

Kvalitetssikring på projekstadiet med Byggefejlregistrets Eksempelsamling vedr. projektering  
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

2. UDGAVE



**FIND PROJEKTERINGSFEJL**  
Giv erfaringer til undervisning

BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# SKITSE AF PROJEKTORGANISATION OG BEARBEJDNING FRA KILDE TIL KAMPAGNE

## Kilder:

Som hovedregel oplysninger om konkrete sager, hvor problemer med en bygning eller detaljer kan føres tilbage til u hensigtsmæssige tegninger eller beskrivelse.

## Projekt:

Fasen er et samspil mellem Byggefejlregistret, sagkyndige og skoler.

## Delresultat:

Delresultaterne er anonyme eksempler på fejlbehæftede bygninger og detaljer, hvor konsekvenserne af uhensigtsmæssigt projektmateriale belyses, og som skaber behov for at udnytte eksisterende kilder til viden.

## Bruger:

Kampagner: Det er de enkelte brugerorganisationer, som omsætter delresultaterne i egne kampagner. Det kan også være institutter, som laver kampagne mod grupper, som ikke nås af interesseorganisationer.

## Kildeeksempler:

etagehus i X-by

enfamiliehus i Y-by

entreprenørers eksempler

arkitekters eksempler

ingeniørers eksempler

brugeres erfaringer

bygningsinspektørernes eksempler

osv.

## Styregruppe:

FRI, PAR, håndværksrådet, entreprenørforeningen m.fl.

## Byggefejlregistret:

anonymiserer og udarbejder eksempler på samlede bygningssituationer, anvender sagkyndige.

alt TR-forbrug i denne ramme

samspil

## Uddannelsesinstitutioner:

arkitekt- og ingeniørskoler, byggetekniske højskoler, tekniske skoler, håndværker- og specialarbejderskoler m.fl. bearbejder, kommenterer -

og bruger eksempler i uddannelsen.

## etageboliger

etagehus 1  
etagehus 2  
højhus

## lavt boligbyggeri

enfamiliehus  
klyngehus  
1½ etageshus

## erhvervsbyggeri

værkstedhus  
landbrugsbygning  
kontorhus  
butikbygning  
varehusbrand  
fabriksbrand

## institutioner

skole  
plejehjem  
daginstitution  
sygehus

osv.

delresultater udsendes efterhånden, som de bliver færdige.

## FRI

kampagne rettet mod medlemmer

## PAR

kampagne rettet mod medlemmer

## Dansk bygningsinspektørforening

kampagne rettet mod medlemmer

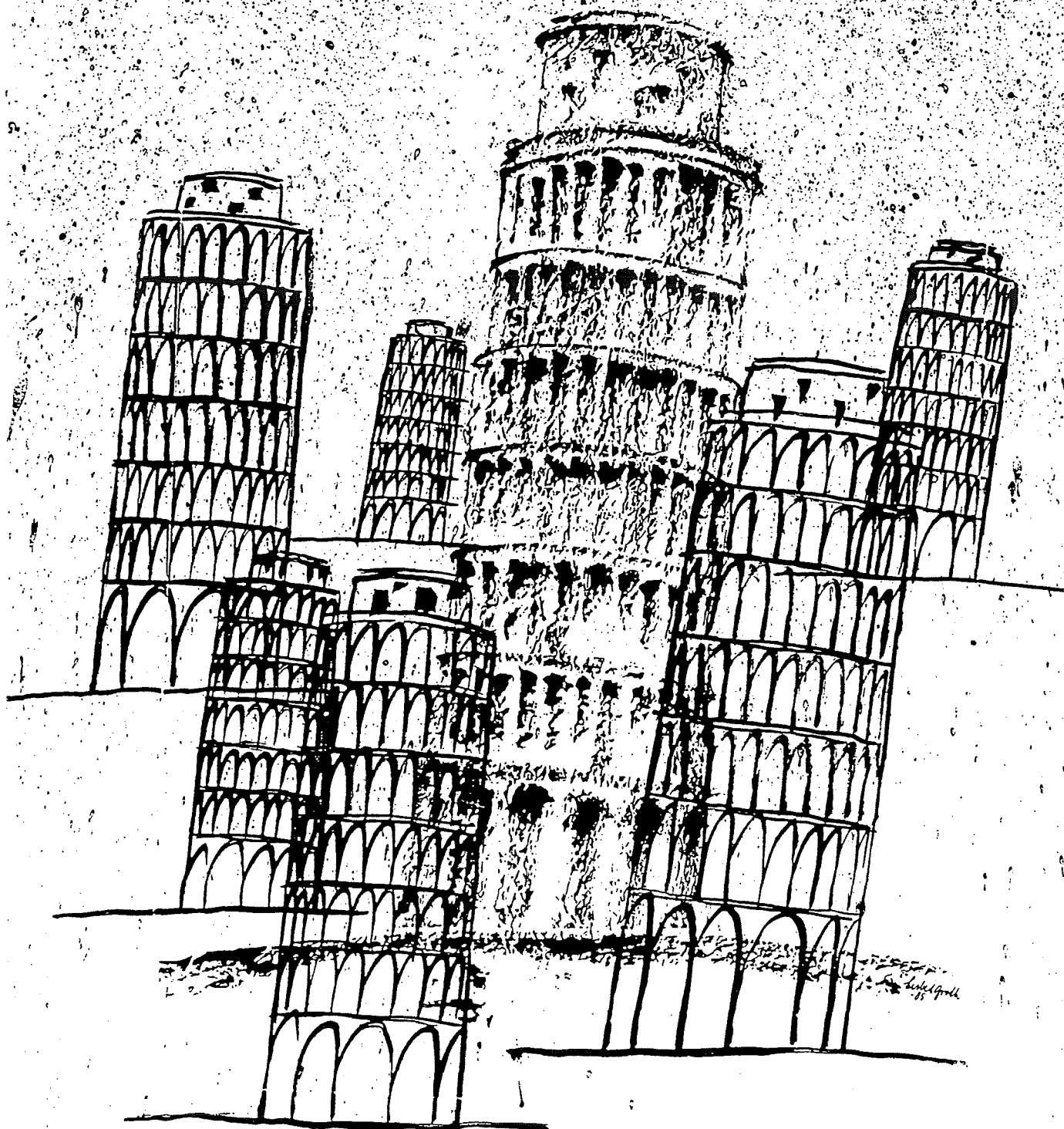
osv.

## BC

kampagne rettet mod udvalgte grupper



DET ER  
MENNESKELIGT  
AT FEJLE



MEN DET ER DUMT  
AT GENTAGE FEJLEN

Byggefejlregistret og Arkitektskolen i Aarhus indsamler viden om byggefejl. Har du eksempler bedes du sende materialet til Byggefejlregistret, Gunnekær 60, 2660 Rødovre, tlf. 31 415895

## PROJEKTETS FORMÅL

er ved et samarbejde mellem projekterende, udførende og kontrollerende byggefolk, deres uddannelsesinstitutioner samt materialefabrikanter og -leverandører at samle bestående viden og erfaring og lade uløste problemer gå videre til byggeforskerne.

Denne opsamlede viden stilles til rådighed gennem fejlfindingsopgaver for projekterende og vordende byggefolk med deres lærere som initiativtagere. Materialet kan endvidere stilles til rådighed for organisationer, efteruddannelsessteder og kan endvidere benyttes til debatmøder. Mangfoldiggørelse er tilladt.

En væsentlig del af byggeskaderne kan føres tilbage til projekt materialet, derfor er denne sag taget op. Projektet bygger på den antagelse, at det vil være til stor hjælp ved opøvning af evnen til at finde fejl på projektstadiet, at der foreligger et undervisningsmateriale, der i et realistisk projekt viser fejlbehæftede konstruktionselementer og detaljer, hvor fejlene kan afsløres ved systematisk at vurdere detaljerne og deres samspil ud fra en række grundlæggende bygningsfysiske forhold.

Ved et snævert samarbejde vil projekt materialet blive bedre og også være med til at mindske muligheden for fejltagelser og forkerte fortolkninger.

Ofte er det iøvrigt muligt ved mindre ændringer - foruden at undgå byggefejl - at få en bedre løsning med hensyn til økonomi og vedligeholdelse.

Tit opstår fejlene ikke på grund af manglende viden, men på grund af manglende anvendelse af eller misforståelse af eksisterende viden.

Der angives i videst mulige omfang forslag til løsninger eller udbedringsforslag baseret på firmabrochurer, Byg-Erfa-blade, SBI-anvisninger etc. Denne form er valgt for at undgå det meget tidskrævende arbejde, det ville være at gennemarbejde den aktuelle udformning af detaljerne. I mange tilfælde kan det iøvrigt være umuligt blot ved detaljændringer at få en tilfredsstillende helhed.

Forslag til bedre løsninger trykkes med kildeangivelse.

Eksempler på skolernes anvendelse af BYGGEFEJLREGISTRET's materiale er trykt på røde blade med kildeangivelse.



**DET ER MENNESKELIGT AT FEJLE - MEN DET ER DUMT AT GENTAGE FEJLEN**

derfor denne indbydelse til debat om eksempelsamlingen, således at vi videregiver et samlet erfaringsmateriale til gavn for dansk byggeri.

Basismaterialet gøres anonymt før det indarbejdes i kommende eksempler



Til projektet er ydet økonomisk støtte af Teknologirådet, byggeindustrien og Det Kommunale Momsfond, Kommunernes Landsforening.

Den oprindelige styregruppe bestod af følgende medlemmer:

Civilingeniør Hans Jørgen Larsen,  
direktør for Statens Byggeforskningsinstitut  
Arkitekt m.a.a. Kirsten Sestoft  
udpeget af og næstformand i Praktiserende Arkitekters Råd  
Civilingeniør Bjørn Simonsen  
direktør for Rådgivende Ingeniørfirma K/S I-68 og udpeget  
af Foreningen af Rådgivende Ingeniører  
Civilingeniør Bernhard Kudsk-Jørgensen  
underdirektør i Højgaard & Schultz A/S og udpeget af  
Entreprenørforeningen  
Snedkermester Bent O. Jönsson  
udpeget af Håndværksrådet  
Arkitekt m.a.a. Børge T. Lorentzen, Byggeføjlsregistret  
(projektleder, bevillingsansvarlig)

Grundlag for basismateriale er bl.a. leveret af Dansk Bygningsinspektørforenings medlemmer, byggeriets organisationer og A'jour Klip.

Københavns Murerlaug har stillet offsettryk til rådighed til 1. udgave.

Tutein & Koch A/S har været behjælpelig med teknisk bistand, tryk, foto m.m. vedrørende 1. udgave.

Følgende organisationer har forestået udsendelse af 1. udgave til deres medlemmer:

Betonelementforeningen

D.P.A. - Foreningen af Danske Praktiserende Arkitekter

Entreprenørforeningen

F.R.I. - Foreningen af Rådgivende Ingeniører

Københavns Murerlaug

P.A.R. - Praktiserende Arkitekters Råd/Danske Arkitekters  
Landsforbund

BUR - Byggeriets Udviklingsråd, der siden 1977 har ydet årlig støtte til Byggeføjlsregistrets arbejde.

Siden udgivelsen 1. udgave af 01 ETAGEHUSBEBYGGELSER er i samme serie vedrørende kvalitetssikring på projektstadiet udkommet 02 og 03 vedrørende ENFAMILIEHUSE og KLYNGEHUSE samt ca. 15.6.1991 04, 05, 06 vedrørende VÆRKSTEDSHUSE, INDUSTRIHALLER OG SKOLER.

Sideordnet er der, efter et testet og godkendt pilotprojekt vedr. anvendelse af EDB og interaktiv video, arbejder i gang med at overføre Byggeføjlsregistrets eksempelsamling til Superbase 4, programmeret af Kommunedata, forestået af medlem af Initiativgruppen og Styregruppen, dir., udviklingschef Poul Erik Nielsen.

Initiativgruppen vedrørende dette består af:

Kontorchef Flemming Lethan, Boligministeriet  
Jens Brandt, Rambøll & Hannemann A/S, F.R.I.  
Akademiingeniør Jens Dinesen, Industri- og Handelsstyrelsen  
Afdelingschef Ib Falkenberg, ALKA Forsikring A/S  
Redaktør, arkitekt Jørgen Hammelboe, Danske Praktiserende Arkitekter  
Arkitekt m.a.a. Michael Hartmann, P.A.R  
Afdelingschef Jørgen Honoré, Teknologisk Institut  
Arkitekt m.a.a. Vagn Jacobsen, Arkitektsammenslutningen  
Oldermand B.C. Jönsson, Håndværksrådet, Snedkerlauget  
Direktør Niels Carl Kirchhecker, Convisor, F.R.I.  
Marketingchef C.F. Møller, Højgaard & Schultz A/S, Entreprenørforeningen  
Udviklingschef Poul E. Nielsen, Kommunedata  
Arkitekt m.a.a. Jens Rosenkjær, D.A.L  
Civilingeniør Bjørn Simonsen, F.R.I.  
Direktør, civilingeniør J. Steffensen, Brand - Plast  
Direktør, civilingeniør P. Steffensen, Monies & Andersen, VVS

Medlemmerne af Initiativgruppen og Styregruppen vedr. Byggeføjlsregistrets overgang til EDB, arkitekt d.p.a. Jørgen Hammelboe og civilingeniør Bjørn Simonsen, I 68 har med indsats fra firmaernes tegnestuer gennemgået materialet og tilføjet forslag til bedre løsninger.

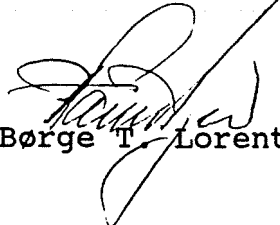
Kreditforeningen Danmark har med trykning og på anden måde gjort udsendelse af 2. udgave mulig.

Tak til alle der har medvirket til publikationens tilblivelse og distribution.

Kvalitetssikring på projektstadiet omhandler også bygherrens planlægning. Hvor et tillidsforhold mellem ham og de tekniske rådgivere er nødvendigt.

Uheldige eksempler fra ind- og udland vedrørende konkurrencer på projekt materialet bør virke afskrækkende.

Det er min overbevisning at rigtig anvendelse af materialet bliver til gavn for dansk byggeri.

  
Børge T. Lorentzen

## Bygherrens medansvar

Tillidsforholdet mellem bygherre og de tekniske rådgivere giver anledning til følgende bemærkninger:

Hvis bygherren vælger konkurrence på projekt materialet uden grundig specifikation vedrørende tegningsmaterialet, detaljering, konstruktive detaljer m.v., er der lagt op til besparelser, der ikke står i forhold til de bekostelige byggeskader, dette hæfte giver eksempler på.

En grundig bygherre-planlægning og et kyndigt overblik vil altid vise, at tillidsforhold til de projekterende vil give det bedste resultat.

Organisationernes honoraraftaler danner grundlag for økonomien. Bygherren vil med fordel kunne inddrage de projekterendes viden om arbejdsområder, der ligger uden for honorarreglerne og som kræver honorartillæg.

En anden vigtig ting at tage med i projekteringen: Har bygningen, der i første fase er beregnet til et bestemt formål, senere mulighed for anvendelse til andre formål. Eksempelvis, hvis bygningen er opført til plastikfabrikation, kan den så senere sælges til anvendelse til andet formål.

Der kan nævnes mange eksempler, hvor bygherren, ved anvendelse af de rådgivende teknikere i forbindelse med driftsbudgettet, har fået positivt resultat. F.eks. kan nævnes, at foreslåede nedsættelser af saltkoncentrationer i svømmehallerne medfører besparelser i milliardklassen med hensyn til betonskader.

Ved den allerførste planlægning af en bebyggelse, hvor en række forskellige placeringsmuligheder er tilstede, ville samarbejdet mellem bygherrens tekniske rådgivere og meteorologer kunne udvikle metoder til at forudsige micro-klima og crypto-klima rundt om bygninger. Vindens påvirkninger og solens bestråling er det af betydning at vide noget om ikke mindst med hensyn til planlægning af energiforbrug m.v.

Forskning vedrørende luftforurening kræver regionale oplysninger bl.a. vedrørende sort røg og svovldioxid i atmosfæren. Oplysningerne bør også omfatte forureningsniveauer i nærheden af trafik. Der findes mange eksempler på svært tilsmudsede overflader ved gader i byerne. Studier, f.eks. licentiatopgaver m.v., vedrørende sammenhængen mellem trafikniveauer og forurening, hvori også alge og lavvækster indgår, vil være værdifulde for planlægningen.

Vind og regn på bygninger er studeret i mange år både i eventuelle byggeområder og i vindtunneler. Vinden kan i korte perioder blæse fra alle retninger, men der er en eller to facader, som vil få mere piskende regn end de andre. Altsammen noget der må tages hensyn til ved udformning af ethvert fremspring i forbindelse med projektering.



De almindelige honoraraftaler omfatter ikke sådanne klimastudier, men der er blandt de tekniske rådgivere kapacitet til at udføre grundlæggende forarbejder også i samarbejde med meteorologerne.

Der er mange eksempler fra ind- og udland, hvor sådanne forundersøgelser ville have medført planmæssige og konstruktive ændringer til gavn for bebyggelsen og anvendelsen heraf. Merudgiften til de rådgivende teknikere vil være indtjent mange gange ved at undgå de ofte uoprettelige selvforstærkende skader.

Hvis bygherren kritikløst kun ønsker de bygningsmæssige minimumskrav overholdt, vil besparelsen i forhold til en lidt bedre udførelse ofte være uden relation til virkeligheden. Der er i hæftet eksempler herpå. f.eks. et jernlager, hvor alle konstruktioner er lovlige, men hvor en ringe merudgift til yderligere brandbeskyttelse af jernbetonkonstruktionerne ville have medført, at bygningen ikke, efter den korte brandpåvirkning, inden brandvæsenet efter få minutter havde slukket ilden, skulle totalt nedrives.

Hvis en bygherre, som i efterfølgende eksempel, sparer endnu mere på teknisk bistand, vil den gamle regel om at "ukyndig aktivitet koster penge" blive understreget endnu en gang.

En dygtig opfinder blev til en stor maskinfabrikant. Efter nogle år havde han behov for et stort industrihalområde. Han ville spare teknisk bistand og bad en landmand om at planere grunden, som var beliggende i et kuperet terræn. Uden viden om jordforhold i forbindelse med byggeri blev arbejdet udført. Det medførte senere store skader, sætninger m.m. i gulve og fundamenter. Han aftalte endvidere med et lokalt smedefirma - stadig uden teknisk bistand - om opførelse af den bærende stålkonstruktion, der senere medførte store efterregninger. Eksemplet er så groft - og forhåbentlig enestående - at det ikke er medtaget i eksempelsamlingen.

Danmark har de bedste muligheder med de dygtigste specialister for at være forud også på dette forskningsområde, men det kræver større forståelse fra politikerne med hensyn til de nødvendige bevillinger. Der er fine forbilleder i en række andre lande.

En ændring af disse forhold vil, foruden at gavne danske bygherrers interesser og dermed et bedre dansk byggeri, gavne mulighederne for eksport af dansk viden og metoder samt færdige bygningsanlæg og byggekomponenter.

Grundlaget for fejlfindingsopgaverne er projektmateriale fra udført byggeri.

Projektets hovedtegninger, situationsplan, planer og snit er vist for at lette forståelsen for konstruktionernes indbyrdes sammenhæng.

En række detaljtegninger af projektets konstruktioner, der enkeltvis er be- hæftet med en række alvorlige, men desværre almindelige byggefejl, er ud- gangspunktet for opgaveløsningerne.

Tegn.nr. uden bogstavbetegnelse angiver, at det er udpluk af indsendte byg- ningstegninger til bygningsmyndighederne.

**i** betyder, at det er ingeniørtegninger.

**a** betyder, at fejl er angivet.

**b** betyder forslag til bedre løsninger.

**r** betyder forslag til renoveringsløsninger.

### INDHOLDSFORTEGNELSE

Side	Tegning	
1		Forside
2		Projektets formål
3-4		Styregruppe/Initiativgruppe
5-6		Indholdsfortegnelse
7-9		Oplysninger
11	01.100	Plan og facadesnit i mål 1-200
12		Arkitektsynspunkter af rektor ved Arkitektskolen i Århus
13	101	Tværsnit, oversigtstegning - oplæg til opgaven
14		Byggetilladelse
15	101a	Angivelse af fejlpositioner
17	001	Facadesøjler og indgangs- parti - planudsnit
18	001a	- - Angivelse af fejl
19	001b	- - Bedre løsning
21-22		Skalmursforankring E k s e m p e l f r a Byggefejlregistrets Debatserie nr. 6 & 7
23	001i	detalje/ingeniørtegning
24	001ia	- - Angivelse af fejl
25	001ib	- - Bedre løsning
26-27		Armeringsjern tæt ved overfladen Byggefejleksempel
28		Vignetter
29	002	Gulv i indgangsparti - snit
30	002a	- - Angivelse af fejl
31	002b	- - Bedre løsning

Side	Tegning			
33	003	Facade ved indgangsparti - snit		
34	003a	-	-	Angivelse af fejl
35-36	003b1-2	-	-	Bedre løsning
37	004	Loft ved indgangsparti - snit		
38	004a	-	-	Angivelse af fejl
39	004b	-	-	Bedre løsning
41	005	Facadebjælke ved dæk - snit		
42	005a	-	-	Angivelse af fejl
43-47	005b1-2-3-4-5	-	-	Bedre løsninger
49-50		Revner i mur ved støbt brystning		E k s e m p e l f r a Byggefejlregistret
51	006	Tagfod, nederste i snit		
52	006a	-	-	Angivelse af fejl
53-56	006b1-2-3-4	-	-	Bedre løsninger
57	007	Tagfod, øverste i snit		
58	007a	-	-	Angivelse af fejl
59	007b	-	-	Bedre løsning
61-62		Kuldebroer		E k s e m p e l f r a Byggefejlregistret
63	008	Tagflade - snit		
64	008a	-	-	Angivelse af fejl
65	008b	-	-	Bedre løsning
67	009	Murkam på facade - snit		
68	009a	-	-	Angivelse af fejl
69-71	01f1-3	-	-	Fotoark
73-74	009b1-2	-	-	Bedre løsninger
75-77	009r1-2/2a	-	-	Renoveringsnødløsninger
79	010	Facade ved tagrum - snit		
80	010a	-	-	Angivelse af fejl
81-82	010b1-2	-	-	Bedre løsninger
83	011	Facade ved dæk og dørpartier - snit		
84	011a	-	-	Angivelse af fejl
85-86	011b1-2	-	-	Bedre løsninger
87	012	Facadefundament - snit		
88	012a	-	-	Angivelse af fejl
89-90	012b1-2	-	-	Bedre løsninger
91	013	Vindue - snit		
92	013a	-	-	Angivelse af fejl
93-95	013b1-2-3	-	-	Bedre løsninger
96				Murerfagets Byggeblad nr. 32



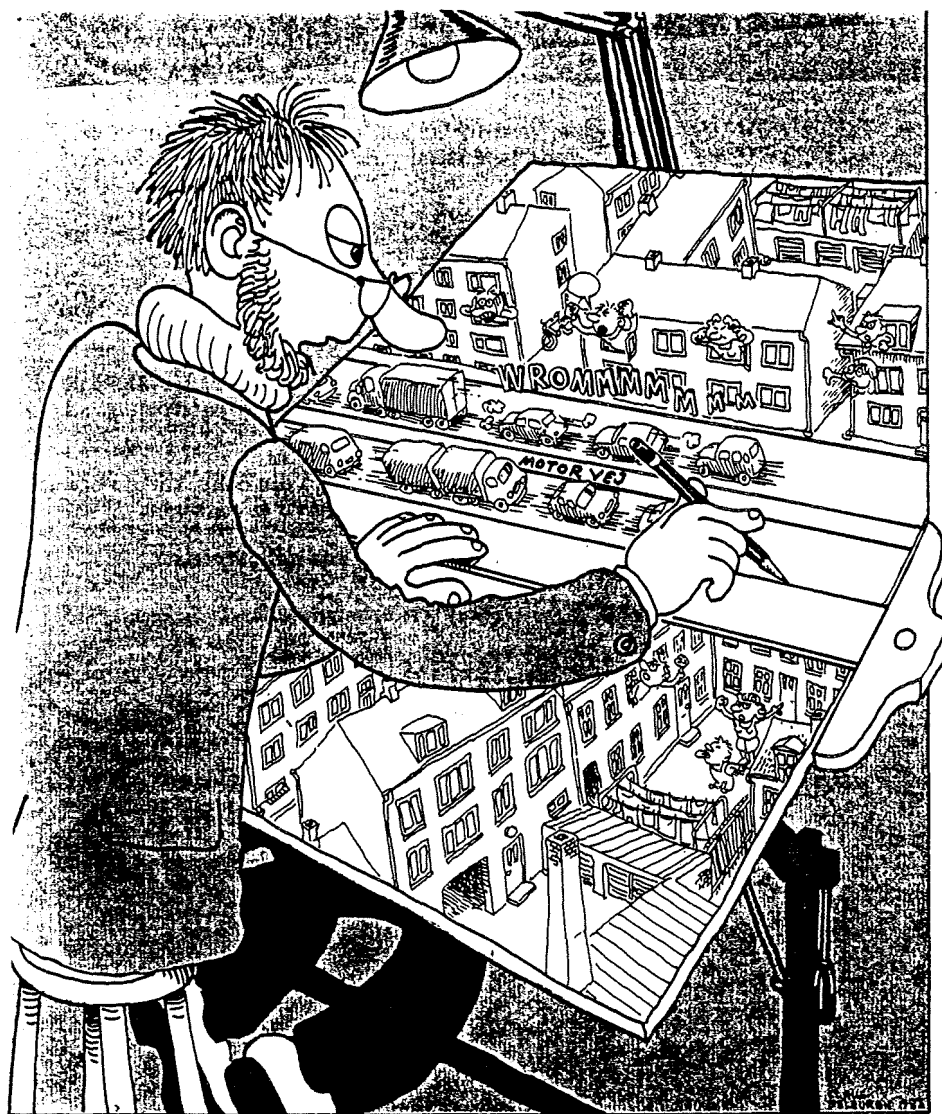
Side	Tegning			
97	014i	Fjernvarmeledninger - præ-		
		isolerede		Angivelse af fejl
99	014ib	-	-	Bedre løsning
101	015	Vinduesoverligger i gavl - snit		
102	015a	-	-	Angivelse af fejl
103	015b	-	-	Bedre løsning
104				Murerfagets Byggeblad nr. 32
105-106	015r1-2	-	-	Renoveringsnødløsninger
107	016	Afslutning af bølgeeternit og i skotrende		
108	016a	-	-	Angivelse af fejl
109	016b	-	-	Bedre løsning
111	017	Ovenlys i bølgeeternittag		
112	017a	-	-	Angivelse af fejl
113	017b	-	-	Bedre løsning
115	018	Etagekryds med altansnit		
116	018a	-	-	Angivelse af fejl
117-118	01.f4-5	-	-	Fotoark
119-121	018r1-2-3	-	-	Renoveringsnødløsninger
123	019	Udkraget altan		
124	019a	-	-	Angivelse af fejl
125	019b	-	-	Bedre løsning

### Generelle indlæg:

127-140	S K T - PÅVIRKNINGER civilingeniør Per B. Salling, Birch & Krogboe
141-153	ENTYDIG OG OPERATIONEL BETONBESKRIVELSE civilingeniør Ervin Poulsen
155-157	EGNETHED FOR ALLE og BOLIGENS PLANLØSNING Boligudvalget for Bevægelseshæmmede
159-160	BYGNINGER MED INDBYGGET INTELLIGENS civilingeniør Chr. F. Røvsing
161-165	TÆNKENDE HUSE akademiingeniør Kurt Nielsen-Dharmaratne
167	SKITSE AF HANDICAPVENLIG INDGANGSPARTI professor Palle Schmidt
168	ANLÆGSARBEJDER OG PLANTNING

## Anvendelse af materialet til undervisningsformål

- 169 Akademiing. Peder Gammel - Arkitektskolen i Århus  
170 Lektor Per Dombernowsky - Arkitektskolen i Århus  
171 Ingeniør Karl Andersen - Ingeniørskolen, Horsens Teknikum  
173 Arkitekt m.a.a. John Moeslund - Byggeteknisk Højskole, Horsens  
176 Professor Johs. F. Munch-Petersen - Institutet for Husbygning  
177 Afdelingsleder, ark. m.a.a. Lars Mahler - Odense Tekniske Skole  
178 Fagleder, Knud Lundemann - Odense Tekniske Skole



Det er bedre og billigere først at tænke sig om end senere at skulle lappe på dårlige løsninger. Mange støjproblemer kan undgås ved fornuftig planlægning.

Se gode "Lydråd" fra S.B.I., DTH, TI og Arbejdstilsynet i 04, 05, 06, side 14, 87, 88, 241, 254 om VÆRKSTEDER, INDUSTRIHALLER OG SKOLER.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## OPLYSNINGER OM ETAGEHUSBEBYGGELSEN, PROJEKTET OG UDFØRELSEN

Eksemplerne i den omhandlede bebyggelse er som angivet på tegning 01.101 stykket sammen fra en række forskellige boligbebyggelser her i landet med detaljer og tekst som originalmateriale.

### Debatindlæg

Udover de forekomne fejl er på blade - mrk. b - medtaget indkomne forslag til bedre løsninger.

En nødvendig systematisk gennemgang af samlingsdetaljer ville kunne opnåes ved moduloversigtstegninger - se S.B.I. notat nr. 95 SYSTEMATISK OVERSIGT: KNUDEPUNKTER I EN BYGNING, udarbejdet af Klaus Blach, Børge Kjær, arkitekter m.a.a. og ingeniørdocent, civilingeniør Henrik Nissen, Modul- og Montagebyggeri.

### PROJEKTET

Nedenstående tekst er fortrinsvis fra en bebyggelse, der er udsat for klimatiske forhold som kræver, at der allerede på projektstadiet tages hensyn til de barske vejrforhold.

På snittegning 01.101a er angivet 9 detaljer, som er optegnet således, at der kan arbejdes med blankt nummer f.eks. 001-002-003 o.s.v. er taget direkte fra udbudsmaterialet.

### Udførelsen

Ydervæggene er udført som hulmure med etagehøje, præfabrikerede betonelementer og brune, blødstrøgne teglsten i formuren. Formuren er opmuret i KC-mørtel med ca. 3 mm tilbageliggende fuge, der er færdiggjort i opmuringsmørtlen. Hulrummet i ydervæggene er udfyldt med mineraluldsbatts.

I gavlene ligger en synlig jernbetonbjælke som et bånd over vinduerne.

Alle lodrette og vandrette samlinger mellem betonelementerne i bagmuren er påklæbet et lag fugtstandsende bitumenpap på siden mod hulrummet. Endvidere er der indlagt en ophøjet fugtstandsende bitumenpap over vindues- og døråbninger samt i hulmurens bund på soklen.

Tagene er beklædt med B6 bølgeeternitplader og udført med ensidigt fald på ca. 15° og med udhæng på afløbssiden.

Ved de øvrige sider er ydervæggene ført op over tagfladen og afdækket med glaserede lerrør (krybberør).

Etageadskillelserne består af præfabrikerede betonelementer.



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## Fugtskader den første vinter

De første fugtskader opstod allerede vinteren efter, at de første byggeafsnit var færdiggjort. På grundlag af en undersøgelse blev der i det følgende forår foretaget et eftersyn og en reparation af facadefugerne. Trods reparation af fugerne trængte der dog fortsat vand ind i lejlighederne under slagregn.

Efterhånden som den resterende del af byggeriet er blevet færdigt, er der påtalt og konstateret fugtgennemslag i ydervæggene under slagregn i samtlige blokke.

## REVNEDANNELSE I MURVÆRK

Kort tid efter opførelsen opstod meget grove revner i murværket omkring bjælkevederlag ved facader og i gavlene. Revnerne blev repareret, men kom hurtigt igen. De ca. 11,5 m lange betonbjælker over vinduer i gavle var i det oprindelige projektmateriale påregnet udført som præfabrikerede bjælker, men efter murerentreprenørens ønske og efter tilladelse fra de rådgivende blev bjælkerne støbt på stedet, som lange sammenhængende bjælker.

Svind- og temperaturbevægelser i betonen var årsag til revnedannelserne, idet der ikke i murværk og beton er samme svind- og temperaturbevægelser. Mur og beton har ikke arbejdet på samme måde, derfor revnedannelserne. Bevægelserne var naturligvis størst ved sammenskæring ved gavl og facade, hvor der både over og under bjælkeenderne var grove revner i murværket. I selve betonbjælkerne var der derimod kun få og fine revner.

I det aktuelle tilfælde blev problemet angrebet ved "kilden", idet der blev etableret en udvendig varmeisolering af betonbjælken, (se tegning nr. 15R 1 og 2 de projekterendes renoveringsnødløsning) så fremtidige temperaturbevægelser blev reduceret væsentligt. Desuden blev det revnede murværk ommuret.

Skaderne kunne have været undgået, såfremt der var etableret de fornødne fuger mellem bjælkerne, f.eks. med anvendelse af præfabrikerede betonelementer med lodrette dilationsfuger, f.eks. i 3. dels punkterne.

## Utilstrækkelig og forkert reparation

I et forsøg på at afhjælpe generne er der udover fugereparationen foretaget skumning med polyurethanskum, som er forsejlet med "mono-kote" over flere inddækninger mellem tagflader og mur, og enkelte murkroner er blevet siliconebehandlet. De udførte foranstaltninger har kun i mindre grad afhjulpet generne.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## Alment om bestrygning med tætningsmidler

Det bemærkes, at stryging med tætningsmidler kræver særlig omtanke, og forudgående reparation er en selvfølge. Det er dog en dårlig løsning.

Ved påstrygningen er murstenene blevet vandafvisende og har mistet den særlige evne, der gør, at murede facader kan optage fugtighed - slagregn i fugtige perioder - og afgive den igen i tørre perioder, hvorved de organiske dele i en facade ikke vand-overbelastes.

## SLAGREGN

Slagregnmængden, som kan være temmelig stor, belaster fugerne således, at reparationen med siliconebehandling af murkronerne har forstærket fugtskaderne.

(Se Debatserie nr. 6, blad 49-57). Kalk- og Teglværkslaboratoriet i Århus har i lignende tilfælde givet gode råd og reparationsvejledninger.

## Forstærkning af skaderne

Fugtskaderne er yderligere forstærket p.g.a. følgende forhold:

Hulrummet er udfyldt med mineraluldsbatts. Der er spildmørtel mellem de enkelte batts i forbindelse med for- og bagmur.

Der er ikke klæbet pap over den vandrette fuge mellem væg- og dækelementer.

Der forekommer en ca. 30 cm lang og 10 mm dyb udsparring i betonelementernes side mod hulrummet. Udsparringen begynder ca. 100 mm fra elementets top og udløber ved underkanten.

Elementerne er opstillet på etageadskillelsen med en ca. 25 mm bred fuge, der er udfyldt med cementmørtel. Ved udhugning i fugen kunne iagttages en fin revne mellem fugemørtel og elementkanter.

Ved en nøjere besigtigelse af facaderne bemærkes en revne i fuge i højre side af et rulskifte under en altandør over et kammer i et sydvestligt hjørne. Endvidere var fugerne revnet ca. 3 skifter ned under højre side af vinduesbjælken i et køkken.

Der er indlagt mineraluld i hulrummet til overkant etageadskillelse. Over isoleringen ligger et 5 cm tykt lag mørtel med forbindelse til for- og bagmur. Dette giver en kuldebro og fugtvandring.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

Udfugningen mellem krybberør i murafdækningen svigter mange steder.

Fugerne mellem tagfladen og gavle svigter.

De to sidste punkter giver fugtskader på lofter ved gavlene.

Det samme forhold fandtes ved alle boligblokke, hvor skaderne på grund af projektfejl yderligere forstærkes på grund af mangler i beskrivelsen og viden om konsekvenserne ved mangler og dårlig udførelse.

J.T.I.'s undersøgelse af fugtskader i den pågældende bebyggelse er efter aftale direkte citeret.

For at gøre bebyggelsen ukendelig er tilføjet projekteringsfejl fra andre bebyggelser.

Basismateriale til dette og en række nye eksempler kommer fra bygningsmyndigheder, projekterende og udførende. A'jour klip sender udklip vedrørende byggefejl til alle landets blade.

Bearbejdelse af det første eksempel ETAGEHUSET er efter høring blandt en række projekterende, udførende, materialeproducenter, de teknologiske institutter, styregruppen m.fl. foreløbig afsluttet og udgivet i 4500 eksemplarer. 2. oplag er suppleret med flere forslag til bedre løsninger samt nye eksempler herunder udkragede altaner. Der er modtaget 6 generelle indlæg fra henholdsvis: civilingeniør Per B. Salling, civilingeniør Ervin Poulsen, Boligudvalget for bevægelseshæmmede, professor Palle Schmidt, civilingeniør Chr. Roving og akademiingeniør Kurt Nielsen-Dharmaratne. (se bagest).

Efter udgivelse af 1. udgave af 01) ETAGEHUSBEBYGGELSE er udgivet:

02) ENFAMILIEHUS - 03) KLYNGEHUSE

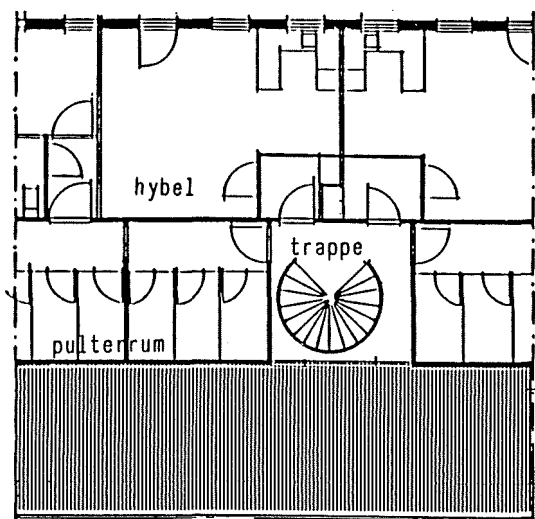
1.7.1991 udgives:

04) VÆRKSTEDSHUS - 05) INDUSTRIHAL - 06) SKOLE

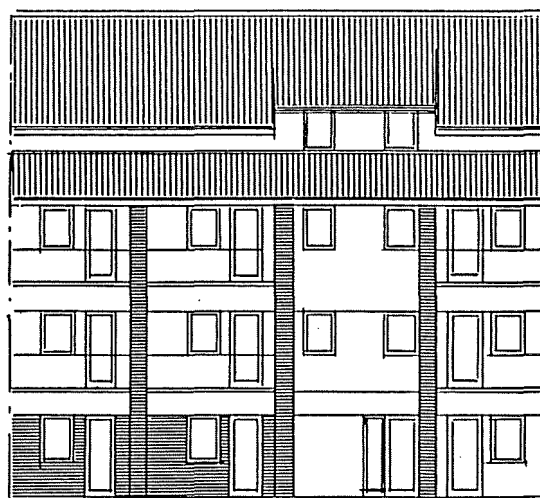


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

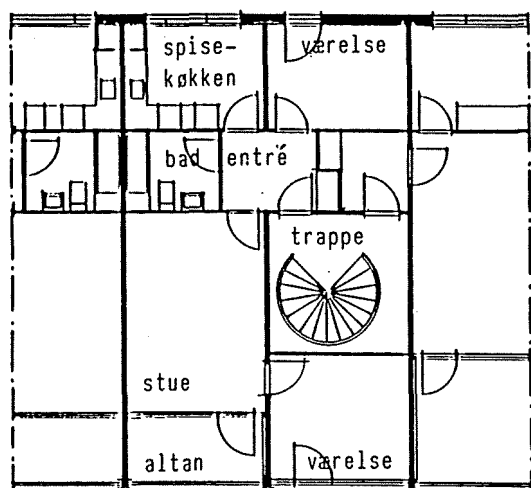
**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**



loftplan



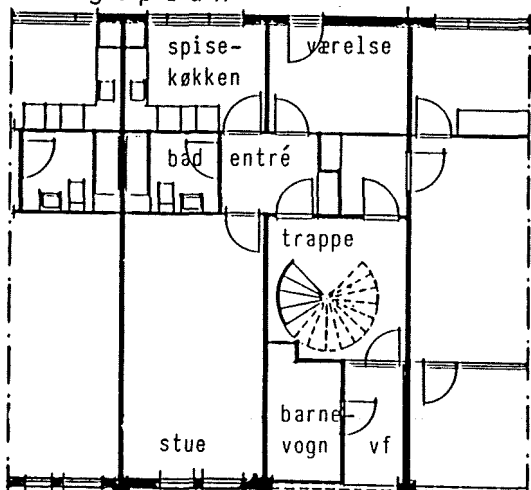
facadeudsnit



etageplan



gavl



stueplan

Projektets hovedtegninger er vist for at lette forståelsen. Det er nødvendigt, at man kender bygningsens facader og planer, fordi et forslag til en bedre løsning af detaljerne må inddrage såvel arkitektens intentioner om bygningens formmæssige udtryk og planløsning som bygningsfysiske og materialemæssige overvejelser.

Inden udgivelse af 1. udgave i serien "Kvalitetssikring på projektstadiet" er ideen gennemprøvet på Arkitektskolen i Århus og grundlaget er udført i samarbejde med Arkitektskolens afdeling for byggeteknik efter nedenstående synspunkter som skolens rektor allerede i 1984 fremførte vedrørende kvalitetsstyring.

## ARKITEKTSKOLEN I AARHUS

NØRREPORT 20 . 8000 AARHUS C . TELEFON [06] 130822



Arkitektsynspunkter ved rektor Niels Ole Lund, Arkitektskolen i Aarhus.

At tilrettelægge en undervisning i byggeteknik er et særdeles problematisk foretagende. Den eksplosive udvikling, når det gælder mængden af byggematerialer og disse materialers sammensætning til bygningskonstruktioner, har ødelagt den gamle form for undervisning, uden at det har været muligt at opstille en tilfredsstillende erstatning. I den gamle undervisning i husbygning gennemgik man de forskellige håndværk og præsenterede de studerende for den erfaring, fagene over tiden havde oparbejdet. Denne fagets ophobede viden blev suppleret med indføringer i de mere specielle fagområder, såsom akustik, statik, installationer. Da disse forsøg på at give den komplette viden videre til de studerende ikke kunne hamle op med ekspansionen af denne viden, forsøgte man at gøre undervisningen mere teoretisk, dvs. man lagde vægt på en grundlæggende bygningsfysisk forståelse.

En sådan undervisningsform gør imidlertid indlæringen abstrakt og afhængig af elementær viden om kemi, fysik og matematik - en viden mange arkitektstuderende ikke har.

I disse år eksperimenterer man derfor med pædagogiske forsøg, hvor man søger at forene den konkrete oplevelse af materialer og disses sammenstilling til bygningskonstruktioner med en mere almen forståelse for de kræfter og påvirkninger, som disse udsættes for. På Arkitektskolen i Aarhus har man f.eks. i grunduddannelsen et kursus, hvor arkitektstuderende opbygger et-etages hushjørner i 1:1 eller en tagfod i fuld størrelse, hvor så problemerne kan analyseres udfra en kombination af de studerendes egne iagttagelser og generel viden.

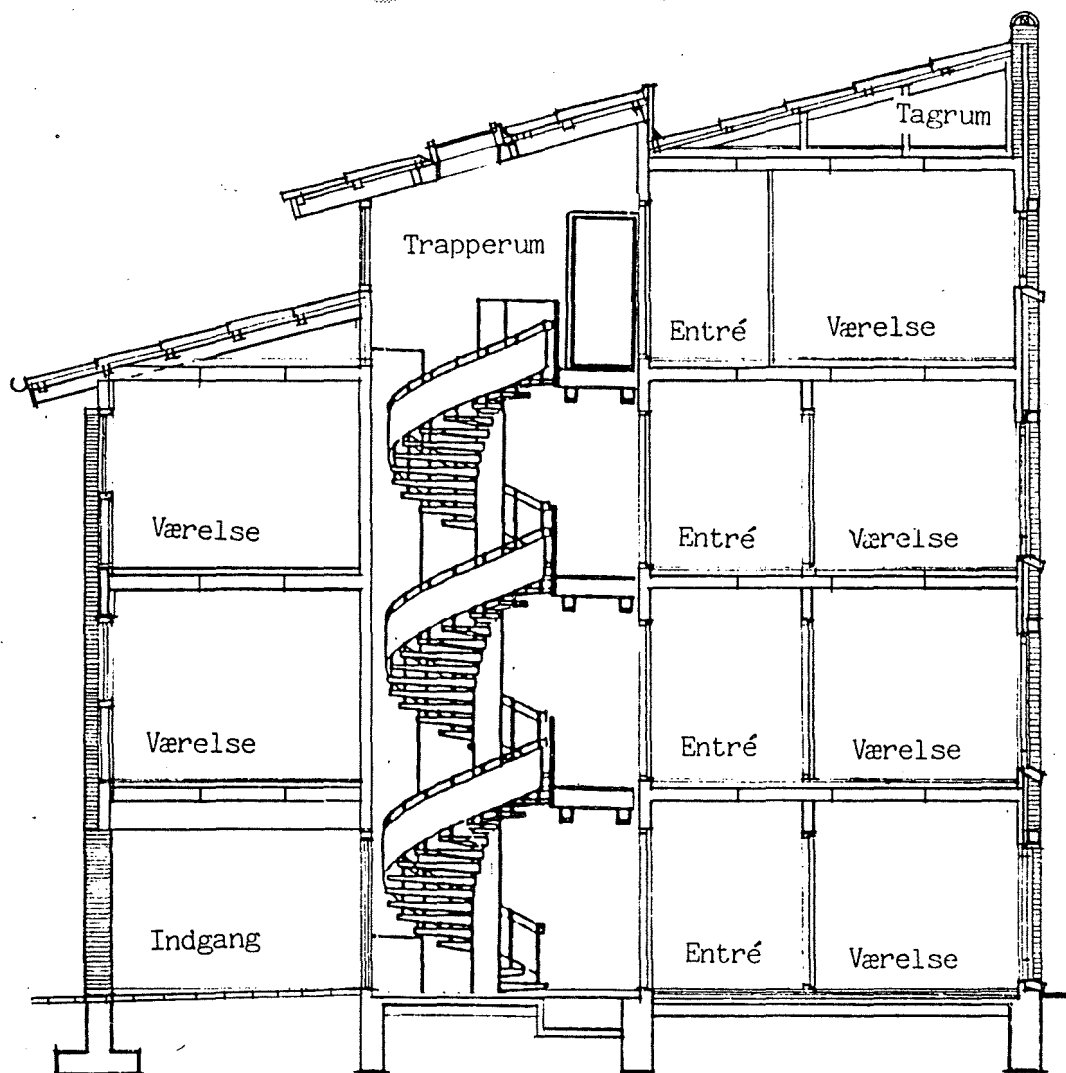
Det er også udfra denne pædagogiske filosofi, at arkitektskolen benytter byggefejlregistrets fejlfindingsopgaver. Systemet med at finde fejl i et eksisterende hus og derefter korrigere dem har vist sig nyttigt, idet de studerendes interesse vækkes dels på grund af det konkrete i opgaven, dels ved at det hele opfattes som et spil.

En af fejlene ved den moderne byggeproces er jo, at man tit tror, at man kan udskifte dele af en bygning med andre dele, blot disse dele fungerer teknisk. Det er endvidere min opfattelse, at de udvalgte eksempler på huse med bygningsfejl skal være gode huse, dvs. huse, der funktionelt og arkitektonisk er tilfredsstillende. Kun hvis de er det, får de studerende en interesse i at forbedre dem teknisk.

Vedrørende uddannelsesinstitutionernes forslag til anvendelse af materialet i undervisning, se side 169-178.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**



Tværsnit

Mål 1: 100

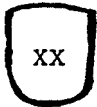
Tegningen er stykket sammen af en række eksempler på projekteringsfejl og mangler fra projekter, som har dannet grundlag for byggeri forskellige steder i landet.

Arbejdsgrundlaget har i de fleste eksempler været stillet til rådighed af de projekterende teknikere.

De lokale bygningsmyndigheder har haft materialet til gennemgang og givet supplerende oplysninger.

Projekterings- og opførelsestidspunktet er fra 1975 - 1977, således at Bygningsreglementet, BR-72, har været grundlag for projekteringen.

I kommentarerne er der henvist til såvel BR-72 som til BR-82. Hvor det har været muligt indenfor de rammer projektet forudsætter, indgår FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER som debatindlæg. Det samme gælder forslag til bedre projekteringsgrundlag.



**KOMMUNE**  
**UDVALGET**  
BYVÅBEN

Byggetilladelse  
19 77

Lb. nr. 369

Konto nr.	Leverandør nr.	Personnummer	Tekst Felt nr.	Beløb
6071 14 097 01				121637 00

Ejers/Ansøgers navn og adresse  
  
 Mr. arkitekt  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ 13  
 \_\_\_\_\_

**KVITTERING**  
 \_\_\_\_\_  
 Byggesagsnummer  
 282/77  
 Byggetilladelsens dato  
 24. juni 1977

Inledning af Deres ansøgning af  
 Dato: 19. april 1977 for \_\_\_\_\_ almennyttige Boligselskab A.m.b.a. \_\_\_\_\_ almennyttige Boligselskab

Vejnavn (stedbetegnelse) _____		Husnummer 18 - 44
Ejerlav _____		Matrikelnummer 7 du

meddeles tilladelse efter bygge-loven til at påbegynde  
 Byggearbejds art og omfang  
 opførelse af blok d, e, f, g, h og i samt 2 gårdhuse af \_\_\_\_\_

på betingelse af, at arbejdet udføres i overensstemmelse med gældende love og bestemmelser, samt de oplysninger, der er afgivet i ansøgningen.  
 Tilladelsen gives endvidere på betingelse af

**Byggetilladelsen**

- Særlige betingelser
- at der udføres ventilation i trapperum, affaldsskakte, køkkener, wc- og baderum samt gårdhuse, jfr. bygningsreglementets kap. 11,
  - at tagene forankres forsvarligt,
  - at trapper forsynes med forskriftsmæssigt røkrør,
  - at vinduer til beboelsesrum i blok h forsynes med 3 lag glas i facaden ud mod \_\_\_\_\_ vej,
  - at skærnkassen i gårdhuse udføres velbelyste,
  - at dør fra lejligheder til trapperum udføres mindst som D-døre 30,
  - at lette ydervægge udføres efter bestemmelserne i Bygningsreglementets kap. 6.9.2., stk. 5, og 6.9.3., stk. 1 og 2,
  - at døre fra trapperum til beboerrum og entre ved beboerrum udføres mindst som ED-døre 30,
  - at overkorslerne udføres af kommunen for bygherrens regning af chaussesten med en bredde på 5 - 6 m i facadelinien,
  - at der overalt i ejendommens skel mod offentlige vej- og stiarealer udføres overkorslerne etableres og stæde vedligeholdes betryggende "hegning", så korsel til og fra ejendommen kun kan finde sted ad overkorslerne,
  - at terrænet på ejendommen reguleres således, at overfladevand herfra ikke kan løbe ud over offentlige vej- og stiarealer, og
  - at der ved beplantningens udformning samt ved tinglyst oversigtsdeklaration sikres fornødent oversigtsareal 5 x 20 m ved \_\_\_\_\_ målt langs skel, dog med tilladelse til placering af enkelte nærmere fastsatte, højtstammede træer i oversigtsarealet,
  - at de til 2. byggeafsnit hørende parkeringspladser anlægges, forinden bebyggelsen tages i brug,
  - at de viste legeområder anlægges.

*har ikke forhindret*  
e. b.

