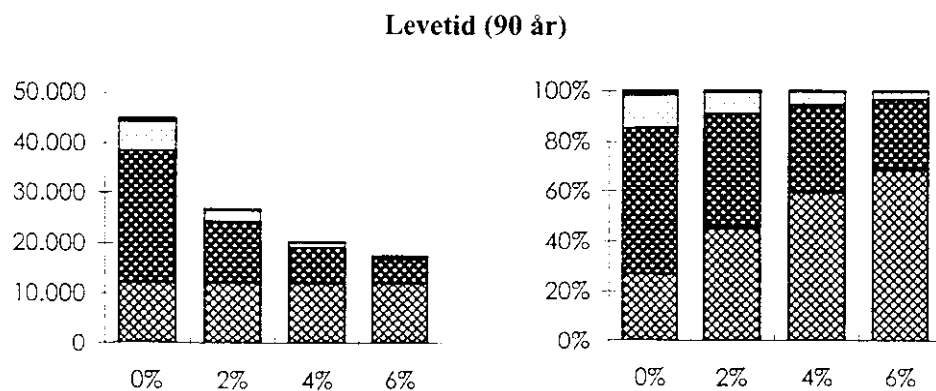
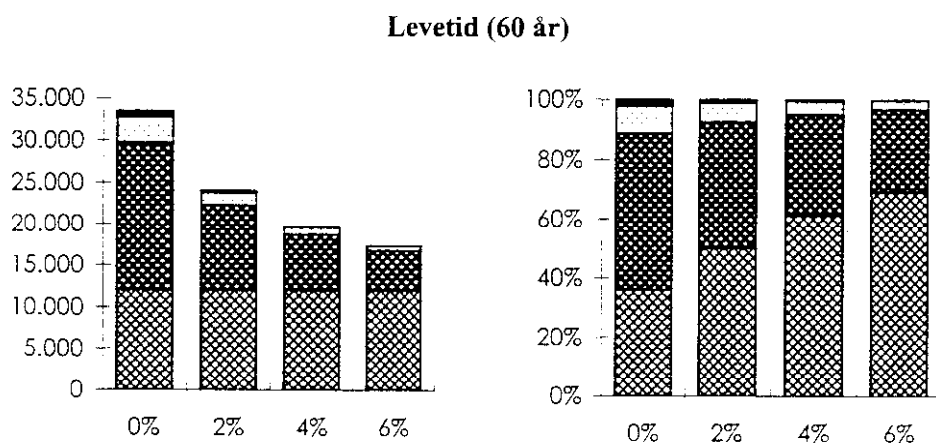
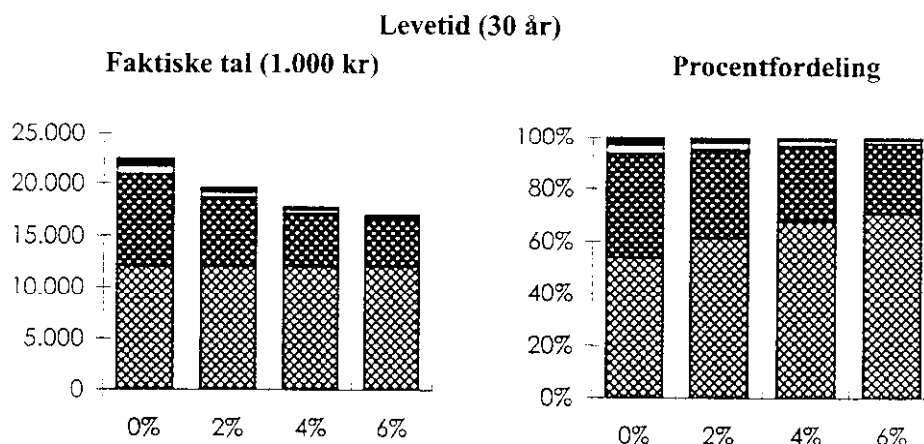
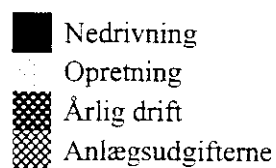
Rapporten indeholder en indføring i totaløkonomibegreberne og en afgrænsning af deres anvendelsesområde.

I rapportens indledende afsnit er der foretaget en metodebeskrivelse indeholdende en beskrivelse og forslag til opdeling af de udgifter, der indgår i beregningerne. Disse udgifter er anlægsudgifterne, drifts- og vedligeholdelsesudgifterne samt nedrivningsudgifterne. Til udgifterne skal knyttes oplysninger om, hvornår de afholdes; dette har specielt betydning for vedligeholdelsesudgifterne, der f.eks. kan forekomme hvert år, hvert 5. år, hvert 10. år og så fremdeles.

Beregningerne benyttes endvidere til at belyse konsekvenserne af valg af levetider og realrente.

Totaløkonomiberegninger kan også benyttes til valg mellem alternative bygningsdele. Til at illustrere dette er der udført totaløkonomiske beregninger for 4 alternative facadeløsninger, se bilag 2.

Totaløkonomi som funktion af varierende realrente og levetid fremgår af nedenstående grafer.



De beregnede tal for anlægs-, drifts og nedrivningsomkostningerne, er de samme i de 6 eksempler. Der varieres kun på levetiden 30 år, 60 år og 90 år, der alle er beregnet for en realrente på 0%, 2%, 4% og 6%.

Resultater i faktiske tal:

Det ses, at anlægsudgiften er uafhængig af realrente og levetid. Drifts- og vedligeholdelsesudgifterne, og dermed totaludgiften, varierer derimod meget. Er realrenten lav, stiger totaludgifterne med stigende levetider. Er realrenten høj, er totaludgiften ikke følsom overfor ændring i valg af levetid.

Resultaterne i procentfordeling:

Anlægsudgiftens andel ved lav realrente falder til ca. det halve med stigende levetider. Er realrenten høj, falder anlægsudgiftens andel kun ubetydeligt. Opretningsudgifterne har kun indflydelse, når levetiden er lang, og de falder drastisk med stigende realrente.

De årlige vedligeholdelsesudgifter stiger voldsomt ved en lav realrente og stigende levetid. For en høj realrente er de praktisk talt konstante for stigende levetider.

De store variationer ved forskellige realrente og levetid gør, at der bør fastlægges retningslinjer for disse valg. Ønsker man at sammenligne totaløkonomien for alternative projekter, er dette umuligt, hvis der til de 2 nuværdiberegninger er benyttet forskellig realrente og levetid.

Totaløkonomiberegning for 4 alternative facadeløsninger

Resultat af totaløkonomiske beregninger for 4 alternative facadeløsninger, jf. bilag 2, fremgår af nedenstående tabel og graf.

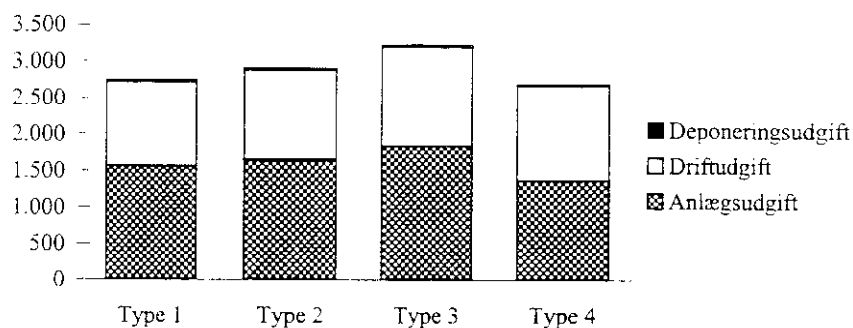
Type 1: Tegl/letbeton

Type 2: Tegl/tegl

Type 3: Præfabrikeret betonsandwichelement

Type 4: Bindingsværk trækonstruktion

	Eksis. konstruktion Type 1	Alternativ 1 Type 2	Alternativ 2 Type 3	Alternativ 3 Type 4		
(19=) Anlægsudgift:	m ²	1.564	1.656	1.838	1.371	Kr./m ²
(29=) Driftsudgift:	m ²	1.161	1.228	1.364	1.308	Kr./m ²
(39=) Deponeringsudgift:	m ²	21	22	20	17	Kr./m ²
(40=) Totaludgift:	m ²	2.746	2.906	3.222	2.696	Kr./m ²



Det ses at den facade der er billigst i anlægsudgift, nemlig type 4, også er billigst totaløkonomisk, omend den har den næsthøjeste udgift til drift og vedligehold.

For alle 4 facadetyper gælder det, at nedrivningsudgifterne er forsvindende lave, idet de kun udgør mellem 0,6-0,8 % af totaløkonomien.

V&S Byggedata A/S

5. SAMMENFATNING, KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER

Nærværende kapitel indeholder en sammenfatning af de resultater, der er opnået, og de konklusioner der er draget i de forannævnte projekter.

Ved miljørigtig projektering er der mange faktorer, der skal tages højde for ved valg af materialer og bygningsudformning. Alle informationer er på nuværende tidspunkt ikke til stede i fuldt omfang, og de tilgængelige data er generelt ikke prissat. Prissætningen er meget vigtig, da det er økonomien, der er afgørende, når der skal træffes valg.

Skal der f.eks. træffes valg om hvorvidt en bygning skal nedrives eller renoveres, om man skal vælge den ene eller den anden bygningsdel, skal dette ske ud fra en vurdering af totalomkostningerne i hele byggeriets levetid.

En eventuel dataindsamling og udbygning af viden på området bør omfatte miljørelaterede oplysninger, f.eks. byggeriets totalenergiforbrug og den hertil tilhørende miljøbelastning. Til disse informationer kan der knyttes en karakter til de enkelte materialer. Disse karakterer kan derefter eventuelt danne grundlag for en belønning for grønt eller miljørigtigt byggeri.

Der bør fra centralt hold fastsættes, hvilke inddata der må benyttes i beregningerne f.eks. hvilken energipris, levetid, realrente, deponeringsafgift, o.s.v. der skal anvendes.

På længere sigt bør opbygningen af database for miljørelaterede oplysninger udføres efter de mest moderne principper, således at disse på sigt kan udnyttes i integrerede CAD-informationssystemer. Endvidere bør de enkelte parametre kvantiseres efter fastlagte modeller, dels set fra et samfundsøkonomisk synspunkt og dels set fra producenter, entreprenører m.v., samfundets interesser og prisen herfor. Samfundets ønsker kan opnås ved forbud og påbud (stokkemethoden) og/eller ved hjælp af økonomiske incitamenter (gulerodsmetoden) og derved gøre det attraktivt at agere miljørigtigt.

V&S Byggedata og DEMEX Rådgivende Ingeniører undersøgelser vedrørende ressourceforbrug, miljøbelastninger og totaløkonomi for 4 alternative konstruktionstyper er sammenfattet i figur 5.1.

1 m ²	Vægtning	Eksis. konstruktion	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
U-værdi, W/m ² K	1	0,24	0,31	0,25	0,23
Levetid, år	2	60-120	60-120	60-120	90
Energiforbrug, MJ	3	810	940	1050	315
Genanvendelighed	4	Middel	God	Middel	Dårlig
Arbejdsmiljø	5	Middel	Middel	Dårlig	Dårlig
Ydre miljø	6	Middel	God	Dårlig	Middel
Årlig vedligehold, %	7	1	1	1	2
Genopretning	8	150	150	130	150
Anlægsudgift, kr. pr. m ²	-	1.564	1.656	1.838	1.371
Driftsudgift, kr. pr. m ²	-	1.161	1.228	1.364	1.308
Deponeringsudgift, kr. pr. m ²	-	21	22	20	17
Totaludgift, kr. pr. m ²	-	2.746	2.906	3.222	2.696

Figur 5.1 Sammenligning mellem ressource-, miljø- og økonomiske data for de fire vægelementer

Det fremgår at alternativ 3, isoleret træskeletvæg med rupløjet facadebeklædning, har de laveste totalomkostninger, det mindste ressourceforbrug og de mindste miljøbelastninger. Valget beror på en bestemt vægtning af de forskellige parametre. En anden vægtning af de indgående parametre, samt valg af andre parametre kan betyde, at vurderingen falder ud til fordel for en af de andre konstruktionstyper. Der skal endvidere bemærkes at forhold som indeklima, æstetik og transportøkonomi ikke er medtaget i undersøgelse.