Bilag: 26 tegninger hørende til byggetilladelsen.  
 Gebyrberegning kr. 12.637,00

**Byggefelt**

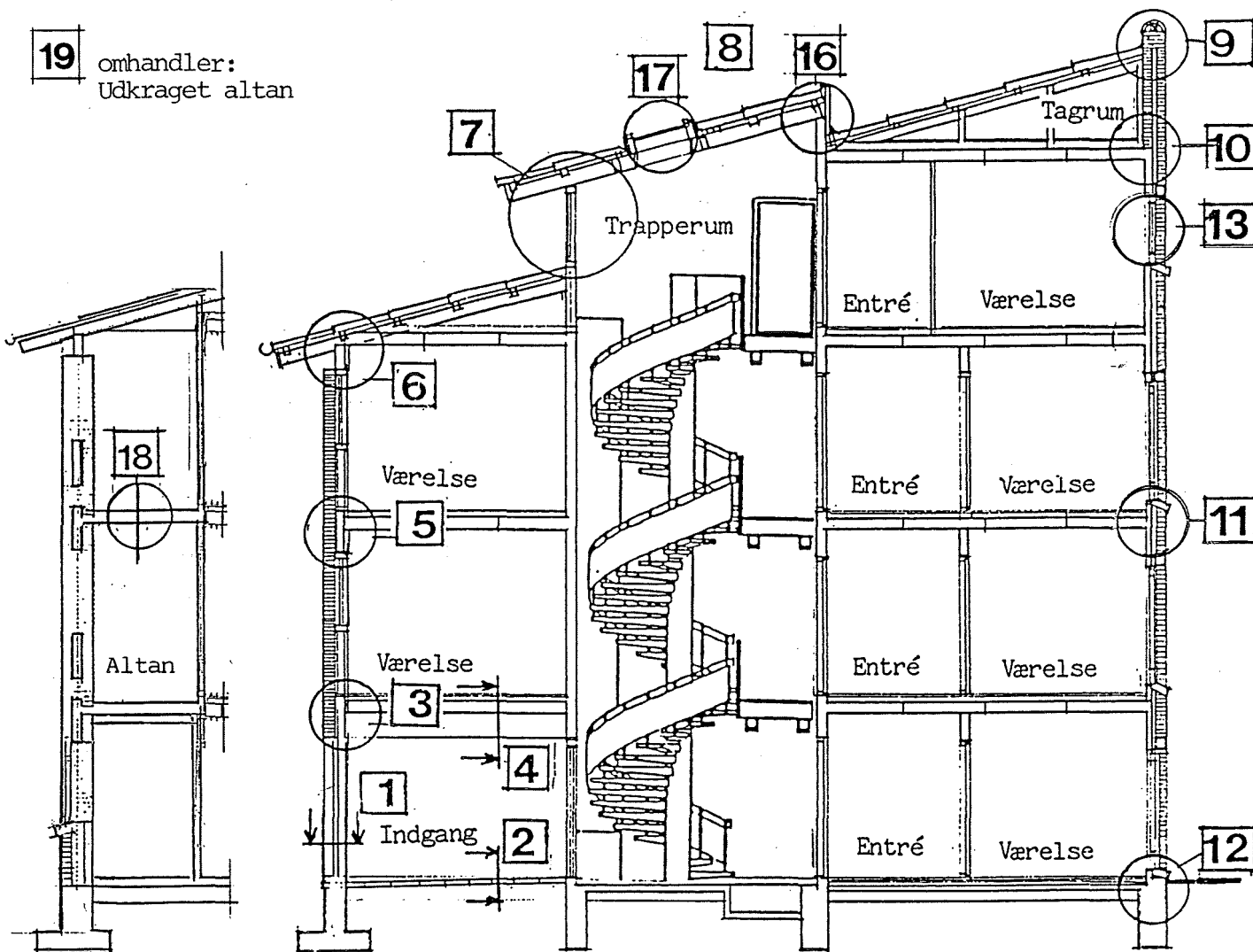
26	Dato	Eksp. nr.	Tæller	Beløb	Konto nr.	Personnummer	Tekst

NB \_\_\_\_\_ NB

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB(99)

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri



**19** omhandler:  
Udkraget altan

Tværsnit med fejlpositioner  
Mål 1: 100

**nr.** henviser til detaljtegning →

Byggefejlregistrets Eksempelsamling  
**EBYGGELSE** SfB(99) (29)  
**kan ikke for byggeri** **5**

snit i der  
etageadskillelse:  
gulv, 22 mm bogsparke  
underlag, 2 x 21" strøer  
opklodsning, bløde fiberplade  
etageplade, 18 cm jernbeton-  
element

**14** omhandler:  
Præisolerede fjernvarmeledninger  
i jord. Fixpunkter.

**15** omhandler:  
Renoveringsnødløsning til afhjælpning af skader  
i murværk omkring bjælkevederlag ved facader  
og i gavlene forårsaget af temperaturbevægel-  
ser i jernbetonbjælke



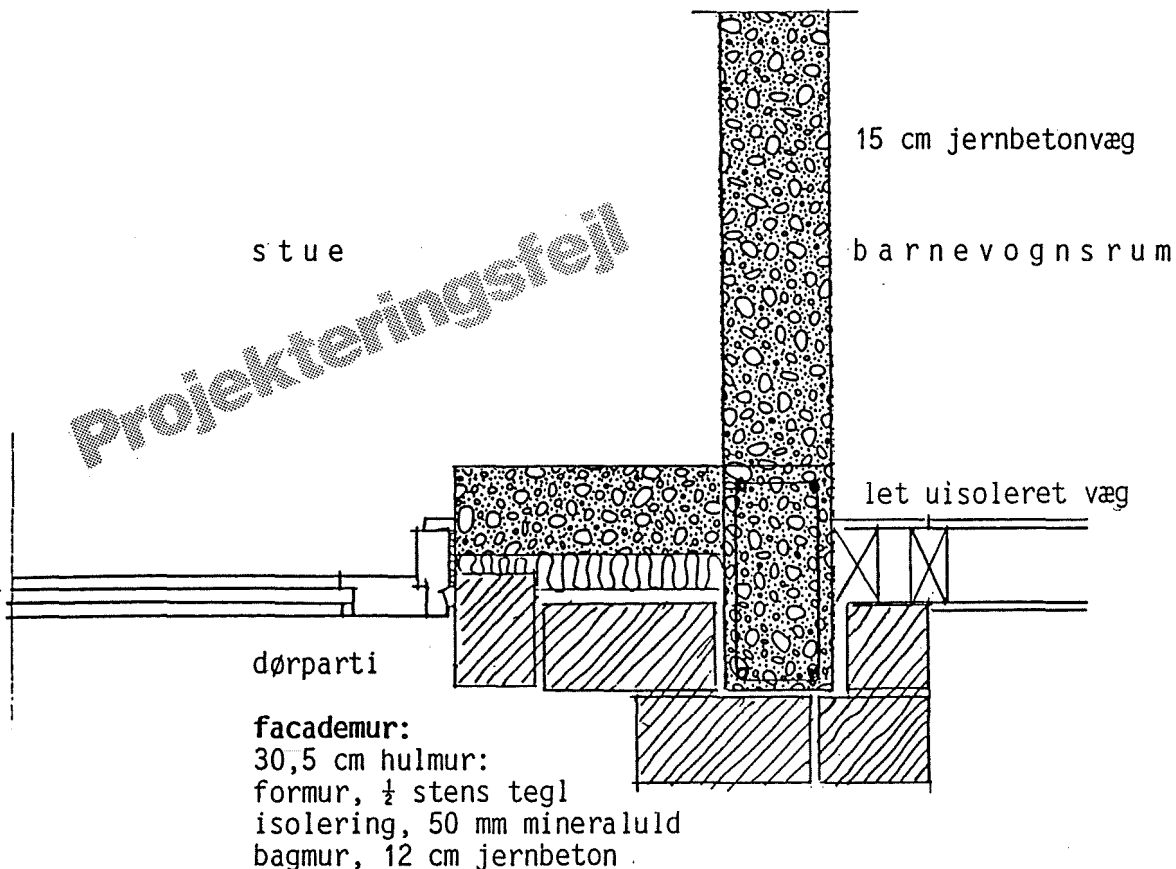


**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB (29)

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

1



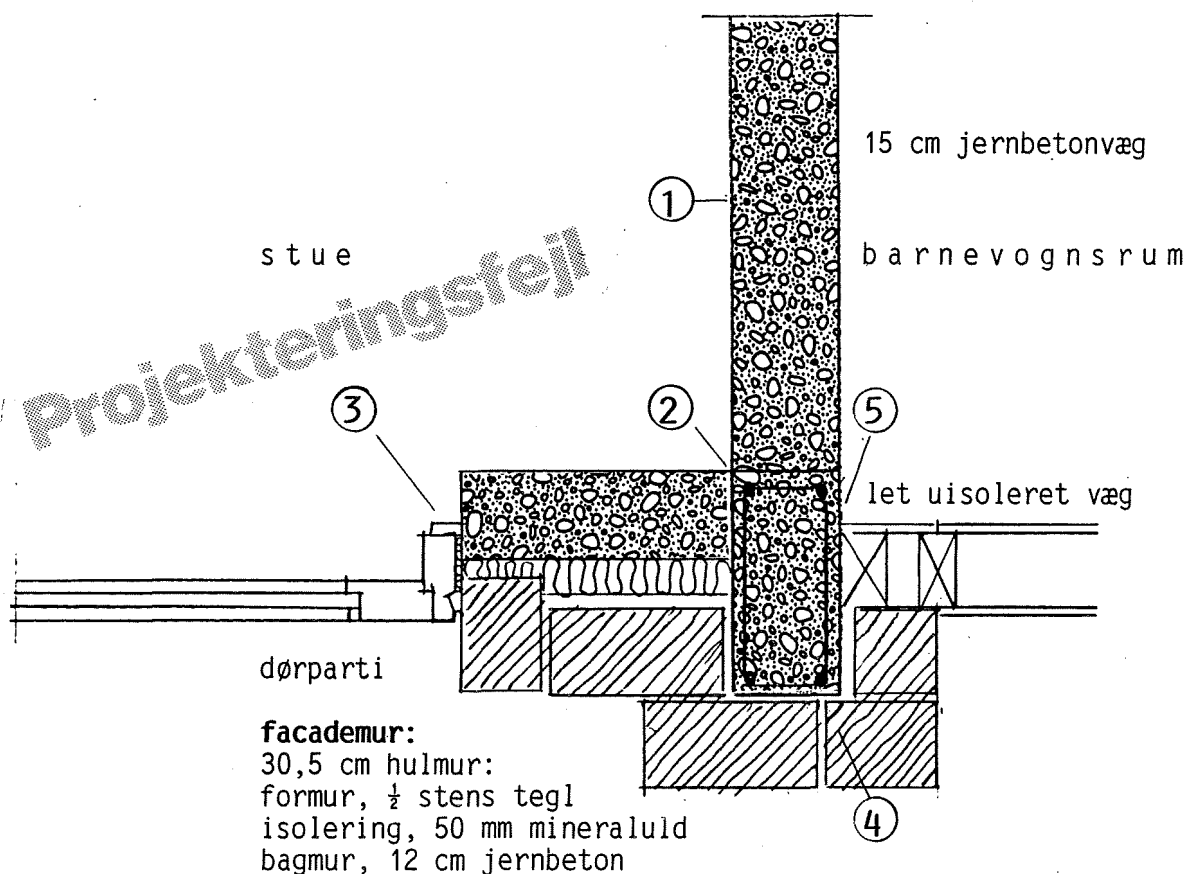
Planudsnit ved facadesøjle og indgangsparti.

Mål 1: 10

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB (29)

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

**Planudsnit ved facadesøjle og indgangsparti**

Mål 1: 10

Mangler og fejl på tegning og i tekst:

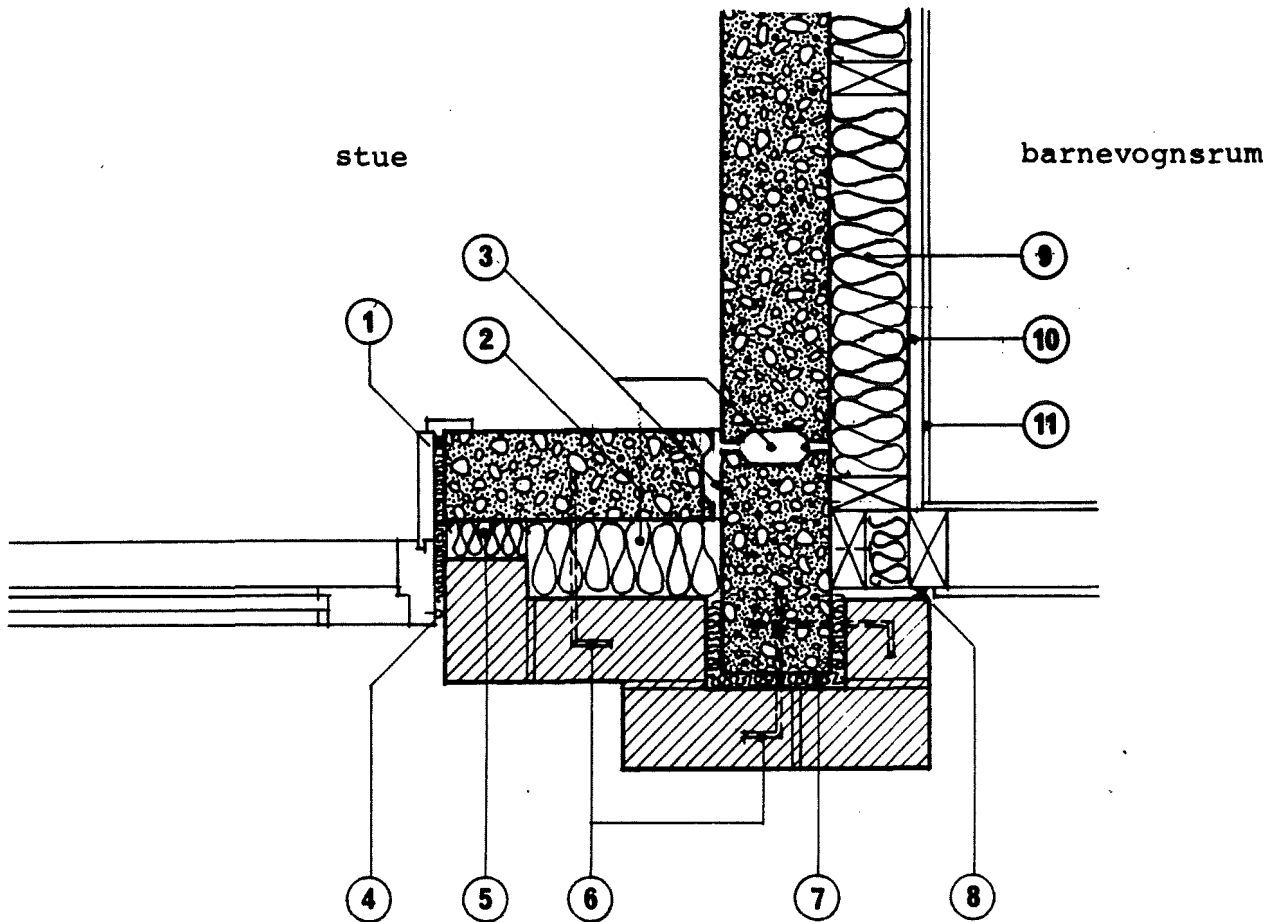
- |   |  |
|---|--|
| <p>① isolering mangler såvel efter BR.72 som efter BR-82</p> <p>② fuger og samlinger er ikke løst</p> <p>③ indvendig tæt fuge mangler</p> <p>④ kuldebro</p> | <p>⑤ armeringen er placeret for tæt ved overfladen, men skal armeringen med på arkitekttegningerne? (se Debatserie 7 udsendt af BYGGEFEJLREGISTRET). se også ingeniørtegningerne 01.001ia-b.</p> |
|---|--|

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB (29)

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

1



PLANUDSNIT VED FACADESØJLE OG INDGANGSPARTI.  
Mål 1:10

- |   |  |
|---|--|
| 1. Damptæt fuge.  | 7. Kuldebroisolering.                                |
| 2. Isolering jvf. BR-82, kap.8.<br>Ydervæg over 100kg/m <sup>2</sup> , k=0,35 | 8. Vindtæt fuge.                                     |
| 3. Elementsamling udstøbes.   | 9. Isolering som pkt.2.                              |
| 4. Vindtæt fuge.  | 10. Vindtæt pap mod isolering.<br>Ventileret hulrum. |
| 5. Trykfast isolering.  | 11. Slagfast beklædning.                             |
| 6. Murbinder.   |  |

## FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af

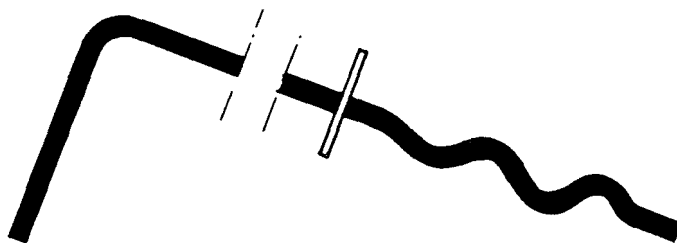
ARKITEKTFIRMAET JØRGEN HAMMELBOE TEGNING nr. **01.001b**

Til brug for ulemme byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGELÆRERREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

## Murbindere

Murbindere skal være korrosionsfaste. Typen af murbindere skal vælges ud fra opbygningen af den væg, som skal tillægsisoleres og skalmures. Hvis der f.eks. er tale om en betonavæg, vil klæbeankre og ekspansionsankre komme på tale, hvorimod der, når der er tale om en murstensvæg, bør anvendes en metode, hvor binderne faststøbes, idet man ikke ud fra de erfaringer, man har på nuværende tidspunkt, med sikkerhed i alle tilfælde kan forankre bindere i murværk ved en klæbe- eller ekspansionsmetode.

Til faststøbning kan benyttes en 4 mm binder, hvor den ende, der skal placeres i den eksisterende mur, er bølgeformet.



4 mm bølgeformet binder med skive.

## Faststøbning af bindere

Faststøbning af bindere foretages med mørtel i huller med 25 mm diameter boret i den eksisterende væg. Ved skalmuring af en blank mur skal hullerne normalt bores i liggefugen.

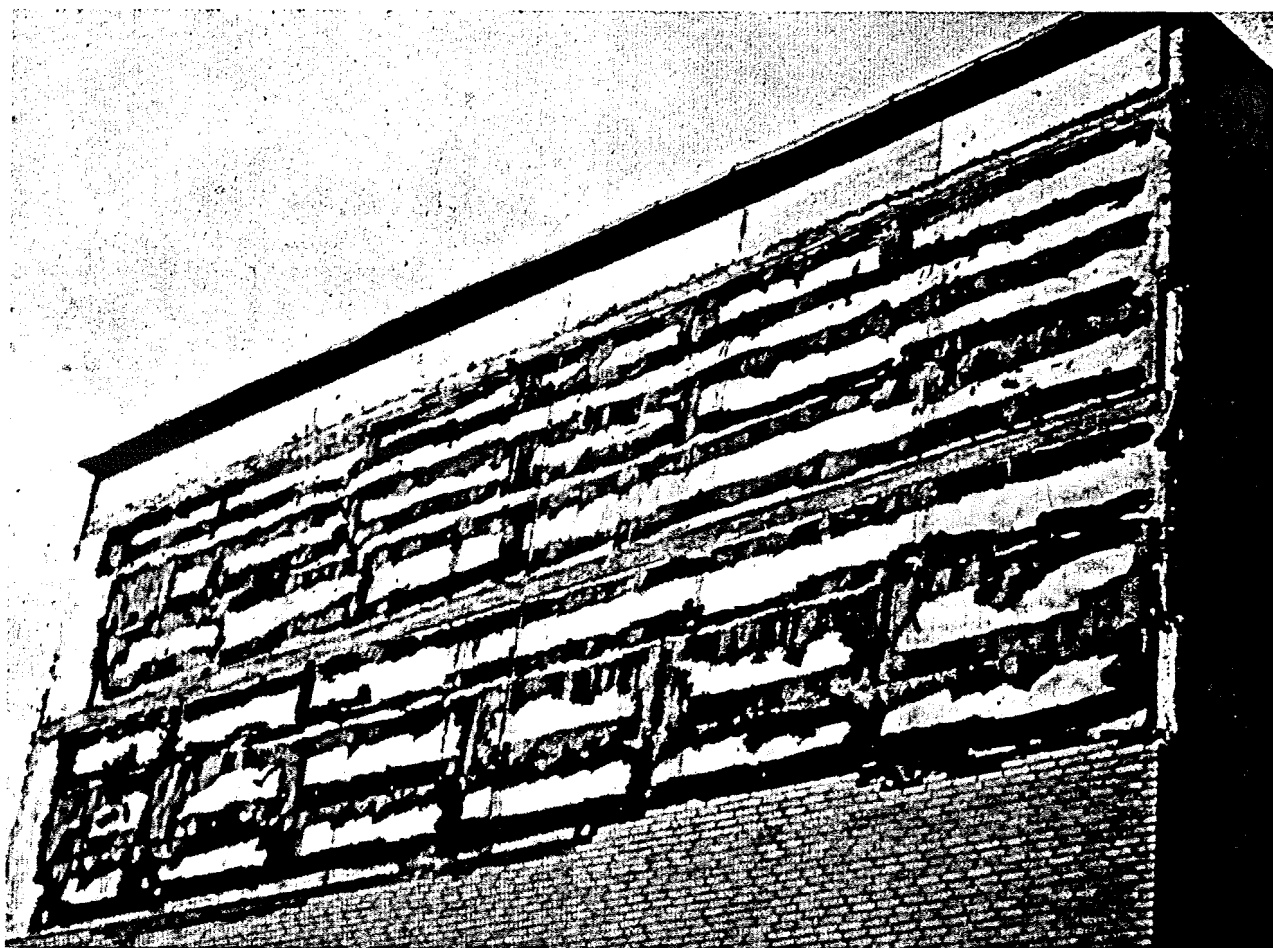
Til arbejdet i forbindelse med fastgørelsen kan benyttes en sprøjtepistol til trykluft eller en almindelig cykelpumpe, hvor ventilenden saves af og stemplet forstærkes med en ekstra pakning. Inden hullerne udstøbes med mørtel, renses de for boremel og forvandes. Som udstøbningsmørtel benyttes en cementmørtel, C 100/400 (fabriksfremstillet tørtmørtel).

Umiddelbart efter, at der er fyldt mørtel i hullet, placeres murbinderen midt i dette. Hver binder skal presses lige ind, og det er ikke nødvendigt med en efterfølgende drejning af binderen. På alle bindere skal der være en plastskive med hullets diameter (binderfabrikanten kan på bestilling levere binderne med påmonterede skiver). Denne skive fungerer dels som hjælp ved komprimering, dels til fastholdelse af mørtel og binder. Når sådanne skiver benyttes, er det ikke nødvendigt med yderligere forholdsregler med hensyn til understøtning af binderne og hindring af udflydning af mørtel. Hvad faststøbning af bindere angår, se endvidere Murerfagets byggeblad nr. 28.

## Placering af bindere

Da der bl. a. som følge af temperaturpåvirkning vil ske en differensbevægelse mellem skalmur og bagvæg, er det nødvendigt, at binderne, og da især binderne i toppen af skalmuren, kan optage disse bevægelser uden at beskadiges. Da der skal regnes med en temperaturforskel mellem skalmur og bagvæg på 35°C, vil differensbevægelsen kunne blive ca. 0,2 mm/m. Jo højere skalmuren er, og jo mindre afstanden mellem skalmur og bagvæg er, desto større deformation vil der ske af binderen. Da bindermaterialet kan være mere eller mindre elastisk, kan der på grundlag af regler angivet i SBI-ANVISNING nr. 101, Trådbindere til forankring af skalmure, udregnes minimumsafstande mellem skalmur og bagvæg som funktion af skalmurshøjden. Det er endvidere muligt ud fra reglerne i SBI-ANVISNING 101 at beregne afstanden mellem binderkolonnerne for en skalmur. Da vindbelastningen er størst ved toppen af skalmuren, hvor egenvægten af muren er mindst, og da egenvægten er det eneste stabiliserende for murværket mellem binderne, skal disse sidde tættere ved skalmurens top end i den øvrige murflade. Hvis man ikke vil foretage en beregning af afstanden mellem binderkolonnerne, kan man anvende det forslag, der er angivet i byggeblad nr. 28.

## Skalmursforankring



Teglsten anvendes i udstrakt grad til skalmuring af betonelementbyggeri.

En afgørende forudsætning for, at man kan anvende tegl på denne måde, er, at der skabes en sikker forbindelse mellem bygningens bærende konstruktion og teglskalmuren.

Det har vist sig, at de vindpåvirkninger, som kan forekomme i ekstreme situationer, har været væsentlig større end forudsat i vindbelastningsnormerne, og der er desværre sket ulykker med tragisk udgang som følge heraf.

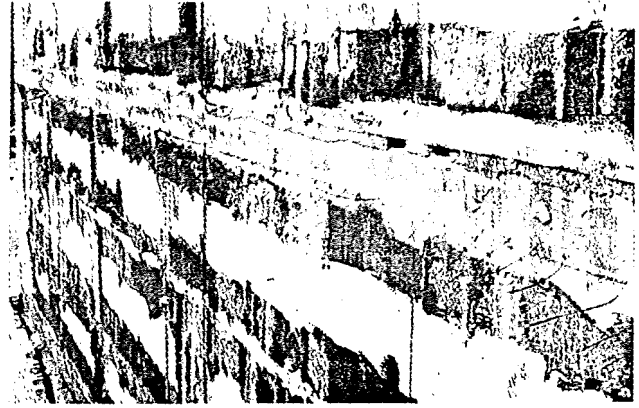
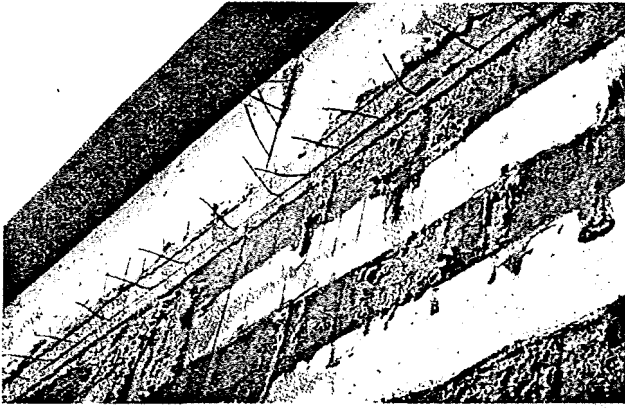
Derfor er vindbelastningsnormerne nu revideret, således at kravene til murværkets udførelse og forankring er væsentligt for-

stærket. Men selv disse krav garanterer ikke mod sådanne ulykker, såfremt arbejdsudførelsen ikke foretages under iagttagelse af stor omhu.

I dette tilfælde var de indstøbte tinforbronzebindere ikke i tilstrækkeligt omfang forsynet med vinkelbøjning, bl.a. fordi det er en vanskelig operation at udføre, og dette har betydet, at forankringen ikke var så effektiv, som forudsat.

Selv om det gør fremstillingen af betonelementerne vanskeligere, hvis man anvender færdigbukkede tinforbronzestritter, vil det være at foretrække, da det vil være overordentlig vanskeligt at sikre sig en effektiv ombukning udført på byggepladsen.

fortsættes



# Nu skal vi arbejdere have skylden for, at en kvinde blev dræbt under en væltet husmur

blev der skrevet i dagspressen umiddelbart efter ulykken, hvor sindene var i oprør. Det blev fremført, at

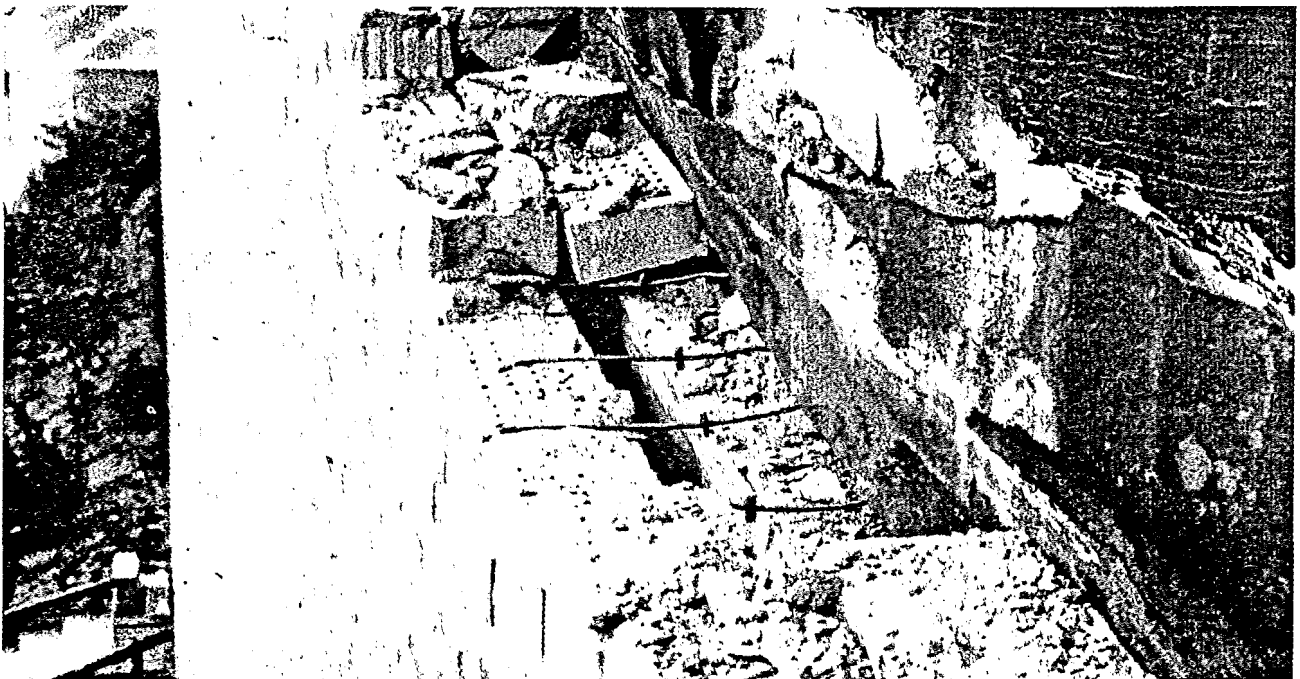
Arbejderne på elementfabrikken laver ikke disse ting efter forgodtbefindende, og vi på byggepladsen har bare at anbringe dem på de pladser, tegningerne anviser.

samt at vi arbejdere, hæderlige eller ej, ingen indflydelse har på planlæggelsen af elementernes konstruktion.

Det er nødvendigt i fremtidens byggeri, at der er et snævert samarbejde mellem manden på byggepladsen og manden ved tegnebordet.

Dette tilfælde er et eksempel på, hvad der kan ske, når samarbejdet ikke er tilstede.

*Forankringen var ikke sikret f.eks. ved levering af elementer med færdigbukkede bindere eller ved metodeangivelse af bukning på stedet.*



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

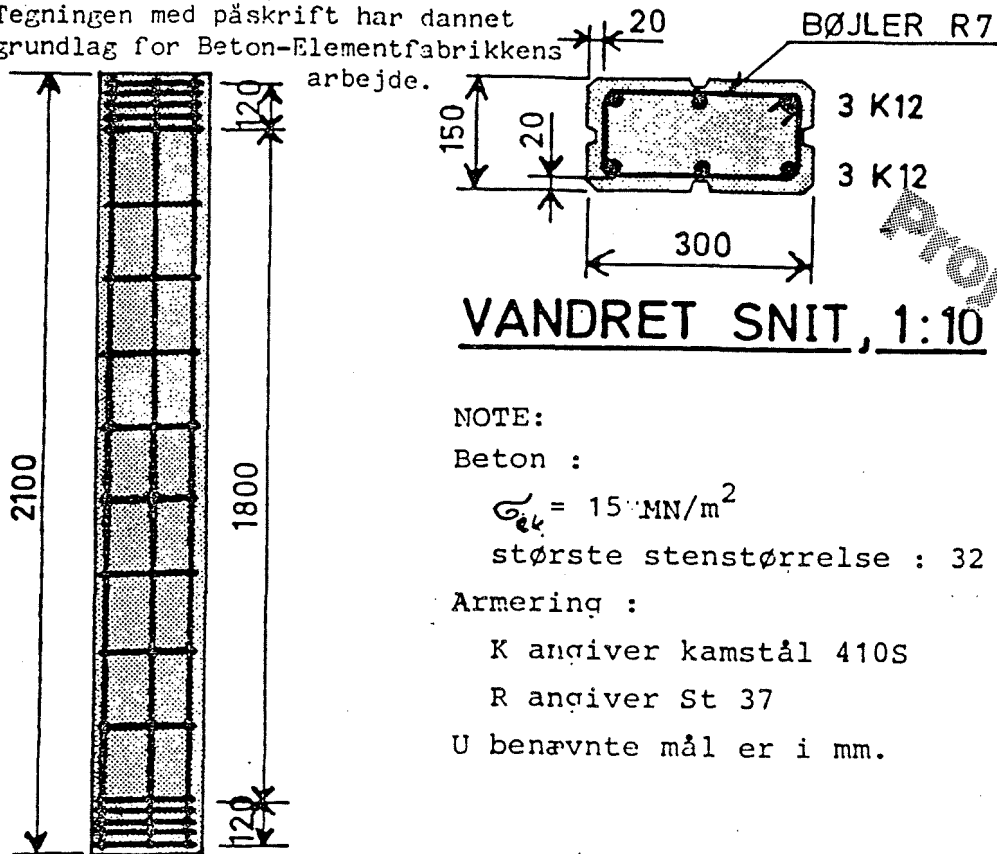
**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

1i

INGENIØRTEGNING AF SØJLEELEMENT

(se tegn. 01.001 og 1a)

Tegningen med påskrift har dannet grundlag for Beton-Elementfabrikkens arbejde.



**VANDRET SNIT, 1:10**

NOTE:

Beton :

$$f_{ck} = 15 \text{ MN/m}^2$$

største stenstørrelse : 32 mm

Armering :

K angiver kamstål 410S

R angiver St 37

U benævnte mål er i mm.

**LODRET SNIT, 1:20**

Ubenevnte mål er mm

Rev. A	Rev. B	Rev. C	Rev. D	Rev. E	Rev. F	Rev. G	Rev. H	Date:	77.12.11
								Mål:	1:20
SØJLE								Sed nr.:	4711
								Tegn nr.:	K 5



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

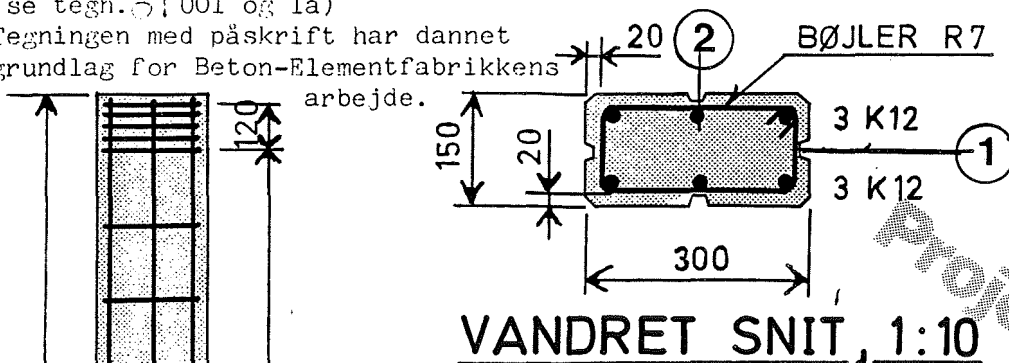
**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

1

INGENIØRTEGNING AF SØJLEELEMENT

(se tegn. 01.001 og 1a)

Tegningen med påskrift har dannet grundlag for Beton-Elementfabrikkens arbejde.



NOTE:

Beton : ④

$$f_{ck} = 15 \text{ MN/m}^2$$

største stenstørrelse : 32 mm

Armering :

K angiver kamstål 410S

R angiver St 37

U benævnte mål er i mm.

LODRET SNIT, 1:20

Rev. A	Rev. B	Rev. C	Rev. D	Rev. E	Rev. F	Rev. G	Rev. H	Ubenvænte mål er mm	
								Dato:	77.12.11
								Mål:	1:20
								Ses nr.:	4711
								Tegn nr.:	K 5

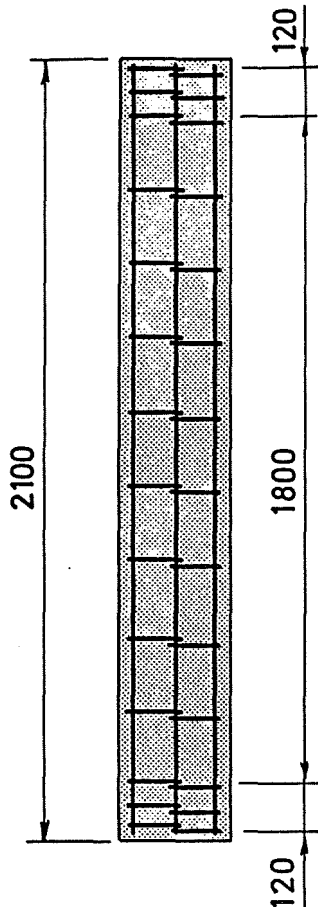
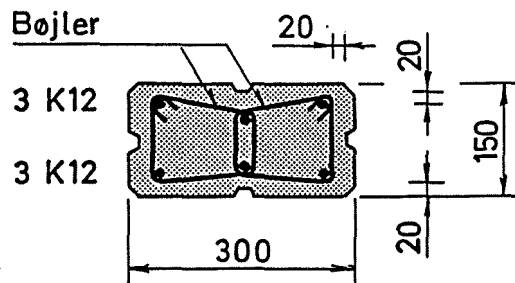
SØJLE

MANGLER OG FEJL PÅ TEGNING OG TEKST:

- ① utilstrækkelig dæklag på armering ved noter
- ② de midterste lodrette armeringsjern er ikke tilstrækkeligt sikret mod udknækning
- ③ den viste bøjlleafstand vil give en dårlig betonudstøbning med den valgte stenstørrelse
- ④ den valgte betonstyrke er for lav for udendørs armerede konstruktioner af hensyn til armeringens korrosionsbeskyttelse
- ⑤ i indrørte søjler mangler bindere tilforankring af skalmur.

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

1i

Lodret snit, 1 : 20Vandret snit, 1 : 10Note:

Konstruktionen udføres i normal kontrolklasse i h.t. DS 411.

Bøjler, normalt: R7.

6 øverste + 6 nederste bøjler: R10.

Beton:  $f_{ck} = 30 \text{ MN/m}^2$

$v/c < 0,45$

luftindhold: 4-6 vol %.

Cement: Dansk Standard Cement el.

Dansk Lavalkali Sulfatbestandig Cement.

Tilslag: Sand og sten er Klasse I i h.t. CTO: Sten og sand til beton, 1/05/1982.

Største stenstørrelse: 16 mm.

Tilslaget skal have en velgraderet kornkurve.

Armering: K angiver kamstål 410 S.

R angiver St 37.

Tilsætningsmidler:

Tilsætning af flyveaske, mikrosilica, superplastificeringsmidler m.m. kun efter aftale med bygherrens tilsyn.

Murbinder: I søjler til indmuring indstøbes binderrække i facadesider, RF Ø 4 pr. 200.

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING:

udarbejdet af

akademiingeniør Steen Kristensen

**i-68**

RÅDGIVENDE INGENIÖRFIRMA K/S

TEGNING nr. 01.001b

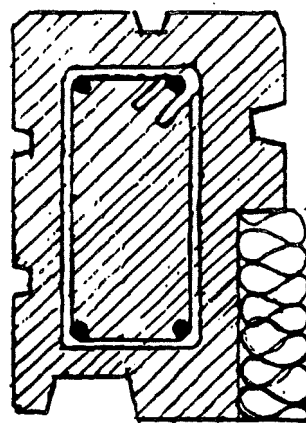
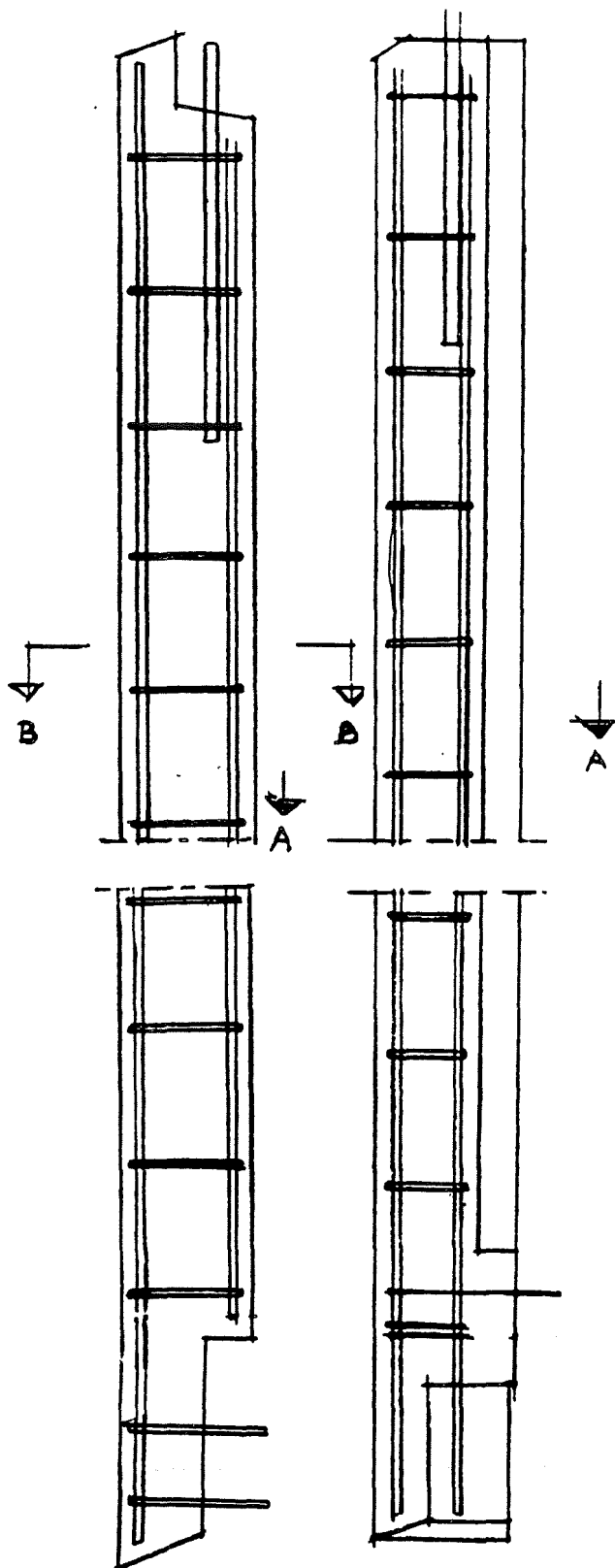
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre

## Armeringsjern for tæt ved overfladen

I »slanke« konstruktioner med kompaktarmering, hvor man bl.a. af arkitektonisk hensyn, faktisk har valgt for små yderdimensioner, således at armeringsjernene er placeret tæt sammen i »bundter«, kan det – med den foreskrevne betonkvalitet – være meget vanskeligt at få formen ordentligt udfyldt og få jernene omstøbt, hvorved der fremkommer stenreder. Disse opdages først efter at formen er fjernet.

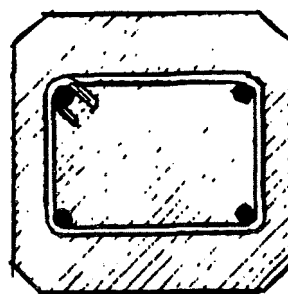
Stenreder kan repareres ved korrekt udhugning og udstøbning med sprøjtebeton.

Ved udformning af søjler må bemærkes, at affasning og/eller »udskæringer« ofte resulterer i for lille dæklag over armeringen.



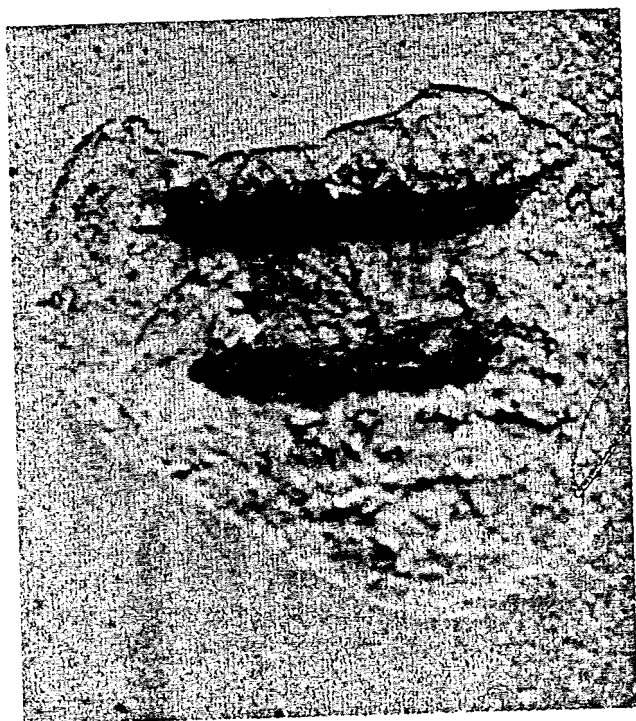
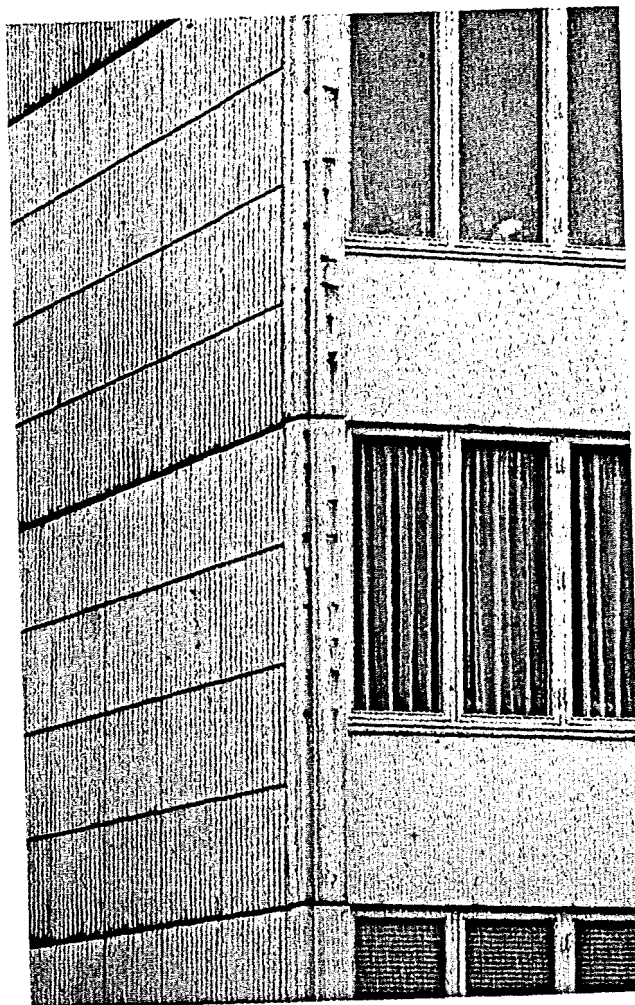
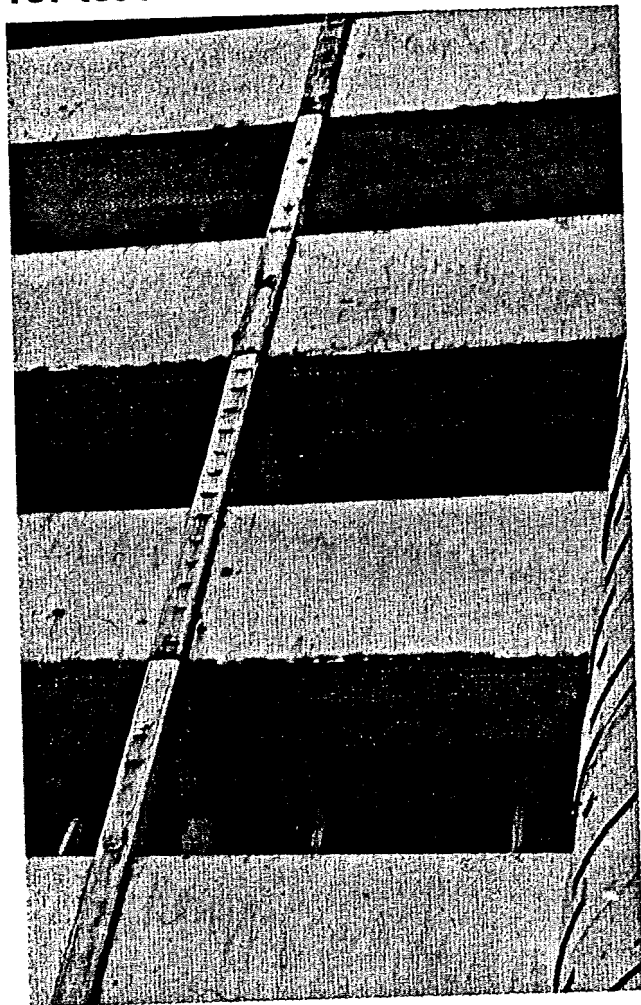
SNIT A-A.

Bøjler i søjlearmering forkert anbragt, således, at der på facadesiden er meget lille dæklag.



SNIT B-B

## Armeringsjern for tæt ved overfladen



Fotografiet taler for sig selv. De forholdsvis store huller i betonen, som følge af luftblærer under støbningen (manglende vibrering) medfører vandsamlinger og dermed forøgelse af risikoen for revnedannelser. Sammen med armeringsens placering for tæt ved overfladen og den dårlige proportionering af betonen (se Betonbogen CtO 1979, side 631) vil dette resultere i afskalning af betonen og blottelse af armeringen.

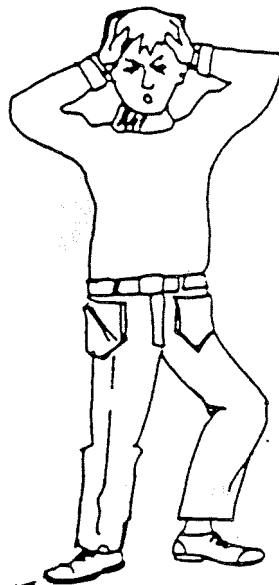
Detaljer af skader efter forkert anbragt armeringsjern i bærende konstruktioner.

Selv en mindre betondel kan fra stor højde forvolde megen skade.