DTI Byggeteknisk Institut har registreret de i figur 5.2 angivne spildprocenter, afsnit 3.3., for de enkelte materialer for byggeriet "Ved Fortet".

MATERIALE	Gasbeton	Mursten	Betontagsten	Brændbart spild	Emballage
Spildprocent	8,7	2,6	4,9	20*	10*

* Spildprocenten er beregnet i forhold til det totale spild.

Figur 5.2 Spildprocenter for forskellig byggematerialer anvendt i nybyggeriet i forhold til materialeforbruget

Spildprocenterne kan dog ikke direkte omsættes til de fire alternative konstruktionstyper, da konstruktionens udformning i høj grad kan have indflydelse på spildmængden. Samtidig kræver det en yderligere opdeling af spildet i flere materialetyper.

Der er dog ingen tvivl om, at anvendelse af konstruktionstypen, alternativ 3, vil betyde reduktion af mængden af affald, der kan genanvendes, reducere mængden til deponering og samtidig øge mængden af brændbart spild.

Resultatet af registreringsarbejdet kan bla. sammenfattes til:

- Det samlede byggematerialeoverskud udgør 1,2 % af de samlede håndværkerudgifter.
- Undersøgelsen viser, at det er nødvendigt med en øget indsats for at optimere leverancekæderne, så der opnås en forbedret bygge-logistik, til gavn for miljøet og selve byggeprocessen.

Spildet kan omregnes til 18,3 kg pr. etagem². Affaldsmængder fra nybyggeri er opgjort i et tidligere miljøprojekt "Prognose for bygge- og anlægsaffald" (PROBA), hvor affaldsmængden fra nybyggeri er 23,3 kg pr. etagem². Enhedsmængden i PROBA er ca. 20% større end DTI's enhedsmængder.

Den samlede mængde af byggematerialeoverskud på byggesagen udgjorde 90% af den samlede affaldstonnage (resten er emballage) og ca. 62 % af antallet af containere. Dette resultat giver anledning til 2 indsatsområder:

- Forbedret byggepolitik og spildminimering, som har første prioritet.
- Returforpligtelse af byggematerialeoverskud.

På grundlag af foranstående konkluderes det, at man med en omhyggelig planlægning af byggeriets faser, samt en koordinering mellem de enkelte tids- og aktivitetsplaner og en stadig vekselvirkning mellem planlægning og iagttagelser, er nået et godt skridt på vejen mod en miljørigtig projektering og et renere byggeri.

Projektet har vist, at der bør arbejdes videre inden for de enkelte områder både på bygherre-, entreprenør- og kommunalt niveau og specielt bør der lægges vægt på udarbejdelse af retningslinier for affaldsbehandling og bortskaffelse, miljøledelsessystemer (herunder arbejdsmiljø), samt en model til vurdering af de totale omkostninger i forbindelse med byggeriet i hele dets livscyclus.

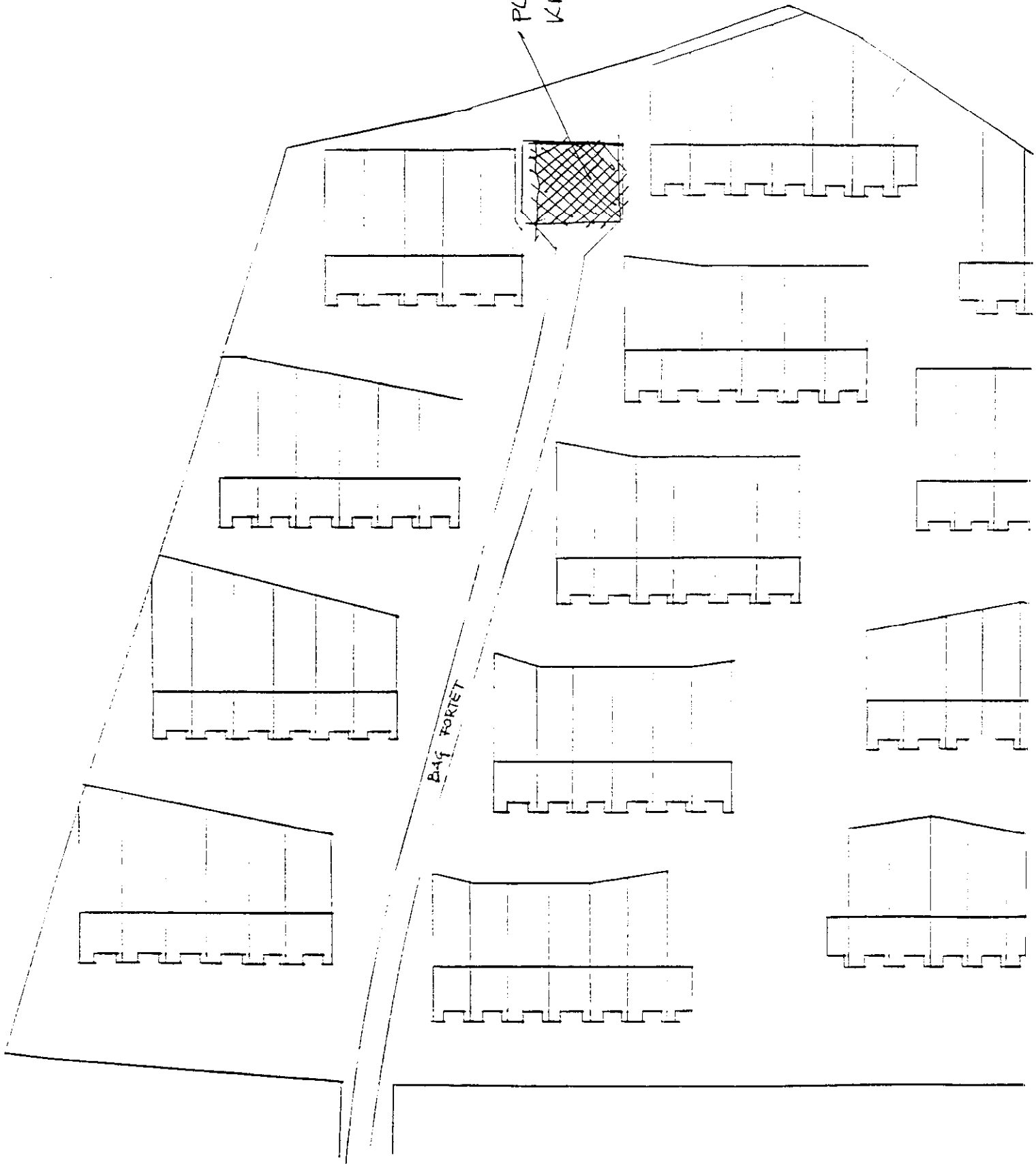
Det der interesserer og styrer bygherrer, producenter, entreprenører m.v. når de træffer deres valg er økonomien. De virkemidler samfundet benytter for at styre miljøbelastningen kontra de ressourcer/omkostninger der er forbundet hermed skal derfor også være af økonomisk art og betydning.