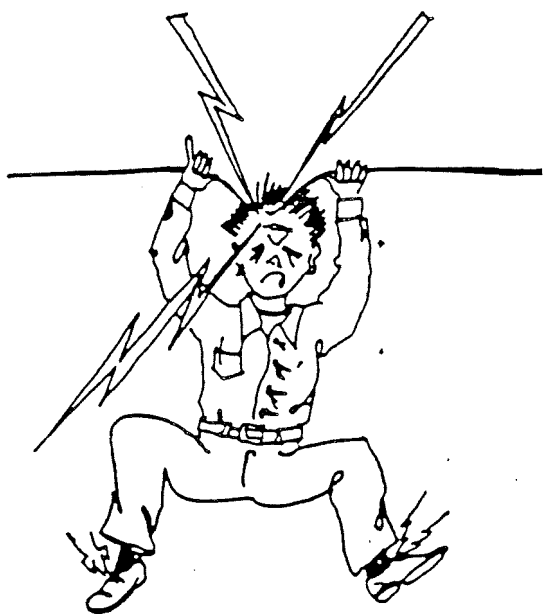
INDVENDIG FUGT KAN SKYLDES  
BYGGEFEJL



STØJ KAN SKYLDES BYGGEFEJL



DETTE KAN DU UNDGÅ HVIS  
DU KENDER TIL BYGGEFEJL

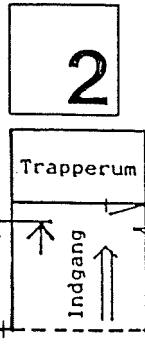


KOMMER DER VAND I KÆLDEREN  
SKYLDES DET MÅSKE EN BYGGEFEJL

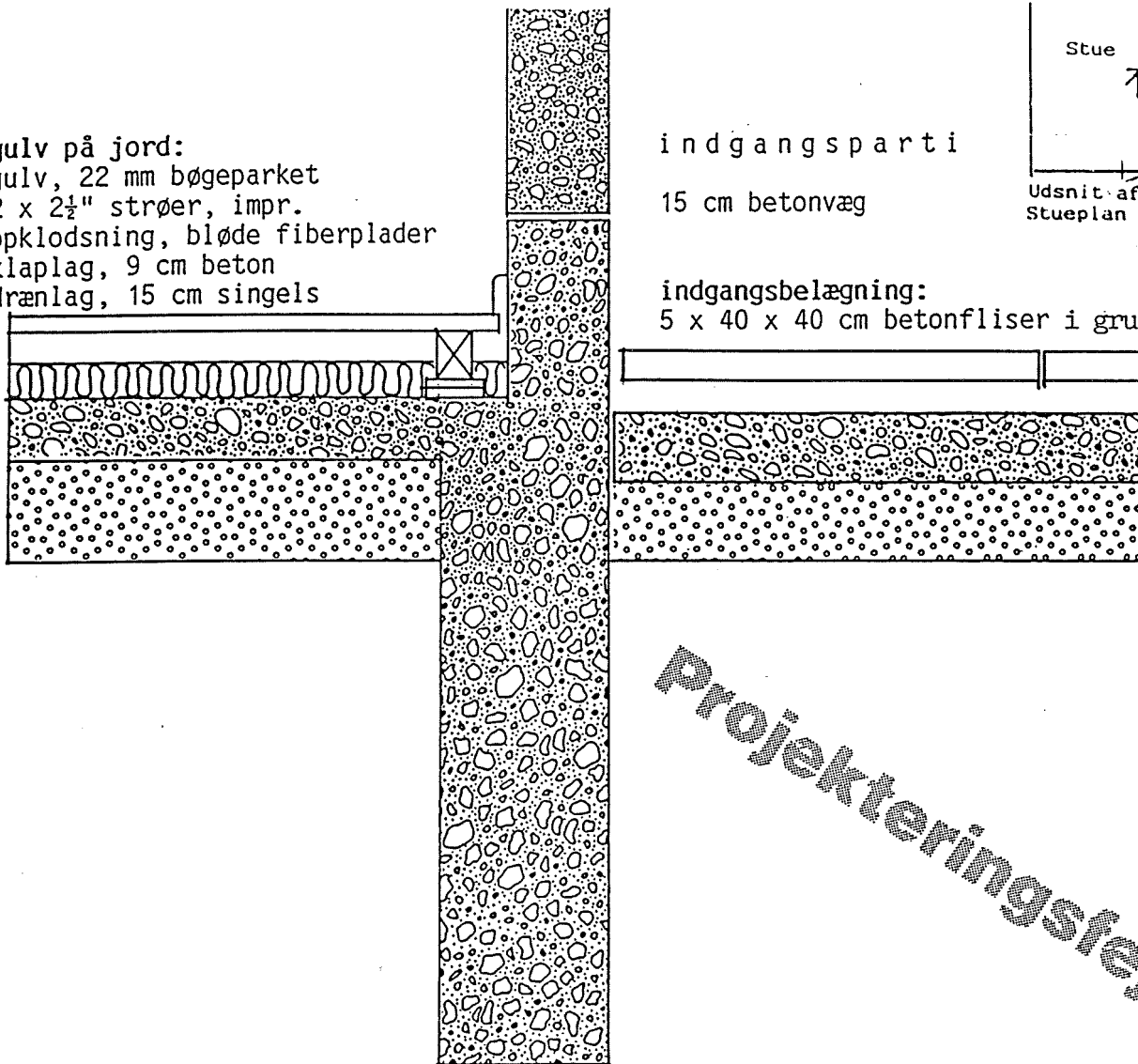


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**



gulv på jord:  
 gulv, 22 mm bøgeparket  
 2 x 2½" strøer, impr.  
 opklodsning, bløde fiberplader  
 klaplag, 9 cm beton  
 drænlag, 15 cm singels



indgangsparti

15 cm betolvæg

indgangsbelægning:

5 x 40 x 40 cm betonfliser i grus

Udsnit af Stueplan

*Projekteringsfejl*

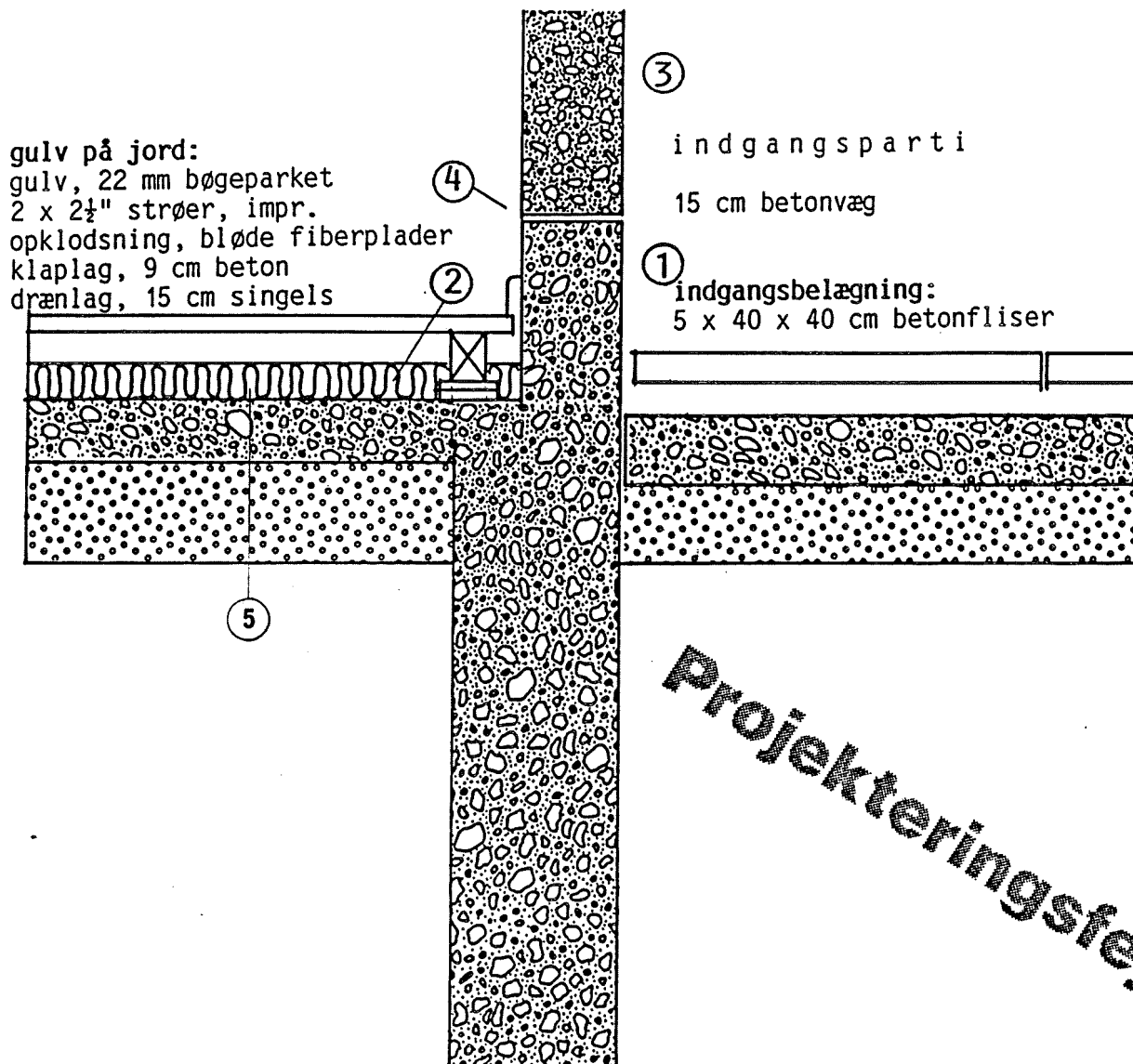
Snit i gulv i indgangsparti

Mål 1: 10

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

2



Snit i gulv i indgangsparti

Mål 1: 10

Mangler og fejl på tegning og i tekst:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| ① kuldebro   | ③ vægisolering mangler helt |
| ② isolering efter BR-72, 50 mm, se BR-82, kap. 8, dampspærre mangler, ekstra isolering kan evt. placeres under klaplag | ④ betonsamling ikke løst    |
|  | ⑤ fugtspærre                |

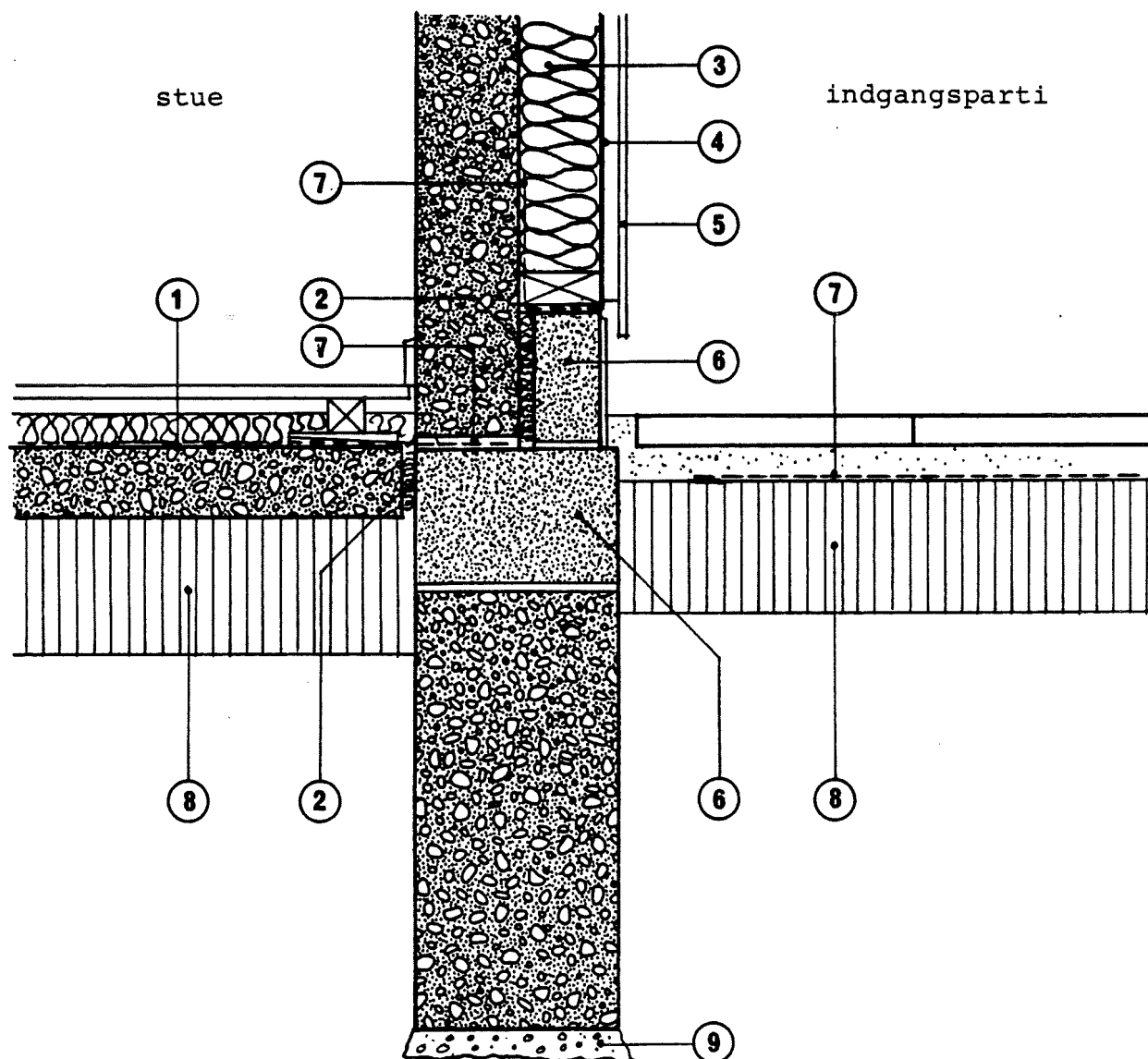


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB (99)

2

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.



SNIT I GULV I INDGANGSPARTI  
MÅL 1:10

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. Fugtspærre.<br>Isolering jvf. BR-82, kap.8<br>terrændæk, $k=0,30$ .       | 5. Slagfast beklædning. |
| 2. Kuldebroisolering.  | 6. Leca-blok.           |
| 3. Isolering jvf. BR-82, kap.8<br>ydervæg over $100\text{kg/m}^2$ , $k=0,35$ | 7. Fugtspærre           |
| 4. Vindtæt pap, ventileret hulrum.   | 8. Løs Leca             |
|  | 9. Renselag             |

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af

ARKITEKTFIRMAET JØRGEN HAMMELBOE TEGNING nr. 01.002 b

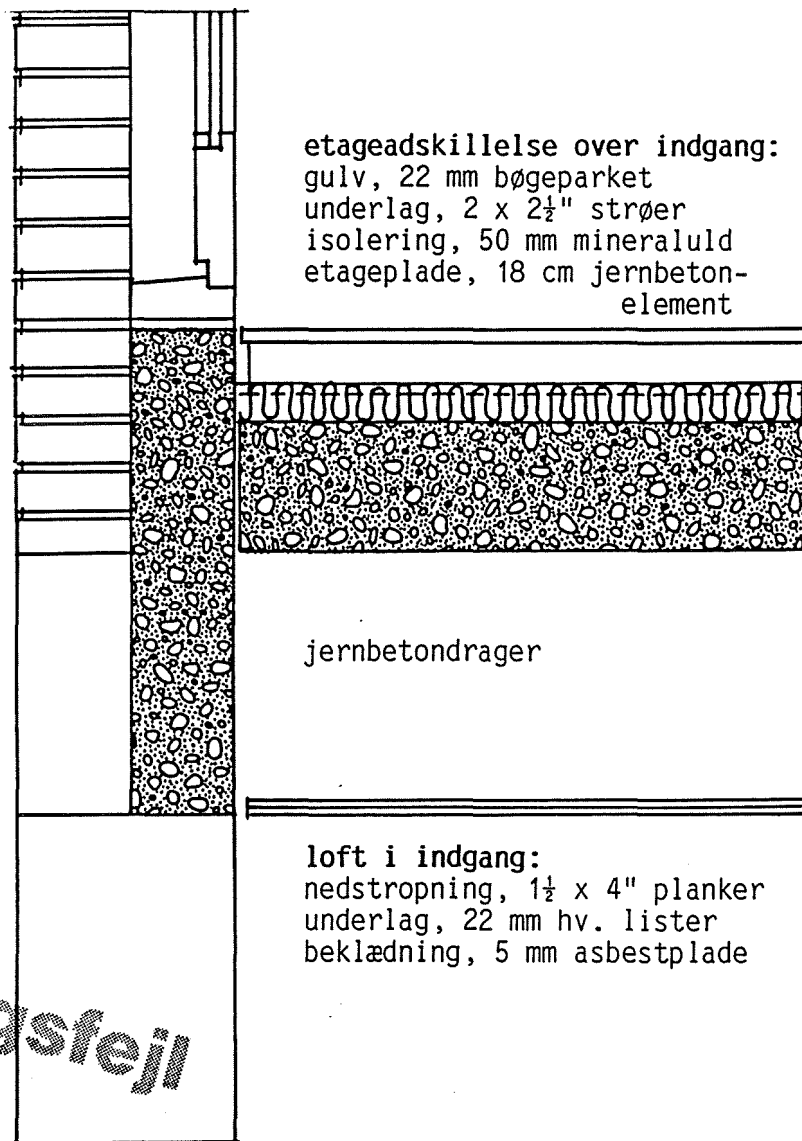
Til rådighed for byggefolk og til rådighed for lærerkrafter for vordende byggefolk  
BYG-ERFA-REGISTRET, Gunnedevej 60, 2810 Rødovre



**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

3



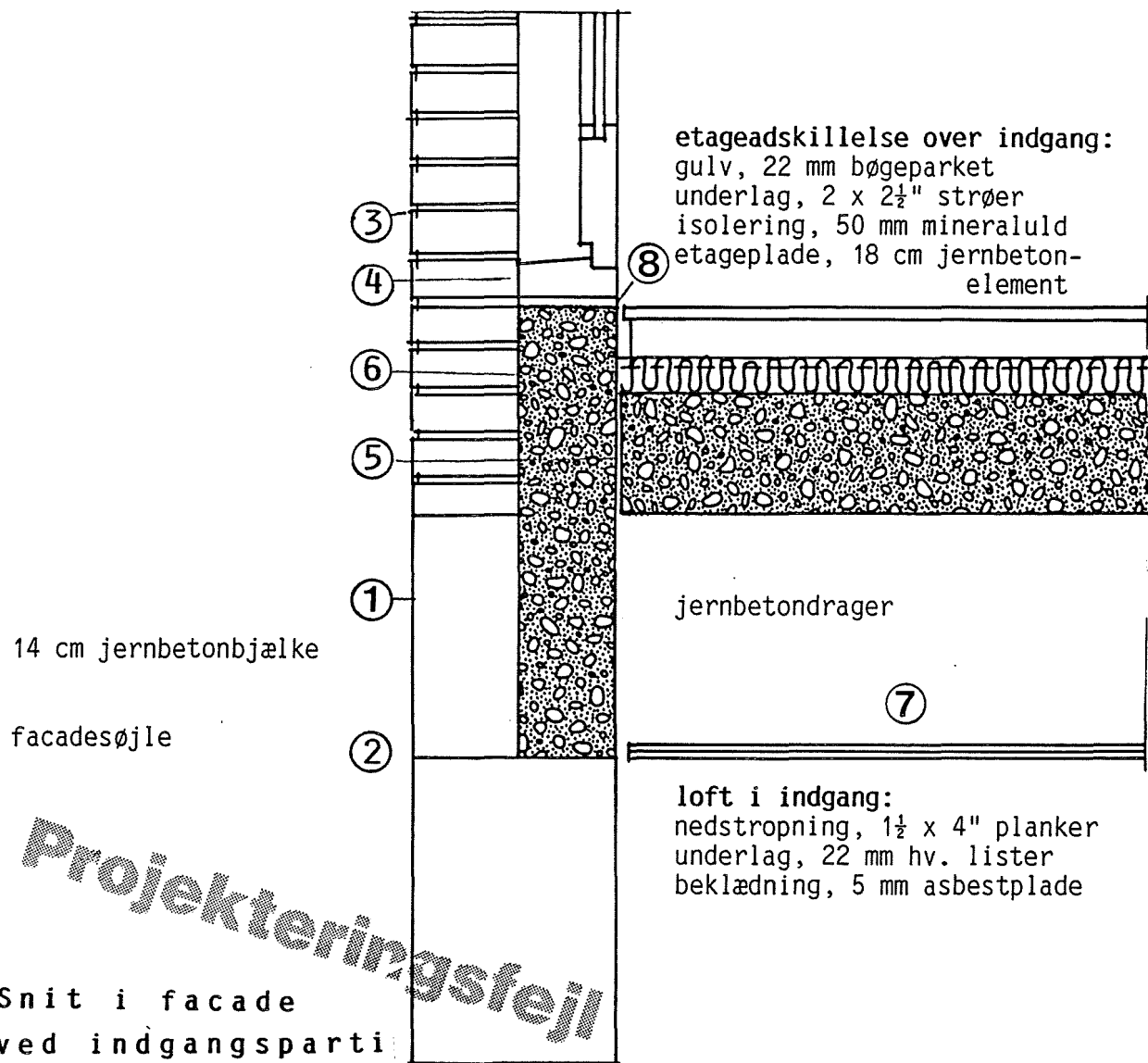
Snit i facade ved indgangsparti

Mål 1: 10

**Projekteringsfejl**

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

**3**

Mål 1: 10

### Mangler og fejl på tegning og i tekst:

- ① murpiller er ikke ført til terræn isolering efter BR-72, se BR-82 kapitel 8.
- ② forkert lejeudformning for bjælke, (se Debatserie 7 udsendt af BYGGEFEJLREGISTRET)
- ③ skræbefuge bør anvendes ved Vesterhavet
- ④ drypnåse mangler på dør og underkarm, indadgående døre
- ⑤ betonsamling ikke løst
- ⑥ kulde- og lydbrø
- ⑦ redegørelse for loftkonstruktion og isolering mangler.
- ⑧ redegørelse for fuge under dør mangler.

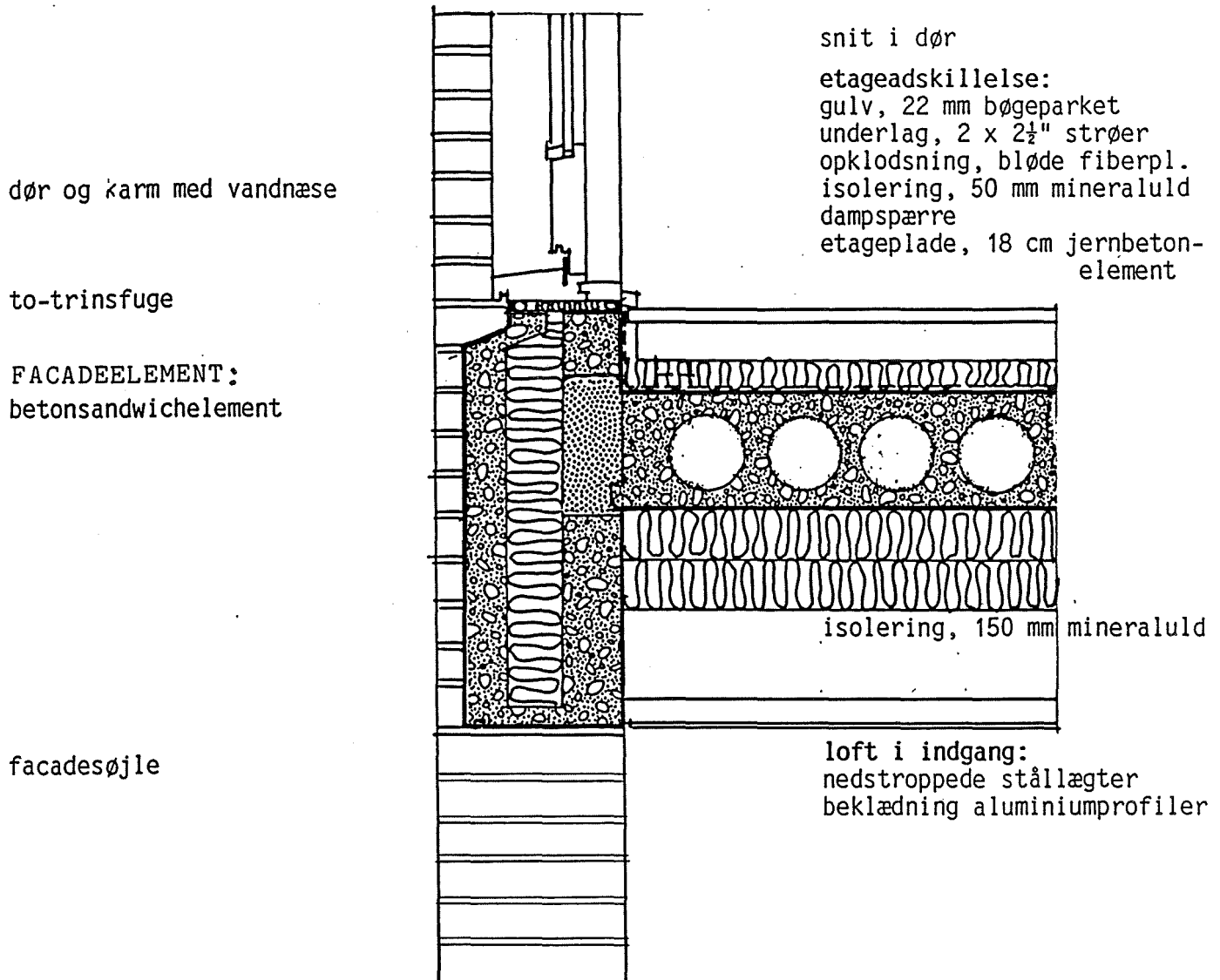
kræver særlig omhyggelig detaljering til de klimatiske forhold

Der er forskel på klimaet i Rødovre og ved Vesterhavet. (Debatserie 7).

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB(29)

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

**3**

**Snit i facade ved indgangsparti**

Mål 1: 10

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

**FUGER**

se:

D.S. 414 og

MURERFAGETS BYGGEBLADE nr. 15 om muring med fyldte fuger og  
blad nr. 4 om fugning af murværk.

De klimatiske forhold ved Vesterhavet gør yderligere særlige forholds-  
regler nødvendige - især på facader mod havet.

(Kalk- og Teglværkslaboratoriet giver gerne råd)

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

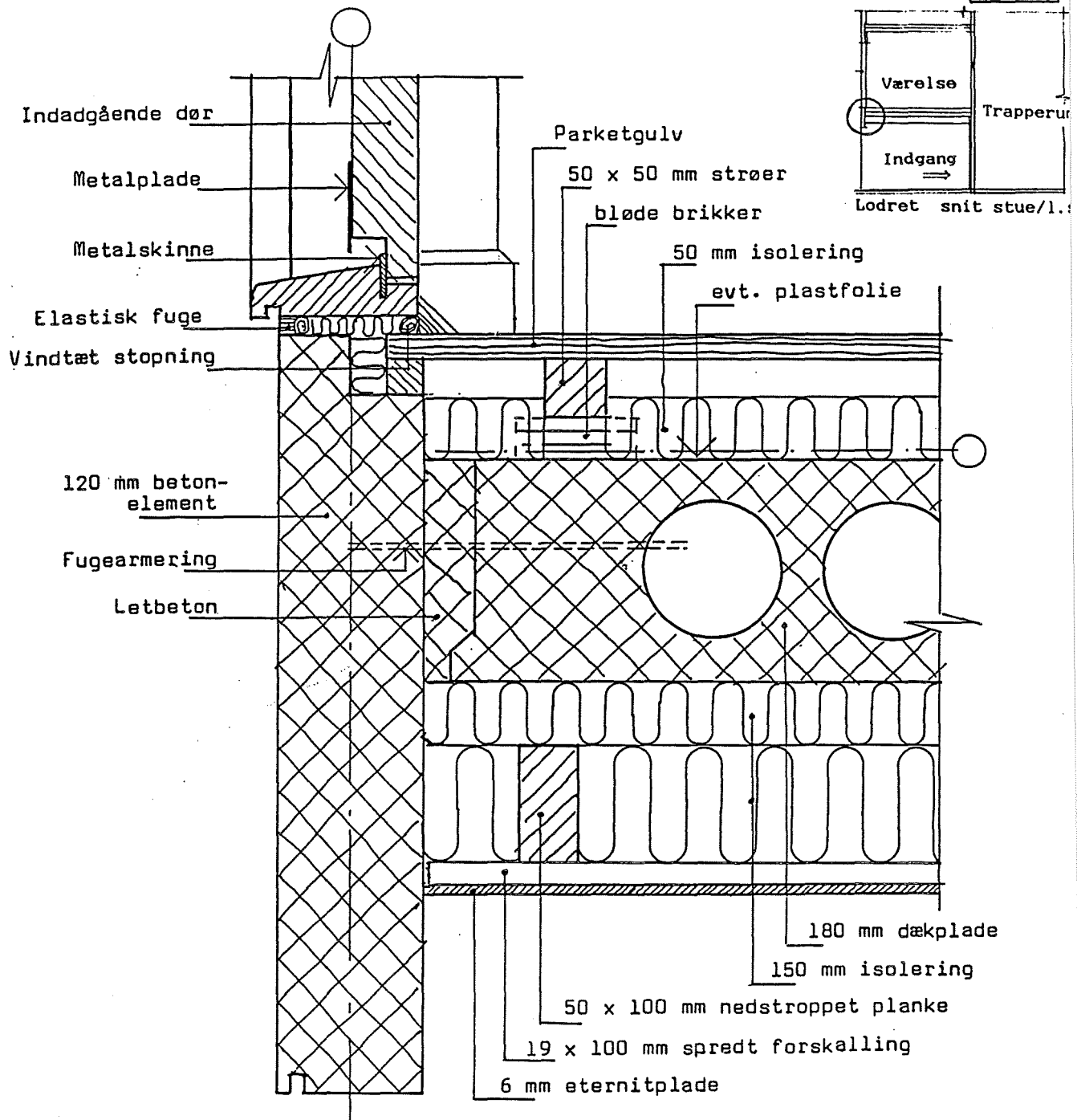
udarbejdet af arkitekt m.a.a. Logan Nørgaard

TEGNING nr. 01.003b<sup>1</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnedevej 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

3



Modul/Samlingsdetalje 1 : 5

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSENS TEKNIKUM

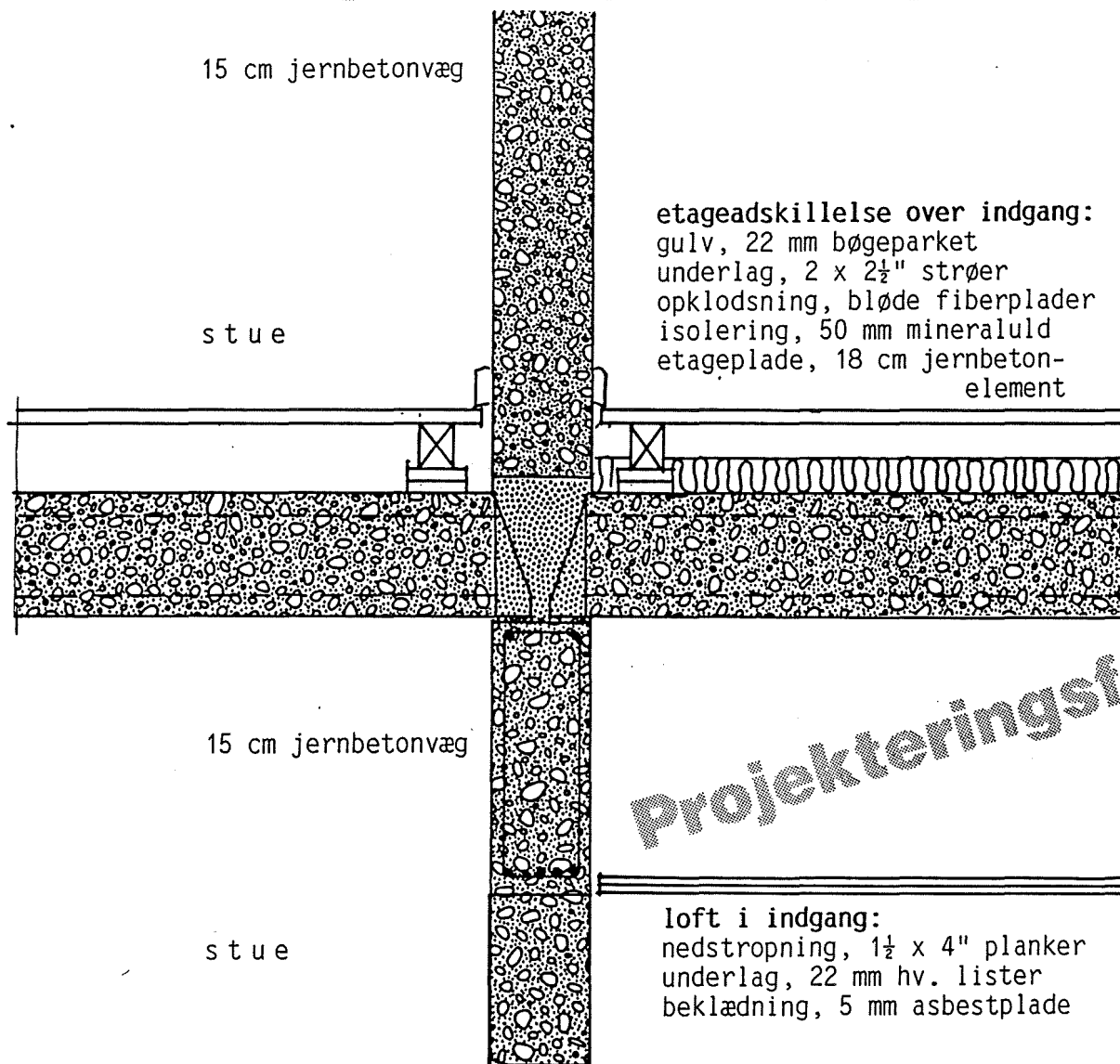
TEGNING nr. 01.003b<sup>2</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
 BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

4



Snit i loft ved indgangsparti

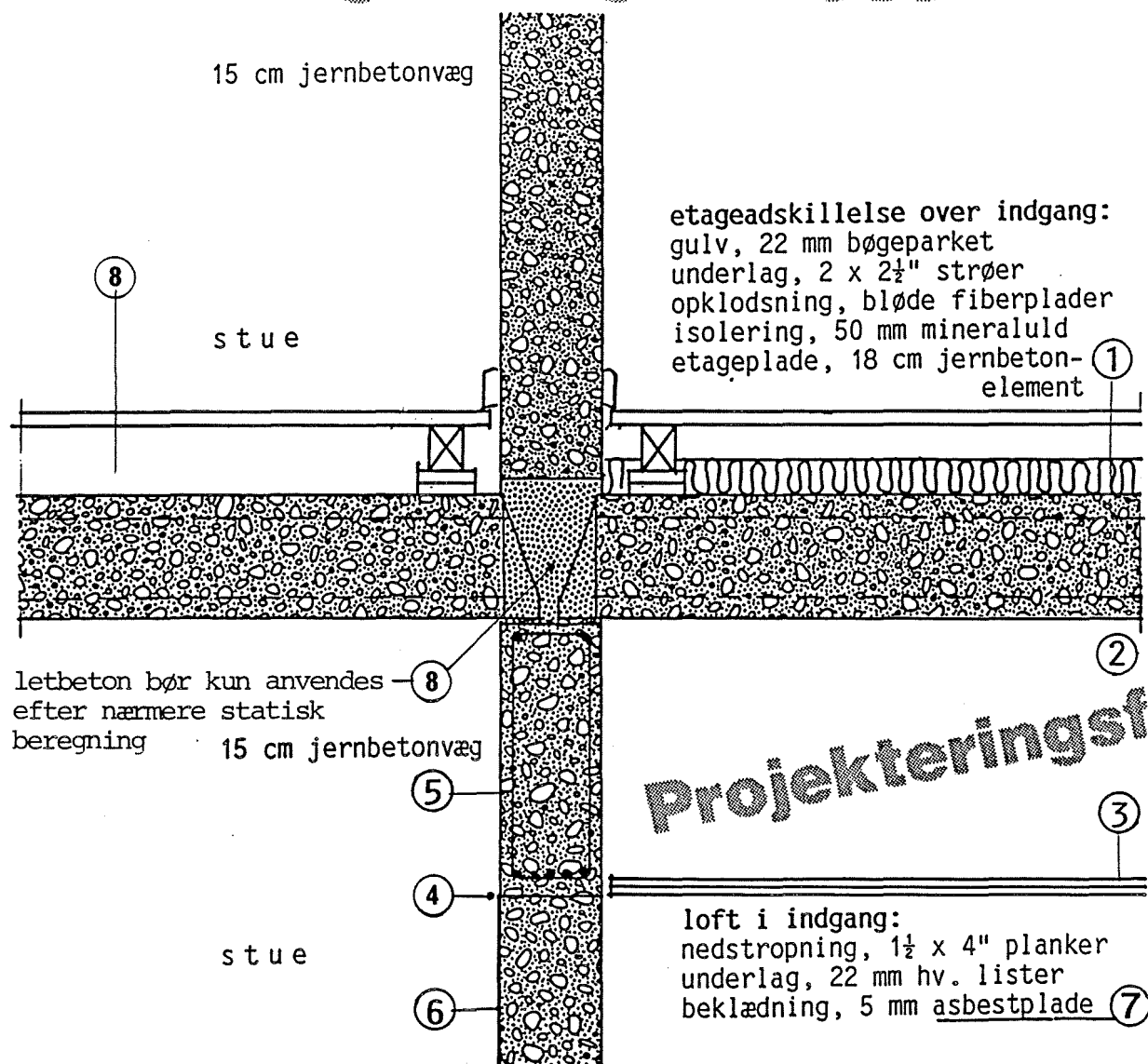
Mål 1: 10



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

4



### Snit i loft ved indgangsparti

Mål 1: 10

#### Mangler og fejl på tegning og i tekst:

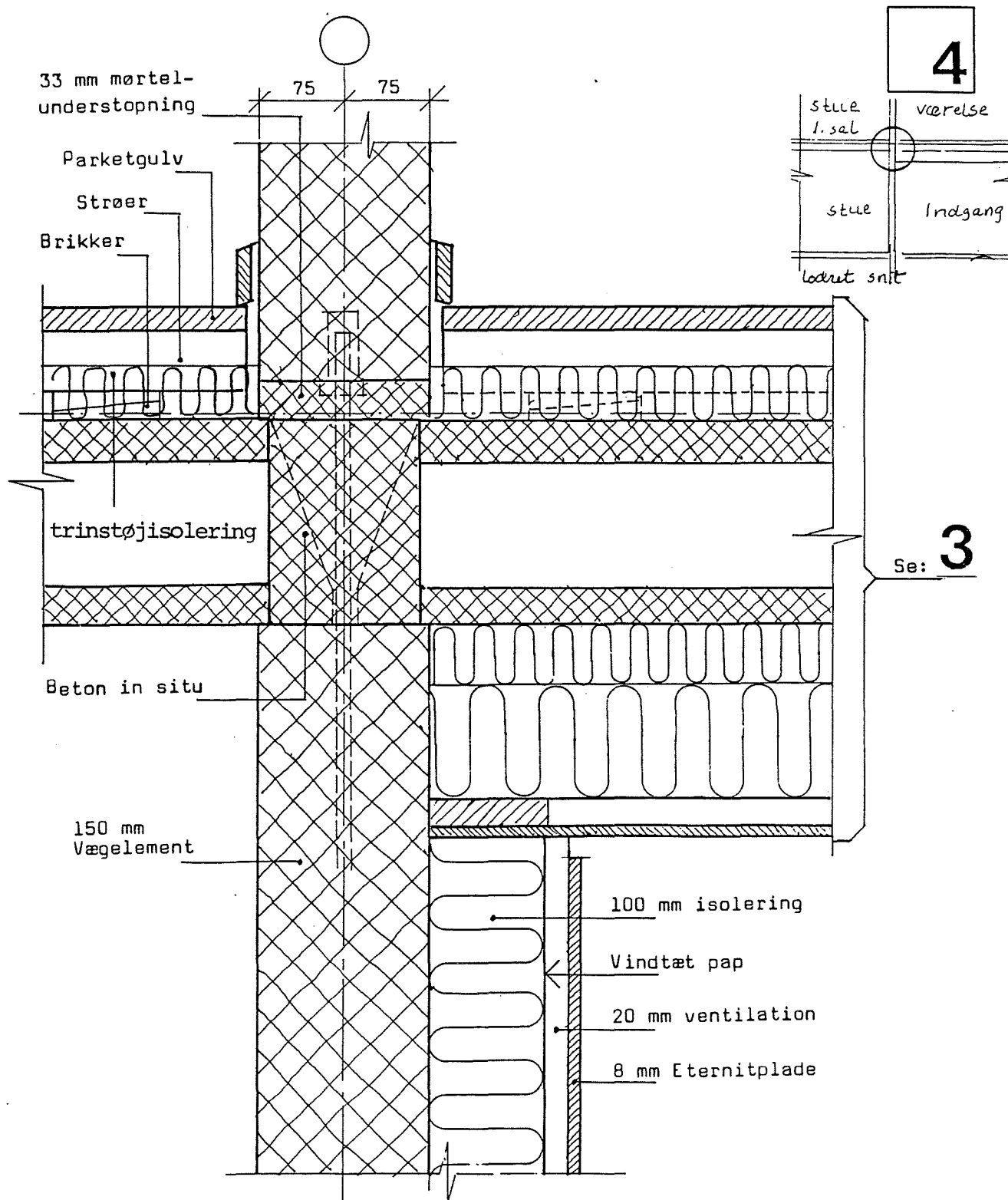
- |  |  |
|--|--|
| ① dampspærre bør overvejes, isolering efter BR-72, se BR-82, kapitel 8.  | ④ fugeløsning mangler  |
| ② isolering mangler efter såvel BR-72 som efter BR-82  | ⑤ for tæt armering, men skal armering overhovedet vises på arkitekttegninger, (se Debatserie 7 udgivet af BYGGEFEJLREGISTRET). |
| ③ nedhængte lofter skal udføres af ubrændbare materialer, se BR-82, kapitel 6.7.3, stk. 4 detaljtegning mangler. | ⑥ isolering af ydervæggen mangler  |
|  | ⑦ NB. asbest må erstattes af andet brandfrit materiale.  |
|  | ⑧ trinstøjisolering mangler  |

FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. 01.004a

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE



FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

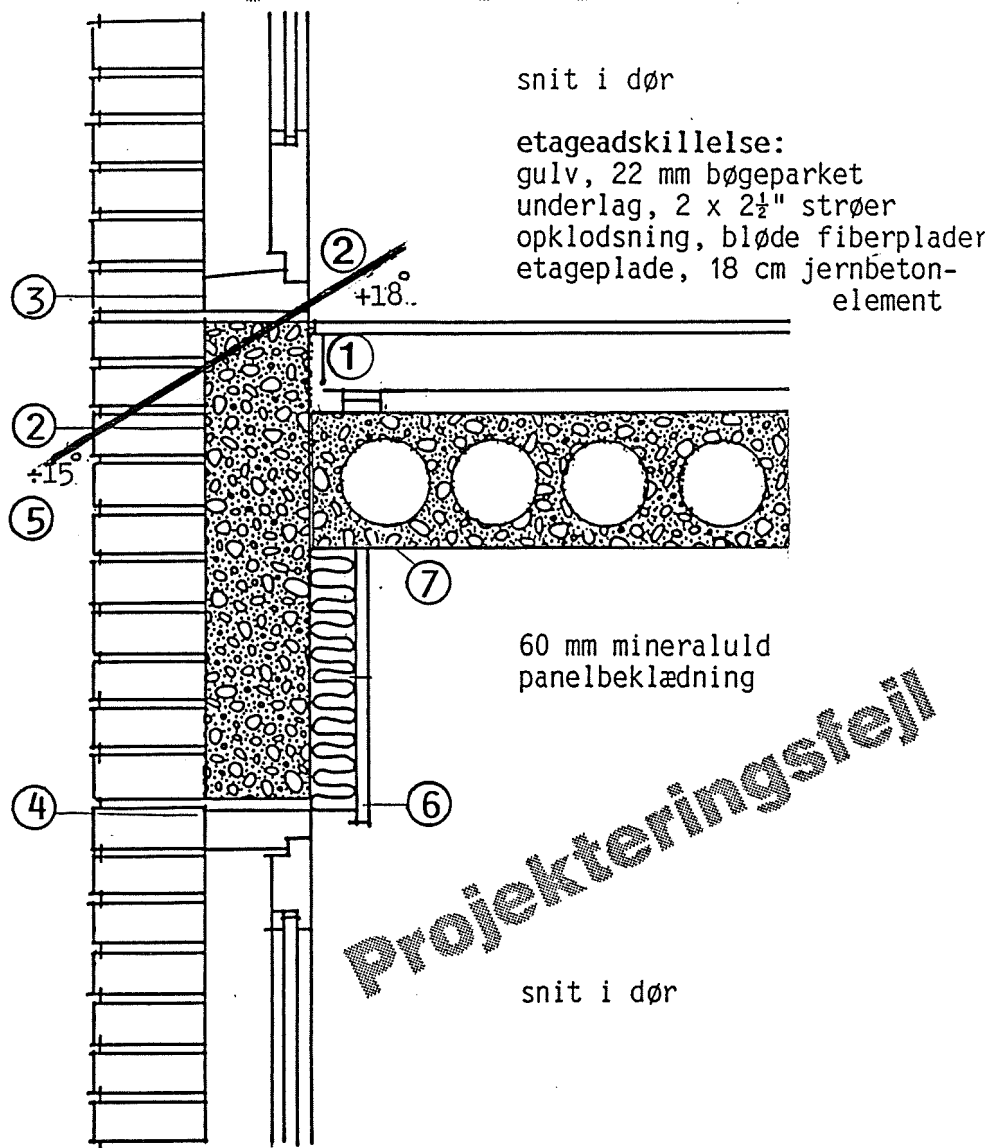
INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.004b

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
 BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE****NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri****5****Snit i facadebjælke ved dæk**

Mål 1: 10

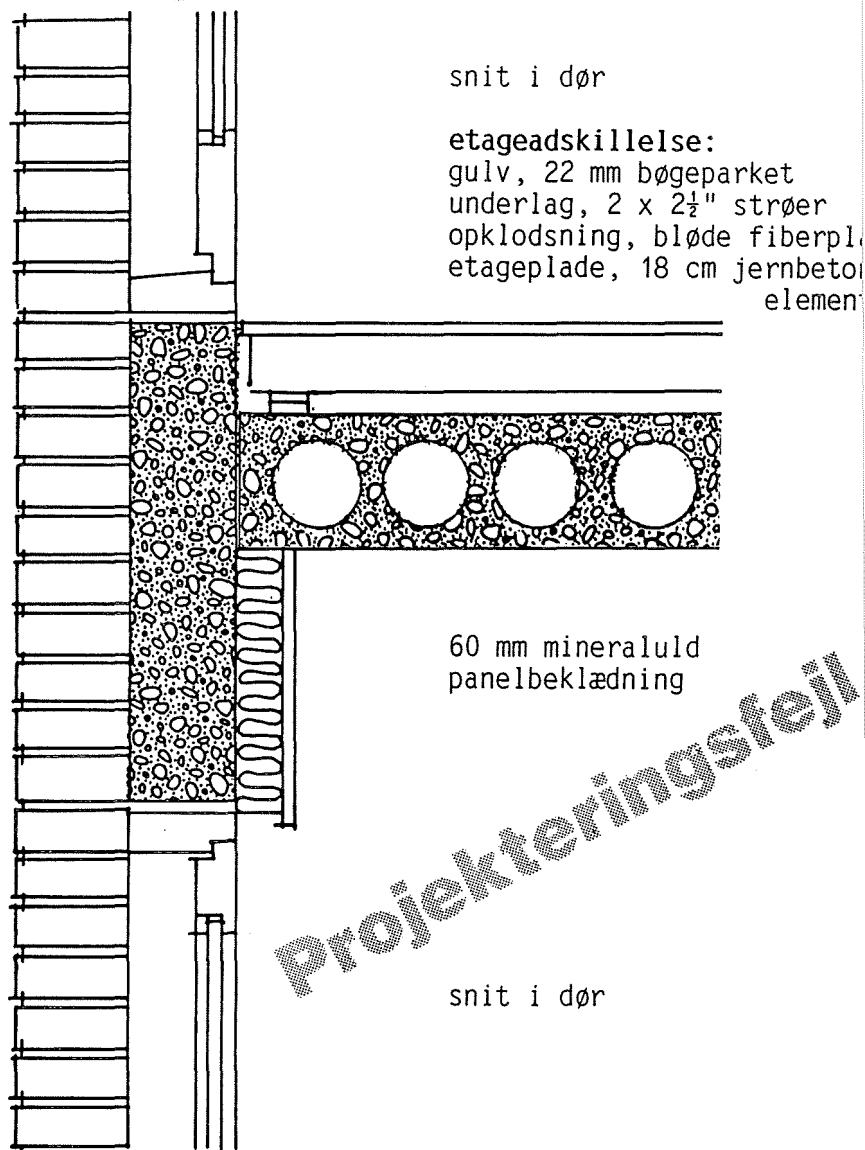
**Mangler og fejl på tegning og i tekst:**

- |   |  |
|---|--|
| ① afstand mellem gulv og ydervæg nødvendig          | ④ fugeløsning mangler  |
| ② kuldebro (kondens)                                | ⑤ skrabefuge bør anvendes ved Vesterhavet  |
| ③ drypnåse mangler på dør og i karm, fuge ikke vist | ⑥ uklar detalje, f.eks. mangler afslutning på isolering, dampspærre, pladetykkelse og underlag |
|   | ⑦ betonsamling ikke løst   |

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

5



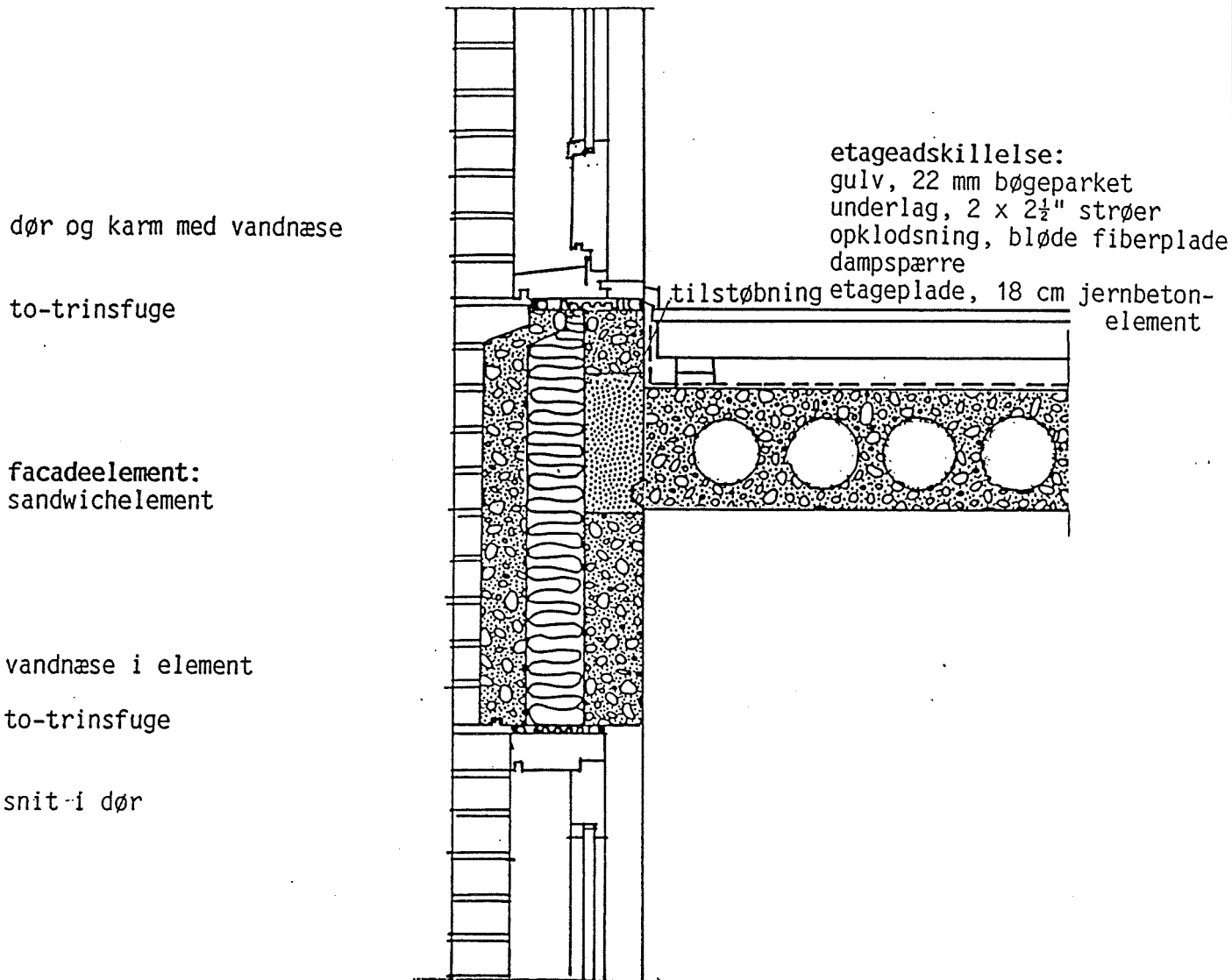
Snit i facadebjælke ved dæk

Mål 1: 10

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

5



Snit i facadebjælke ved dæk

Mål 1: 10

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING:

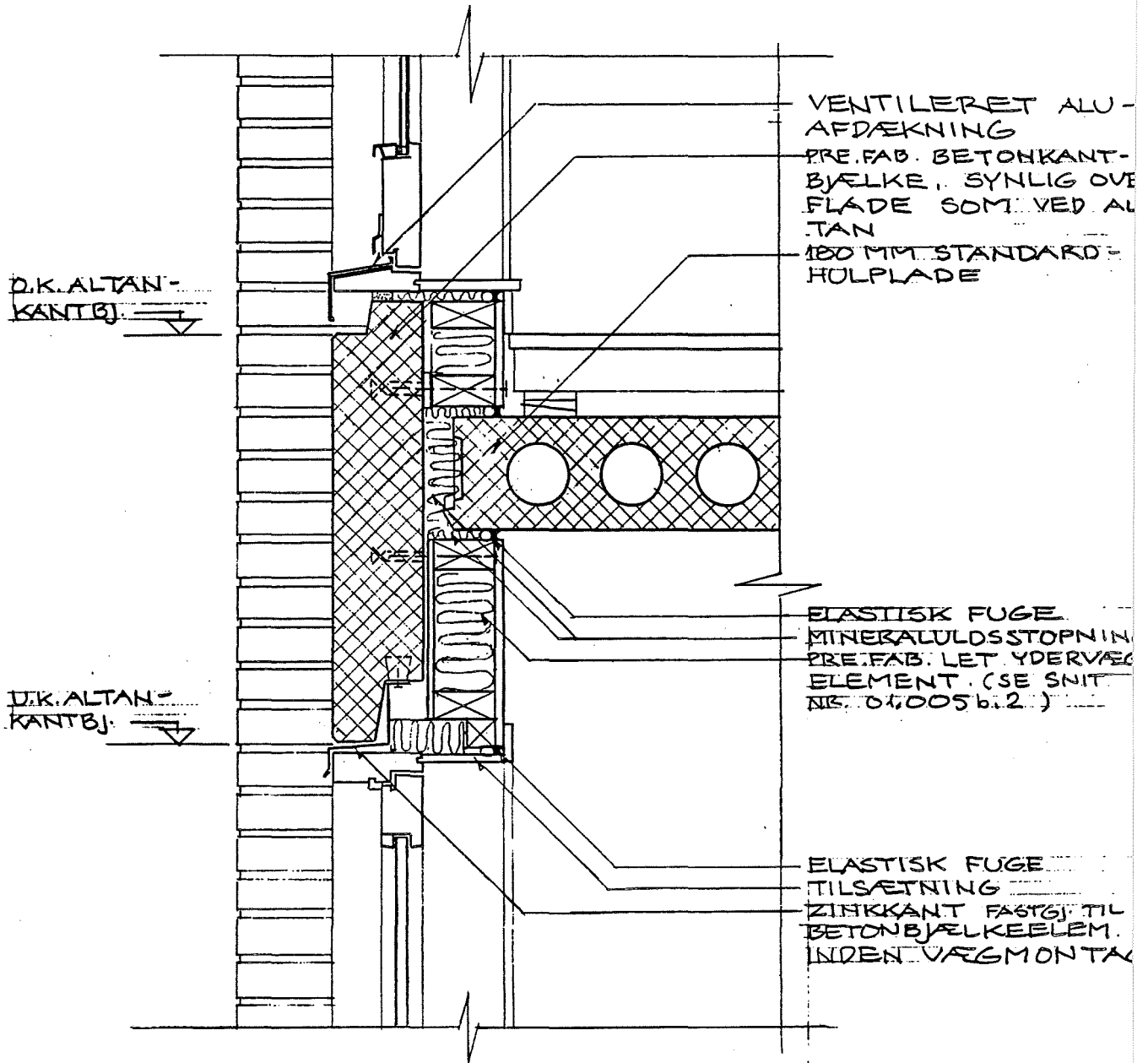
NB ! På grund af pladsforholdene er sandwichelementets isolering i underkanten af det tilladelige.

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

5

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af Peder Gammel, ARKITEKTSKOLEN I AARHUS TEGNING nr. 01.005b<sup>2</sup>

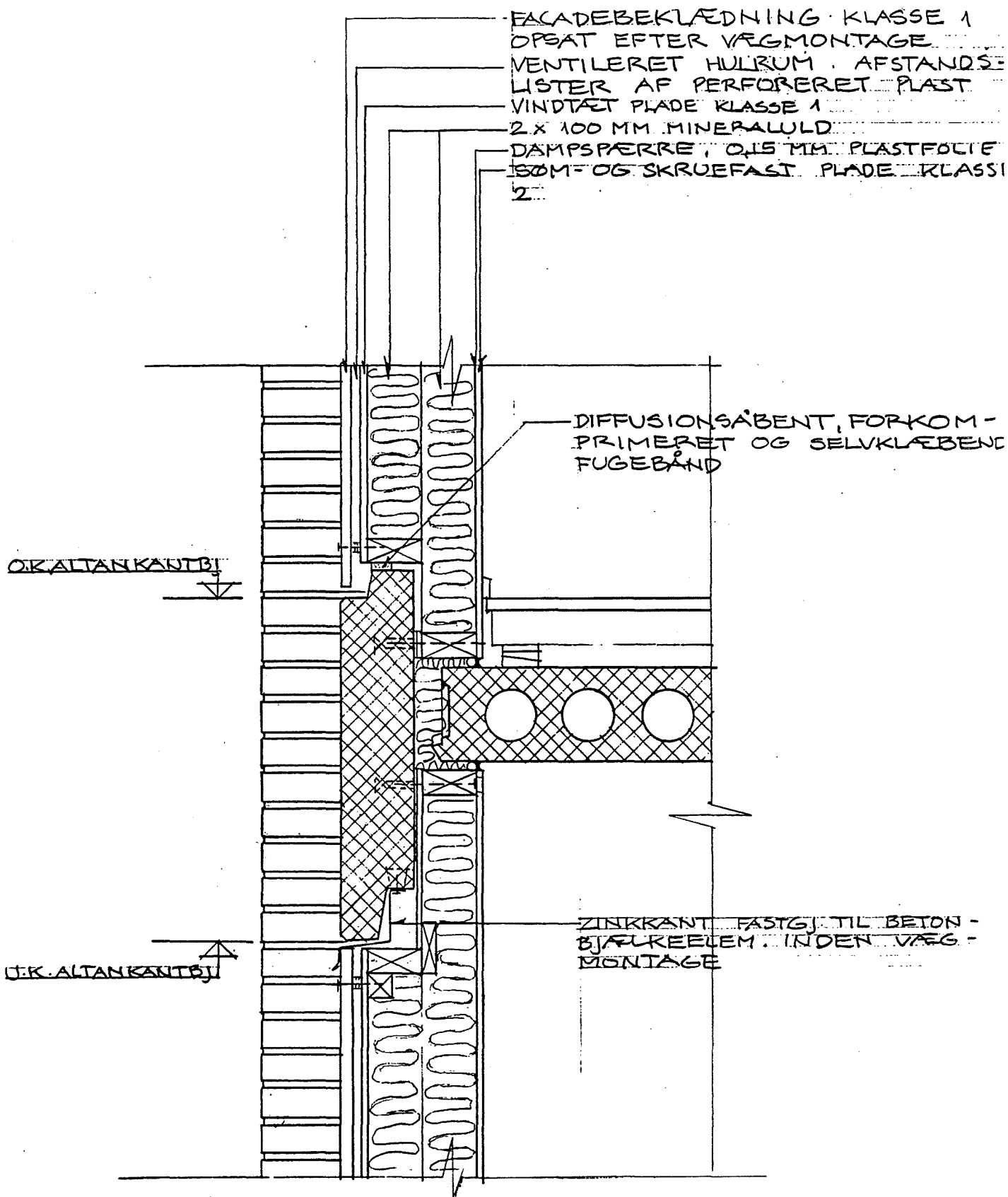
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk

BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

5

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af Peder Gammel, ARKITEKTSKOLEN I AARHUS TEGNING nr. 01.005b<sup>3</sup>  
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre



**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**SfB(29)  
(39)

5

Bilag til detalje 01.005.b

## 1. DET FORMMÆSSIGE UDTRYK

Facaden opdeles i vertikale murpiller og horisontale betonbånd. Betonkantbjælken ved altan føres således videre i ydervæg ved værelse over indgang.

## 2. BRUGSMÆSSIGE FORDRINGER

Ingen specielle.

## 3. AFGØRENDE BYGNINGSFYSISKE KRAV

- a) tæthed mod slagregn
- b) afbrydelse af kuldebroer
- c) sikkerhed mod kondensdannelser
- d) lysisolering
- e) tæthed og stabilitet mod brandspredning

## 4. TEKNISKE KONSEKVENSER

- ad. 1) Kantbjælken må være af beton med samme overflade som altankantbjælken. (Det vil næppe være muligt at opnå den samme virkning med fiberbeton-skaller, f.eks. af glaton).
- ad.3a) Særlige krav til horisontale fuger omkring betonbjælke (skal løses i sammenhæng med øvrige vertikale fuger).
- ad.3b) Isolering mellem dæk og kantbjælke og isolering på kantbjælakens indvendige side.
- ad.3c) Dampspærren skal dække isoleringen på kantbjælken og afsluttes med tæt fuge mod dæk.

ad.3d+3e) Den samlede fugelængde skal være lang. Fugen skal være helt udfyldt med mineraluldsstopning og på begge sider afsluttet med en holdbar, lufttæt fuge.

## 5. KRITIK AF LØSNINGSFORSLAGET

Problemerne i tilknytning til kantbjælakens fugt-temperaturbevægelse er næppe løst.

Vertikale fuger ved dør og murpiller kræver en afklaring.

Vil kantbjælken i ydervæg patinere som kantbjælken ved altan? Hvis ikke, svækkes det formmæssige udtryk.

Bør man overhovedet have ubeskyttet beton i facaden?

Bilag til tegning nr. 01.005b<sup>2</sup> og  
tegning nr. 01.005b<sup>3</sup>

## FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

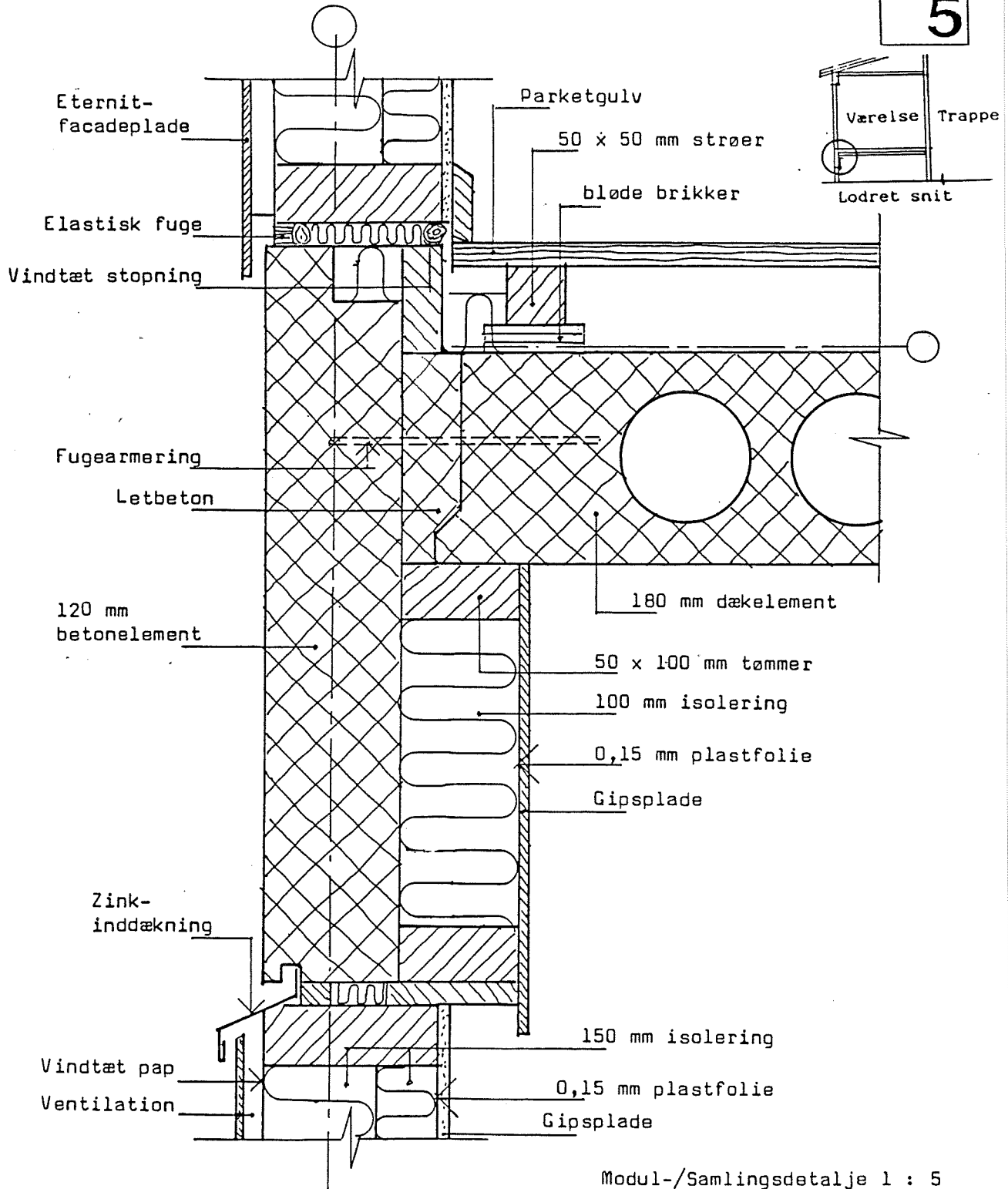
udarbejdet af Peder Gammel **ARKITEKTSKOLEN I AARHUS** TEGNING nr. 01.005b<sup>4</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk

BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

5



FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.

Modul-/Samlingsdetalje 1 : 5

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.005b<sup>5</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkrefter for vordende byggefolk.  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gurnekær 60, 2610 Redovre



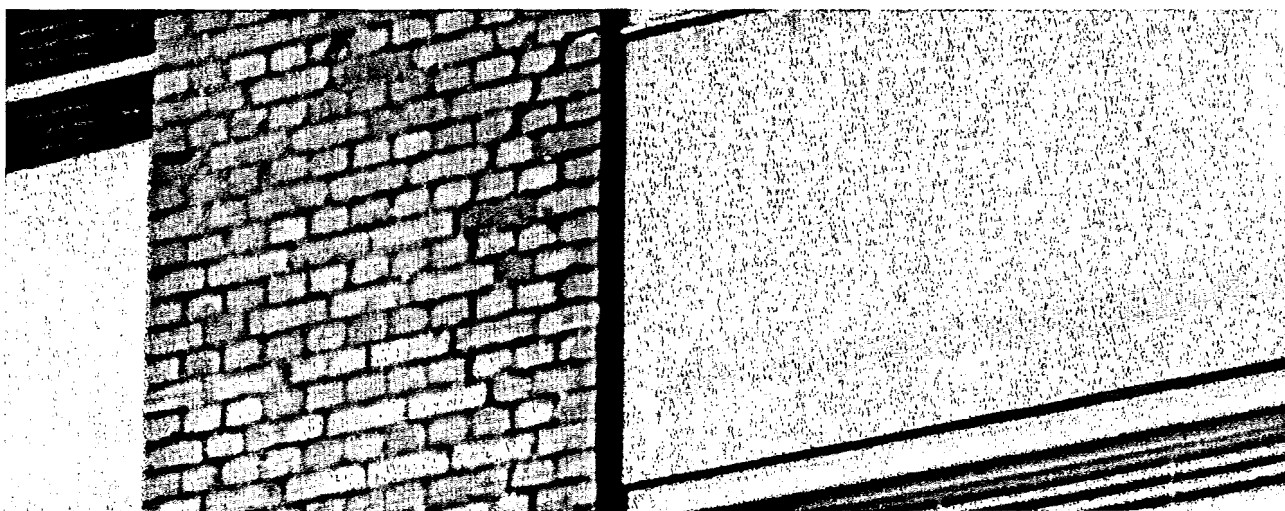
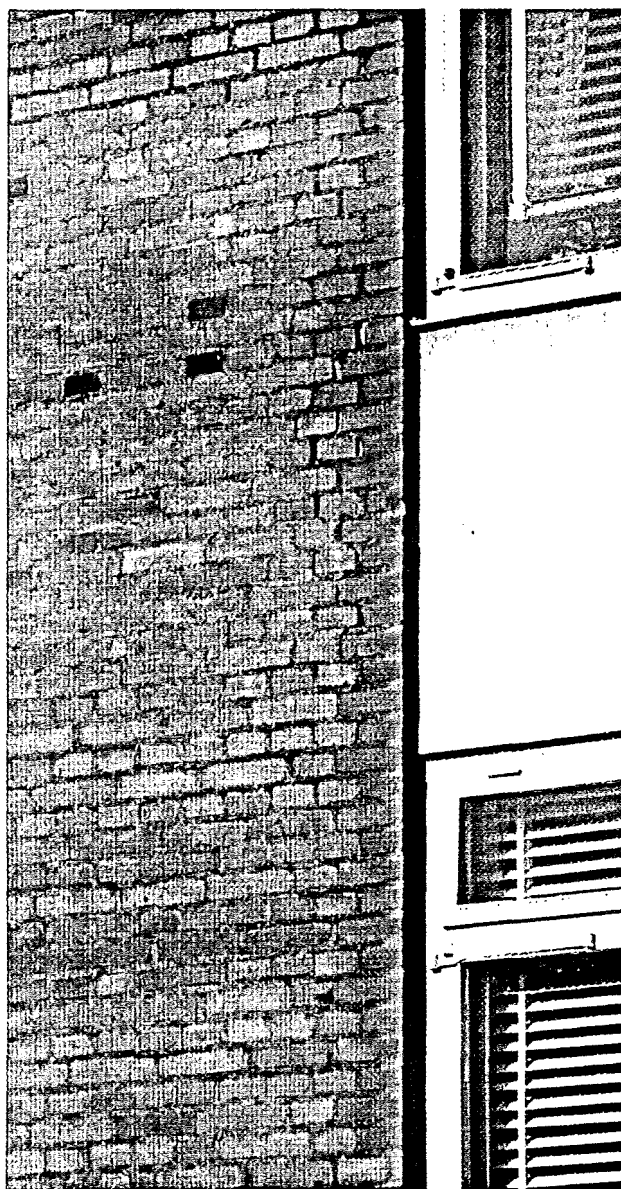
## Revner i mur ved støbte brystninger

### *Revner i mur ved betonbrystning.*

I en større boligblokbebyggelse viste der sig revner i murværket i forbindelse med en del af de støbte brystninger. Revnerne i murværket er opstået, fordi beton og mursten er »støbt sammen«, således at bevægelser (svind) i betonen må gå over i murværket. Revnerne i facaden kunne også påvises indvendig. I en tom lejlighed prøvede man at hugge stenen væk på bagmuren. Det viste sig ved udhugningen, at trods asfaltering var der overordentlig intim forbindelse mellem beton og murværk i rillen. Således kunne det ses, at betonen på steder var løbet ind i studsfuger. Brystningen var i dette tilfælde støbt 25 cm ind i murværket. Ved udhugning i samme blok ved en anden brystning viste det sig, at brystningen var støbt 1/2 sten ind i murværket, og her var også intim forbindelse mellem beton og murværk. Murstenene flækkedes i skaller ved udhugningen. (se tegn. næste side).

Altanbrystningernes længde er 523 cm incl. 2 x 15 cm vederlag.

Betonens bevægelser, svind og udvidelse, forårsagede af temperaturvariationer, naturligt følgende årtiderne, gør en effektiv reparation af revnerne umulig, med mindre grundfejlen rettes, hvilket vil være temmelig bekostelig i den store bebyggelse.



Ved nærmere undersøgelse af 2 blokke, hvor der ikke var opstået synlige skader, viste det sig, at her var brystningerne ikke støbt sammen med muren, men der var muret omkring, således at der var en fuge mellem beton og murværk, og ydermere var der lagt svært papir om brystningsenderne, således at fri bevægelse af betonen var sikret.

Om altanbrystninger er foreskrevet følgende i arkitektbeskrivelsen, side 12, punkt 1. (i uddrag).

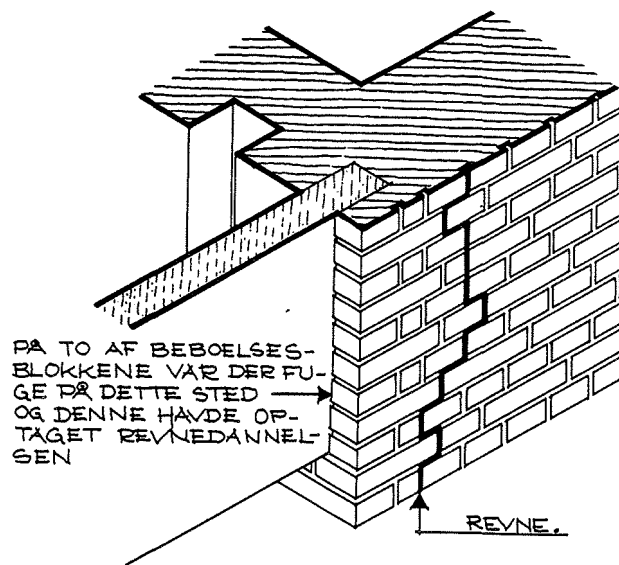
Hvor flader skal stå synlige, skal forskallingen opstilles særligt omhyggeligt af 30 mm brædder, som er hævlede i tykkelse, og ved altanforsider og undersider skal forskallingen indv. beklædes med hård masonite, således at støbningen bliver med en helt igennem glat og hel overflade. Armeringsjernet holdes i den foreskrevne afstand fra formene ved hjælp af færdigstøbte brikker. Under støbearbejdet rystes jernene forsigtigt, således at de er fuldstændigt omsluttet af beton.

Punkt 2 (i uddrag).

Ved altanerne støbes bunde (og brystninger) som armeret beton. (Ang. forskalling se punkt 1). Brystningerne skal føres igennem og ind under hjørnevinduet eller til glassdørene i blok 1 og 2. Til Armeringsjern i bundene regnes  $2 \text{ kg/m}^2$  og i brystningerne  $5 \text{ kg/m}^2$  incl. fordelingsjern. *Altanbrystningerne skal have 15 cm vederlag på murværket* og støbes i 10 cm tykkelse. Armeringsjernene fra altanbundene bøjes op i brystningerne efter nærmere angivelse.

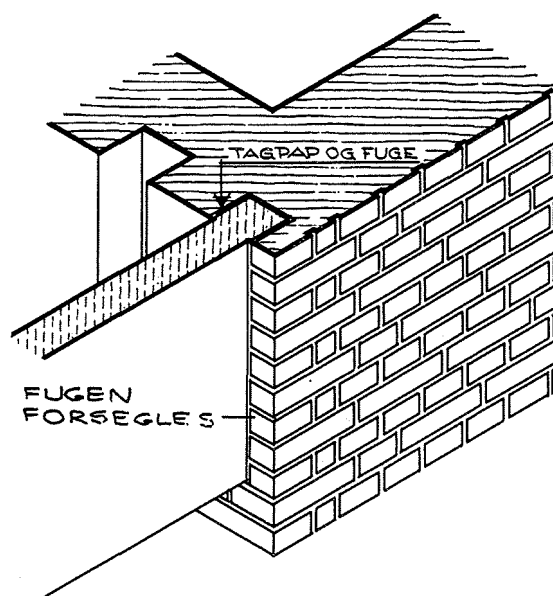
Der skal iøvrigt sørges for, at brystningernes under- og overkanter udføres absolut lige og glatte, og alt støbeslam skal fjernes fra murværket.

Ved en udførelse som angivet på tegningen, havde man undgået de kedelige revner i murværket, og den rigtige udførelse havde ikke været dyrere.



REVNE. OPSTÅET PÅ GRUND AF SAMMENSTØBNING AF BRYSTNING OG MURVÆRK.

Ved at anbringe f.eks. 10 mm skumplast (polysterol) i fugen hele vejen rundt bliver isoleringen bedre og bevægelsesmulighederne større.



KORREKT UDFØRELSE AF BRYSTNINGENS TILSLUTNING TIL MURVÆRKET.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

6

### Projekteringsfejl

tagkonstruktion for nederste tagflade:

taghældning 15°

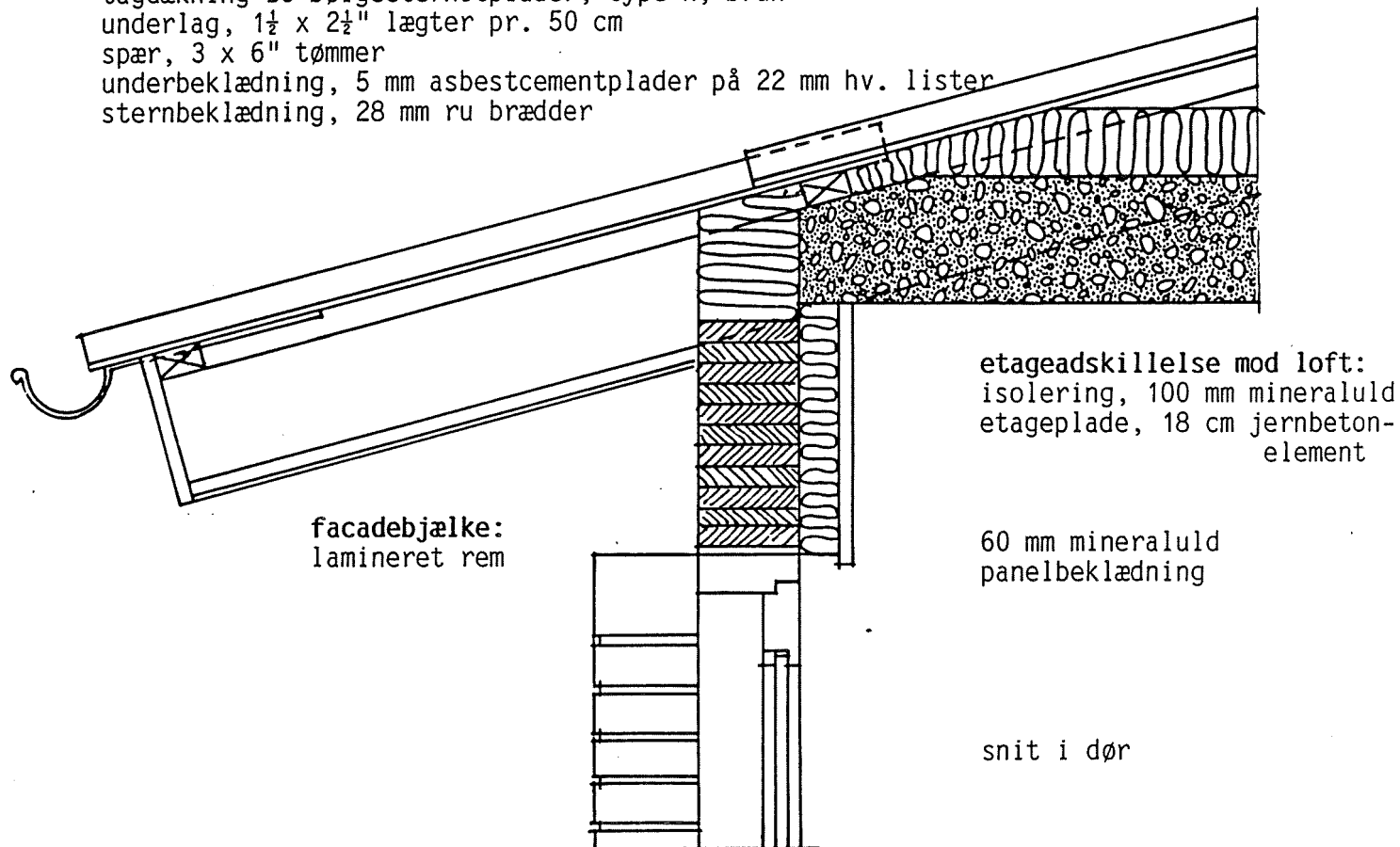
tagdækning B6 bølgeeternitplader, type N, brun

underlag, 1½ x 2½" lægter pr. 50 cm

spær, 3 x 6" tømmer

underbeklædning, 5 mm asbestcementplader på 22 mm hv. lister

sternbeklædning, 28 mm ru brædder



facadebjælke:  
lamineret rem

etageadskillelse mod loft:  
isolering, 100 mm mineraluld  
etageplade, 18 cm jernbeton-  
element

60 mm mineraluld  
panelbeklædning

snit i dør

Snit i nederste tagfod

Mål 1: 10

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

6

## Projekteringsfejl

tagkonstruktion for nederste tagflade:

taghældning 15°

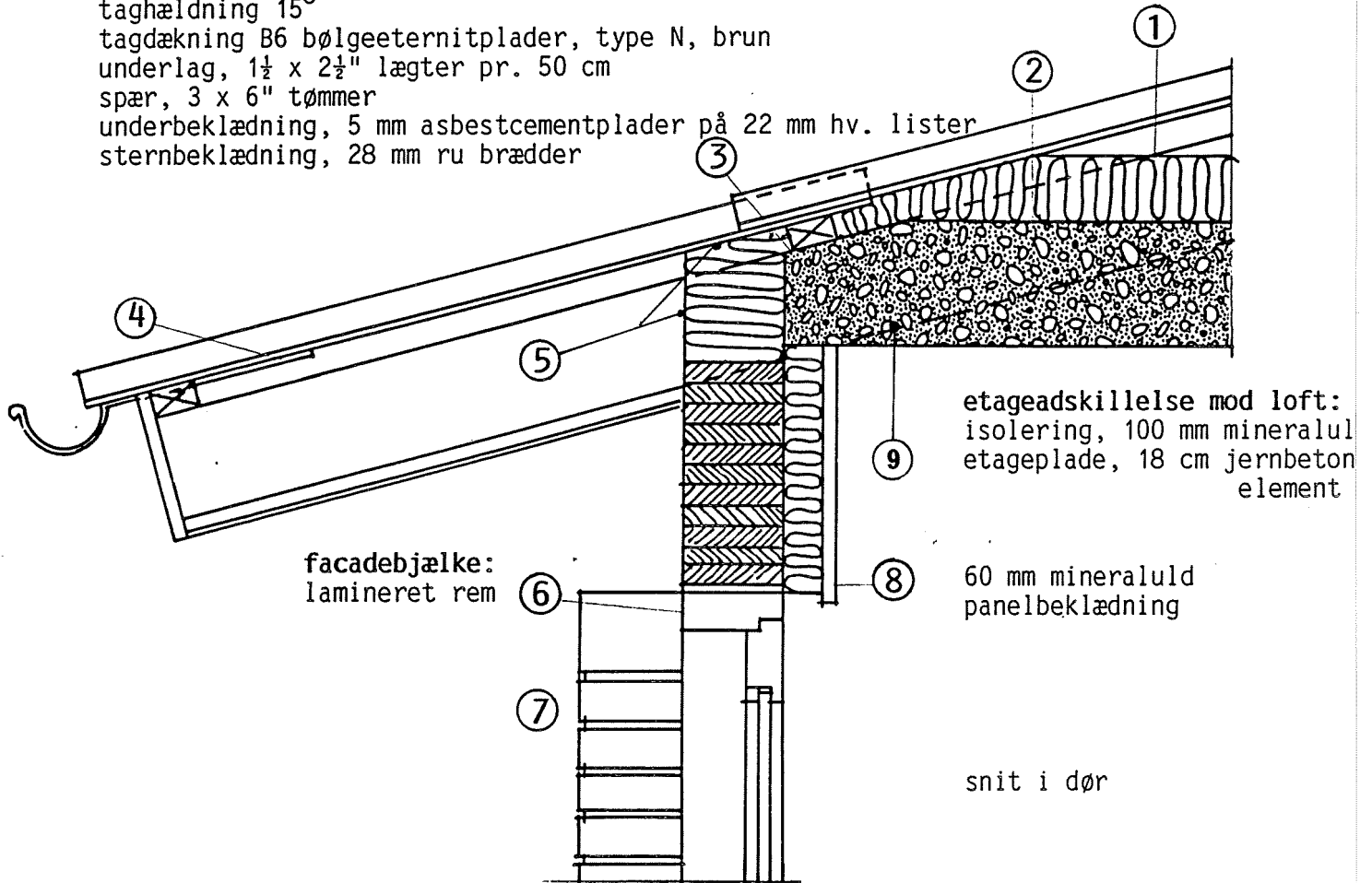
tagdækning B6 bølgeeternitplader, type N, brun

underlag, 1½ x 2½" lægter pr. 50 cm

spær, 3 x 6" tømmer

underbeklædning, 5 mm asbestcementplader på 22 mm hv. lister

sternbeklædning, 28 mm ru brædder



etageadskillelse mod loft:  
isolering, 100 mm mineraluld  
etageplade, 18 cm jernbeton  
element

60 mm mineraluld  
panelbeklædning

snit i dør

### Snit i nederste tagfod

Mål 1: 10

⑨ spærhoved gennemskærer betonelement

### Mangler og fejl på tegning og i tekst:

- |   |  |
|---|--|
| ① dampspærre bør overvejes i forbindelse med udluftning af tagværk.                                 | ⑤ vindtæt afdækning af isolering mangler                             |
| ② spær forkert placeret   | ⑥ uklar detalje,   |
| ③ kuldebro  | ⑦ skrabefuge bør anvendes ved Vesterhavet                            |
| ④ uheldig fas på dækelement utilstrækkelig udluftning Eternitfabrikkens foreskrifter bør overholdes | ⑧ uklar detalje f.eks. mangler dampspærre og afslutning af isolering |
| taglægter mangler   |  |

FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. 01.006a

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekøer 60, 2610 Redovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

6

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

tagkonstruktion for den nederste tagflade:

taghældning 15°

tagdækning, bølgeeternitplader, B6 type N, brun

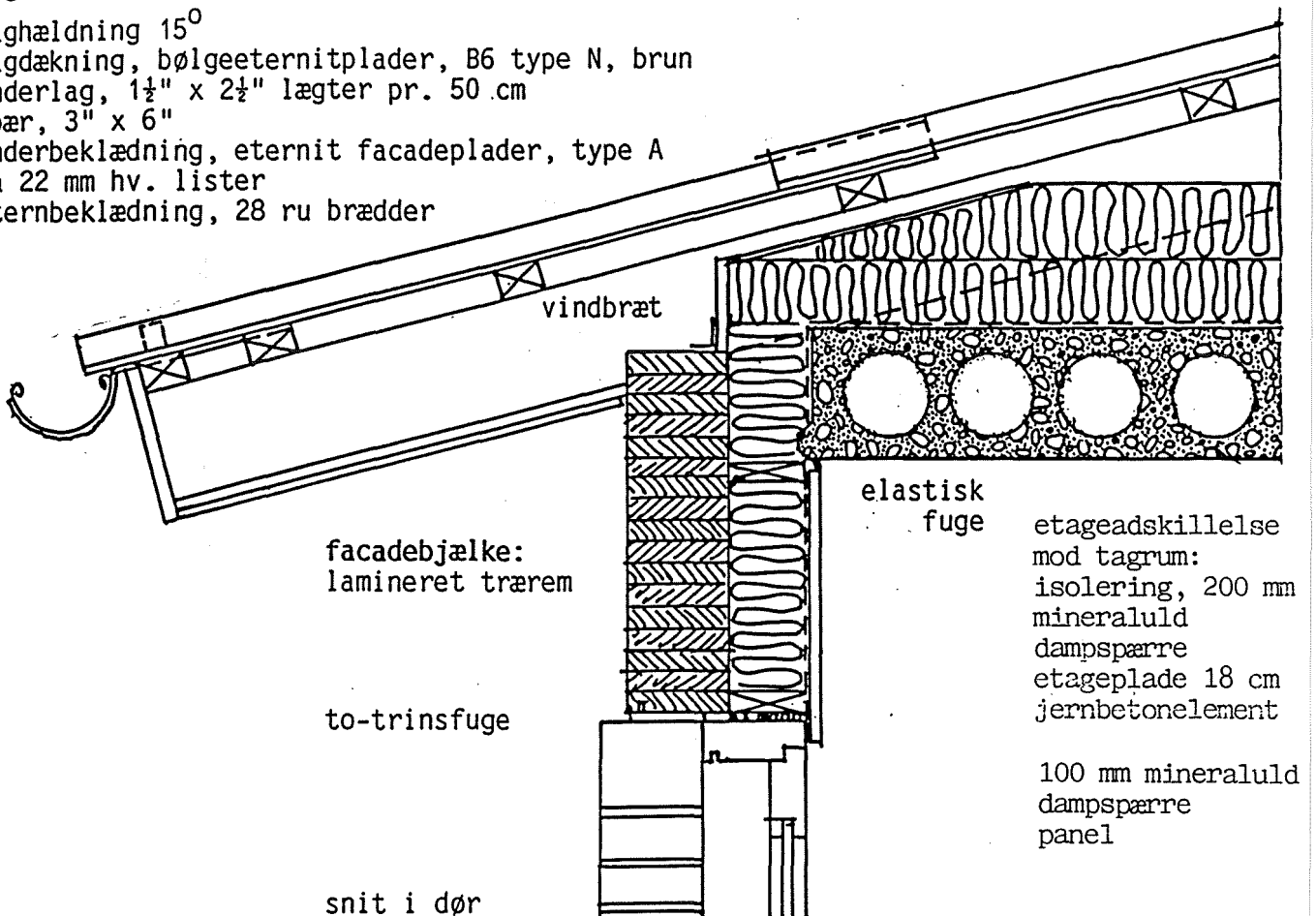
underlag, 1½" x 2½" lægter pr. 50 cm

spær, 3" x 6"

underbeklædning, eternit facadeplader, type A

på 22 mm hv. lister

sternbeklædning, 28 ru brædder



facadebjælke:  
lamineret trærem

to-trinsfuge

snit i dør

elastisk  
fuge

etageadskillelse  
mod tagrum:  
isolering, 200 mm  
mineraluld  
dampspærre  
etageplade 18 cm  
jernbetonelement

100 mm mineraluld  
dampspærre  
panel

**Snit i nederste tagfod**

Mål 1: 10

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

udarbejdet af arkitekt m.a.a. Logan Nørgaard

TEGNING nr. 01.006b<sup>1</sup>

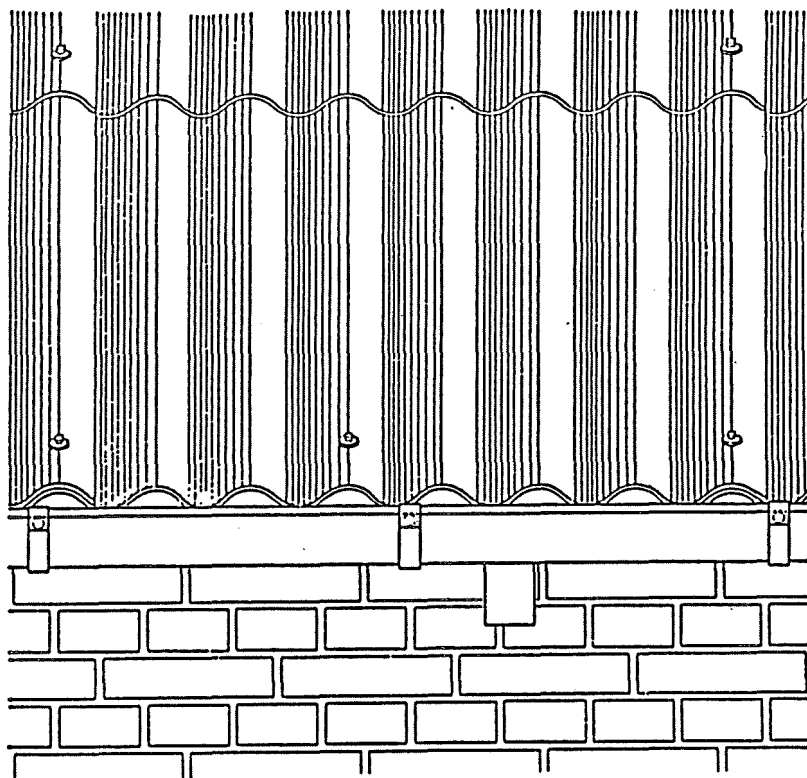
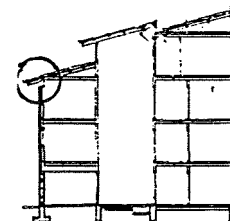
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre



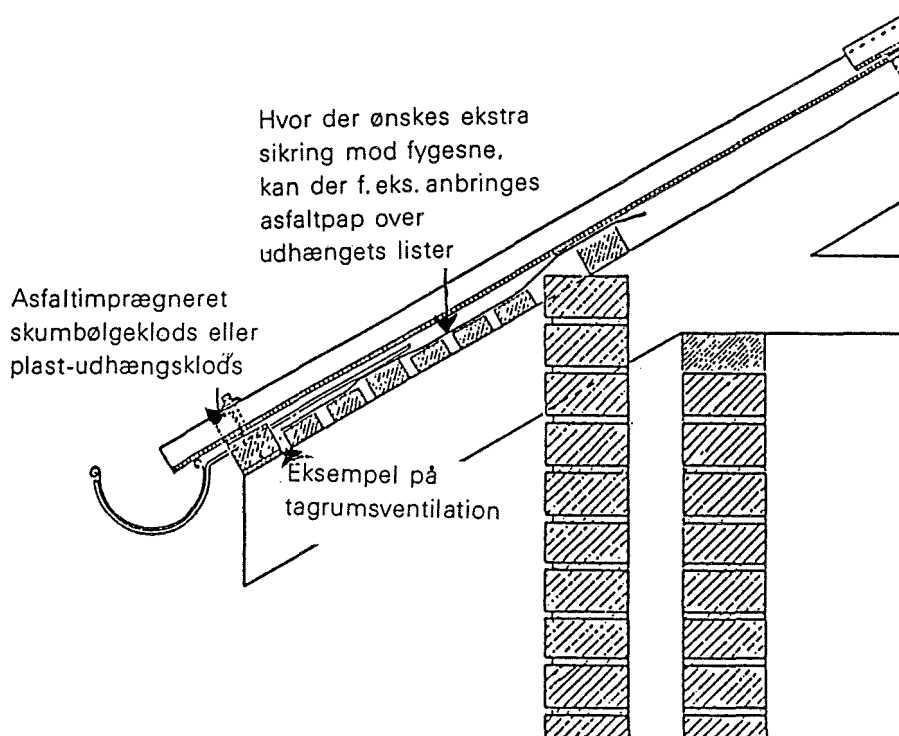
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopit til BYGGEFEJLREGISTERET.

6



**Eksempel på tagudhæng**



FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

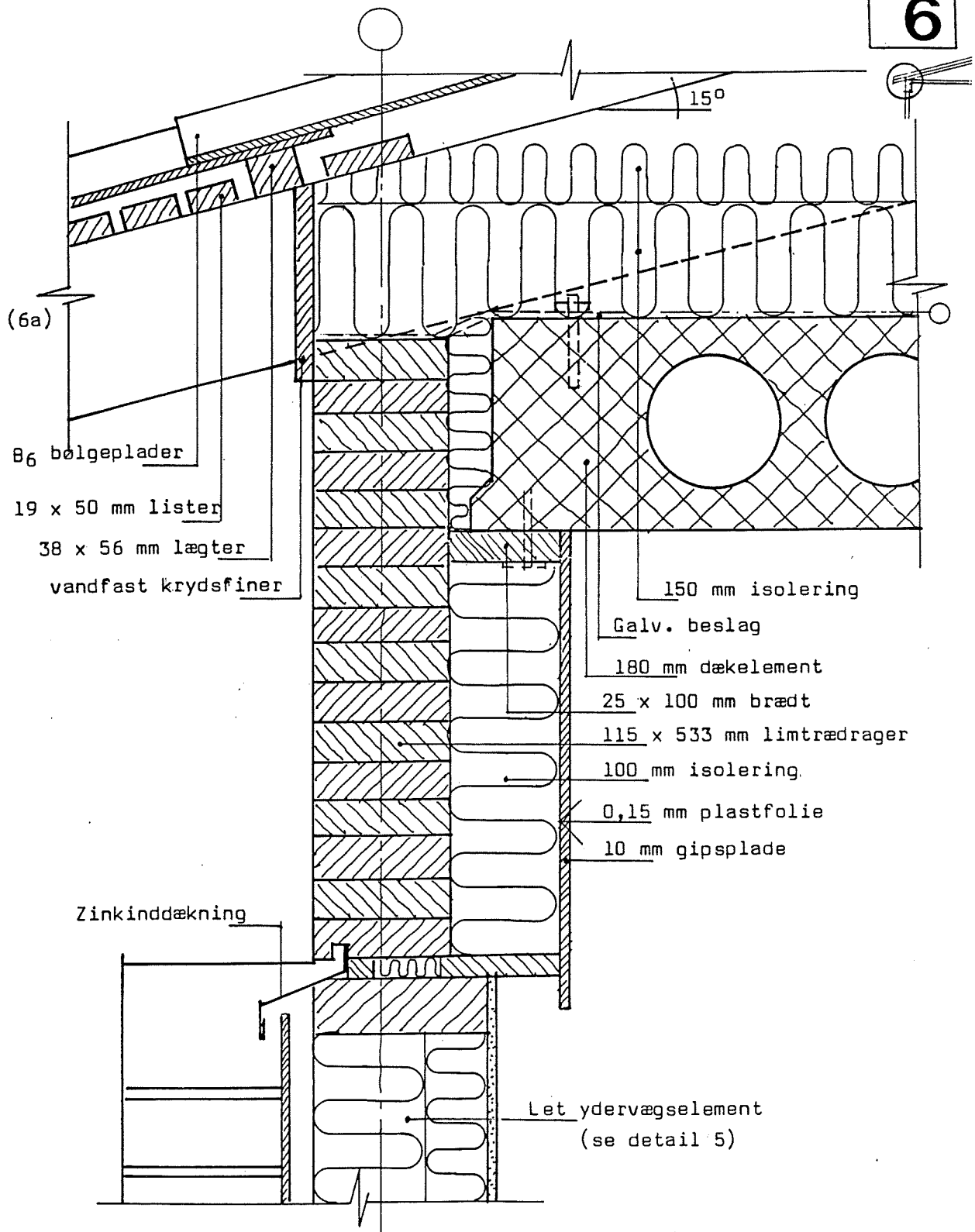
udarbejdet af Dansk Eternit-Fabrik A/S

TEGNING nr.01.006b<sup>2</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

6



Modul-/Samlingsdetalje 1:5

## FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Anærsen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.006b<sup>3</sup>

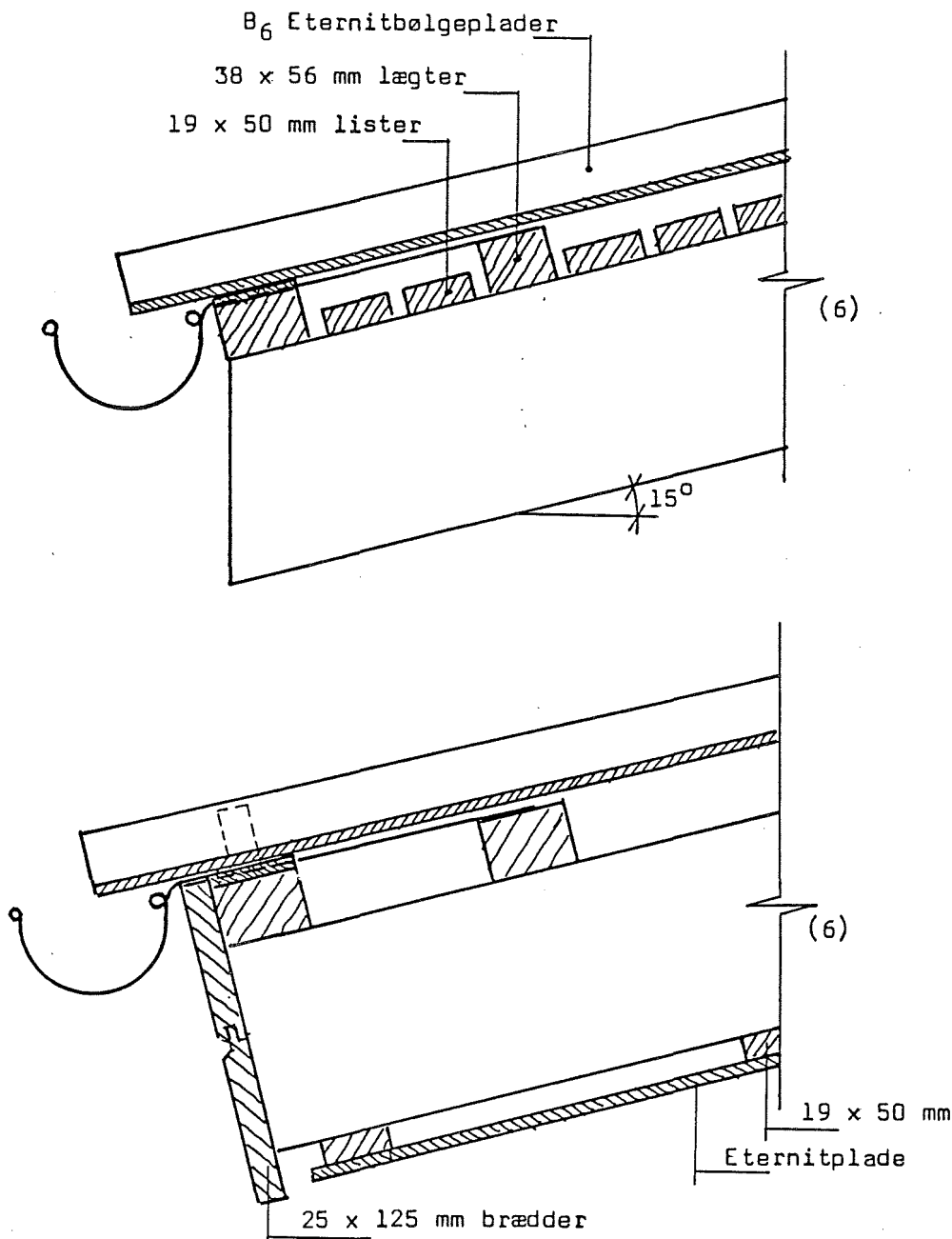
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gårnekær 50, 2610 Rødovre

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

6

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



Samlingsdetalje 1 : 5

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.006b<sup>4</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for læserkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gårnekær 60, 2610 Rødovre