De tre nævnte rapporter er derfor en vigtig brik i de samlede informationer der skal være med til at forbedre miljøet indenfor byggeriet.

BILAG 1

Skitse af Ved Fortet før
nedrivning og skitse af nybyggeri

PLACERING
KNUSEVÆRK



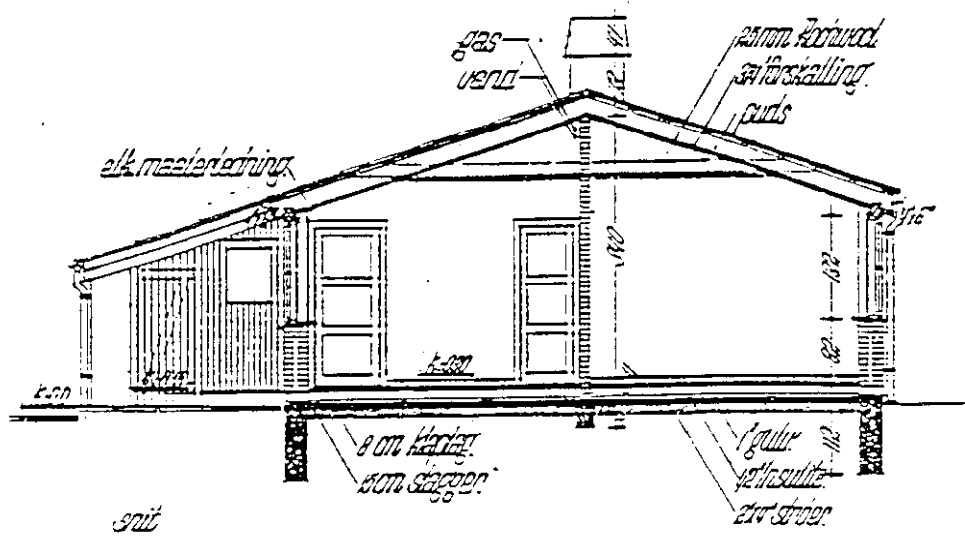
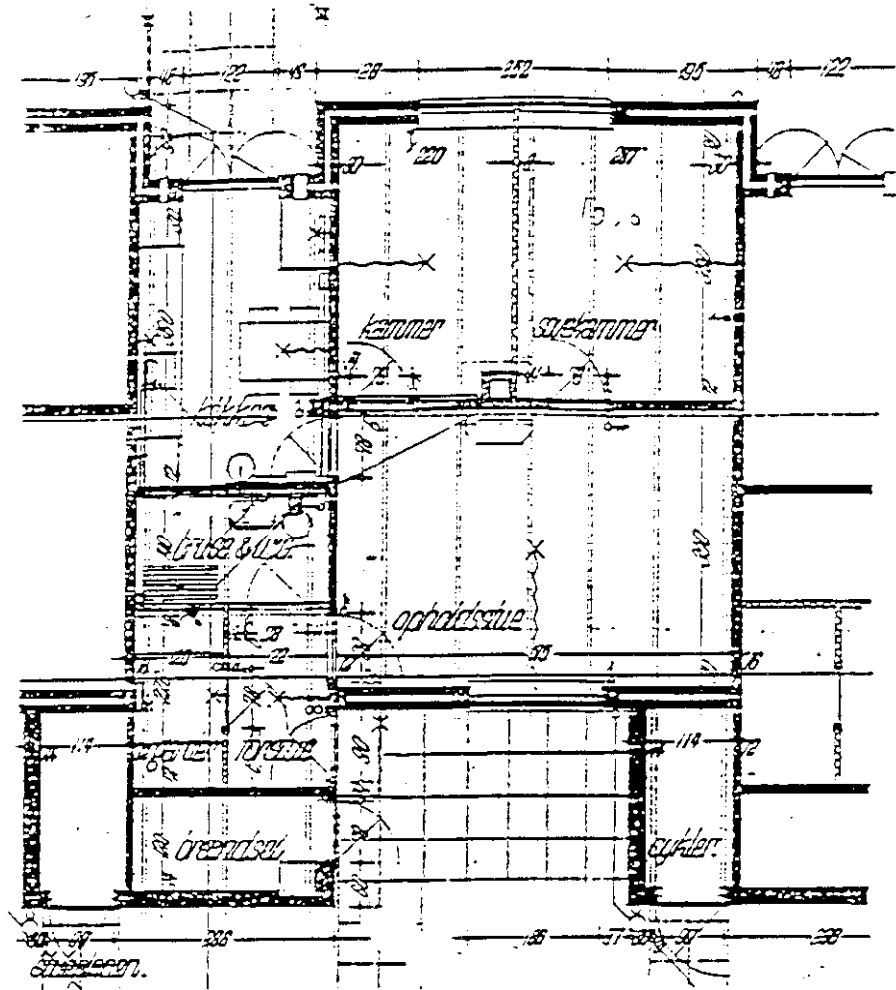