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

7

tagkonstruktion for øverste tagflade:

taghældning 15°

tagdækning B6 bølgeeternitplader

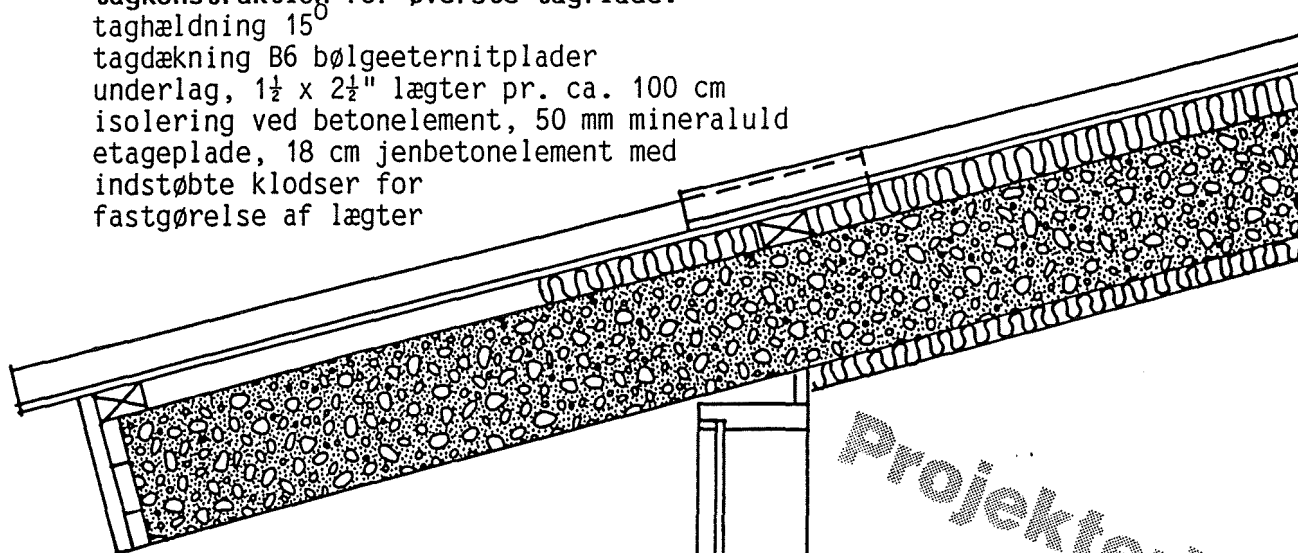
underlag, 1½ x 2½" lægter pr. ca. 100 cm

isolering ved betonelement, 50 mm mineraluld

etageplade, 18 cm jernbetonelement med

indstøbte klodser for

fastgørelse af lægter

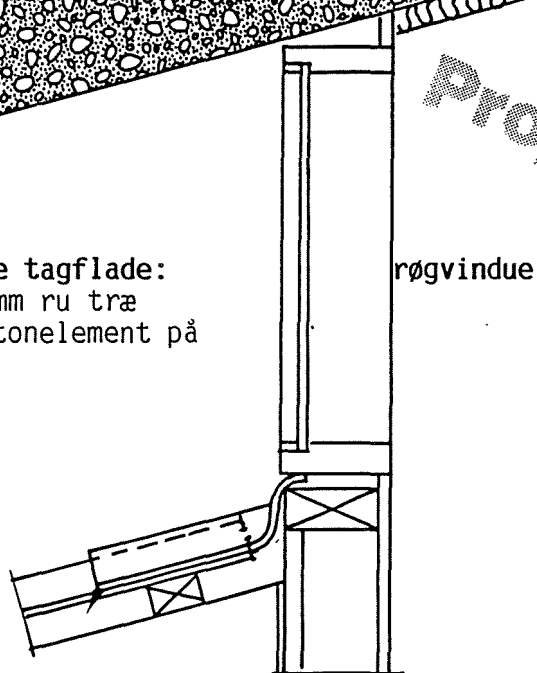


tagudhæng for øverste tagflade:

sternbeklædning, 28 mm ru træ

fastgøres til jernbetonelement på

indstøbte klodser



Projekteringsfejl

Snit i øverste tagfod i trapperum

Mål 1: 10

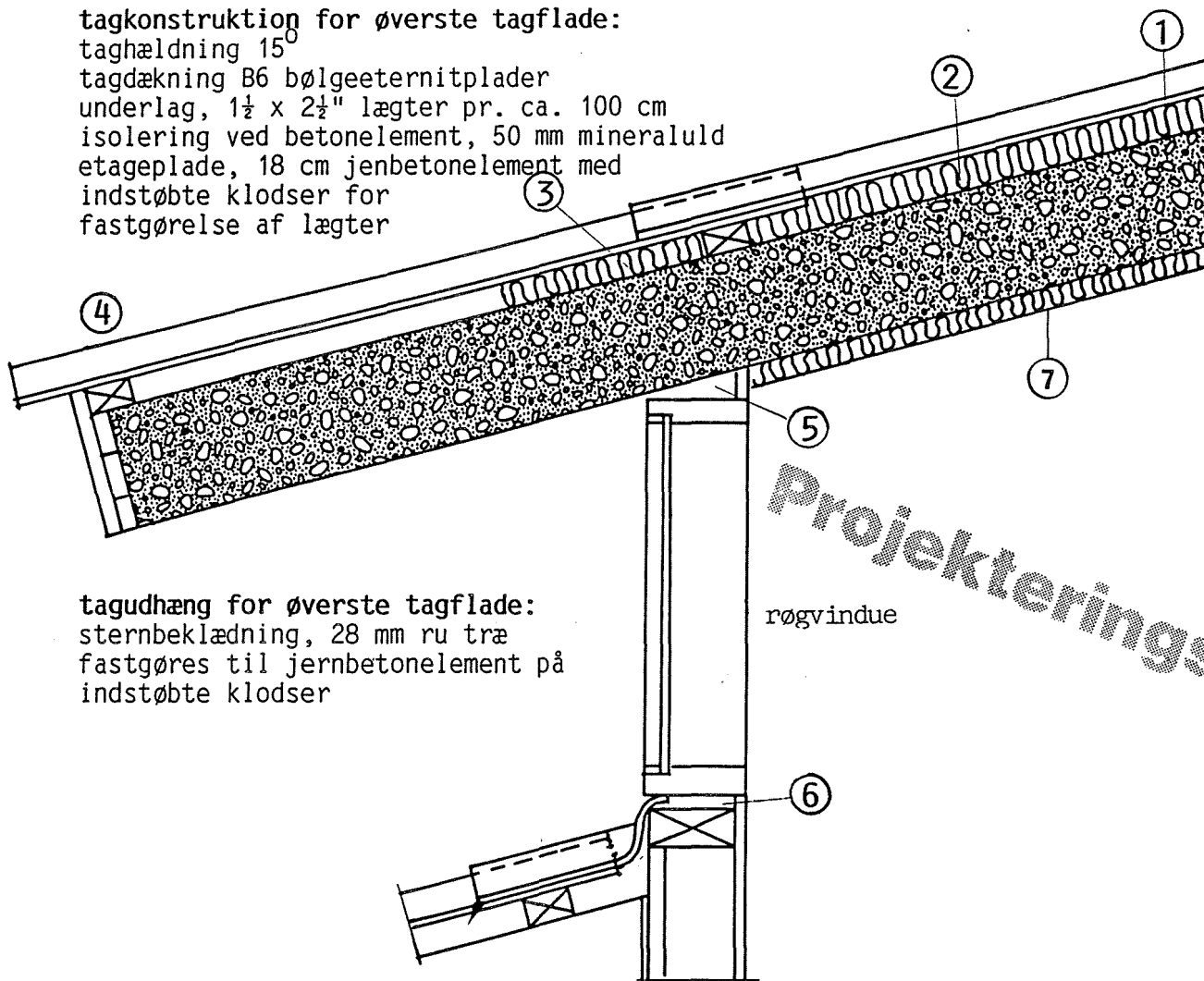
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

7

### tagkonstruktion for øverste tagflade:

taghældning 15°  
tagdækning B6 bølgeeternitplader  
underlag, 1½ x 2½" lægter pr. ca. 100 cm  
isolering ved betonelement, 50 mm mineraluld  
etageplade, 18 cm jernbetonelement med  
indstøbte klodser for  
fastgørelse af lægter



### tagudhæng for øverste tagflade:

sternbeklædning, 28 mm ru træ  
fastgøres til jernbetonelement på  
indstøbte klodser

røgvindue

Snit i øverste tagfod i trapperum

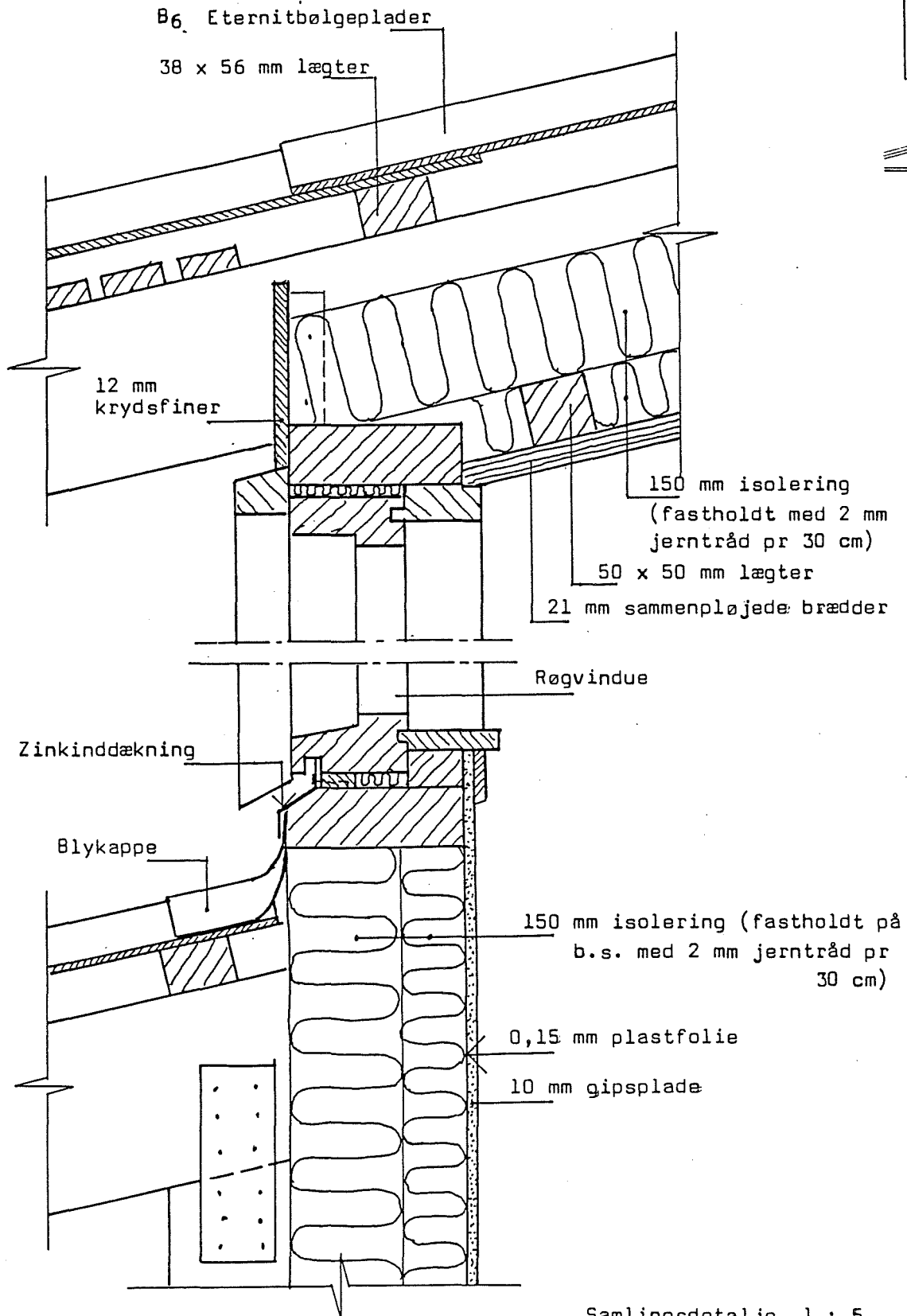
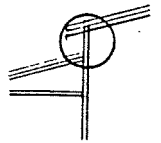
Mål 1: 10

### Mangler og fejl på tegning og i tekst:

- |   |                                     |   |   |
|---|-------------------------------------|---|---|
| ① | Mangelfuld isolering og ventilation | ④ | tagrende mangler, (ekstra-regning eller istapper ? det blev det sidste (se fotoark 001f3) |
| ② | dampspærre bør overvejes            | ⑤ | stopning og fuge mangler  |
| ③ | kuldebro                            | ⑥ | tvivlsom fugeløsning  |
|   |                                     | ⑦ | afdækning/beklædning af isolering mangler.  |

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

7



Samlingsdetalje 1 : 5

## FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.007b

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre



## Montagebyggeri

### *Kuldebro - fugtproblemer*

Fugtpletten er fremkommet på grund af manglende isolering mellem den ydre bærende betonkonstruktion. Der er fremkommet en kuldebro, hvor kulden ude fra føres ind i stuen og afkøler et område, hvor den vanddamp, der forekommer i stuen, forættes i form af frit vand på overfladen, som det kan ses på billedet.

Omfanget af skaden viste sig i høj grad at stå i forhold til beboernes forskellige opfattelse af nødvendigheden af udluftning, altså med stueluftens fugtighedsgrad. Det bemærkes f.eks., at en ganske enkel isolering, foretaget med en speciel maling, Seculate, tilsat findelte plantefibre, kunne hindre kondensation. Behandlingen er temmelig kompliceret, idet der skal stryges op til 5 gange for at opnå et godt resultat.



*Se tegning næste side*



### *Kuldebro - gesimselement*

I dette tilfælde udgøres hjørnet af den udvendige facade over døren og en indvendig tværvæg.

Kuldevirkningen bliver derfor mest udpræget på ydervæggen, hvor der kun er

varmetilgang fra én side i modsætning til det andet eksempel, hvor hjørnet dannes af facade og tværvæg ved indvendig altan. Her er begge flader ydervægge med varmetilførsel kun fra én side, hvorfor virkningen er ensartet på begge vægge.



# Vær opmærksom på „koldbroer“

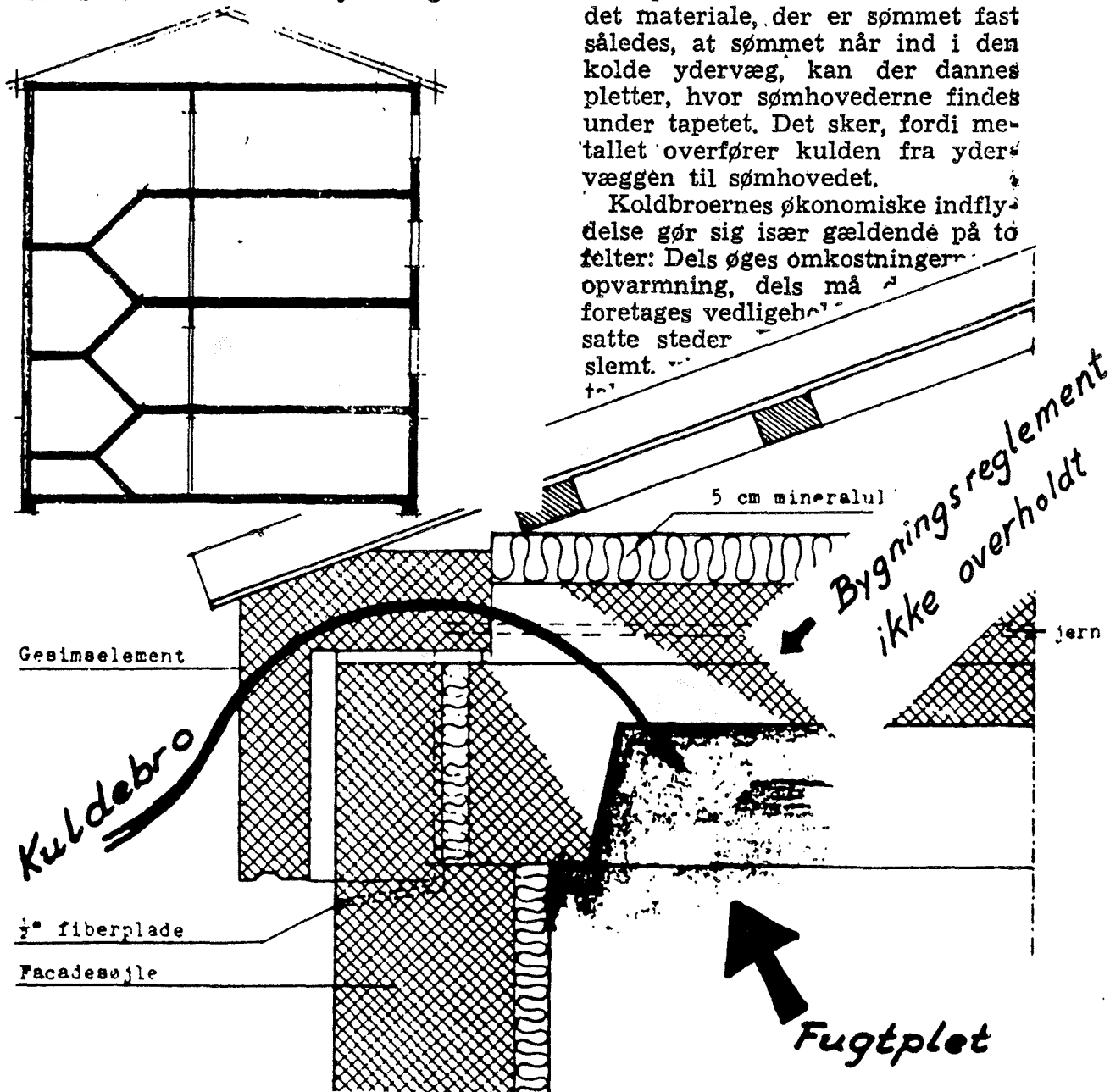
*Et søm gennem isoleringen til den kolde ydervæg kan danne koldbro, så der dannes grimme pletter*

I mange huse — såvel store som små — finder man „koldbroer“. Det vil sige steder, hvor varmegennemgangen er for stor. De kan findes i såvel inder- som ydervæg-

## Tapetets holdbarhed

Mange har muligvis konstateret, at hvis de har isoleret en ydermur med plader af træbeton eller andet materiale, der er sømmed fast således, at sømmet når ind i den kolde ydervæg, kan der dannes pletter, hvor sømhovederne findes under tapetet. Det sker, fordi metallet overfører kulden fra ydervæggen til sømhovedet.

Koldbroernes økonomiske indflydelse gør sig især gældende på to felter: Dels øges omkostningerne opvarmning, dels må foretages vedligeholdelse på særligt satte steder slemt.



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

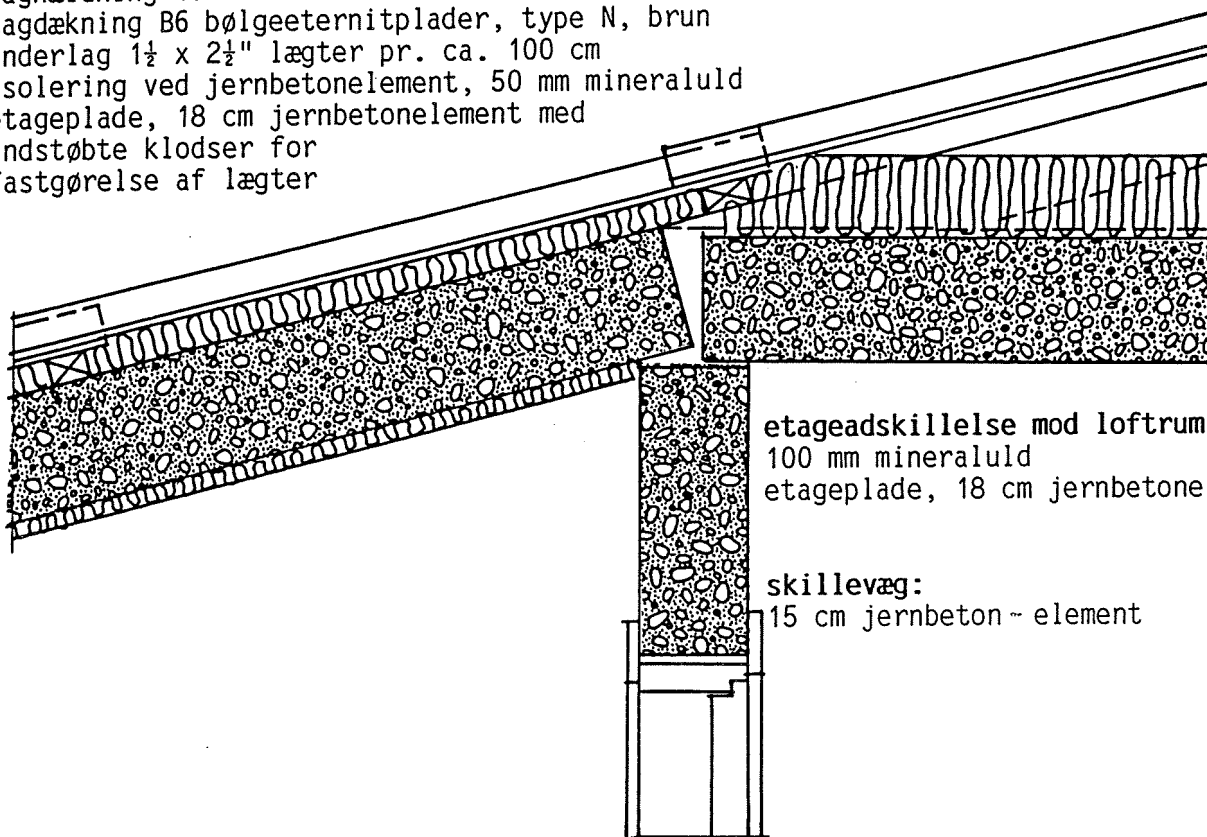
**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

8

## Projekteringsfejl

tagkonstruktion for øverste tagflade:

taghældning 15°  
tagdækning B6 bølgeeternitplader, type N, brun  
underlag 1½ x 2½" lægter pr. ca. 100 cm  
isolering ved jernbetonelement, 50 mm mineraluld  
etageplade, 18 cm jernbetonelement med  
indstøbte klodser for  
fastgørelse af lægter



etageadskillelse mod loftrum:

100 mm mineraluld

etageplade, 18 cm jernbetonelement

skillevæg:

15 cm jernbeton - element

Snit i tagflade

Mål 1: 10

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

8

## Projekteringsfejl

tagkonstruktion for øverste tagflade:

taghældning 15°

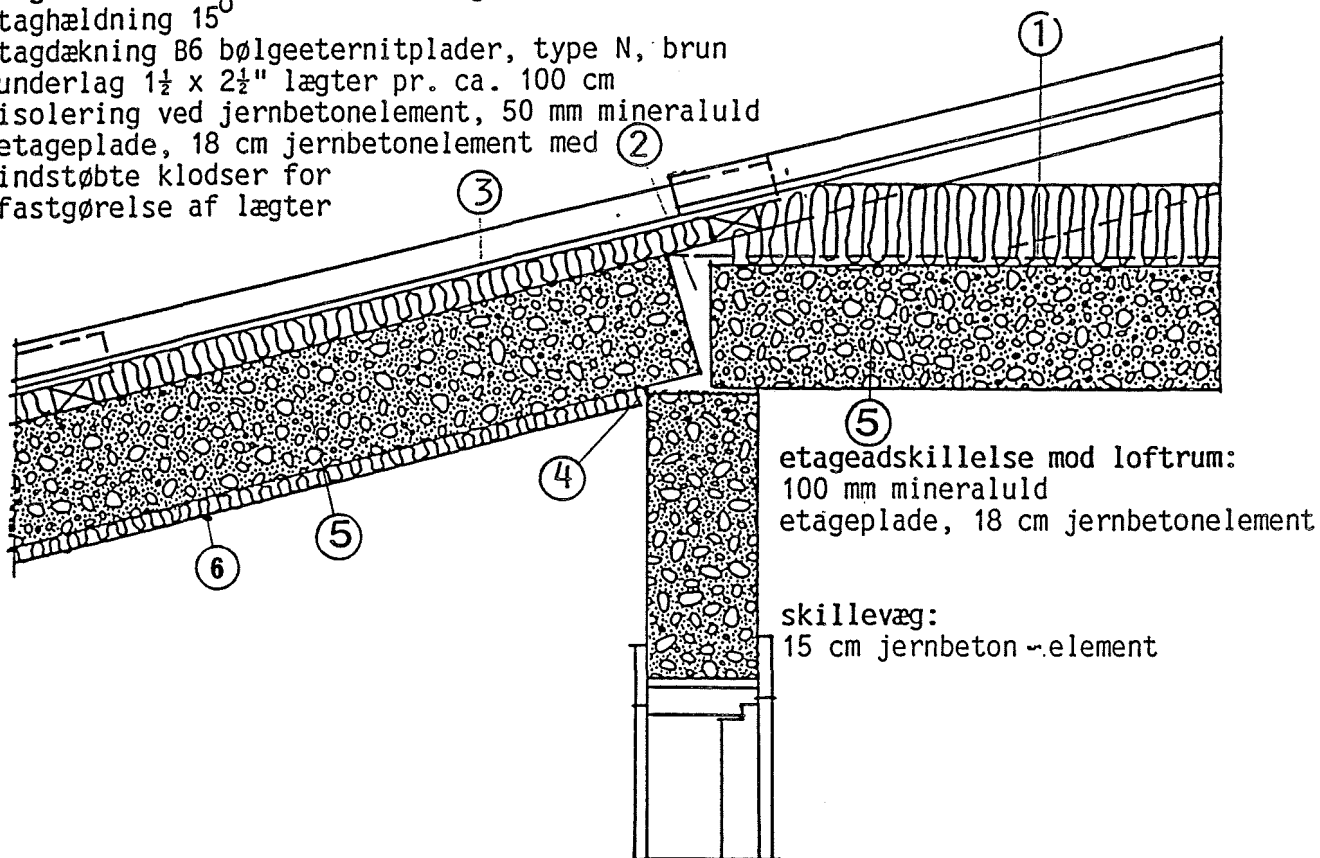
tagdækning B6 bølgeeternitplader, type N, brun

underlag 1½ x 2½" lægter pr. ca. 100 cm

isolering ved jernbetonelement, 50 mm mineraluld

etageplade, 18 cm jernbetonelement med ②

indstøbte klodser for fastgørelse af lægter



⑤ etageadskillelse mod loftrum:

100 mm mineraluld

etageplade, 18 cm jernbetonelement

skillevæg:

15 cm jernbetonelement

Snit i tagflade

Mål 1: 10

Mangler og fejl på tegning og i tekst:

- |  |   |
|--|---|
| ① isolering mangelfuld, dampspærre overvejes | ③ isolering og ventilation mangelfuld       |
| ② udstøbning mangler                         | ④ manglende tilfugningsmulighed             |
|  | ⑤ elementernes bæreretning er ikke angivet  |
|  | ⑥ afdækning/beklædning af isolering mangler |

FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. 01.008a

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for korerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

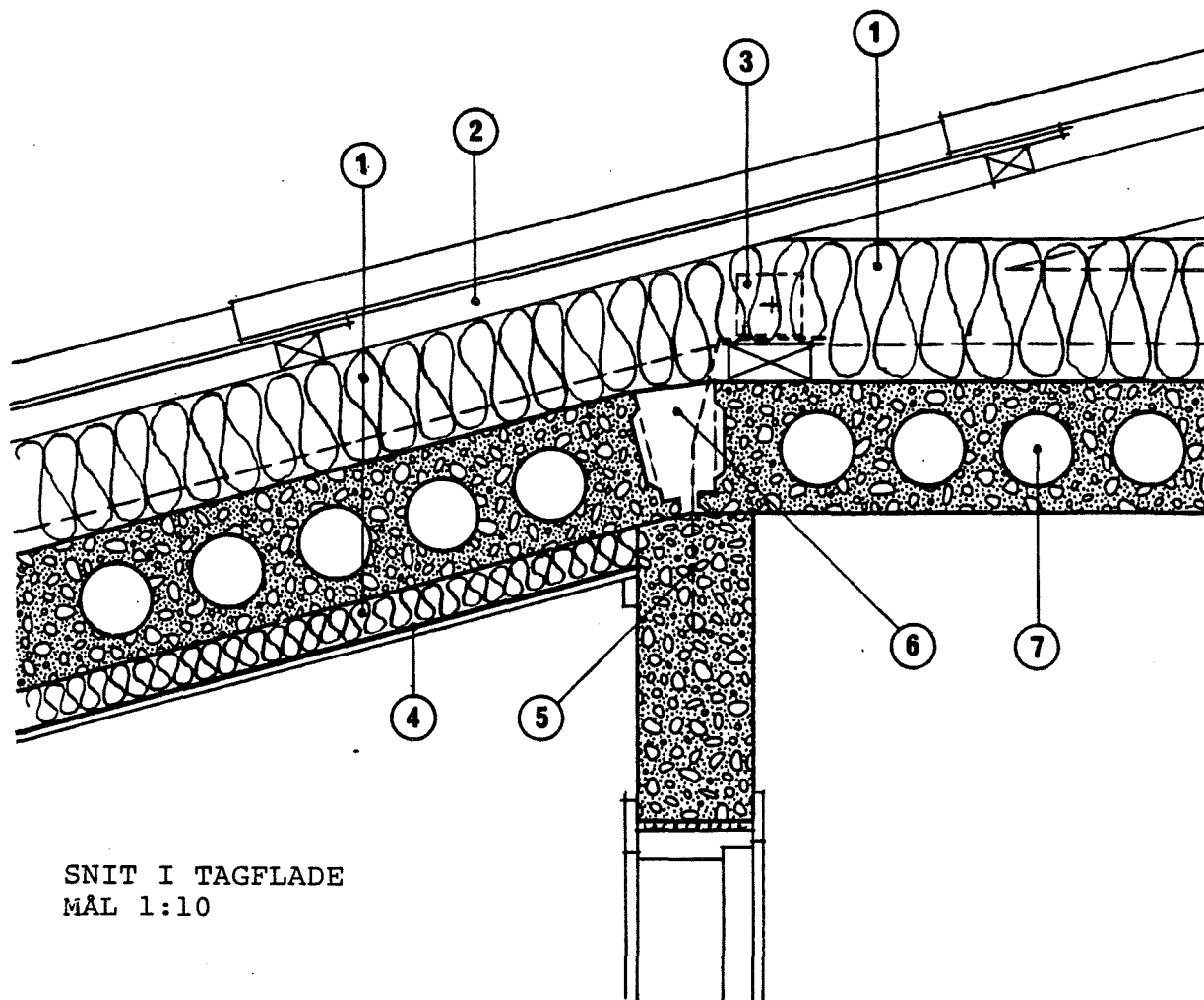
**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB (99)

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

8

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTERET.



SNIT I TAGFLADE  
MÅL 1:10

- |   |  |
|---|--|
| <p>1. Isolering jvf. BR-82, kap.8 loft- og tagkonstruktion, <math>k=0,2</math>.</p> <p>2. Ventilation. Evt. udluftning gennem tag, alt efter forhold.</p> <p>3. Fastgørelse rem/spær.</p> | <p>4. Dampspærre.</p> <p>5. Forankring af rem.</p> <p>6. Udstøbning.</p> <p>7. Huldækselementer.</p> |
|---|--|

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af

**ARKITEKTFIRMAET JØRGEN HAMMELBOE** TEGNING nr. **01.008 b**

Til udbat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Glænnekær 60, 2610 Rødovre



**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

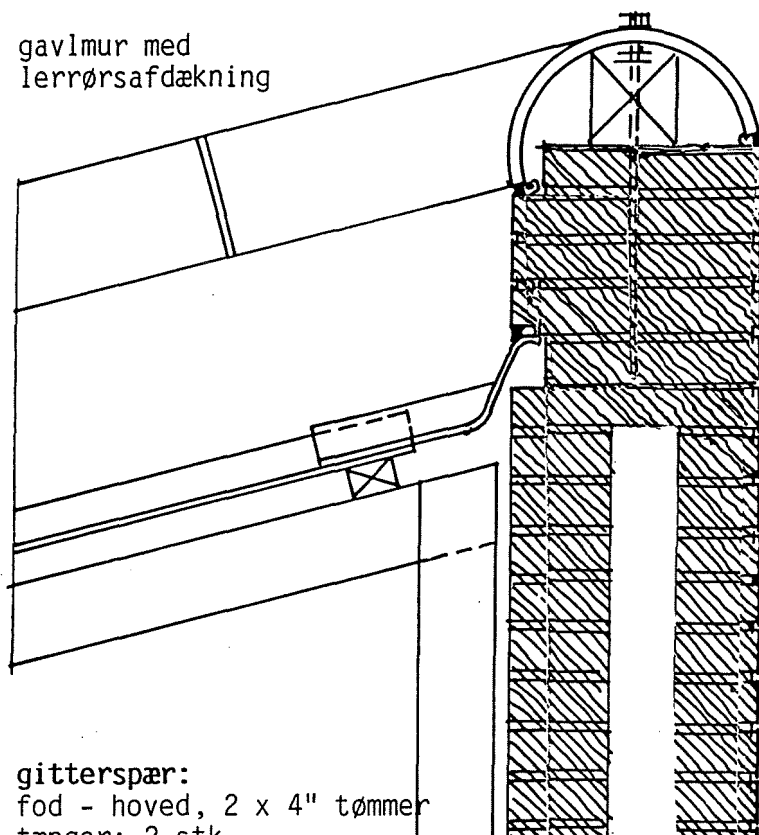
**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

9

tagventilation:  
i tagfladen monteres ventilationshætter  
type Lux-plast  
min. udluftning = 1/500 af bebygget areal

gavlmur med  
lerrørsafdækning

muraafdækning:  
glasserede lerrør



gitterspær:  
fod - hoved, 2 x 4" tømmer  
tænger: 2 stk.  
1 x 4" brædder

facademur for tagrum:  
35 cm hulmur  
formur, 1/2 stens tegl  
isolering, 50 mm mineraluld  
bagmur, 1/2 stens tegl

Projekteringsfejl

Snit i murkam på facade

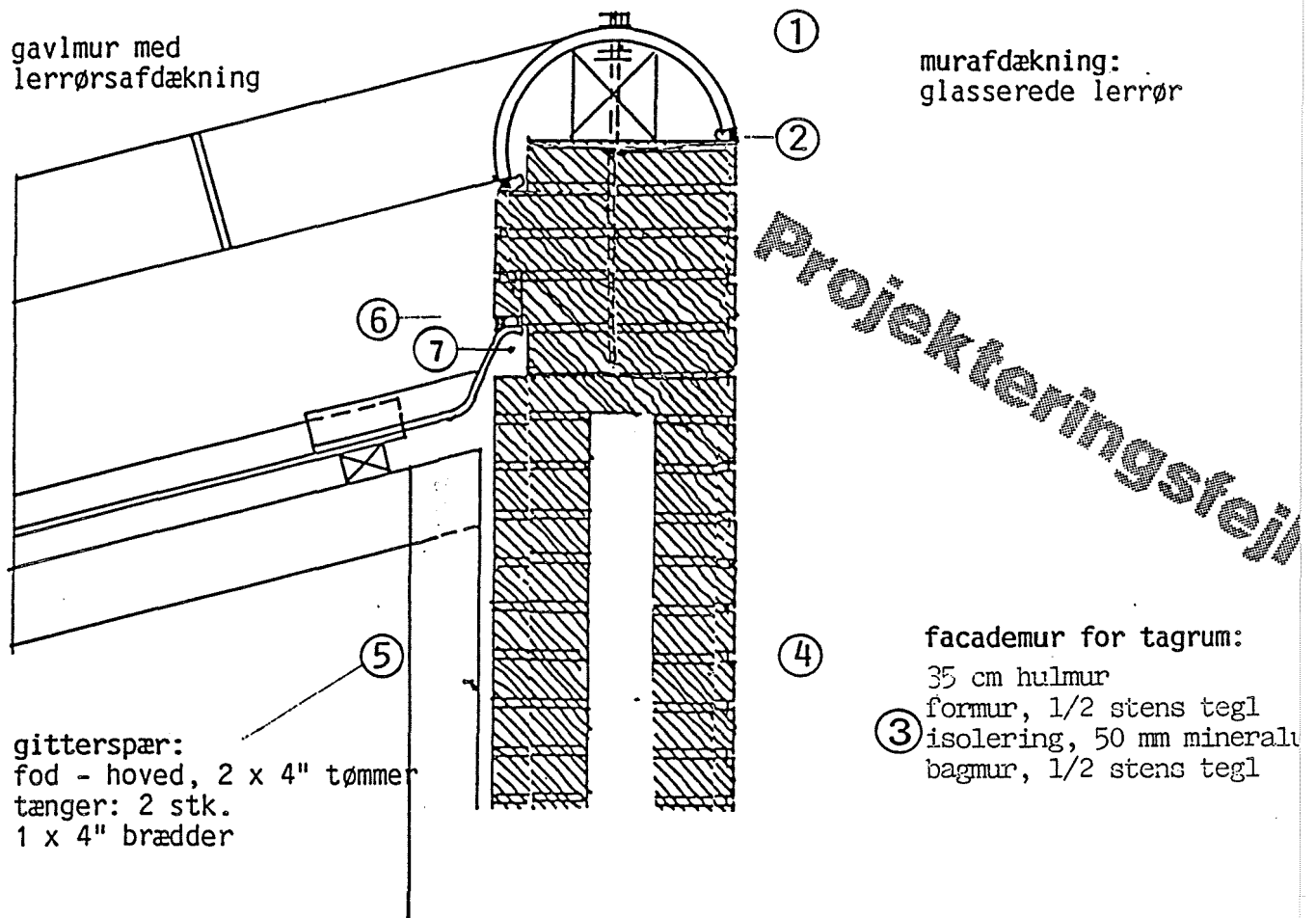
Mål 1: 10

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

9

tagventilation:  
i tagfladen monteres ventilationshætter  
type Lux-plast  
min. udluftning = 1/500 af bebygget areal

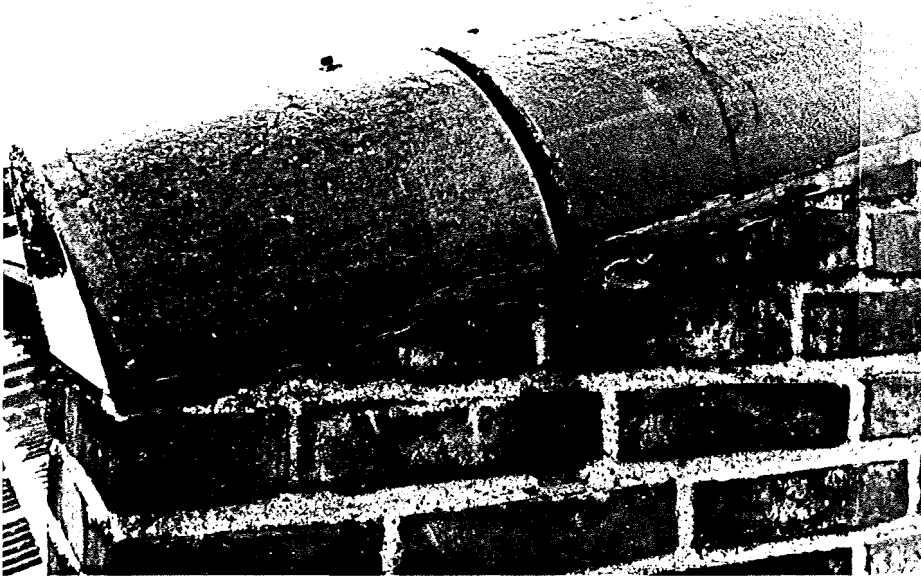


Snit i murkam på facade

Mål 1: 10

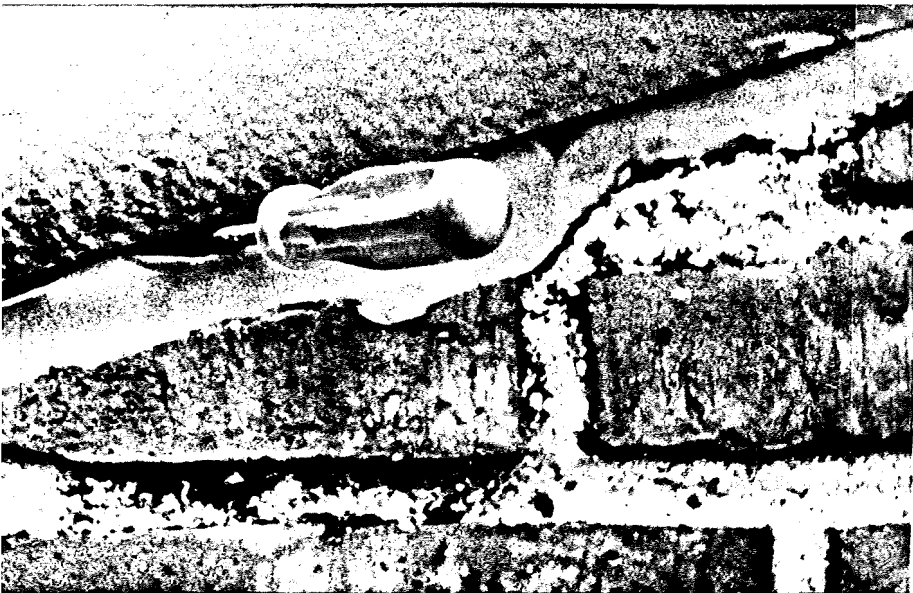
Mangler og fejl på tegning og i tekst

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| ① | murkroner er forkert udformet   | ④ | skræbefuge er nødvendig ved Vesterhavet          |
| ② | drypnase og fugtisolering mangler   | ⑤ | oplysning som hører til på detaljtegning af spær |
| ③ | isolering angivet i tekst, ikke vist på tegningen<br>isolering er unødvendig mod uopvarmet tagrum | ⑥ | inddækning er uoplyst                            |
|   |   | ⑦ | afslutningsplade bør understøttes                |

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE****9**

Nedsilende vand ødelagde lofter og vægge.

Der er ikke på tegning 01.009 eller i beskrivelse angivet, hvordan fugerne skal udføres. Under de utatte fuger mellem krybberørene var der revner i facadefugerne.



Mellem krybberør og murværk var der er stort antal huller i den elastiske fuger i form af vedhæftningsbrud.



Langs gavlene var der total vedhæftningsbrud.  
(se detalje 9)



**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

9



Regnvand trænger ind gennem revner i murkroner og gavle.



Inddækning mellem tagplader og murkroner var forkert udført med polyurethanskum. (se Eternitfabrikkens inddækningsforslag på tegn. 01.009b)



Udsnit, der viser den forkert projekterede inddækning. (se udførelsesfejl i form af utæt studsfuge lige over nederste kant af tagpladen).



Ved at udskære et stykke af fugen konstateredes, at tagpladerne kun når ca 2 cm ind i udsparringen (se detalje 10)

SKADESEKSEMPLER

FOTOARK nr. 01.f 2

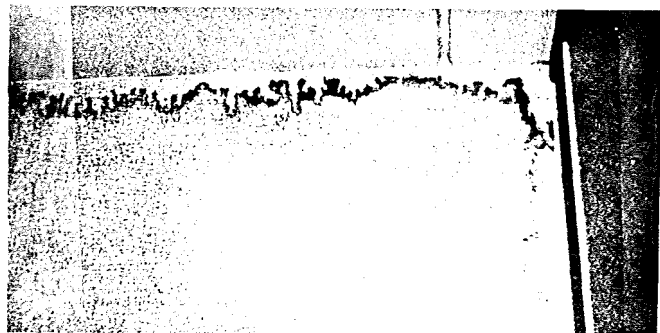
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE



9

Sætningsrevner i muren er uden held forsøgt tætnet med en fugemasse. Det revnede område belastes af vand fra de to yderste bølgerækker i taget, der sammen med det vand, der rammer direkte ind på væggen gennem revner og utætte studsfiger, trænger ind i hulrummet, hvor det løber ned ad formurens bagside, ad bindere med bagfald og indmuret forkeret anbragt pap gennem utætte samlinger mellem dæk og vægelement ind på lofter og vægge, hvor fugtbrømmer viser, selv små regnbyger. Mug og algedannelse følger efter. I øverste etage var der fugtskader på samtlige lofter og vægge p.g.a. manglende fugtisolering ved dækoverside i tagrum.



SKADESEKSEMPLER

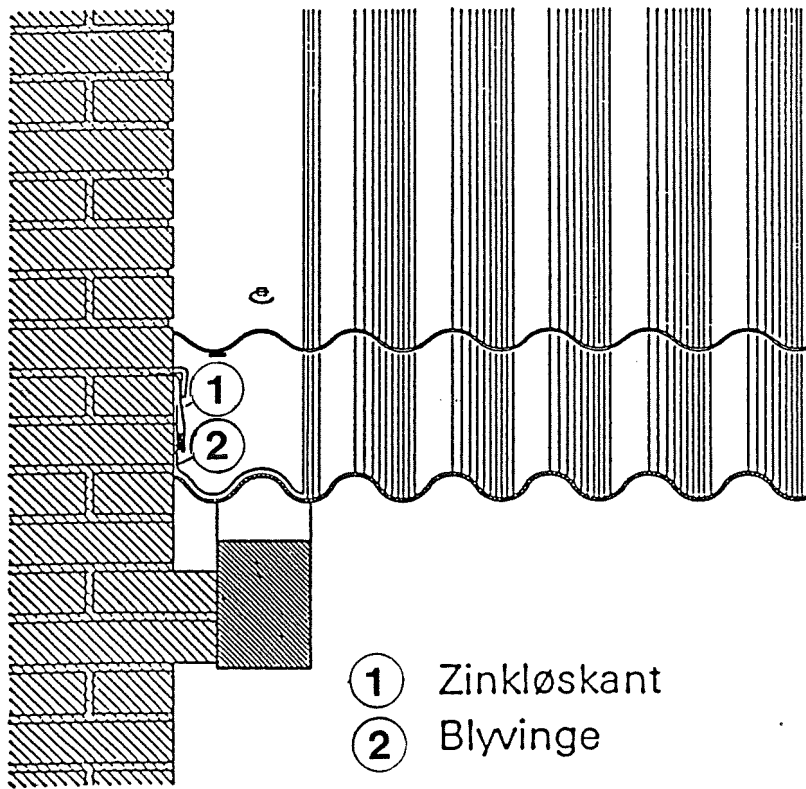
FOTOARK nr. 01.f 3

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRERET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre



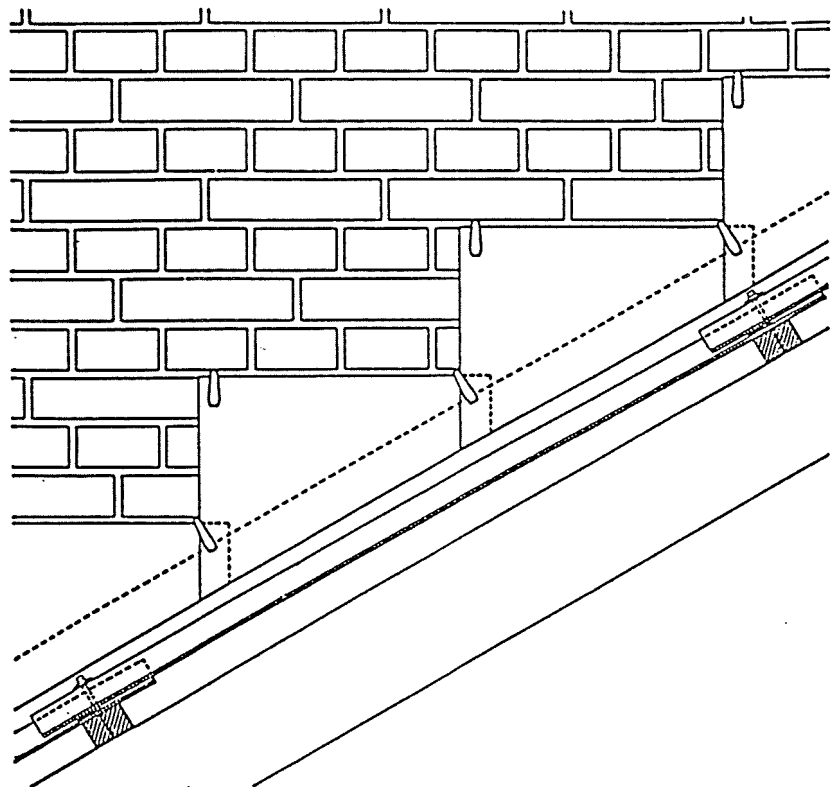
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



- ① Zinkløskant
- ② Blyvinge

Eksempel på  
skrå sammenskæring  
mellem bølgepladetag  
og mur



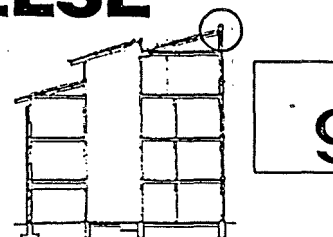
FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af Dansk Eternit-Fabrik A/S

TEGNING nr. 01.009b<sup>1</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE



Der er i forslaget til en bedre løsning, som i de lignende tilfælde, anvendt stort set de samme materialer, som i det oprindelige projekt, efter den samme idé. I dette tilfælde bemærkes, at den viste konstruktion med en murkam afdækket med krybberør, normalt ikke anbefales som en god løsning af Kalk- og Teglværkslaboratoriet. Den er således ikke medtaget i de konstruktions- og udførelsesforskrifter, der er udgivet derfra.

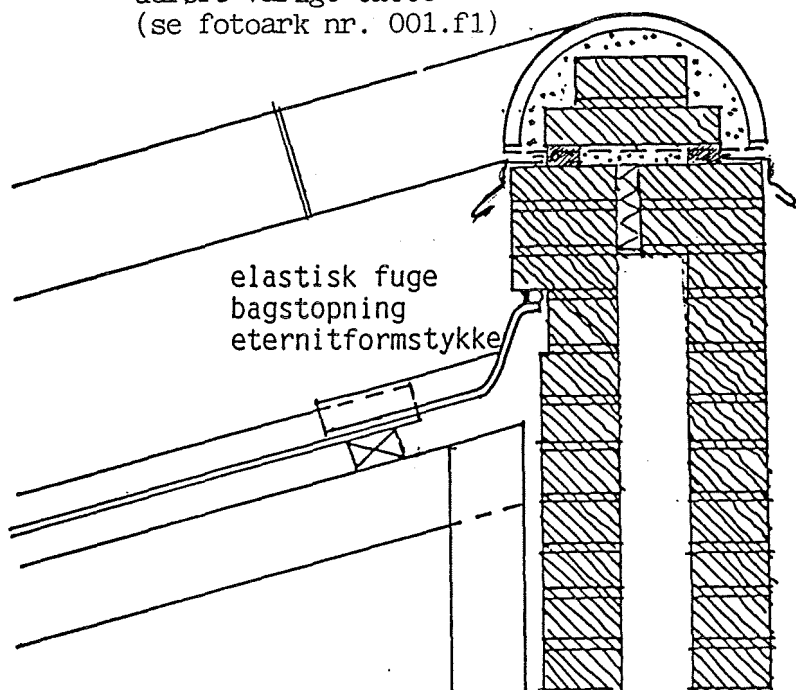
Det er bl.a. vanskeligt at udføre fugerne mellem de enkelte krybberør vedblivende tætte, selvom de udføres af et elastisk fugemateriale.

Dertil kommer, at der for bygninger i flere etager må tages hensyn til, at formuren (ud mod det fri) har større bevægelser end bagmuren mod det opvarmede rum p.g.a. forskellige temperatursvingninger. Der skal udføres dilationsfuger op gennem murkronen,

For høje bygninger er der risiko for revnedannelse, bl.a. u/krybberørene, fremkaldt af differensbevægelse. Hvis krybberør anvendes tilrådes udstøbning inden oplægning på neoprenklodser. Se Murerhåndbogen, side 35 (udg. af Kalk- og Teglinformationen)

## Afdækning med krybberør kan ikke anbefales

fugerne mellem krybberørene er vanskelige at udføre varigt tætte (se fotoark nr. 001.f1)



MURAFDÆKNING:  
glaserede lerrør  
udkastet med C-mørtel 100/300  
oplagt i C-mørtel 100/400 på  
neoprenklodser

asfaltpap (2 kg.)  
afretning  
metalløskant af stift materiale  
oplagt i plastisk kit med mindst  
5 cm fremspring

### FACADE MOD TAGRUM:

35 cm hulmur  
formur, 1/2-stens tegl  
bagmur, 1/2-stens tegl

Snit i murkam på facade

Mål 1: 10

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

**KAN IKKE ANBEFALES**

TEGNING nr. 01.009B<sup>2</sup>

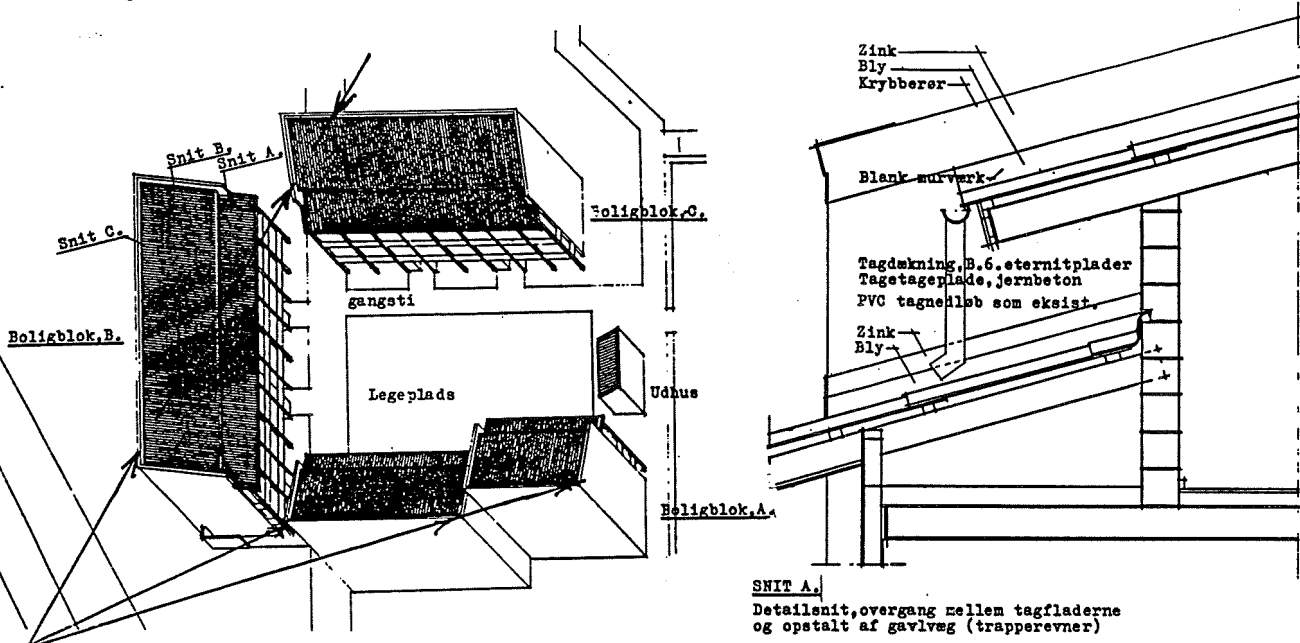
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLRREGISTRET, Gunnedevej 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

9

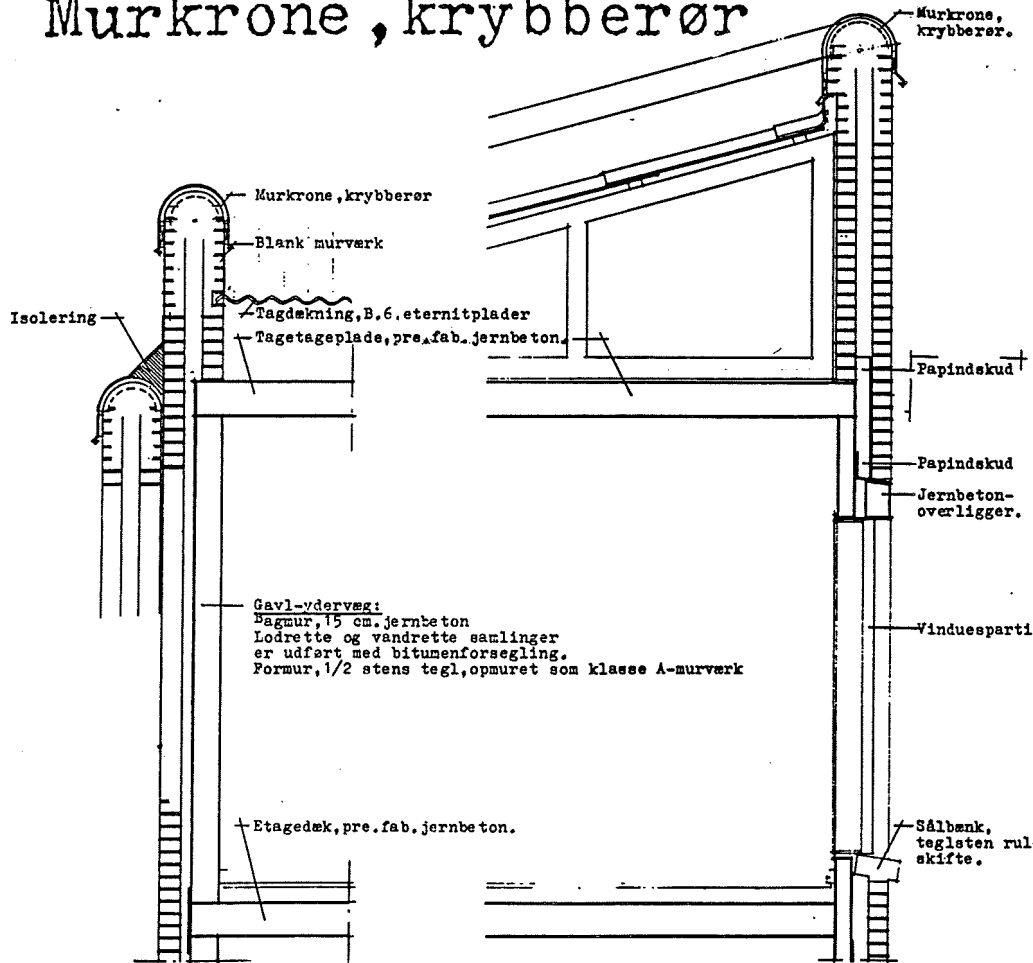
BYGGERIETS PROJEKTERENDE TEGNESTUE har i anledning af syns- og skøns- sagen udarbejdet denne tegning over fejl og mangler vedrørende afdækning af murkroner med efterfølgende renoveringsnødløsning.

FORSLAG TIL RENOVERING. Seet dem ind her og send kop til BYGGEFEJLREGISTRET.



**SNIT A.**  
 Detailsnit, overgang mellem tagfladerne og opstalt af gavlvæg (trapperevner)

## Murkrone, krybberør



**SNIT B.**  
 Detailsnit, gavlv-ydervæg, overgang mellem murkrone og tagflade.

**SNIT C.**  
 Detailsnit, facade-ydervæg (langfacade) overgang mellem murkrone og tagflade.

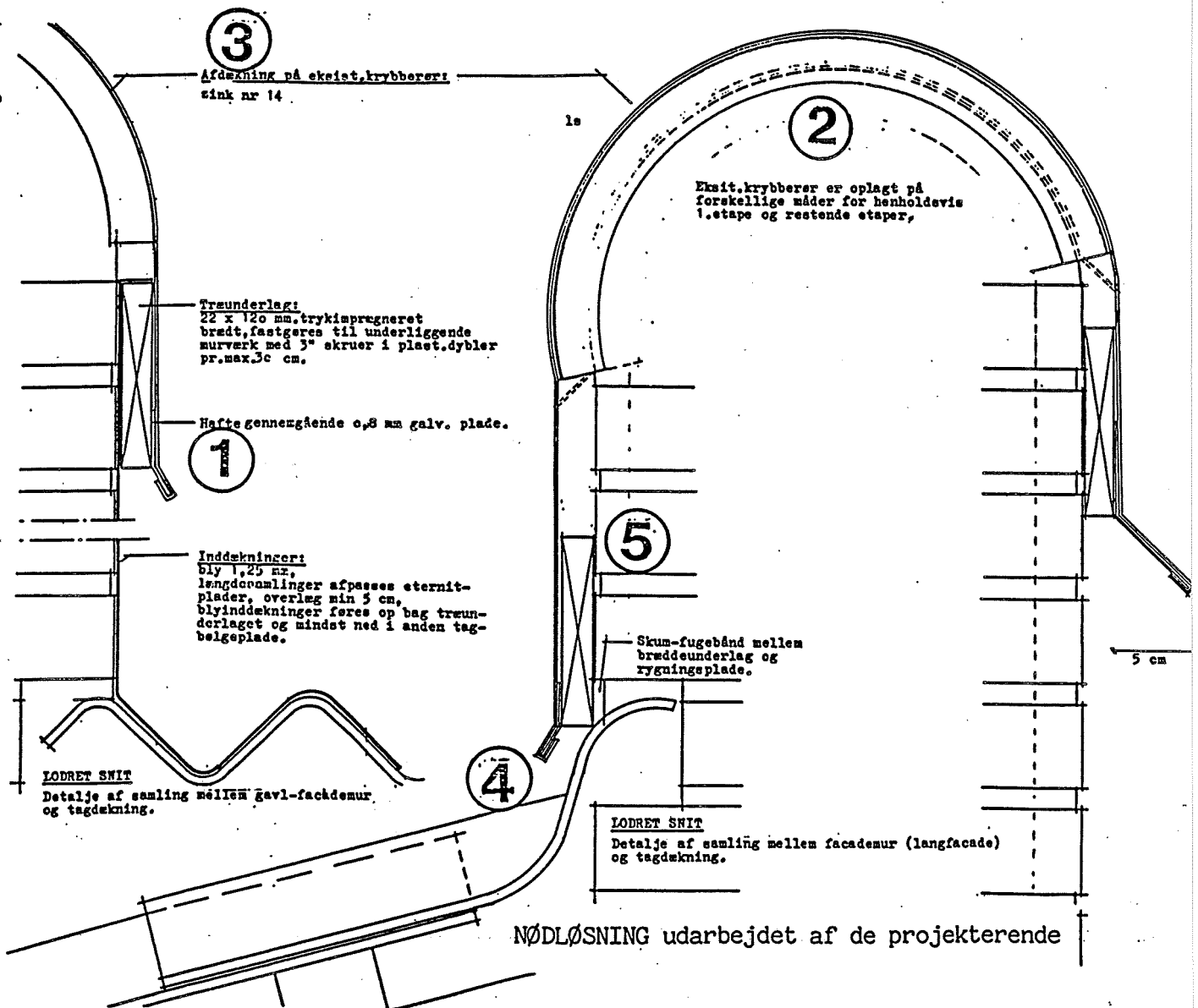
TEGNING nr. 01.009R<sup>1</sup>

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

FORSLAG TIL RENOVERINGSNØDLØSNING udarbejdet af Byggeriets projekterende tegnestue til afhjælpning af de omfattende fugt- og frostska-

9

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.

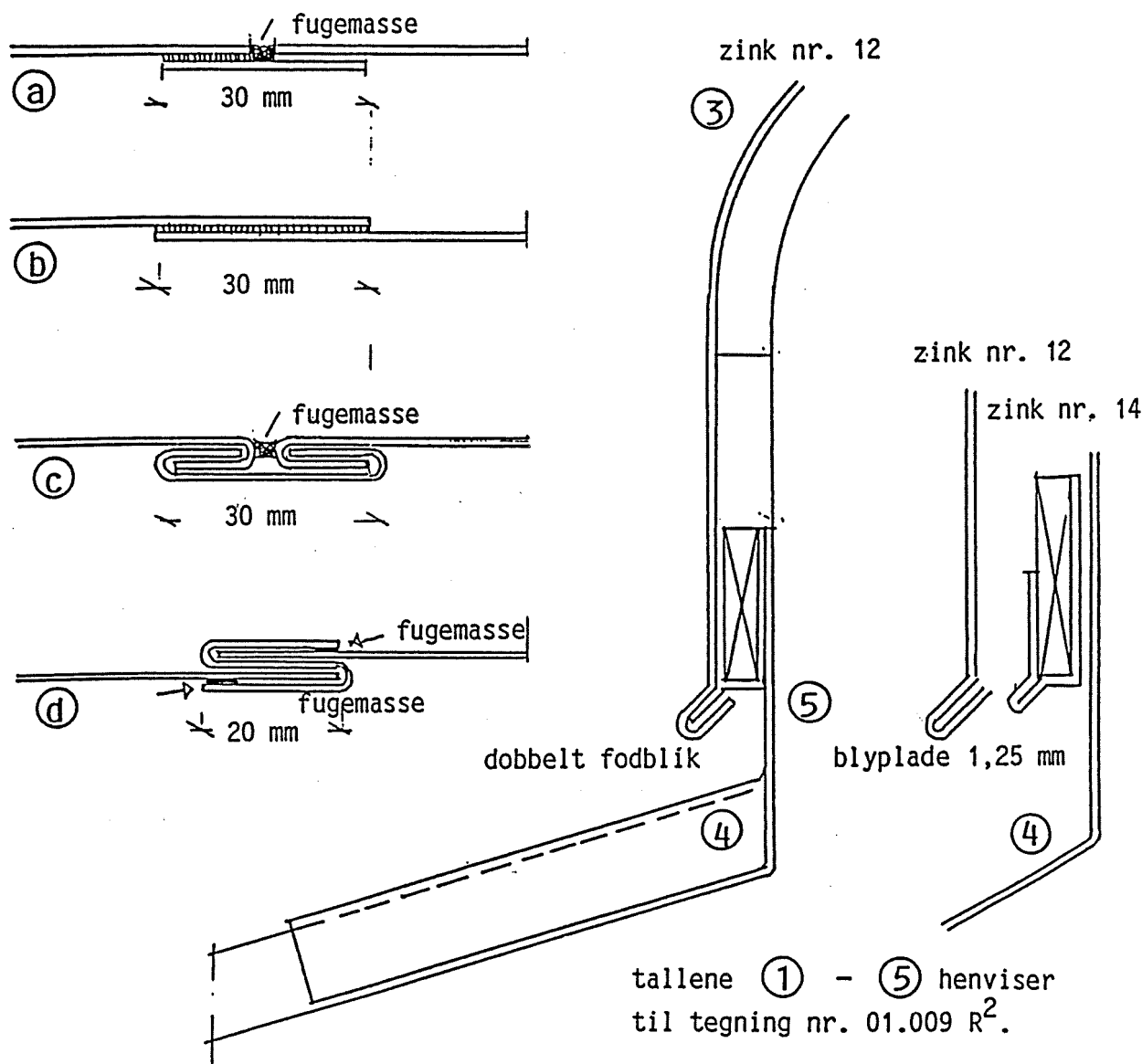


① - ⑤ med oldermandens bemærkninger  
se tegning nr. 01.009 R<sup>2</sup>a

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB (29)

9



tallene ① - ⑤ henviser til tegning nr. 01.009 R<sup>2</sup>.

Fhv. oldermand, blikkenslagemester Svend Eckeroth bemærker:

- ① Zink nr. 14 til gennemgående fodblik i stedet for hafter. Hvis der i andre tilfælde udføres hafter, skal disse udføres i zink, og afstanden skal angives (min. 3 pr. m.).
- ② Der er ikke i forslaget angivet samlemetode for afdækningen. Samlingerne er vanskelige, fordi afdækningen er buet.
- a) Forslag a, samling med underlagsplade, der er loddet til den ene afdækningsplade. Den anden side lukkes med fugemasse.

- b) Forslag b, samlingen loddes med 30 mm overlæg. De samlede længder må ikke overstige 6 m (af hensyn til udvidelse). Dilatationsamlinger udføres som c.
- c) Forslag c, dilatationssamling pr. 6 m. Se også forslag d
- d) Forslag d, samling med z-profil, hvor afdækningspladen IKKE går i bund af hensyn til materialeudvidelse.
- ③ Zink nr. 12 i Tital - Zinto eller Reinzink.
- ④ 1,25 mm blyplade i overgang mellem tag og mur ført bag træunderlaget.
- ⑤ Dette lukkes med dobbelt fodblik.

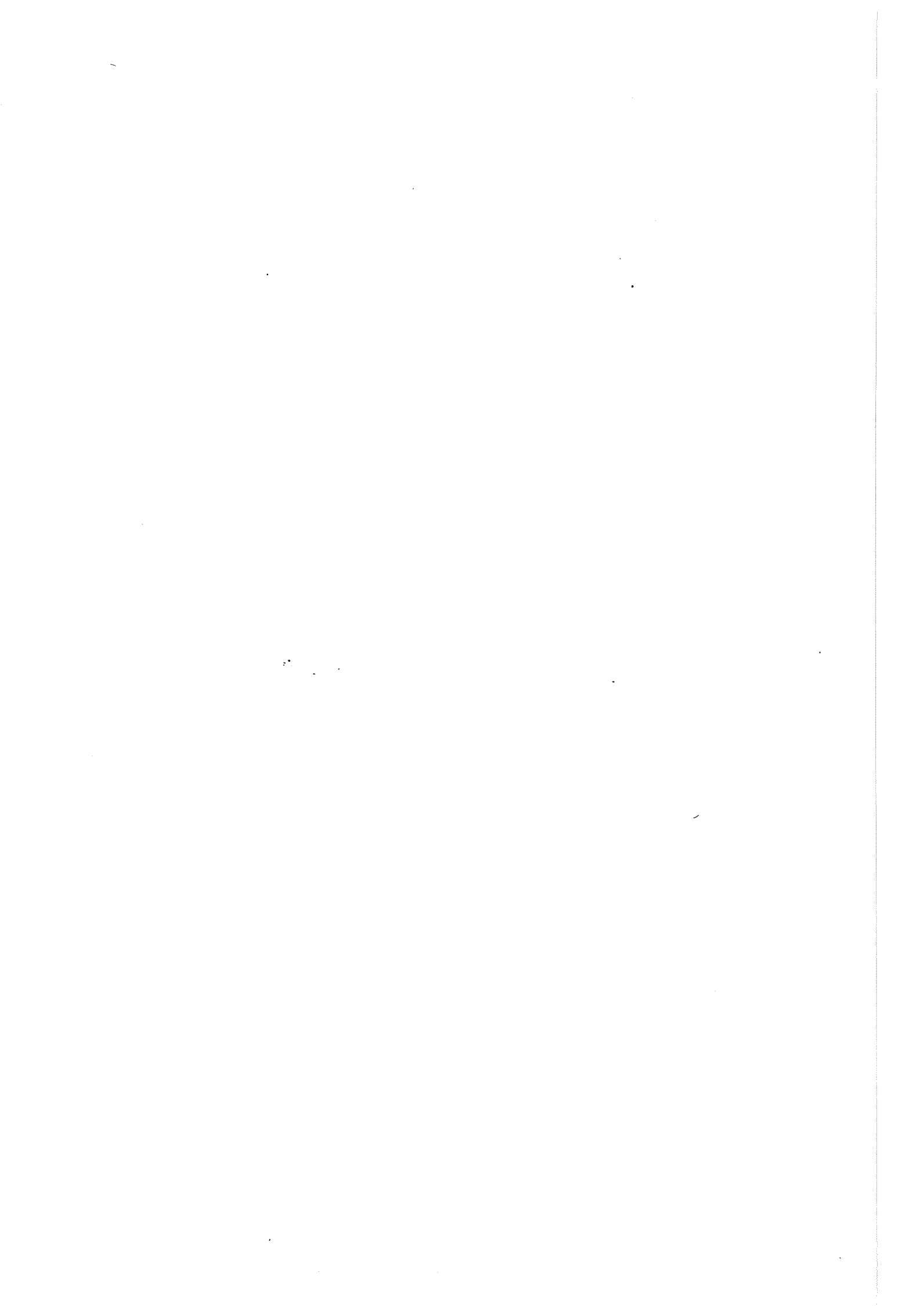
FORSLAG TIL RENOVERINGSNØDLØSNING

fhv. oldermand, blikkenslagemester Svend Eckeroths bemærkninger

TEGNING nr. 01.009 R<sup>2a</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre



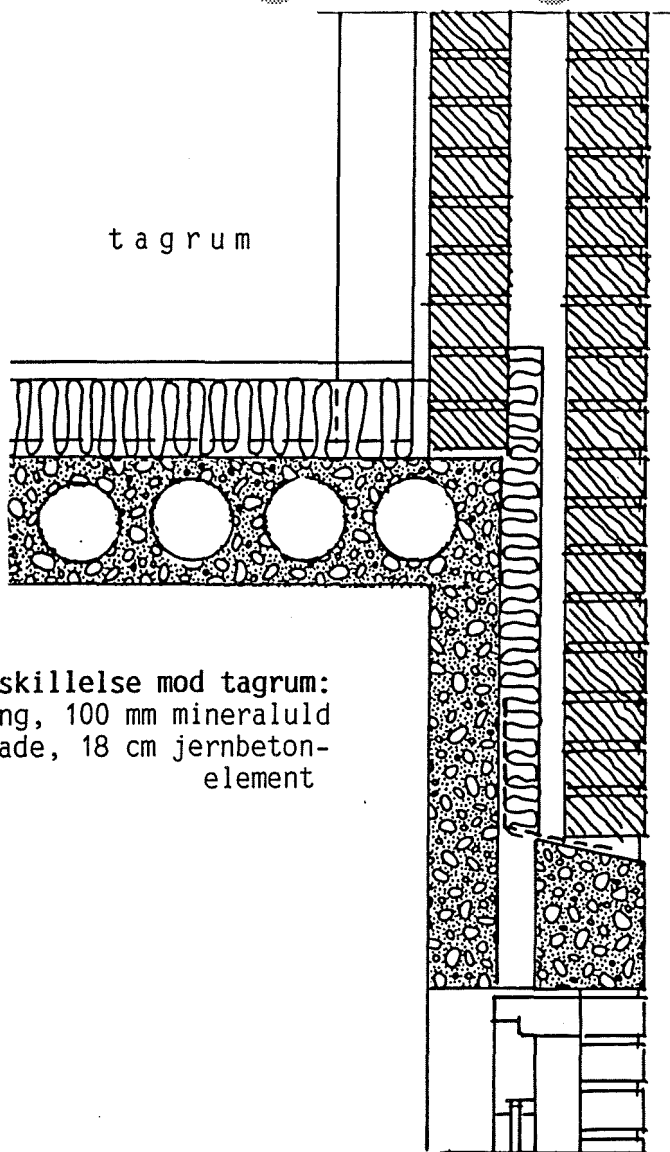


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB(29)

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

**10**



*Projekteringsfejl*

facademur mod etager:  
30,5 cm hulmur  
formur, ½ stens tegl  
isolering, 50 mm mineraluld  
bagmur, ½ stens tegl

etageadskillelse mod tagrum:  
isolering, 100 mm mineraluld  
etageplade, 18 cm jernbetonelement

asfaltpap

vinduesoverligger:  
jernbetonelement

snit i dør

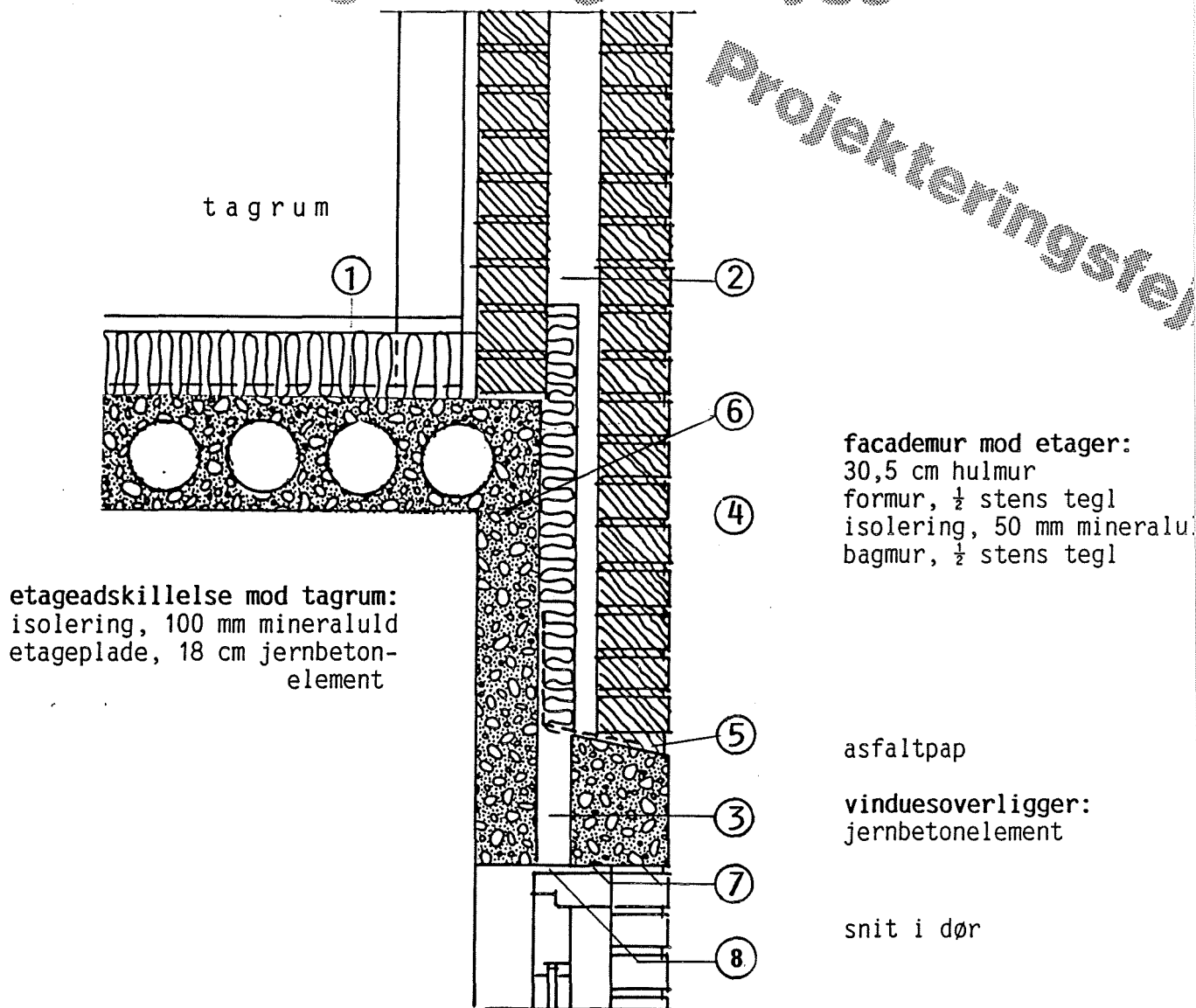
Snit i facade ved tagrum

Mål 1: 10

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB(29)

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

**10****Snit i facade ved tagrum**

Mål 1: 10

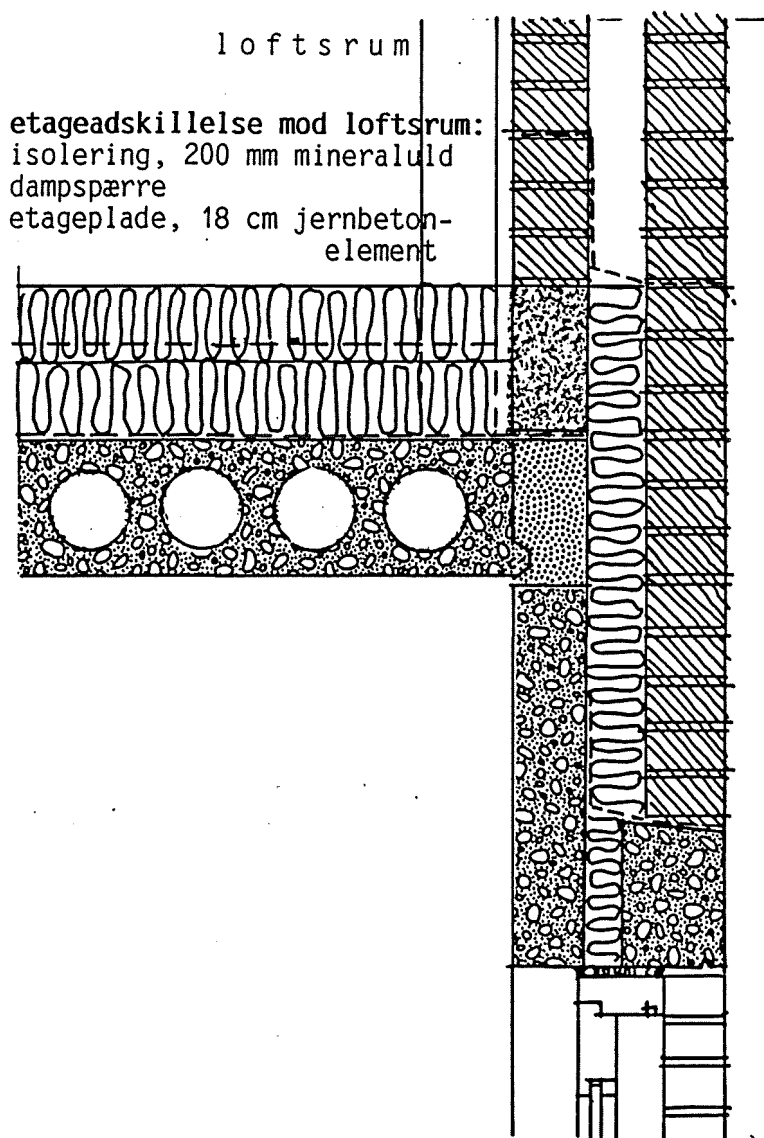
**Mangler og fejl på tegning og i tekst:**

- |   |   |
|---|---|
| ① dampspærre bør overvejes  | ⑤ betonfladen er for skrå, pap skal føres helt frem |
| ② forkert udformning, opbøjet papafdækning af isoleringen mangler | ⑥ betonsamlingen er ikke belyst                     |
| ③ isolering mangler   | ⑦ drypnåse mangler i betonbjælke fuge ikke oplyst   |
| ④ skræbefuge bør anvendes ved Vesterhavet                         | ⑧ stopning mangler                                  |

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

10



letbetonblok

facademur for etager:  
formur,  $\frac{1}{2}$  stens tegl  
isolering, murbats  
bagmur, 10 cm betonelement

asfaltpap føres helt ud  
**vinduesoverligger:**  
isoleret jernbetonelement  
med vandnæse  
to-trinsfuge  
overkarm med vandnæse  
snit i dør

Snit i facade ved tagrum

Mål 1: 10

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

udarbejdet af arkitekt m.a.a. Logan Nørgaard

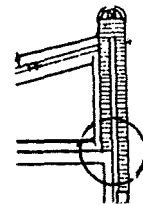
TEGNING nr. 01.010b

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

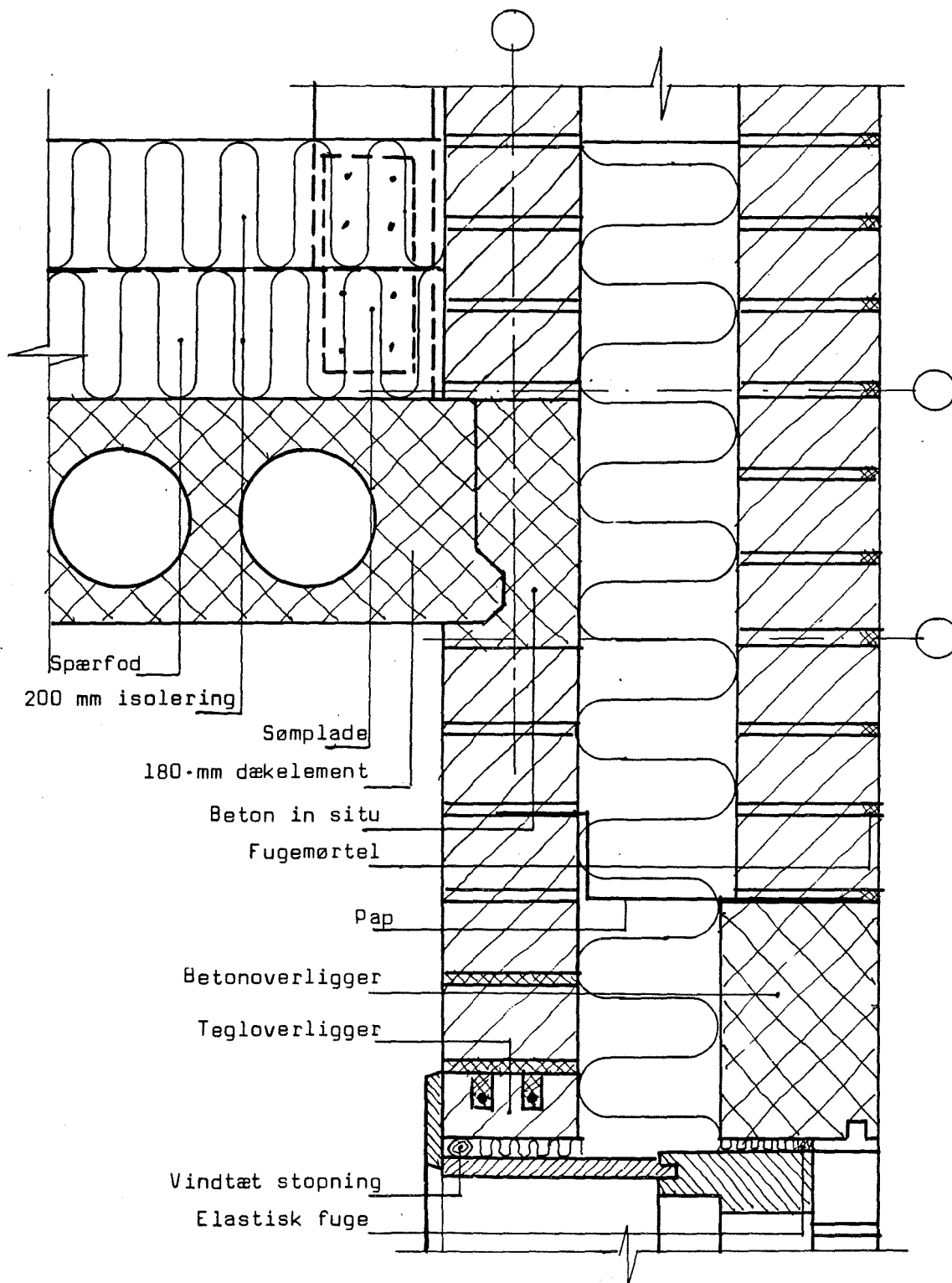
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB(29)

10



FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



Modul-/Samlingsdetalje 1 : 5

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.010b<sup>2</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre

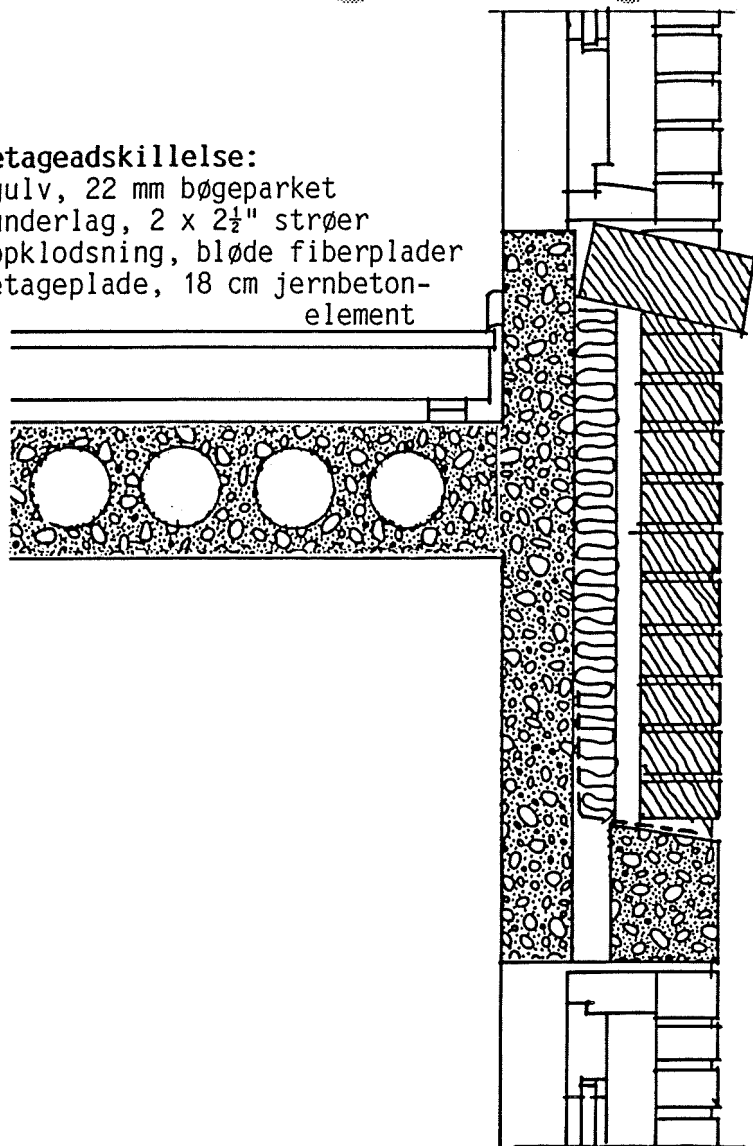
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

11

**etageadskillelse:**

gulv, 22 mm bøgeparket  
underlag, 2 x 2½" strøer  
opklodsning, bløde fiberplader  
etageplade, 18 cm jernbeton-  
element



snit i dør

**sålbænk:**

rulskifte, skråtstillet

**facademur for etager:**

30,5 cm hulmur  
formur, ½ stens tegl  
isolering, 50 mm mineraluld  
bagmur, 10 cm jernbeton

*Projekteringsfejl*

asfaltpap

**vinduesoverligger:**  
jernbetonelement

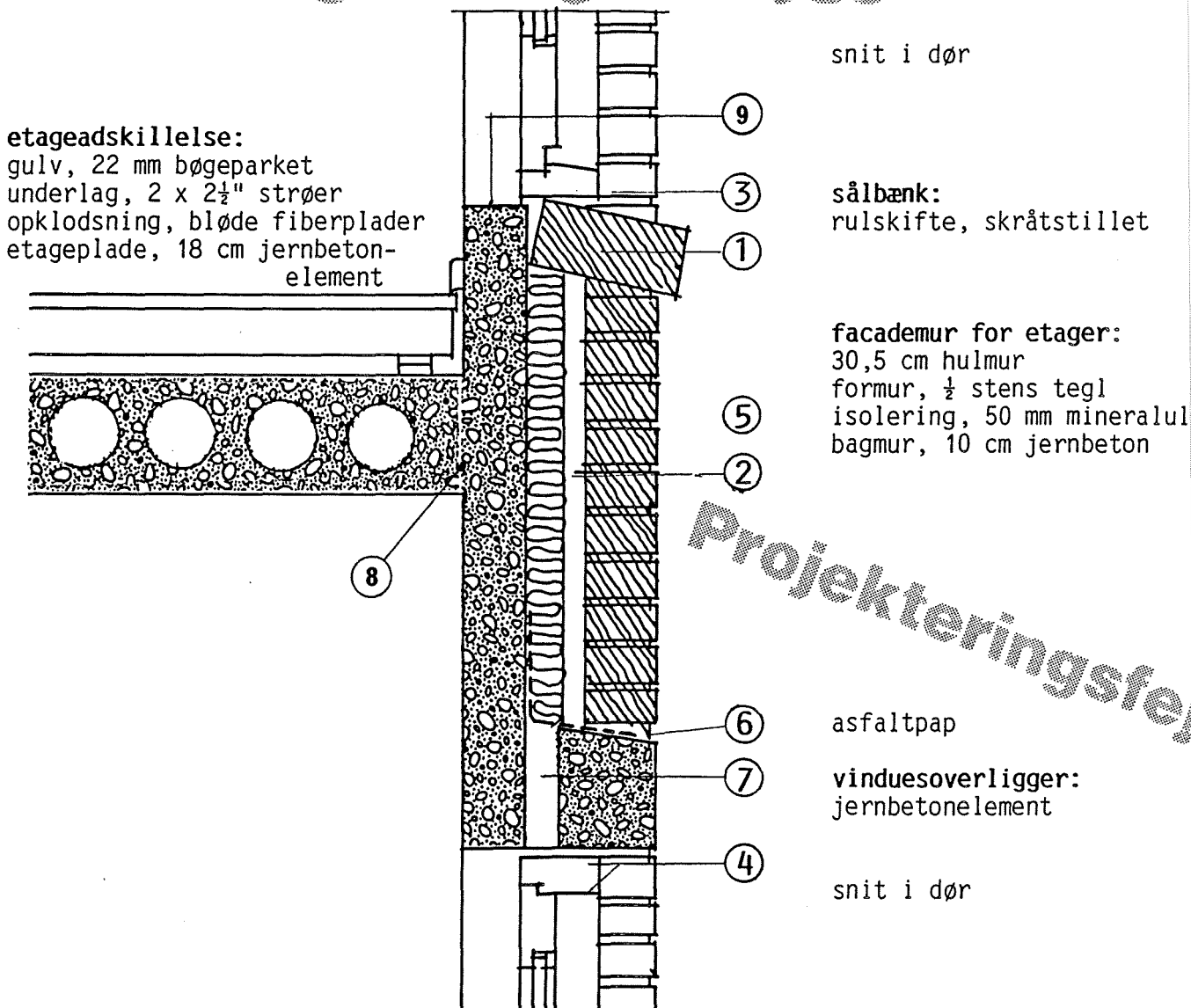
snit i dør

**Snit i facade ved dæk og dørpartier**

Mål 1: 10

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

**11**

**Snit i facade ved dæk og dørpartier**

Mål 1: 10

⑨ afslutning mangler

**Mangler og fejl på tegning og i tekst:**

- |  |   |
|--|---|
| ① Kuldebro, fugtisolering mangler vederlag mangler delvist | ④ drypnåse mangler i betoni og på dørkarm, fugen er uoplyst   |
| ② hulmursisolering mangelfuld                              | ⑤ skrabefuge nødvendig ved Vesterhavet                        |
| ③ drypnåse mangler i dør og karm, fuge uoplyst             | ⑥ betonfladen er for skrå, isoleringspap skal føres helt frem |
|  | ⑦ isolering mangler   |
|  | ⑧ betonsamling ikke belyst                                    |

FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. 01.011a

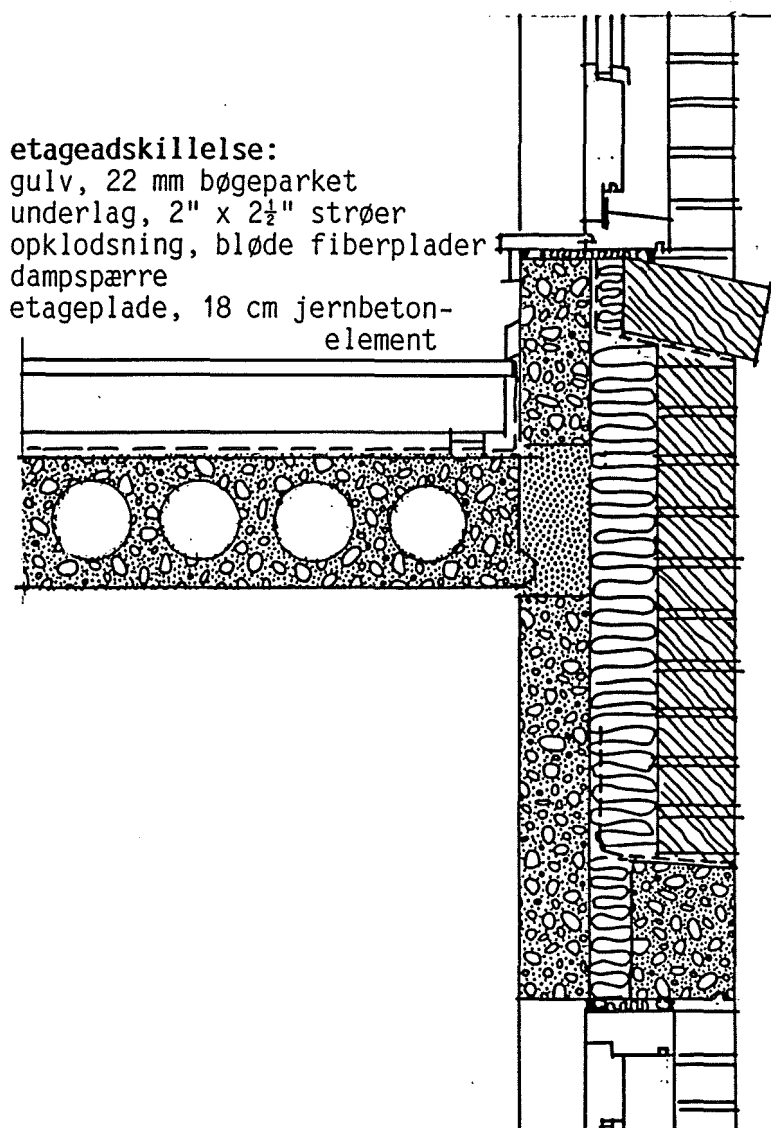
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk

BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Fredovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

11



Snit i facade ved dæk og dørpartier

Mål 1: 10

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

udarbejdet af arkitekt m.a.a. Logan Nørgaard

TEGNING nr. 01.011b

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

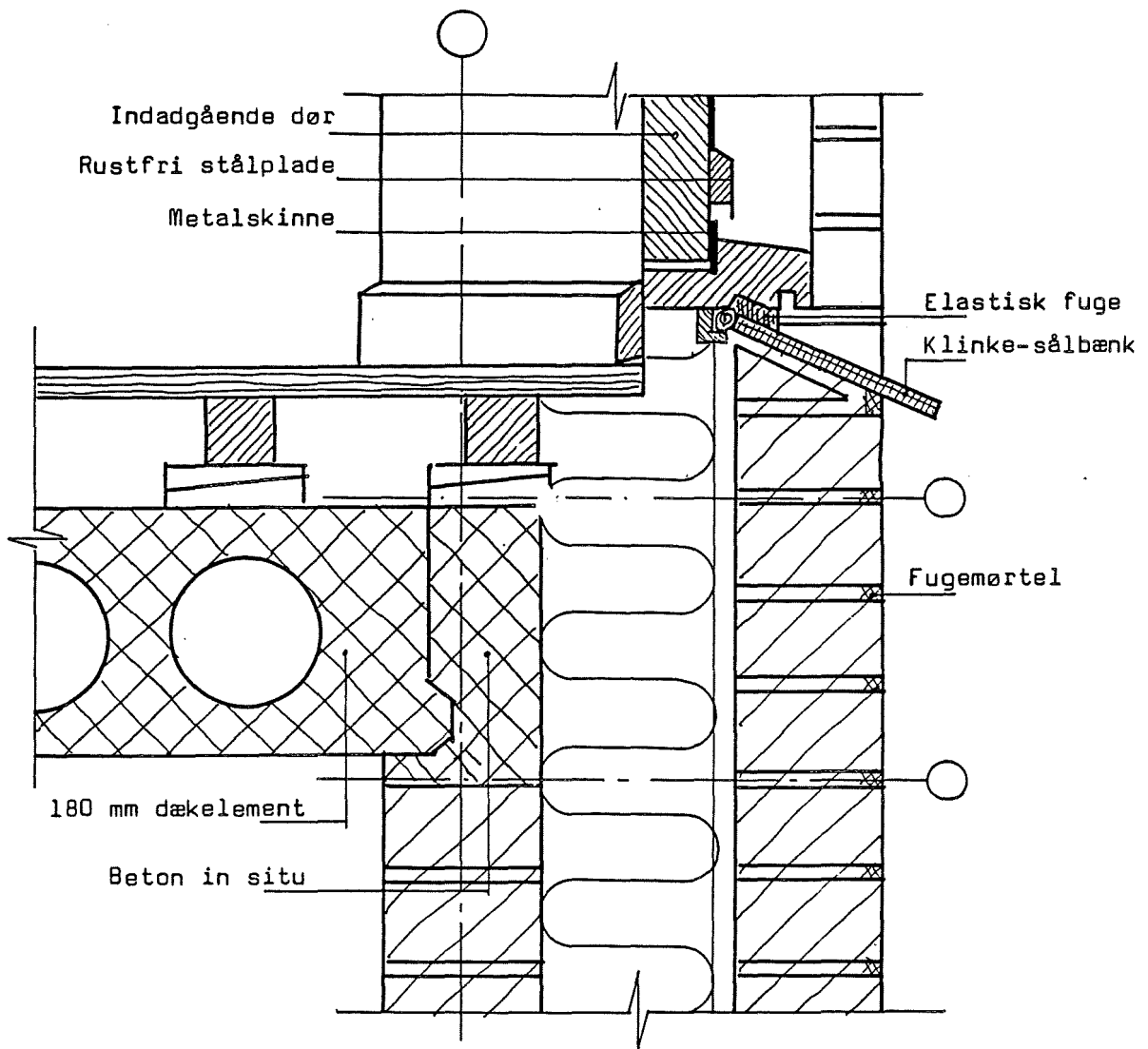


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB(29)

11

FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



Modul-/Samlingsdetalje 1 : 5

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen

INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.011b<sup>2</sup>

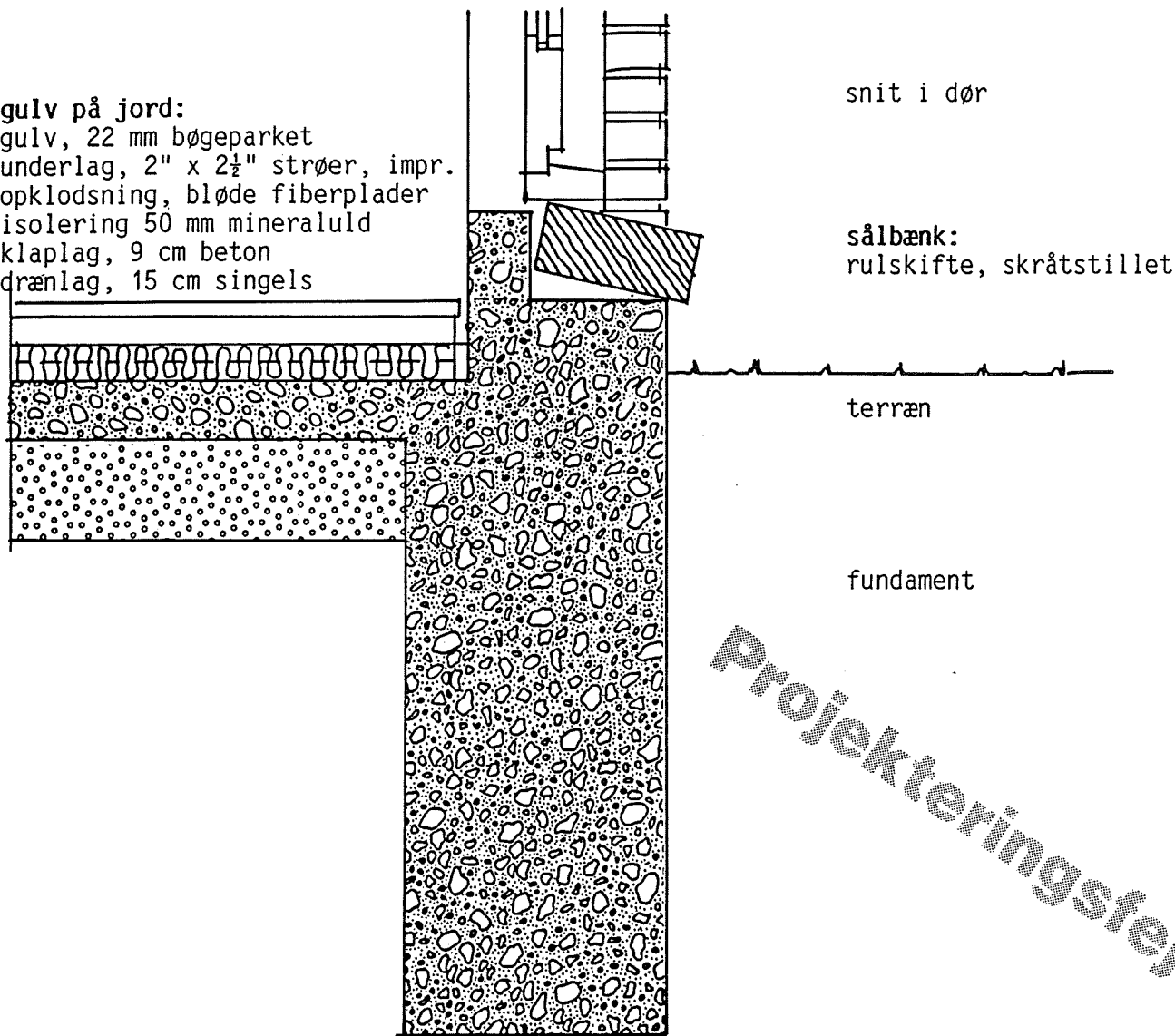
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

12

gulv på jord:  
gulv, 22 mm bøgeparket  
underlag, 2" x 2½" strøer, impr.  
opklodsning, bløde fiberplader  
isolering 50 mm mineraluld  
klaplag, 9 cm beton  
drænlag, 15 cm singels

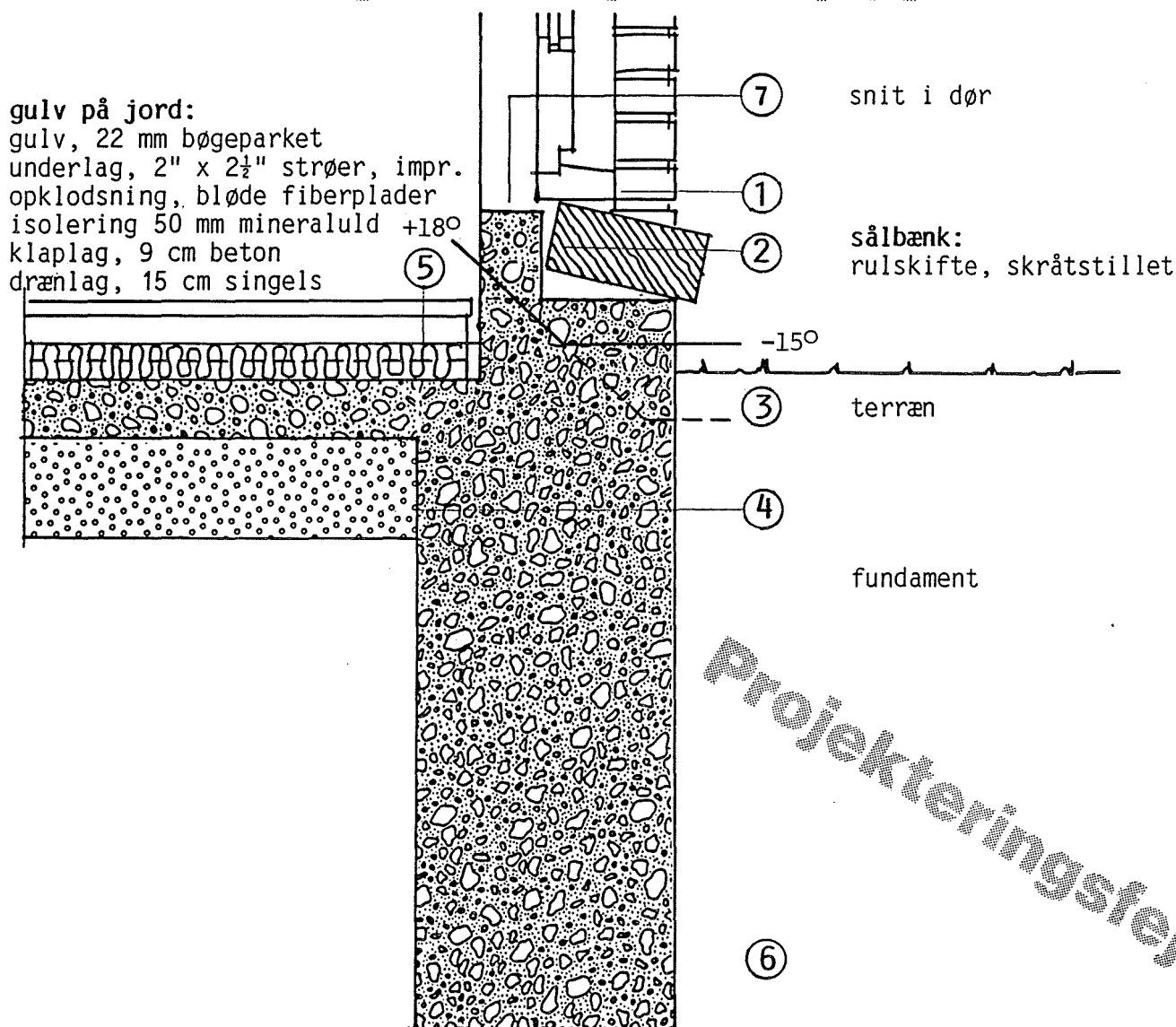


Snit i facadefundament.