VED FODRET ESTATE III

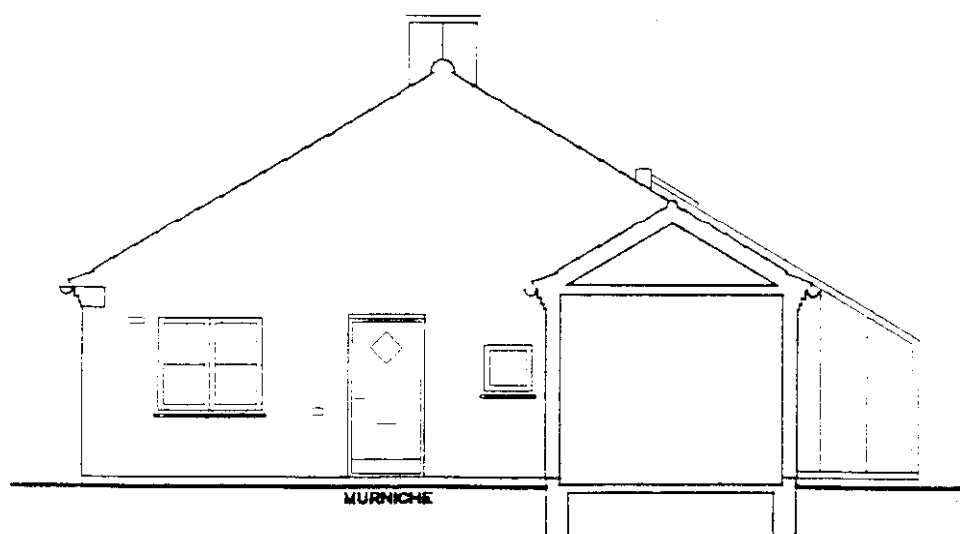
25.5.97

SØREN D. SCHMIDT
ARKITEKT M.A.A. P.A.R.
SKOVSHOVEDVEJ 6
2920 CHARLOTTENLUND
TELEFON 31634688
FAX 31636224

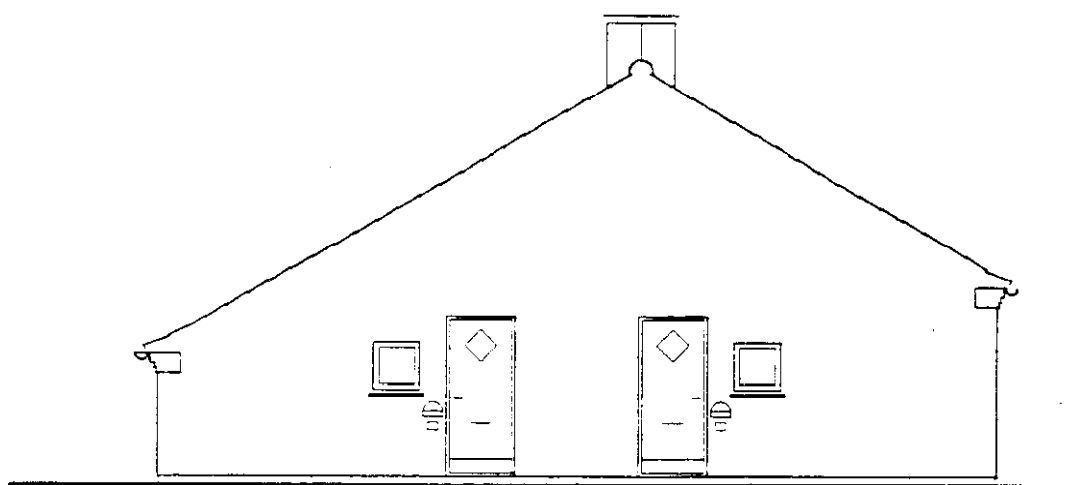
Ved Fortet,



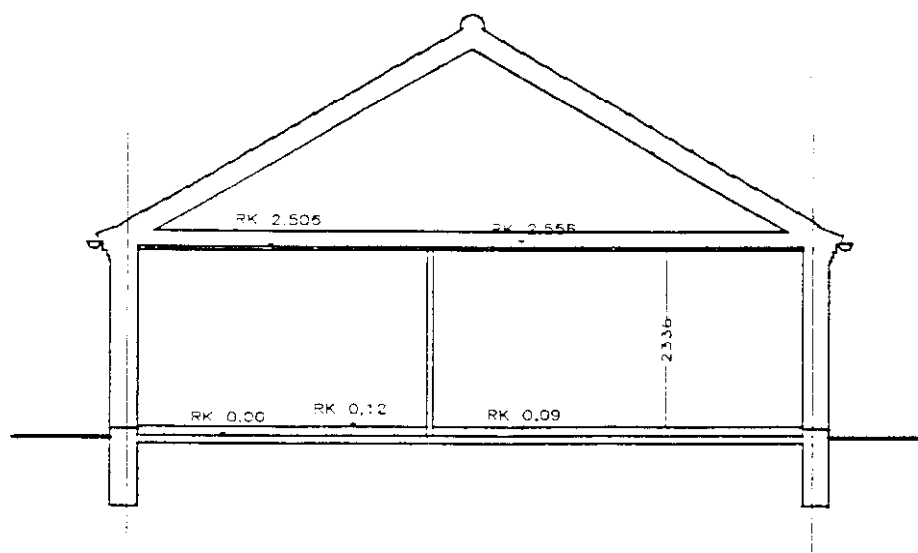
Skitse af nybyggeri



GAVL OG SNIT MOD VEST



GAVL MOD ØST



SNIT I 1 ETAGES HUSE

BILAG 2

Beskrivelse af 4 konstruktionstyper

Konstruktionstyper

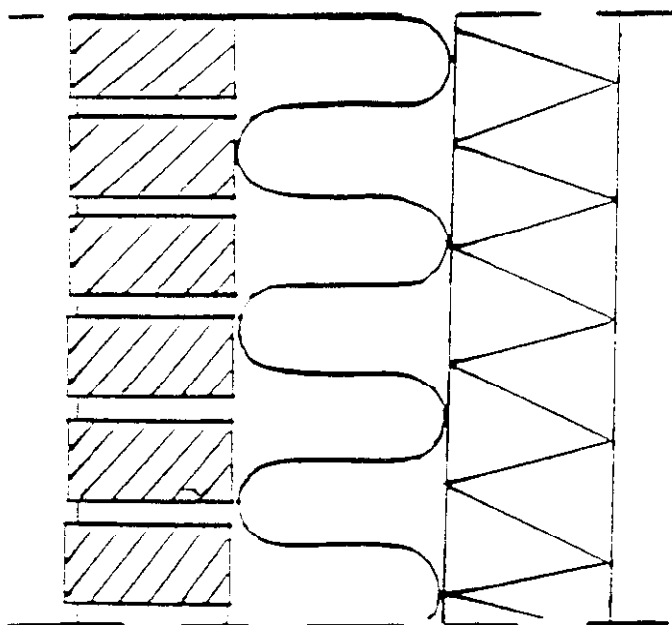
Eksisterende konstruktion:

350 mm hulmur af tegl - isolering - letbetonelementer

Udvendig: 110 mm skalmur af massive gule maskinstrøgne facadesten opmuret med mørtel KC 50/50/750. Skalmuren fastgøres til bagmur med trådbindere. Udvendig afsluttes med skrabefuge.

Indvendig: 100 mm letbetonskillerumselementer sammenlåst med specialsøm og klæber. Over åbninger indtil 1,2 m oplægges 110 mm ståltegl og 100·190 mm letbetonmurbjælker. Åbninger større end 1,20 m beregnes som en selvstændig bygningsdel. Der udføres hulmursisolering med 125 mm mineraluld kl. 39.

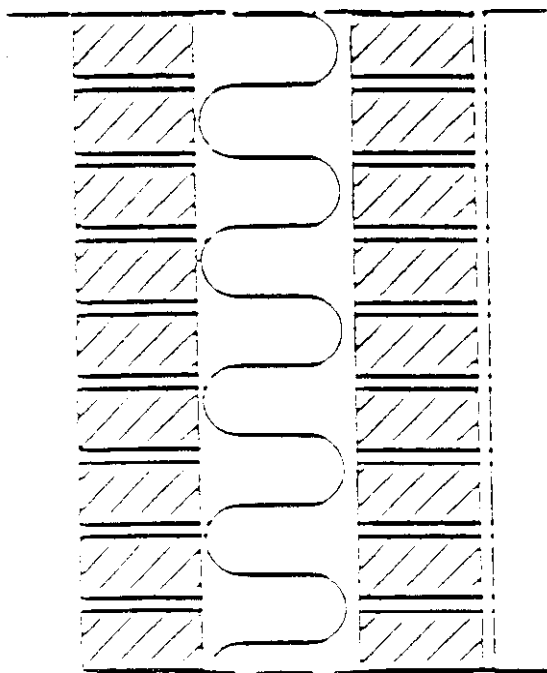
Der udlægges asfaltmurpap på fundament. Indvendig overflade fuldpartles og der afsluttes med opsætning af grundpapir og tapet.



Alternativ konstruktion nr. 1:

Hulmur af tegl med isolering, bredde 350 mm

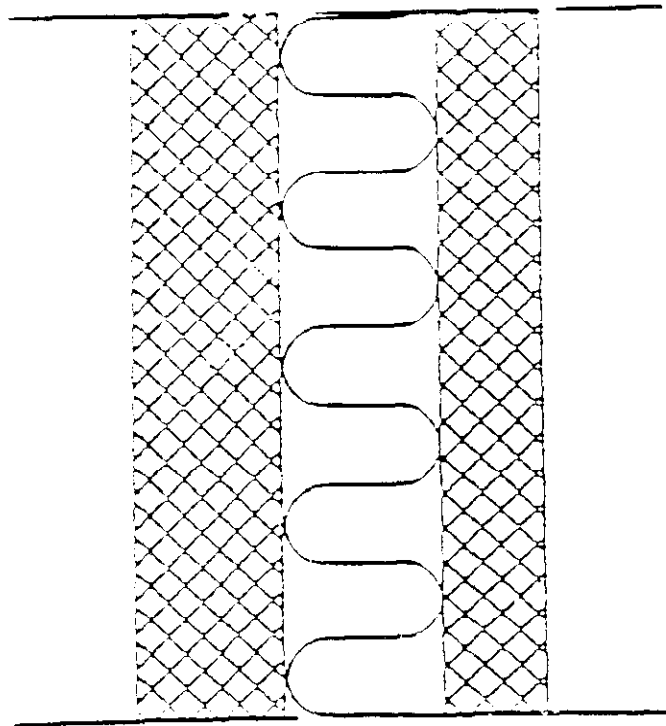
- Udvendig:** Formur af 110 mm gule facadesten, glatte, massive maskinsten, opmures med mørtel KC 50/50/700. Formuren fastgøres til bagmur med trådbindere af rustfast stål - 8 stk. pr. m². Udvendig afsluttes med skræbefuge.
- Indvendig:** Bagmur af 110 mm massive maskinstrøgne bagmursten opmures med mørtel KC 20/80/550. Åbninger større end 1,2 m beregnes som selvstændig bygningsdel. Hulmuren isoleres samtidig med opførelsen med 125 mm mineraluld kl.39. Murpap udlægges på fundament og 3 skifter op i bagmur samt over åbninger. Indvendig overflade grov- og findpudses med mørtel KC 20/80/550.