Mål 1: 10

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

**12****Snit i facadefundament**

Mål 1: 10

**Mangler og fejl på tegning og i tekst:**

- |  |  |
|--|--|
| ① drypnæse mangler i dør og karm           | ④ randisolering mangler                        |
| ② kuldebro, fugtisolering og fuge mangler  | ⑤ utilstrækkelig isolering, dampspærre mangler |
| ③ terræn skal have fald bort fra bygningen | ⑥ dræn ikke vist                               |
|  | ⑦ afslutning ikke vist                         |

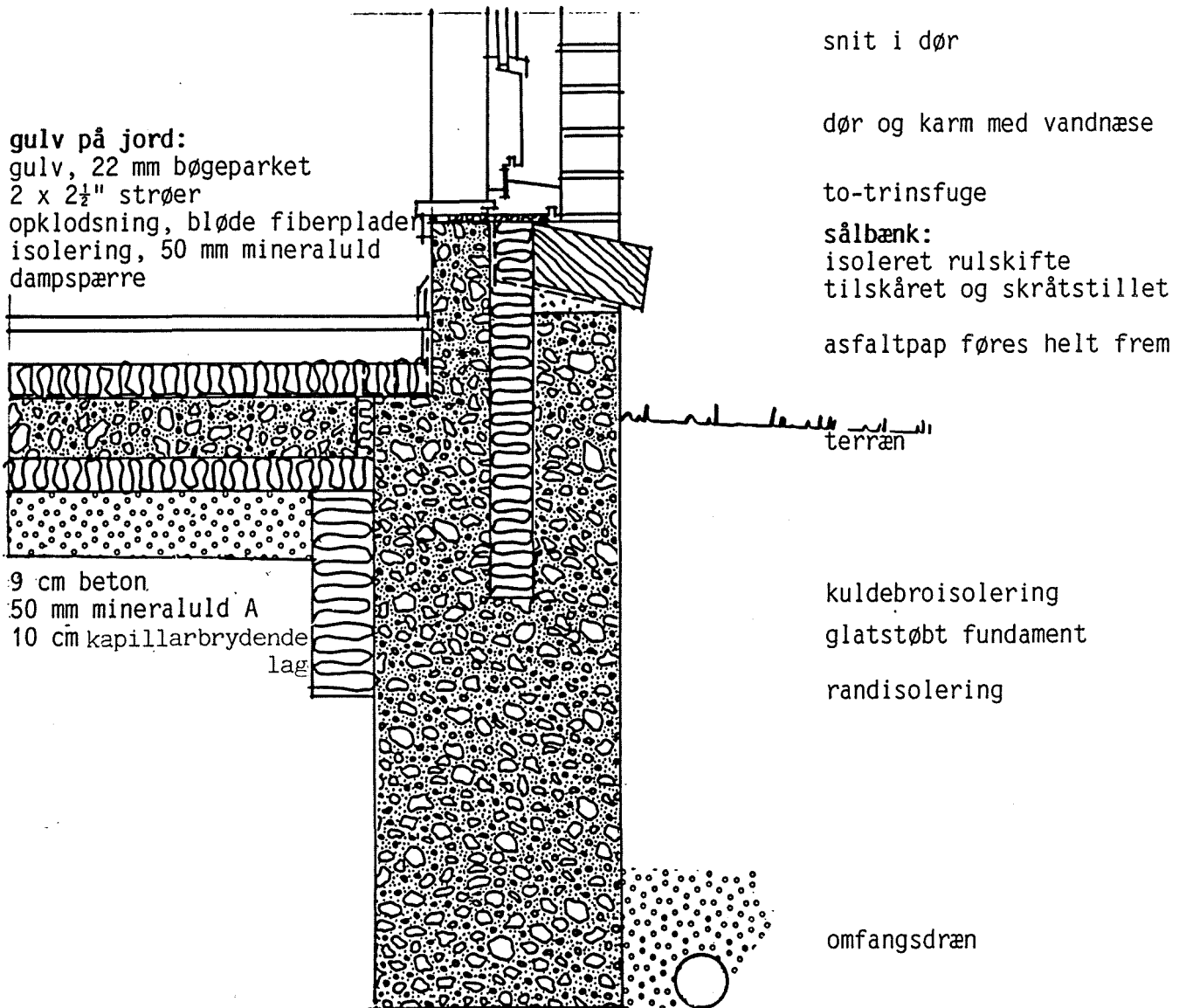
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB(19)  
(29)  
(39)

12

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTERET.



**Snit i facadefundament**

Mål 1 : 10

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

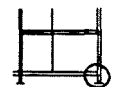
udarbejdet af arkitekt m.a.a. Logan Nørgaard

TEGNING nr. 01.012b

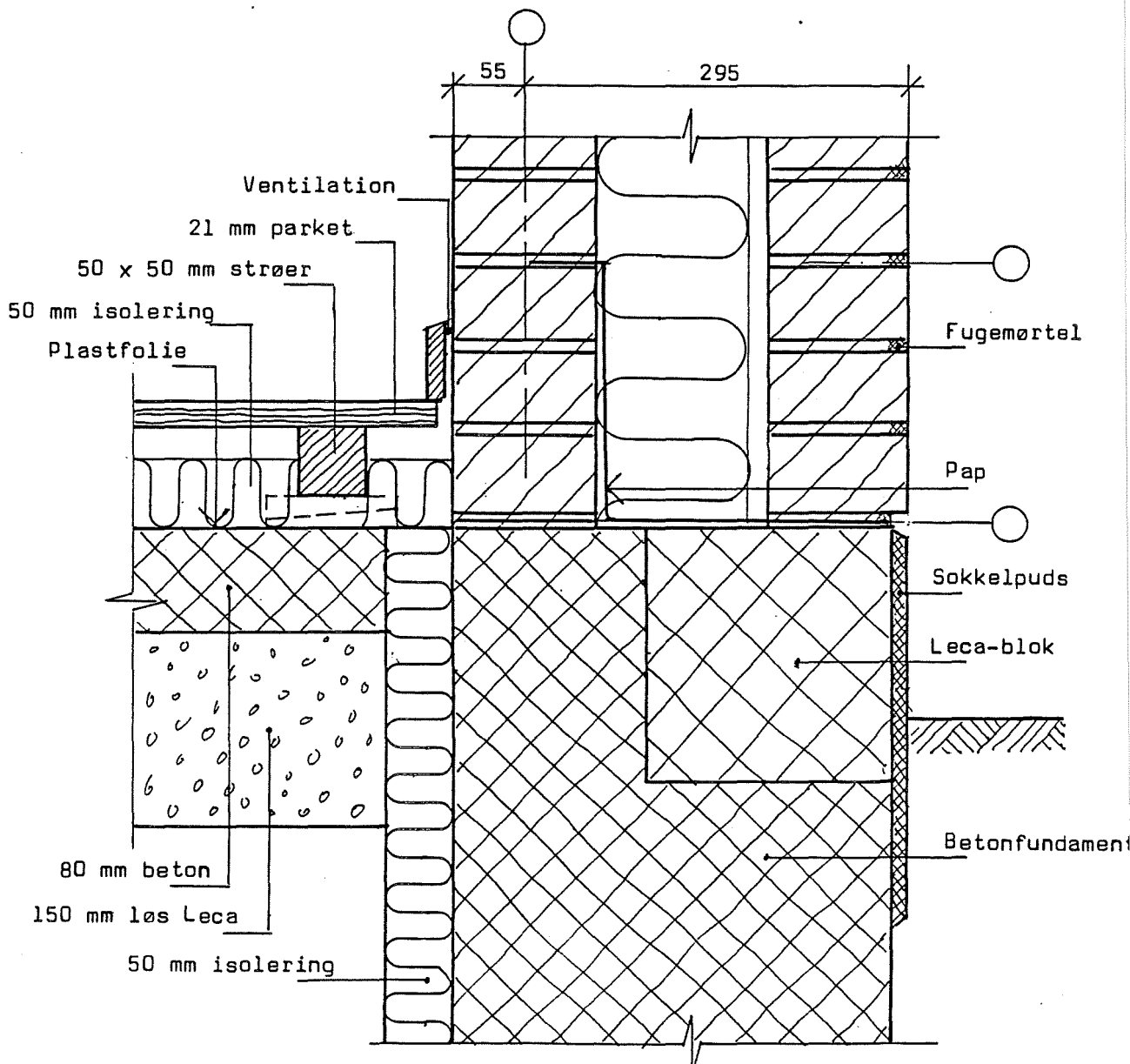
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

12



FORSLAG TIL RENOVERING. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



Modul-/Samlingsdetalje 1 : 5

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen.

INGENIØRHØISKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

TEGNING nr. 01.012b<sup>2</sup>

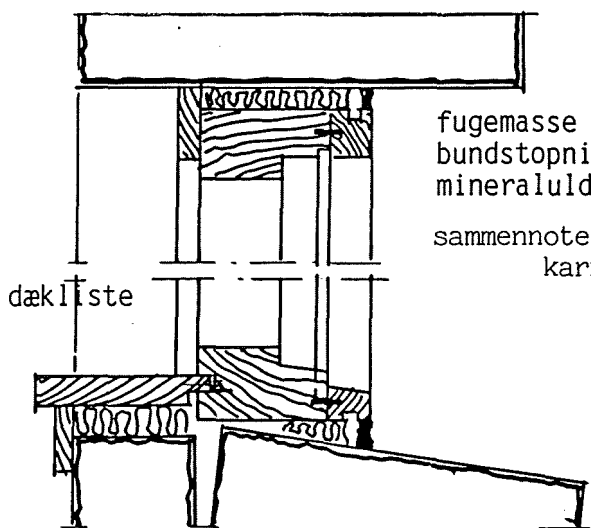
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk.  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

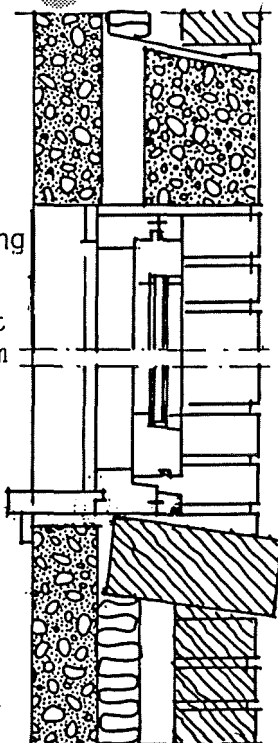
**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

**13**

vindueskarmdetaljer



Lodret snit



asfaltpap

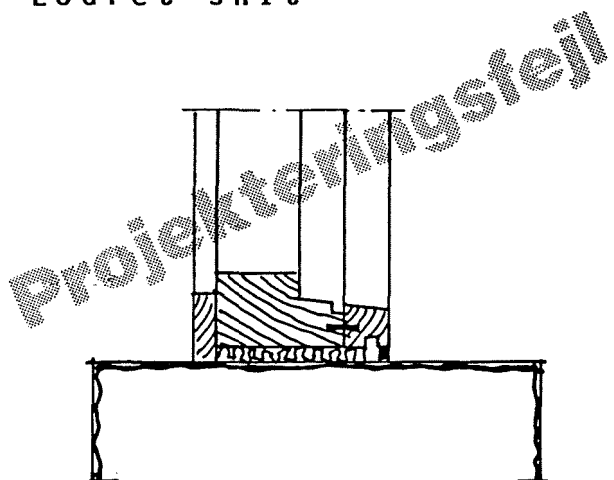
vinduesoverligger:  
jernbetonelement

overkarm

underkarm

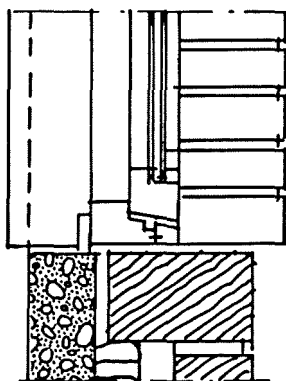
sålbænk:  
rulscliffe, skråtstillet

Lodret snit



Snit i vindue

Mål 1:5



sidekarm

Vandret snit

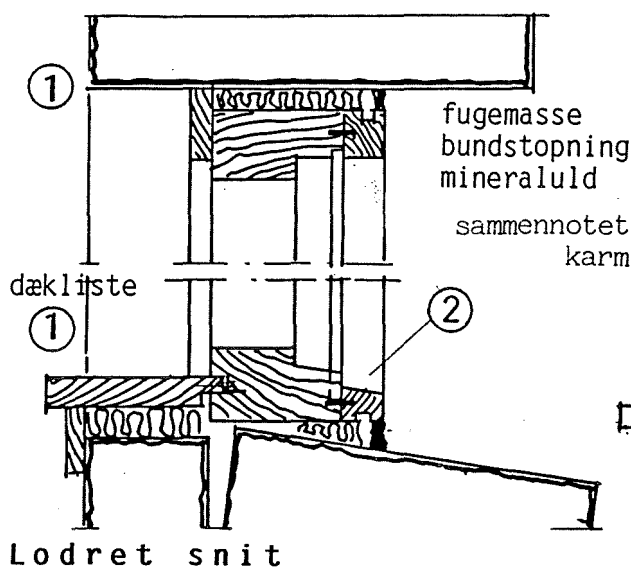
Mål 1: 10

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

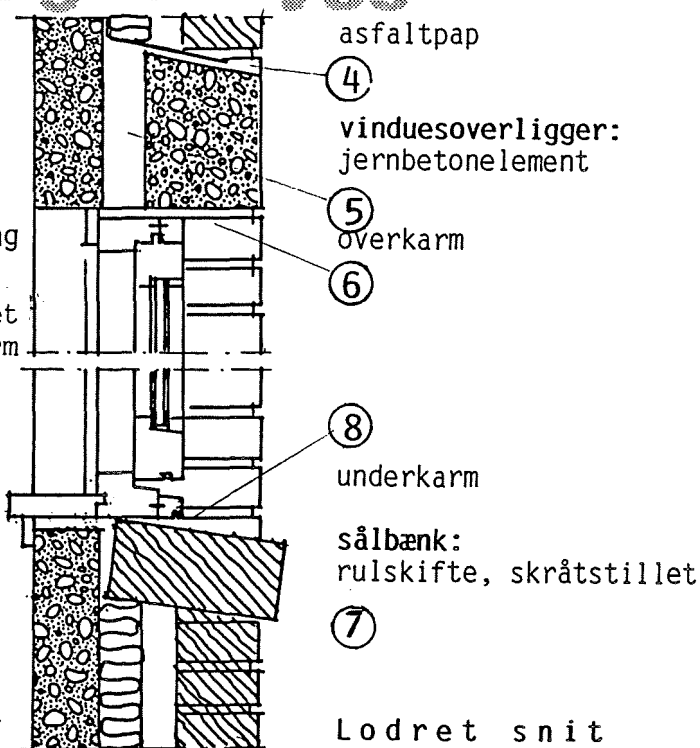
NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

13

vindueskarmdetaljer

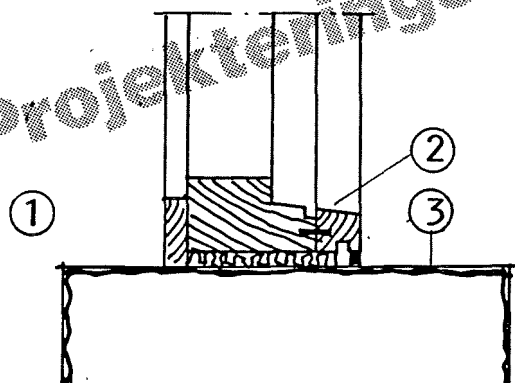


Lodret snit



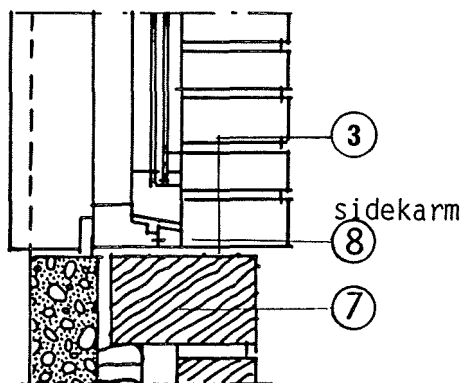
Lodret snit

projekteringsfejl



Snit i vindue

Mål 1:5



Vandret snit

Mål 1: 10

Mangler og fejl på tegning og i tekst:

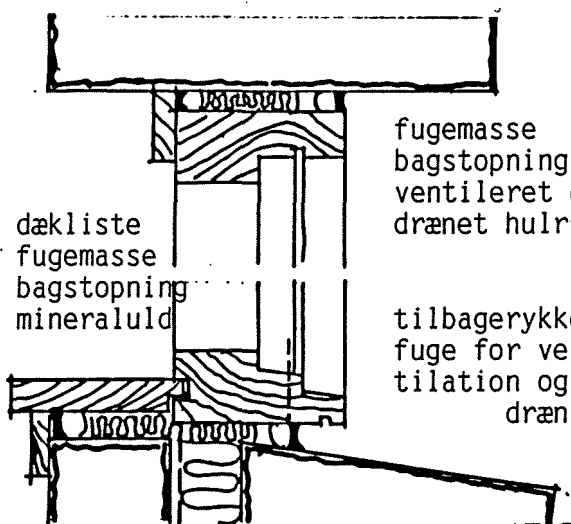
- ① indvendig tæt fuge mangler
- ② ingen drypnæse på udvendig side af fuge
- ③ ingen vandafledning
- ④ asfaltpap skal føres helt ud betonfladen er for skrå
- ⑤ isolering mangler
- ⑥ drypnæse mangler, fugen ikke vist
- ⑦ kuldebro, fugtisolering mangler
- ⑧ fugen ikke vist

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

13

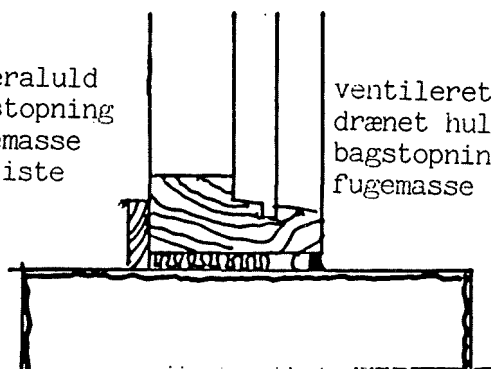
vindueskarmdetaljer:



Lodret snit

mineraluld  
bagstopning  
fugemasse  
dækliste

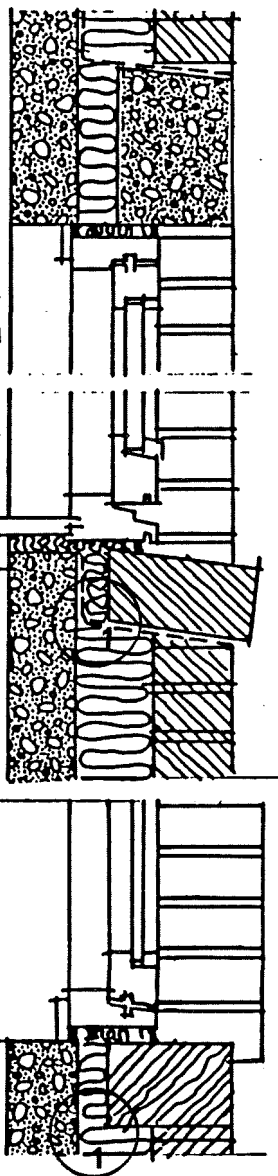
ventileret og  
drænet hulrum  
bagstopning  
fugemasse



Snit i vindue

Mål 1: 5

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING



asfaltpap føres helt frem

**vinduesoverligger:**  
isoleret jernbetonelement  
med drypnæse

to-trinsfuge

ramme og karm  
med drypnæse

to-trinsfuge

**sålbænk:**  
isoleret, skråtstillet  
rulskifte  
asfaltpap føres helt frem

Lodret snit

sidekarm

to-trinsfuge

isoleret murfals

Vandret snit

Mål 1: 10

1. Rulleskifte understøttes i bagkant.  
Evt. vinkeljern.

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

udarbejdet af arkitekt m.a.a. Logan Nørgaard

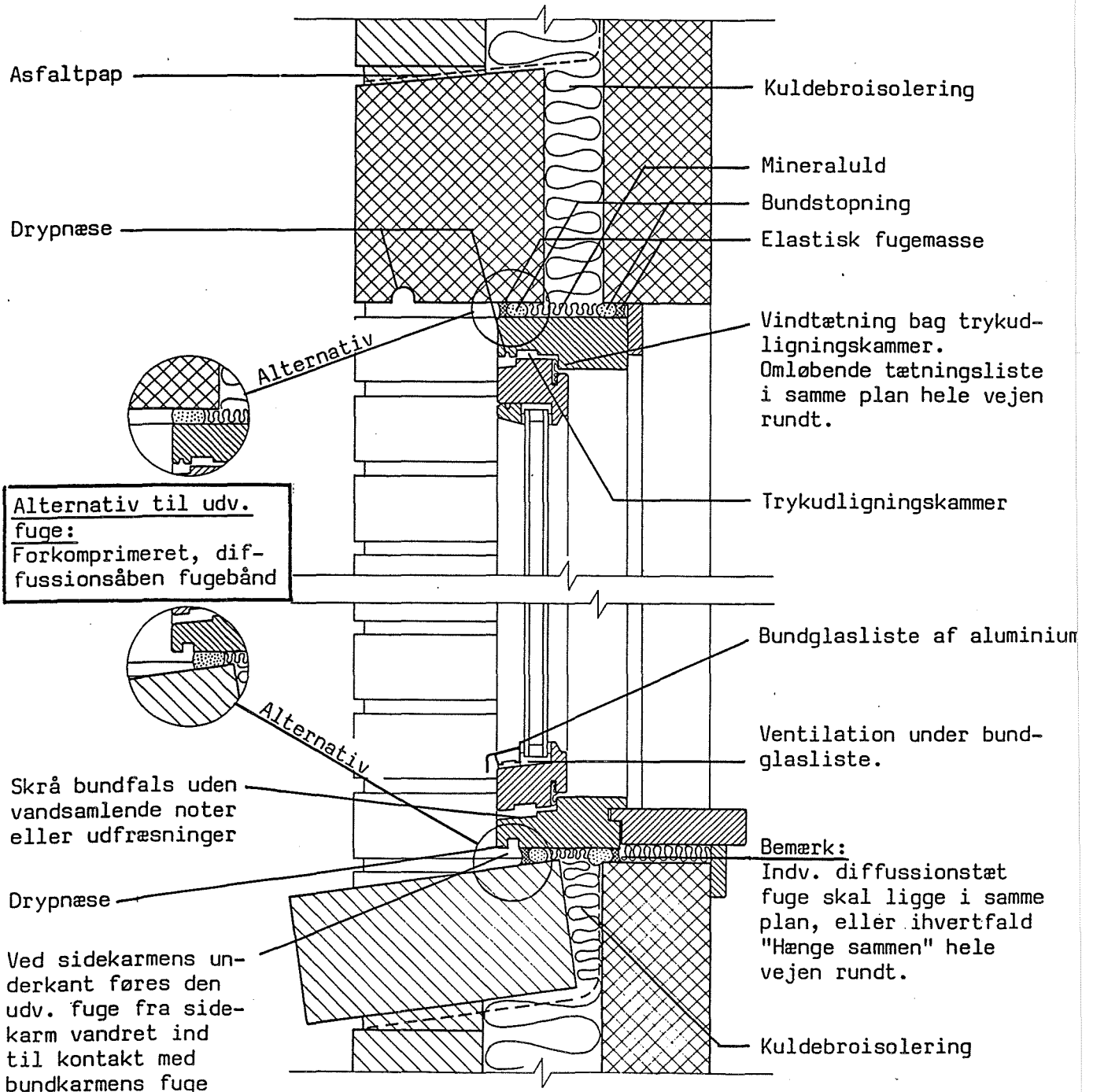
TEGNING nr. 01.013b

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTERET.



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

13



LODRET SNIT MÅL 1:5

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

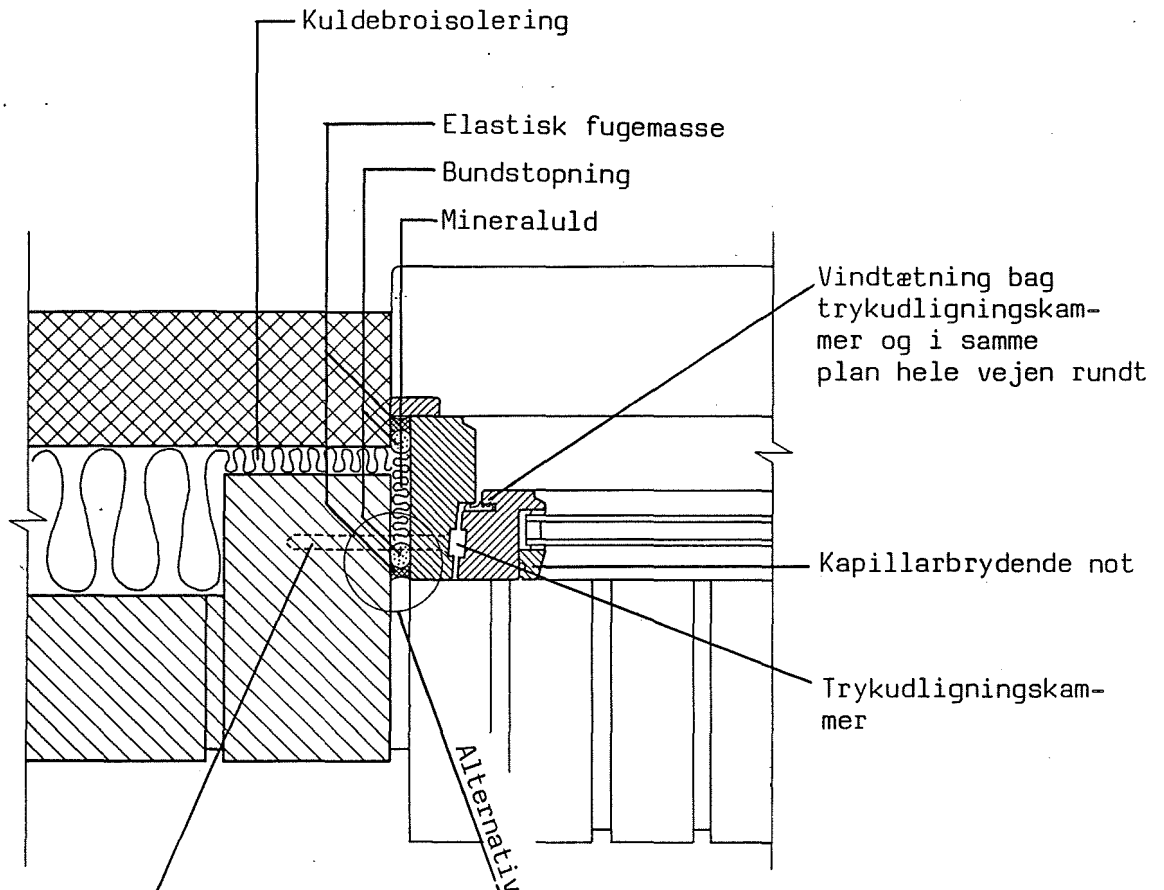
Udarbejdet af: Bygningsingeniør Carl Hammer  
Ribo Vinduer A/S, Ringkøbing

TEGNING nr. 01.013b<sup>2</sup>

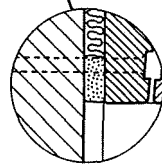
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rodovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

13



Vinduer med oplukkelig ramme fastgøres i falsen for at sikre stabil afstand mellem karm og ramme.



Alternativ til udv. fuge:  
Forkomprimeret, diffusionsåben fugebånd.

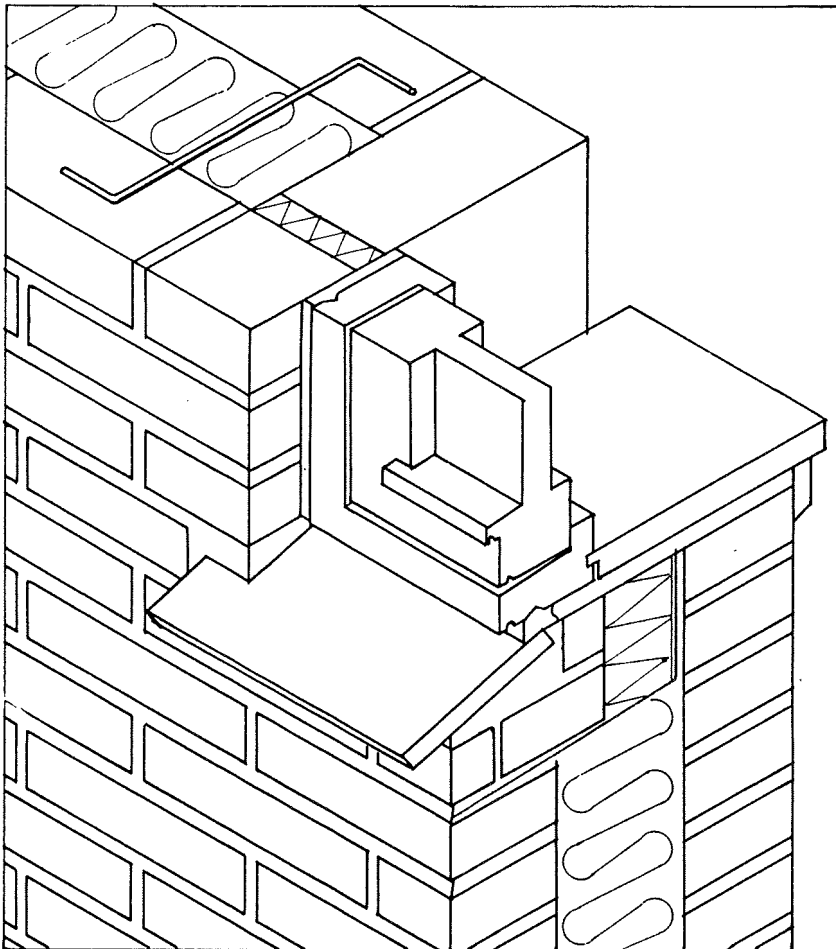
VANDRET SNIT MÅL 1:5

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNING**

Udarbejdet af: Bygningsingeniør Carl Hammer  
Ribo Vinduer A/S, Ringkøbing

TEGNING nr. 01.013b<sup>3</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for bærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre



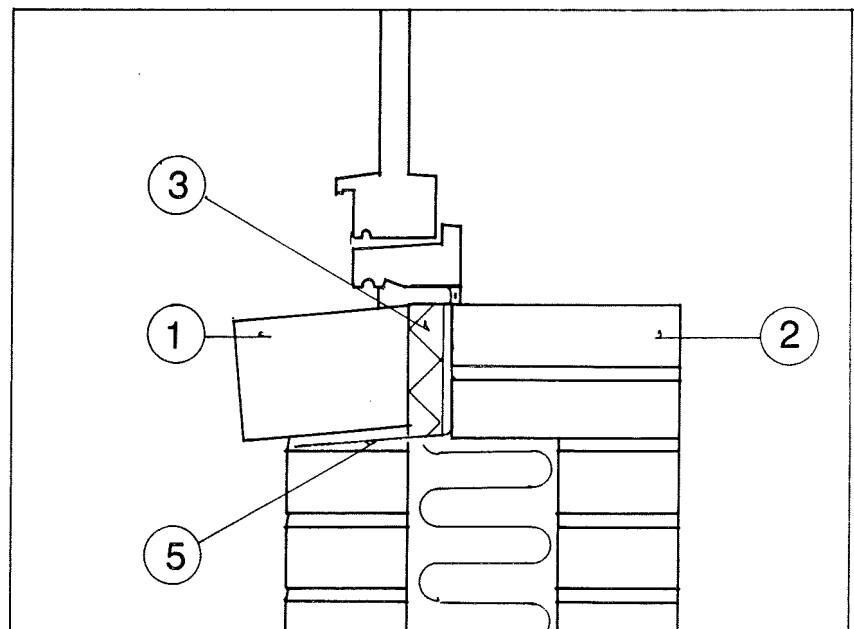
### Sålbænke

Det er meget store vandmængder, der under slagregn passerer en sålbænk, og skal misfarvninger, fugtskader og frostska-der undgås, bør sålbænke udføres med fald, med fremspring og med vandnæse. Endvidere bør den føres ind i murværket ved falsene, idet det her er yderst vanskeligt at skabe en fugte, der forbliver tæt, og det gæl-der, hvad enten der anvendes en speciel fugemasse eller mørtel. Dette gælder i sær-lig grad, hvis der anvendes materialer til sålbænken med anden varme- og fugtud-videlse end murværk (f. eks. har beton og metaller en meget større varmeudvidelse end murværk). Er sålbænken af tynde gulv-klinker eller af teglsten (f. eks. i form af et rulskifte), er det absolut nødvendigt, at fugerne er fyldte og med fald, samt at der anvendes en cementholdig mørtel (KC 50/50/750 eller stærkere).

Kuldebroen er brudt i sidefals og underfals ved indlæg af skumplast. I sidefalsen virker skumplasten også som fugtisolering.

### SÅLBÆNK UDFØRT SOM ET RULSKIFTE

1. Rulskifte med fald udad. Enkelte tegl-værker fremstiller specielle formsten (sålbænkesten).
2. Overlukning af vinduesbrystning ved hjælp af 2 udkragede skifter.
3. Kuldebro i vinduesfalsen er brudt ved ind-lægning af 30 mm skumplast.
5. Fugtisolierende paplag.



Eksempler fra:

# Murerfagets byggeblade

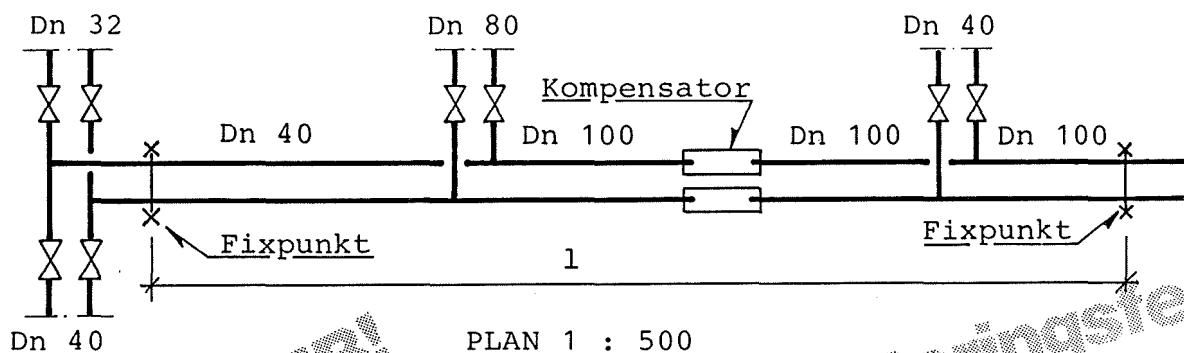
# Nr. 32



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

14



## PRÆISOLEREDE FJERNVARMELEDNINGER I JORD. FIXPUNKTER.

### NOTE:

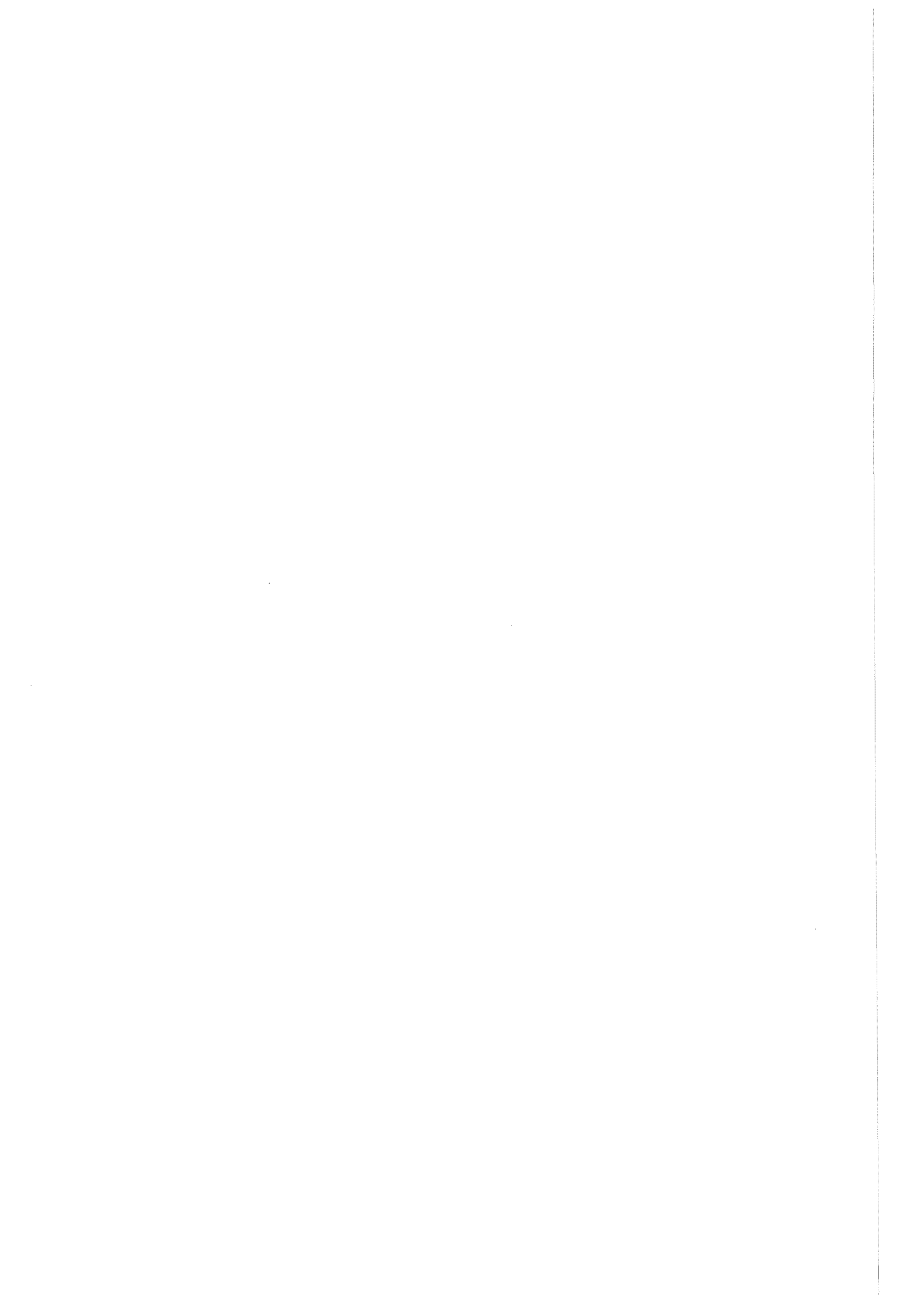
De angivne ledningsdimensioner gælder både FVF og FVR og angiver den nominelle dimension i mm.

### Projektfejl

Fixpunkterne, der skal optage normalkræfterne i ledningen, er henholdsvis anbragt på en Dn 40 og en Dn 100 ledning, uanset at normalkræfterne er af samme størrelsesorden ved de to fixpunkter. Kræfterne hidrører fra:

- Friktion mod jord.
- Kompensatorkraften, der er en sum af kompensatorbælgens fjederkraft og den kraft vandtrykket udøver på bælgen.

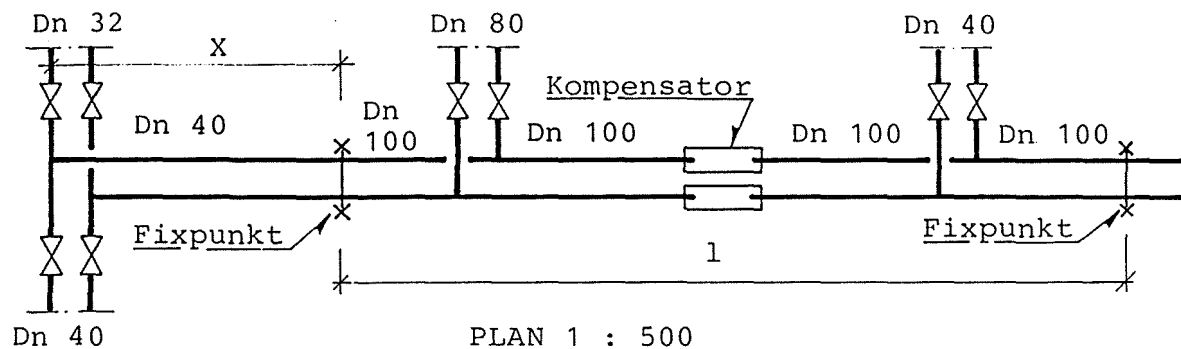
En standard-fixpunktsfitting, der består af et rørstykke med en stålflange beregnet for indstøbning i en betonklods, er dimensioneret for de maksimalt tilladelige kræfter i stålrøret. Normalkraften i Dn 40-ledningen kan ikke beregnes særlig nøjagtigt, med mindre der udføres målinger af den aktuelle jordfriktion; det er imidlertid næsten givet at fixpunktet vil blive overbelastet, hvis ekspansionsstrækningen, L, er af en økonomisk hensigtsmæssig størrelse (der for en Dn 100 ledning typisk kan være 80-100m).



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

14



## PRÆISOLEREDE FJERNVARMELEDNINGER I JORD. FIXPUNKTER.

### NOTE:

De angivne ledningsdimensioner gælder både FVF og FVR og angiver den nominelle dimension i mm.

### Korrekt udførelse

Strækningen, X, gøres så stor som tilladeligt (typisk 12-15m), og det store Dn 100 rør føres til fixpunktet.

NB! Ved beregning af ekspansionskræfter skal man ikke lade sig forlede af optimistiske entreprenører/leverandører til at tro på argumenter af typen "kraftbidraget fra kompensatoren skal kun regnes med halvdelen, idet den anden halvdel går til fastspændingen i den anden ende".