Alternativ konstruktion nr.2:

Farvet betonelement - præfabrikeret, bredde 350 mm

Ydervæg af præfabrikerede betonelementer bredde 350 mm, bestående af 80 mm indfarvet, armeret beton på yderside, 150 mm mineraluld kl.39 og 120 mm armeret beton på inderside af element. Elementerne anbringes, monteres og afstives. Der udstøbes med ekspansionsmørtel.

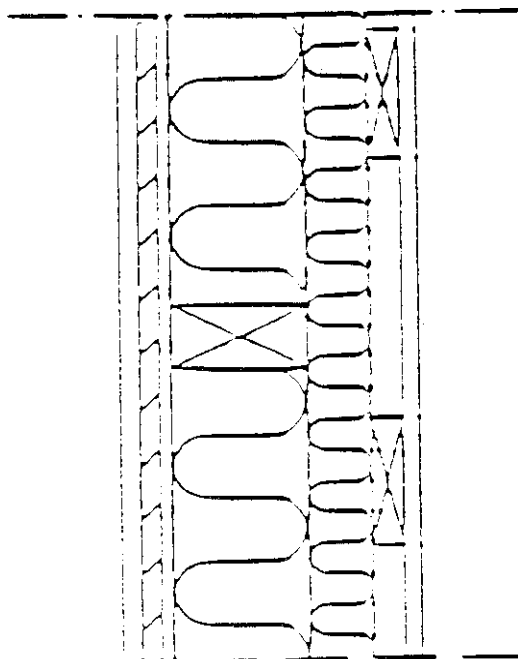


Alternativ konstruktion nr. 3:

Træskeletvæg med rupløjet facadebeklædning, bredde 265 mm

Udvendig: 22 mm rustik beklædning opsat på 16·50 mm afstandslister og 9 mm udvendig gips på den bærende konstruktion. Murpap udlægges på fundament. Bærende konstruktion: 63·125 mm tømmer isoleret med 125 mm mineraluld kl. 39.

Indvendig: 50·50 mm lægter med 50 mm mineraluld kl. 39 imellem, dampspærre som Alukraft og spredt forskalling af 25·100 mm brædder med 300 mm mellemrum. Indvendig afsluttes med 13 mm gipsplader.

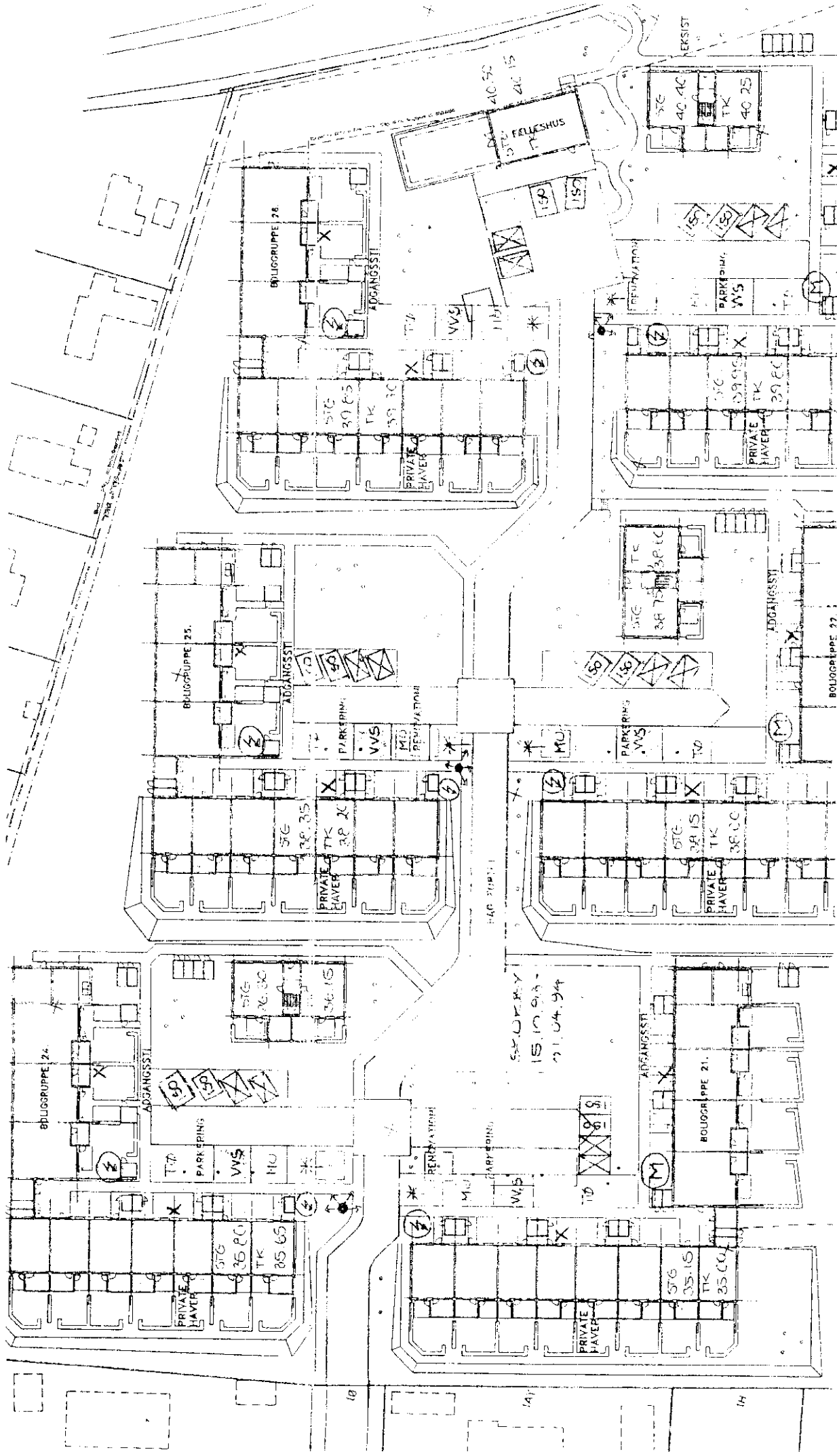


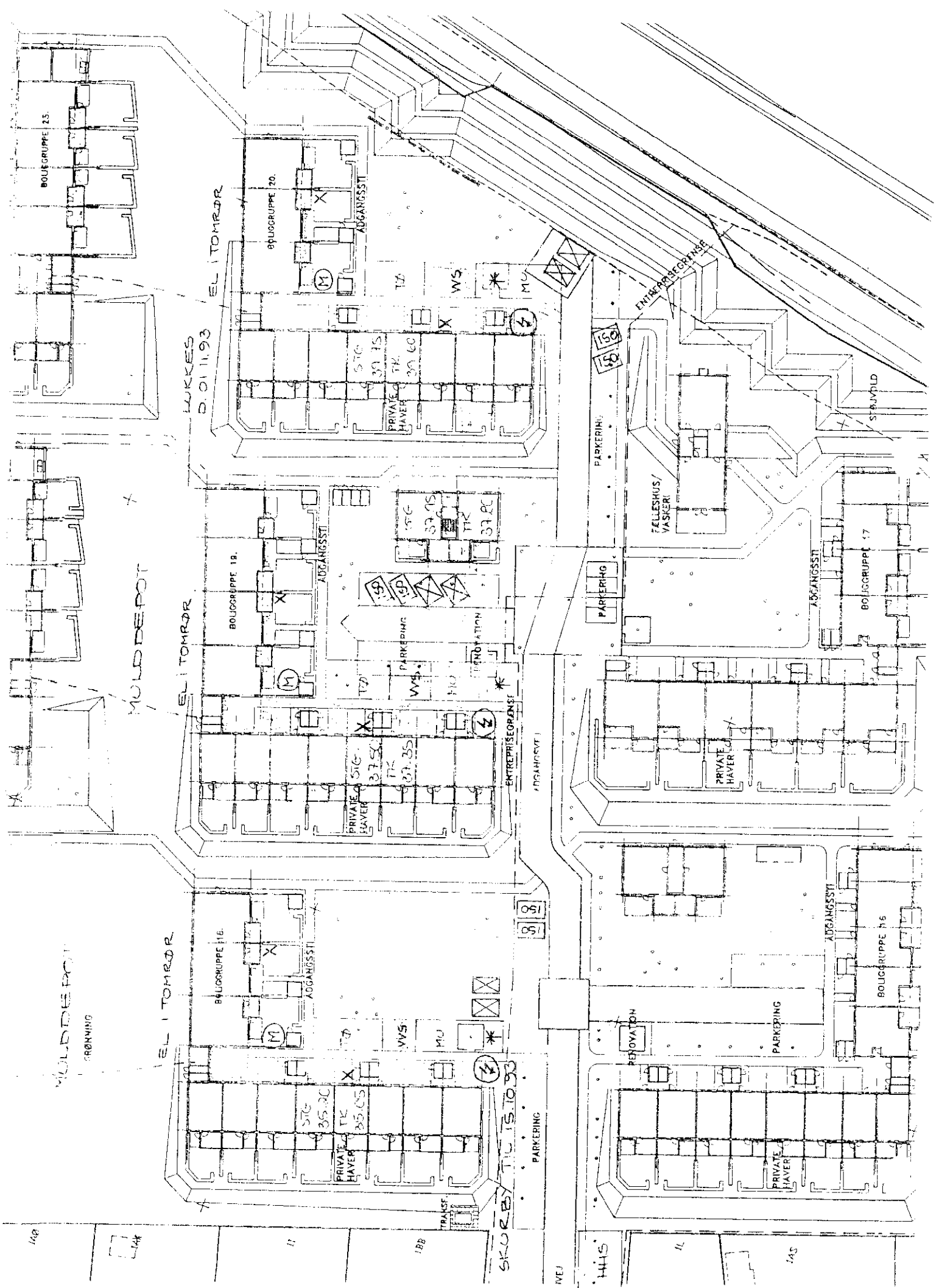
BILAG 3

Situationsplan for byggplads- indretning

- TS ØRENTERINGSSLYS
- X ARBEJDSSTIK
- ⊗ UNDERTAVLE
- Ⓜ MALERTAVLE
- * BYGGEVAND
- ☒ AFFALDSCONTAINER
- Ⓛ ISOLERINGS CONTAINER

INTERIMSDVED
 GRUSBELÆGNING EL. GÅNGEBRO
 KØREVEJ
 MU-TAVLS OPLAGSPLADS FOR UE





ISSN 0908-9195 ISBN 87-7810-519-6

Pris (inkl. 25% moms): kr. 75,-

Kan købes hos: Miljøbutikken

Telefon: 33 37 92 92 Fax: 33 92 76 90

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**
Strandgade 29 · 1401 København K · Telefon 32 66 01 00