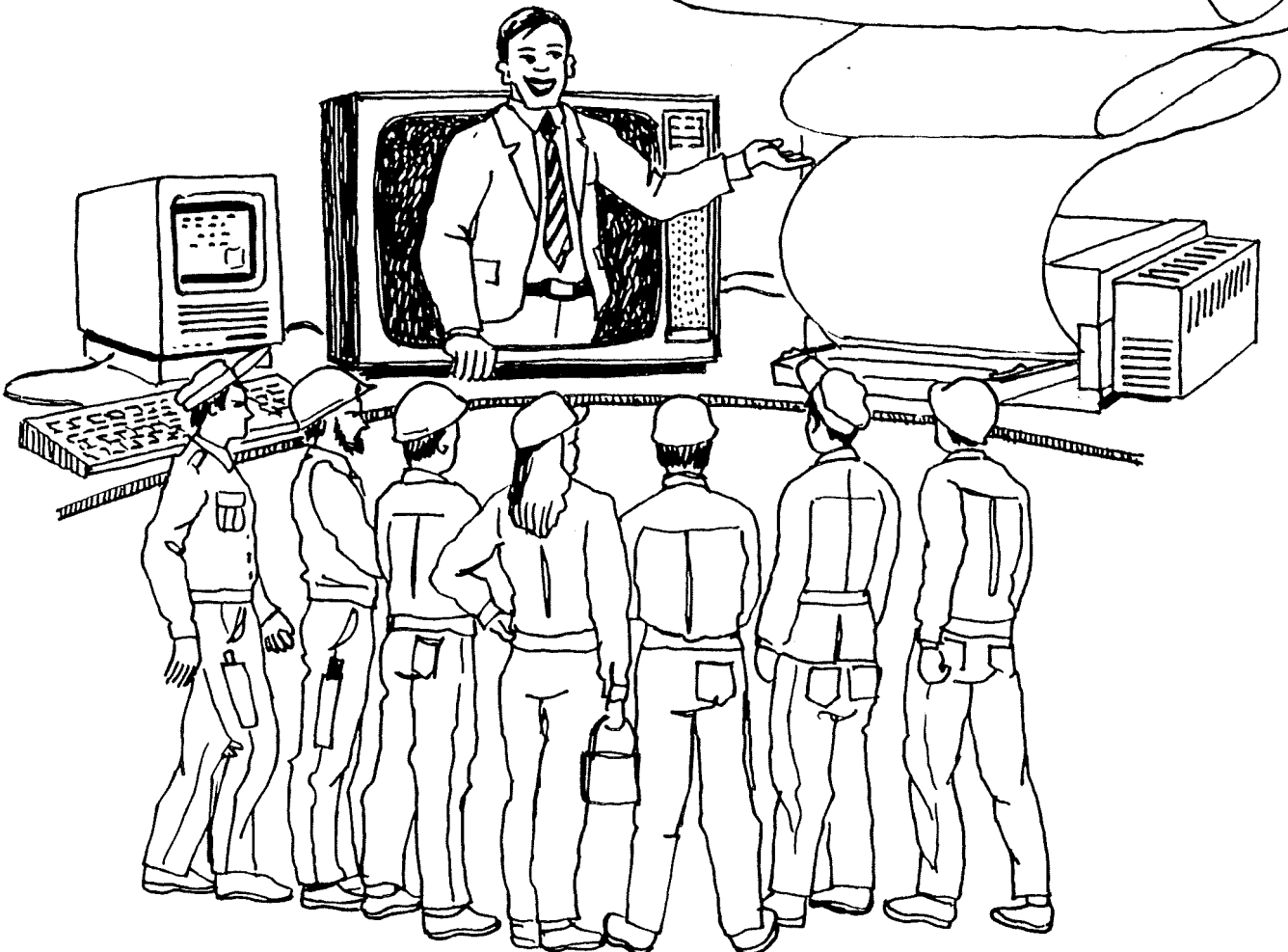
### FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af civilingeniør Erik Friis-Madsen  
Rådgivende ingeniørfirma K.B. Löwenmark I/S

TEGNING nr. 01.014ib

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

UTÆTTE VANDRØR KAN  
SKYLDES EN BYGGEFEJL

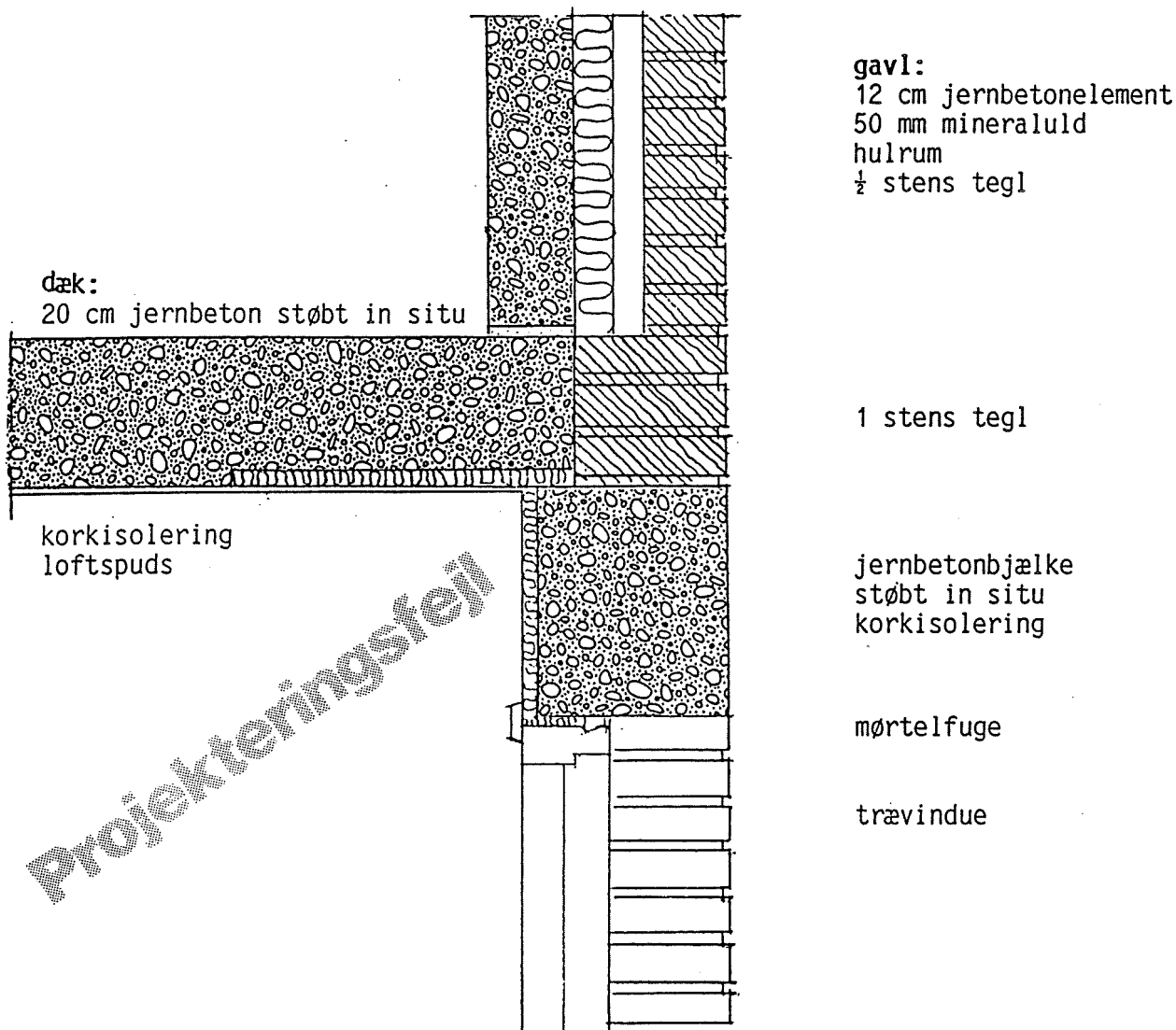


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SFB (29)  
(39)

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

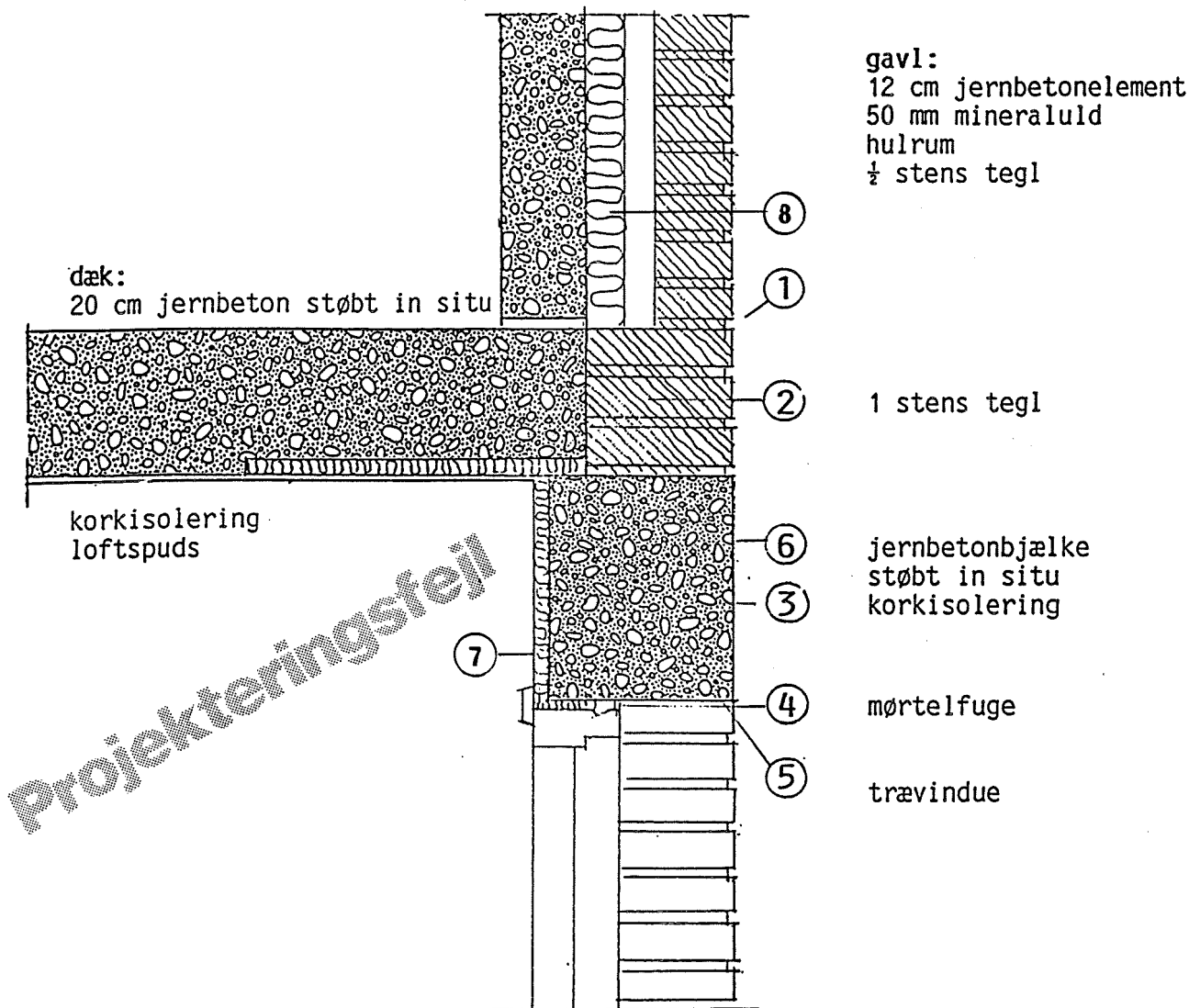
15



Snit i gavl med vinduesoverligger

Mål 1: 10



**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**SfB (29)  
(39)**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri****15**

Snit i gavl med vinduesoverligger

Mål 1: 10

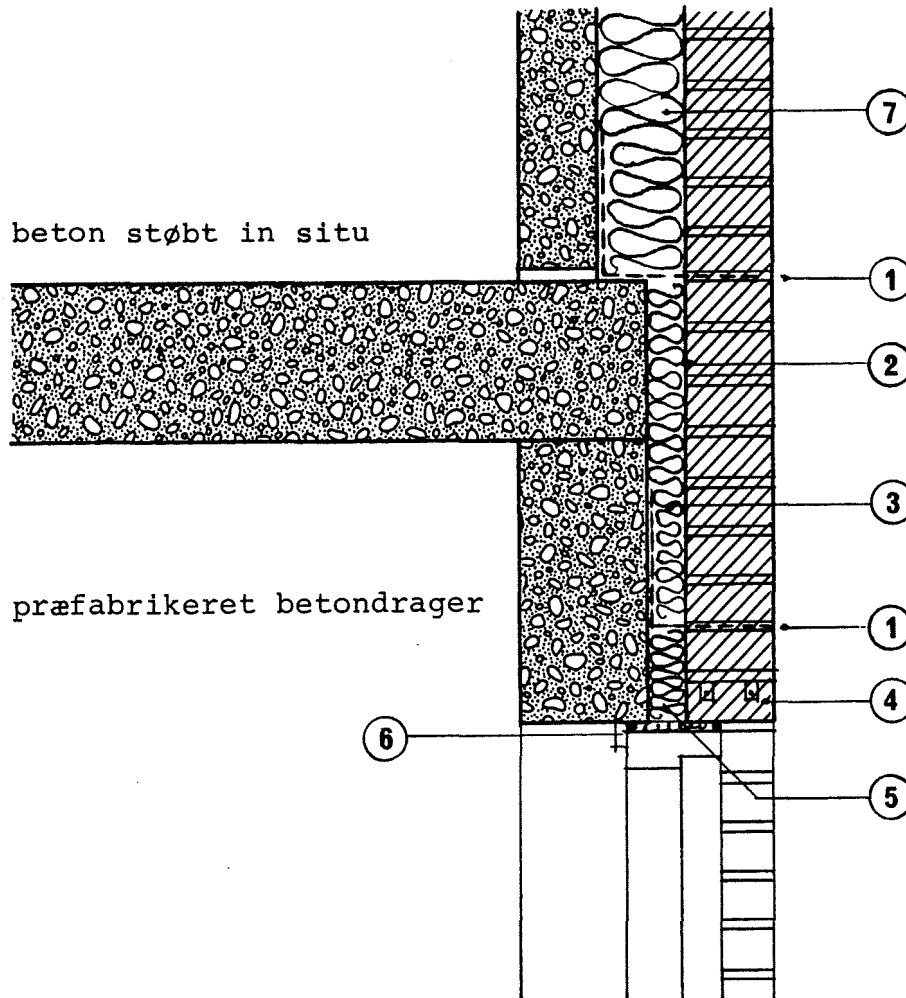
Mangler og fejl på tegning og i tekst:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| ① fugtisolering mangler         | ⑥ in situ-støbt jernbeton giver revnedannelser i murværk p.g.a. betonbevægelser der skyldes svind, fugt og temperatursvingninger. |
| ② kuldebro                      |   |
| ③ utilstrækkelig isolering      |   |
| ④ indvendig tæt fuge mangler    |   |
| ⑤ affasning og drypnase mangler | ⑦ vægpuds mangler   |
|                                 | ⑧ hulmursisolering mangelfuld.  |

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SFB (21)

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

**15**

LODRET SNIT I GAVL MED VINDUESOVERLIGGER  
MÅL 1:10

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. Fugtisolering.        | 5. Trykfast isolering.                     |
| 2. Beton og mur afskilt. | 6. Damptæt fuge.                           |
| 3. Kuldebroisolering.    | 7. Isolering jvf, BR-82, kap.8.            |
| 4. Evt. ståltegl.        | Ydervæg over 100kg/m <sup>2</sup> , k=0,35 |

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af

ARKITEKTFIRMAET JØRGEN HAMMELBOE TEGNING nr. **01.015 b**

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkrafter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

## HULMUR/MURÅBNING

35 cm hul mur.

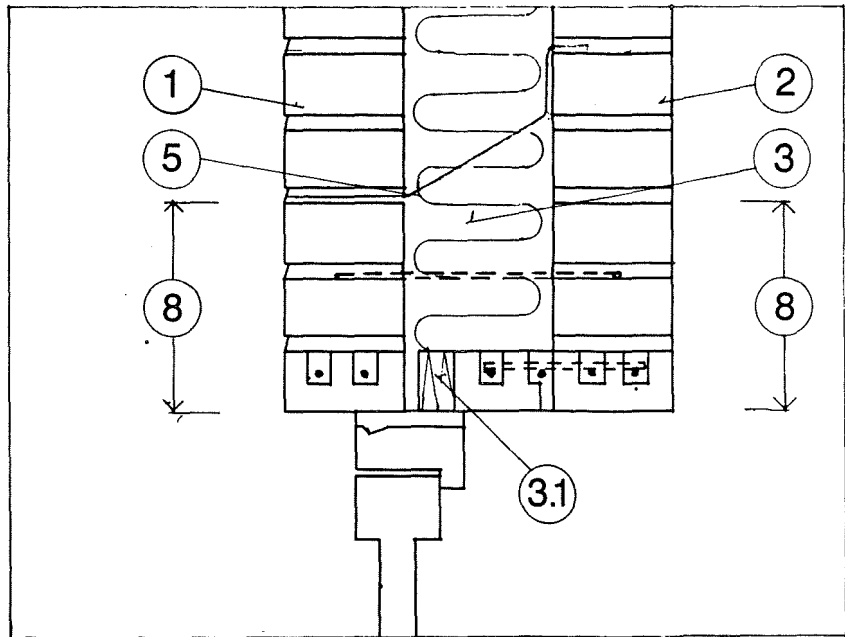
Overlukninger.

1. Facademur.
2. Bagmur.
3. 125 mm mineraluld.

3.1 Kuldebroen i vinduesfalsen er brudt ved indlægning af 30 mm skumplast, som klæbes på tegloverliggeren.

5. Fugtisolerende paplag, der ved falsene føres mindst 150 mm ind i hulrummet i hver ende.

8. Antallet af skifter, der indgår i den virksomme bjælke, er afhængig af åbningens spændvidde. Det er uhyre vigtigt, at det fugtisolerende paplag ikke indlægges i den virksomme bjælke.



## HULMUR/TAG MED FORSKUDTE TAGFLADER

35 cm hul mur.

5. Nederste fugtisolerende paplag skal sikre udledning og eventuel indtrængende vand gennem formuren over paplaget.

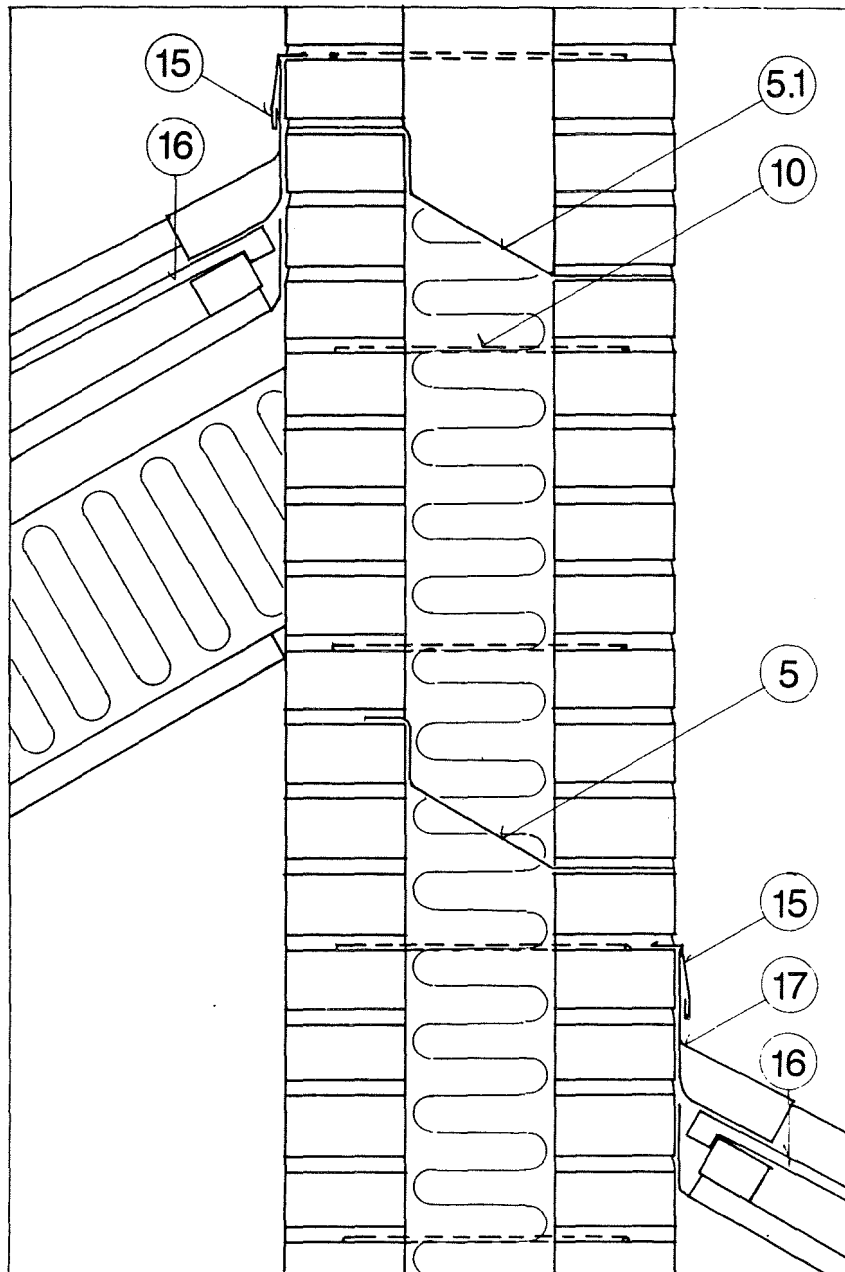
5.1 Fugtisolerende paplag, hvor eventuelle samlinger skal klæbes, paplaget udføres i hele murens bredde.

10. Trådbindere.

15. Zinkinddækning.

16. Tagflade.

17. Blyinddækning.



Eksempler fra:

## Murerfagets byggeblade

Murerfagets Oplysningsråd  
Peblinge Dossening 36

Telefon 01 37 25 00  
2200 København N

Nr. 32

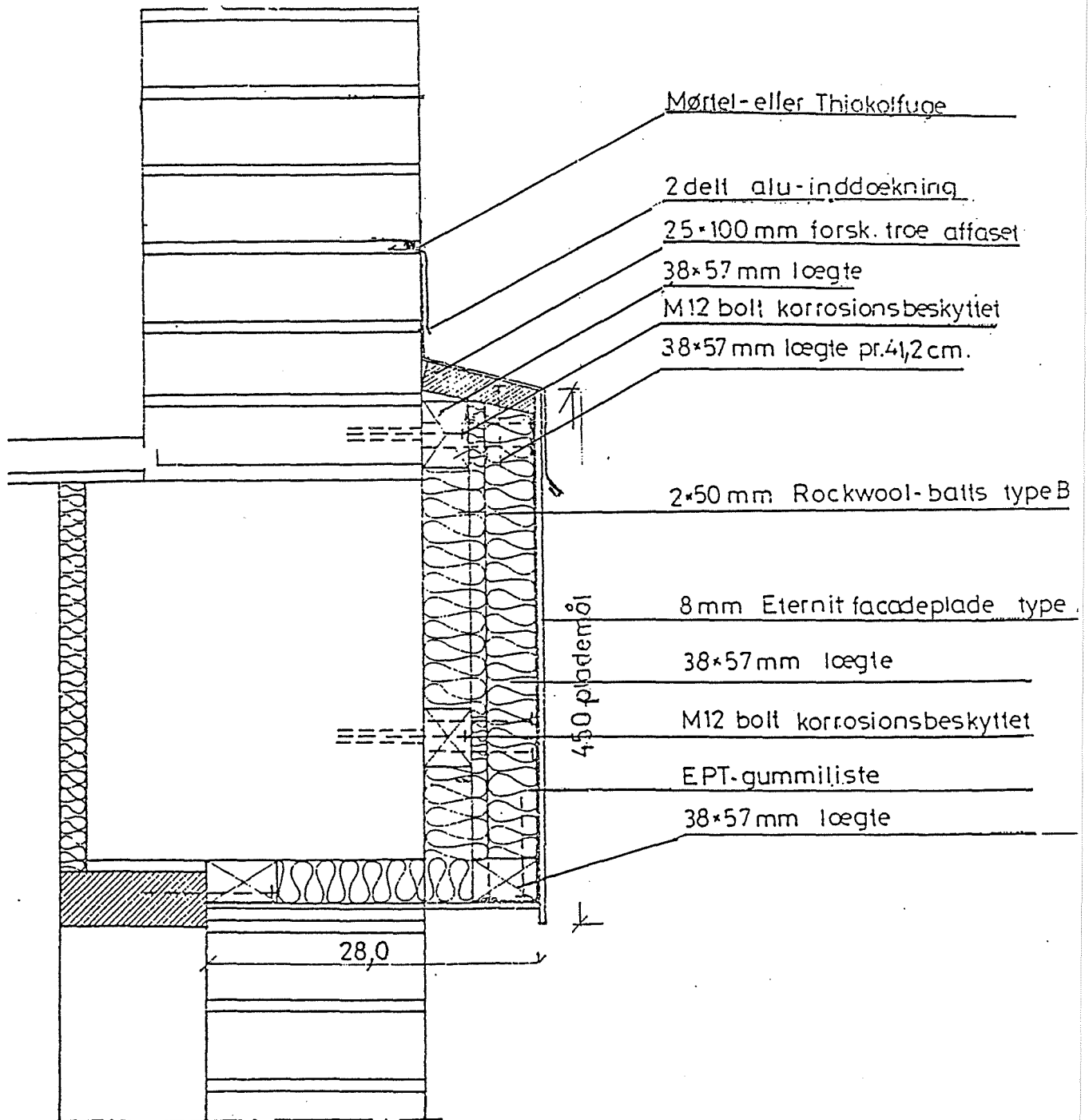


Maj 1986

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

15

DETAJLTEGNING af renoveringsnødløsning til afhjælpning af skader forårsaget af temperaturbevægelser.



SNIT VED VINDUE 1:5

FORSLAG TIL RENOVERING

udført af:

**BIRCH & KROGBOE** rådgivende ingeniorkontor *ks*

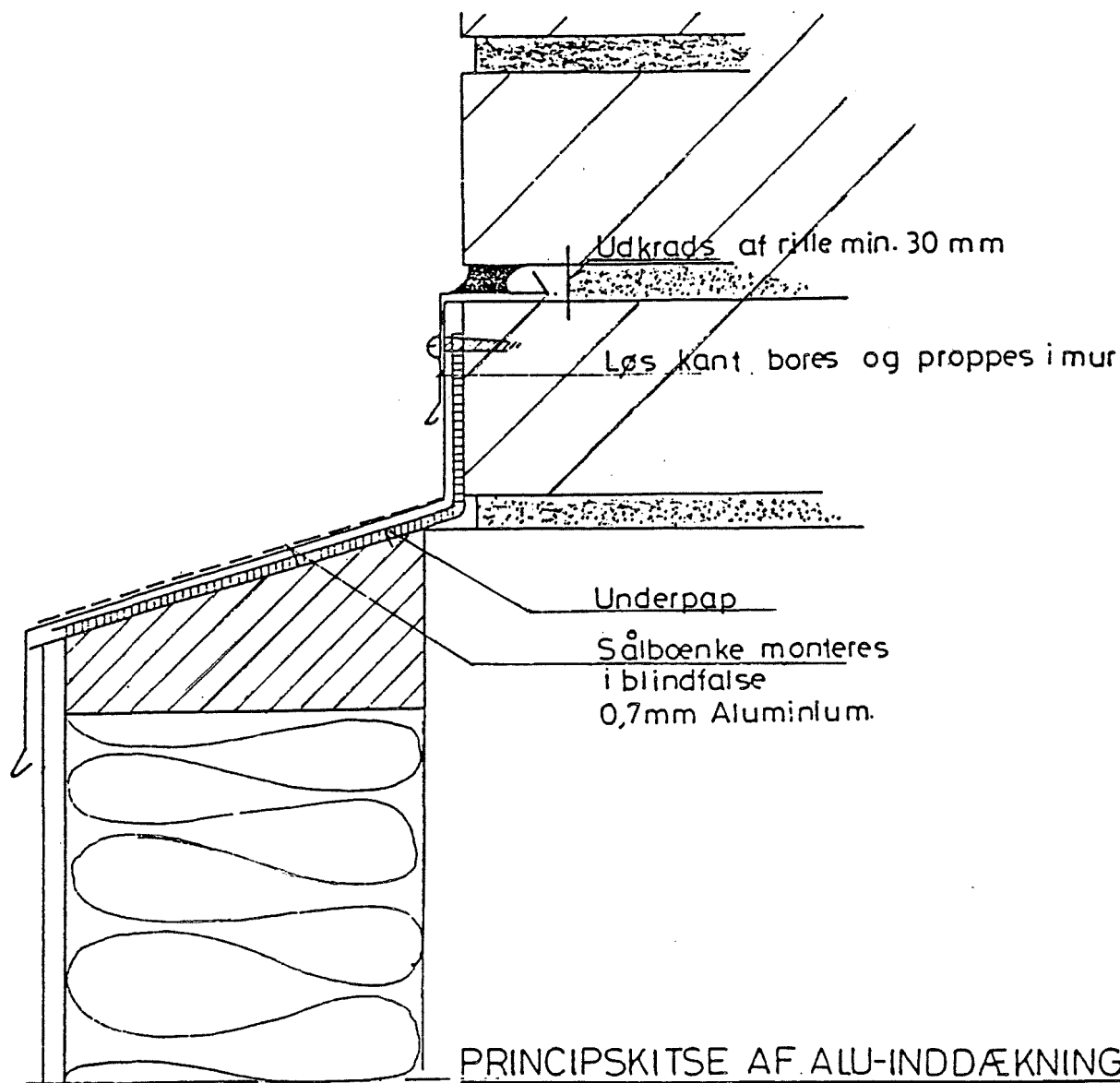
TEGNING nr. 01.015r<sup>1</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkrafter for vordende byggefolk  
 BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekøer 60, 2610 Redovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

15

Renoveringsnødløsning til afhjælpning af skader forårsaget af temperaturbevægelser.



All træværk imprægneres ved neddykning i Gori-22 (fugtindhold inden imprægnering max: 16%)

### Korrosionsbeskyttelse:

Bolte skal være varmtforz. eller rustfrit stål 18/8.

Søm skal være elektrogalv.

Jo-ankre skal være kromatiserede.

Tegn. viser vejl. mål, endelige mål tages på stedet.

Ubenevnte mål i cm.

FORSLAG TIL RENOVERING  
udført af:

**BIRCH & KROGBOE** rådgivende ingeniørkontor K/S

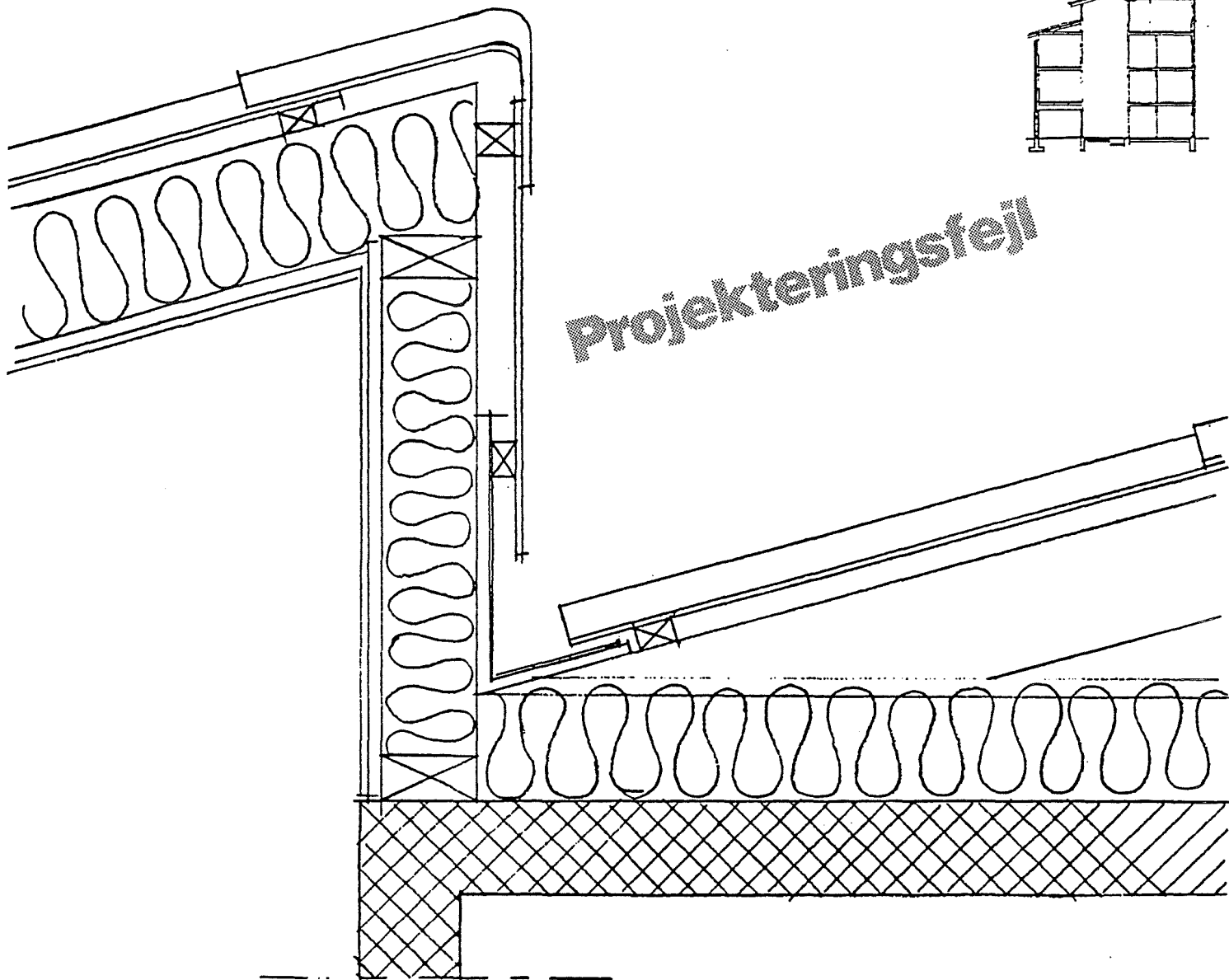
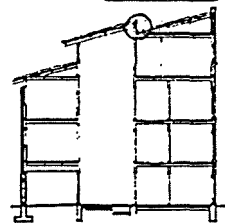
TEGNING nr. 01.015r<sup>2</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFØJREGISTRET, Gunnekeær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

16



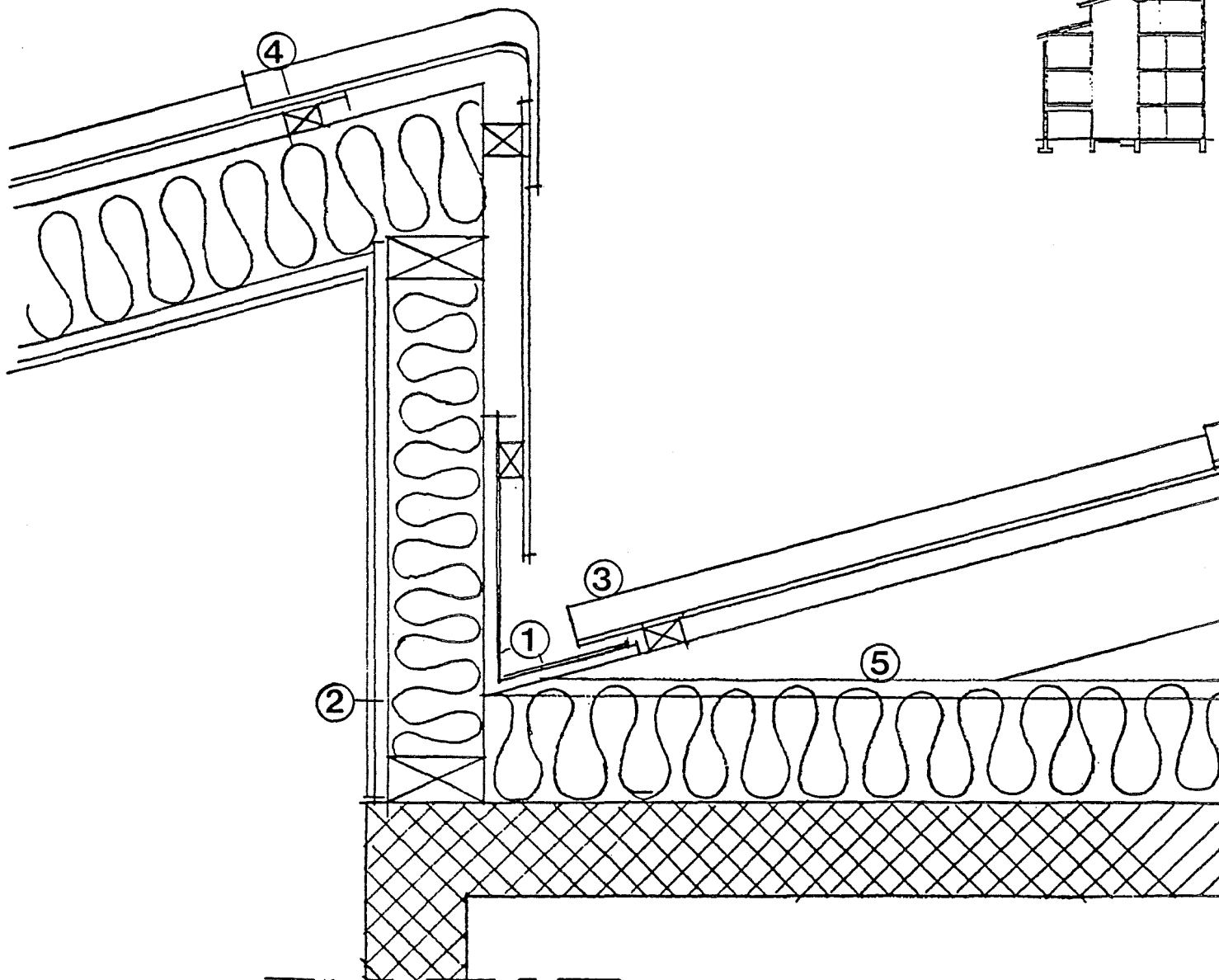
Projekteringsfejl

1:10

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

16



SNIT I AFSLUTNING AF BØLGEETERNIT OG I SKOTRENDE

MÅL 1:10

MANGLER OG FEJL PÅ TEGNING OG I TEKST:

- ①—dårlig udformning af skotrende - intet fald - ingen sikkerhed mod opstemning/smeltevand
- ②—manglende dampspærre
- ③—manglende fugleklodser - ingen tæt samling med tagdækning
- ④—manglende fugebånd
- ⑤—manglende opklodsning af spær

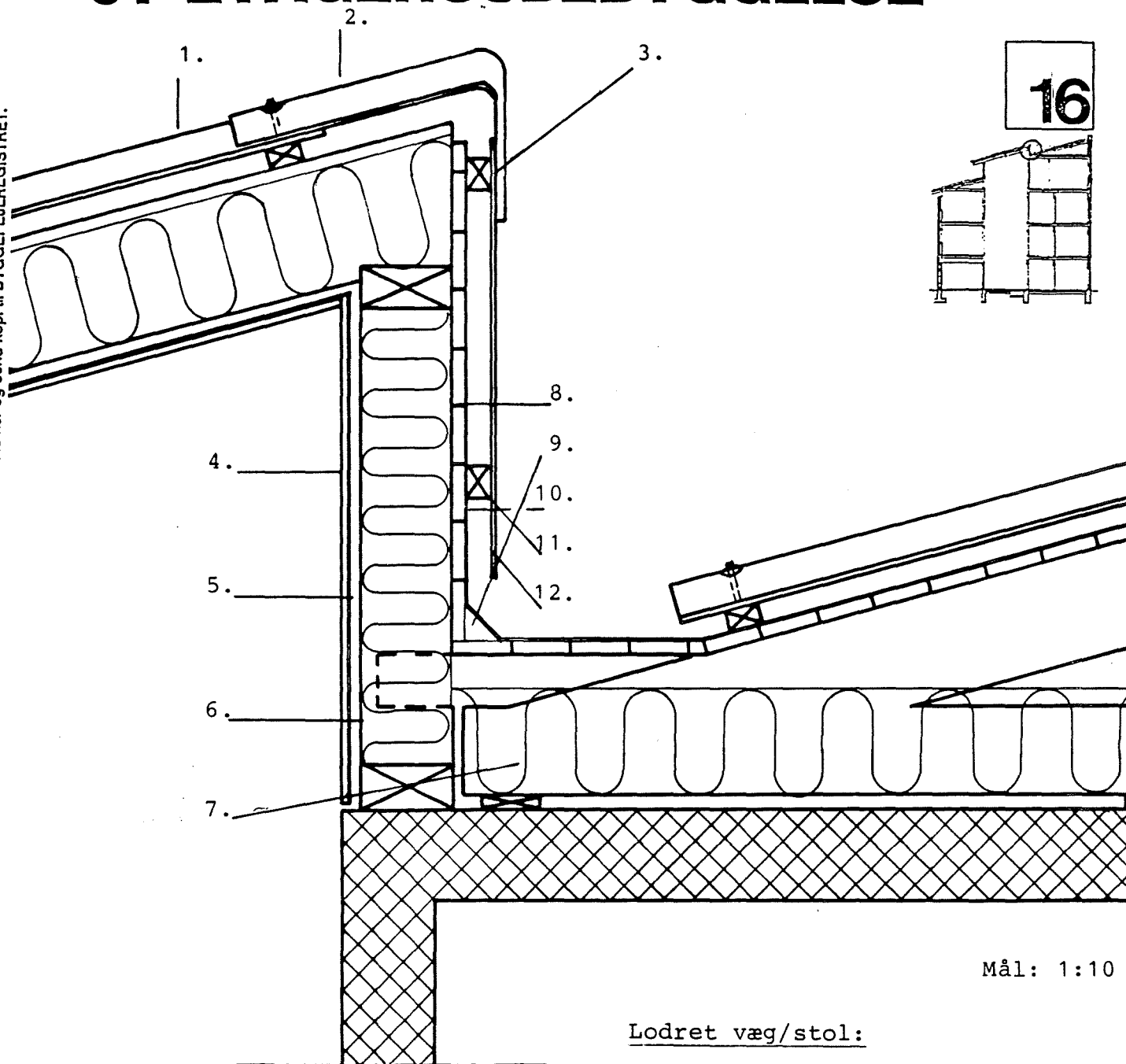
FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. **01.016a**

Til debat mellem byggefølk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefølk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gurnekær 60, 2610 Rødovre

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTRET.



Mål: 1:10

Eternit bølgetag:

1. B6 Eternit bølgeplader
2. Eternit special håndgodsprofil
3. Lægter 38 x 56 mm

Lodret væg/stol:

4. 10 mm Deflamit
5. Dampspærre
6. Forskalling
7. Isolering
8. 1 x 4" hv/pl brædder
9. Trekantliste
10. 2 lag tagpap
11. 38 x 56 mm lægte
12. 8 mm Eternit beklædningsplade

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af arkitekt m.a.a. Jens Vemb, Dansk Eternit, Ålborg

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk

BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 50, 2610 Rødovre

TEGNING nr. **01.016 b**

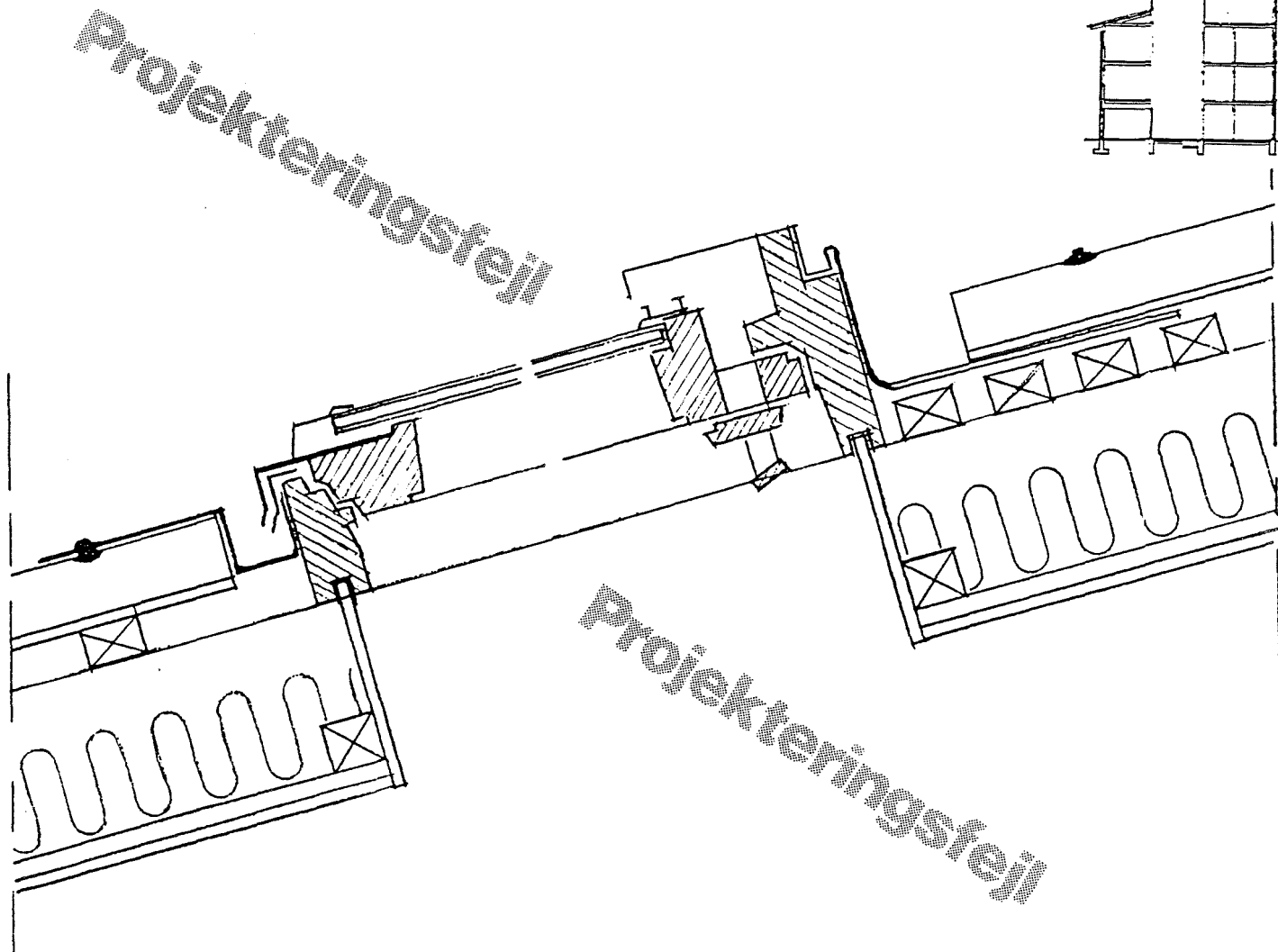
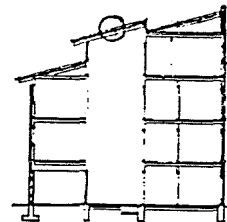




# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

17



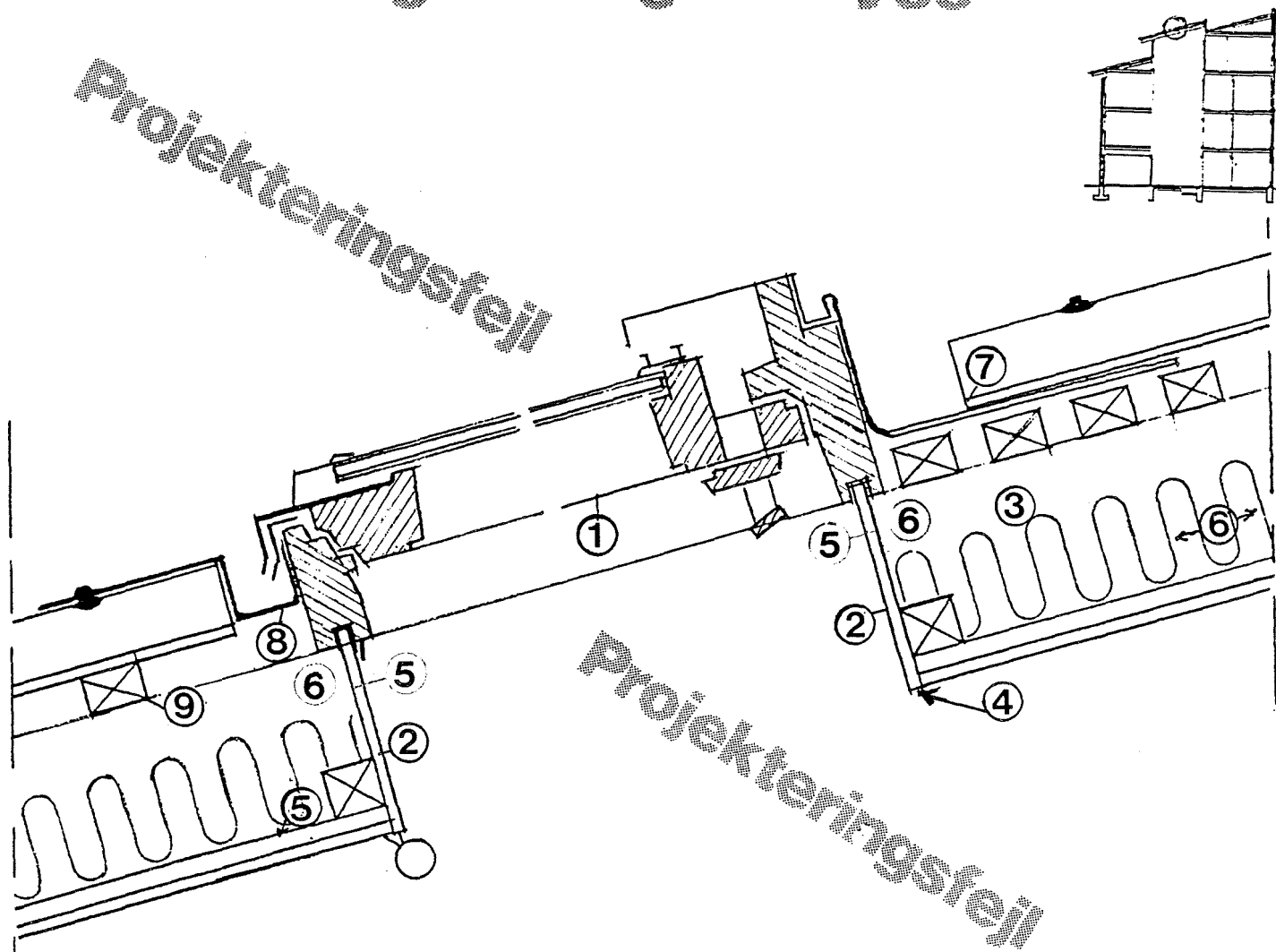
SNIT I OVENLYS I BØLGEETERNITTAG OVER TRAPPERUM

MÅL 1: 5

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

17



SNIT I OVENLYS I BØLGEETERNITTAG OVER TRAPPERUM

MÅL 1: 5

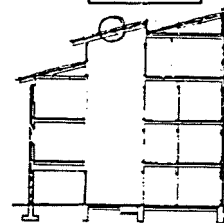
MANGLER OG FEJL PÅ TEGNING OG I TEKST:

- ①—for lav hældning på ovenlys - min  $20^{\circ}$
- ②—dårlig udnyttelse af lysindtag
- ③—manglende udvekslinger (evt.)
- ④—dårlig konstruktion/samling ved lysning
- ⑤—ingen dampspærre
- ⑥—for lidt isolering
- ⑦—manglende fugleklodser
- ⑧—dårlig udformning af skotrende
- ⑨—for lille lægtedimension (38 x 56 mm)

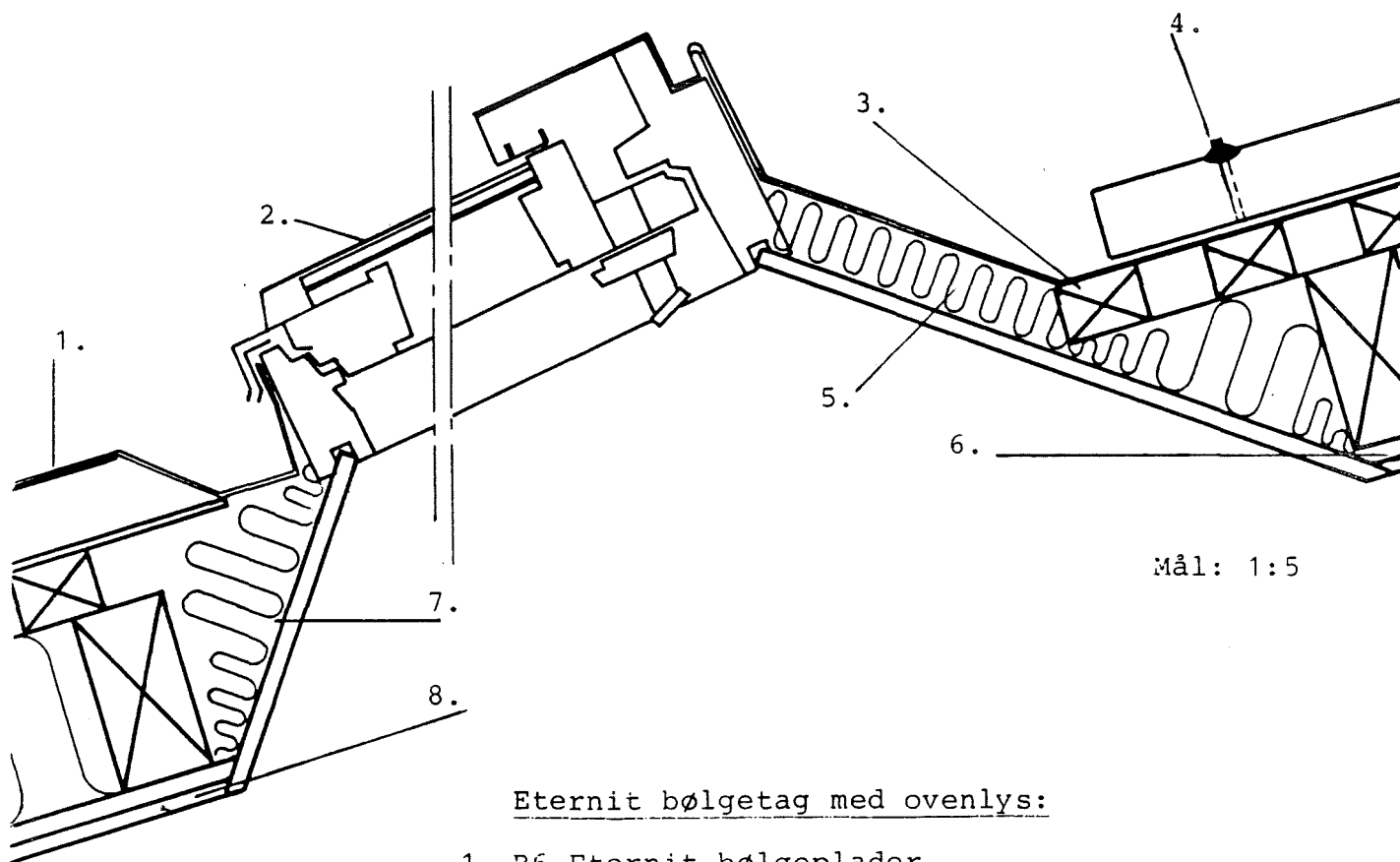
FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. **01.017a**

Til debat mellem byggeføj og til rådighed for lærerkrefter for vordende byggeføj  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekør 60, 2610 Rødovre

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE****17**

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFØJREGISTRET.



Eternit bølgetag med ovenlys:

1. B6 Eternit bølgeplader
2. Velux ovenlys
3. 38 x 56 mm lægter
4. B6 Eternit fugleklodser med ventilation
5. Isolering
6. 22 mm forskalling
7. Dampspærre
8. 10 mm Deflamit

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING

udarbejdet af arkitekt m.a.a. Jens Vemb, Dansk Eternit, Ålborg

Til debat mellem byggefølk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefølk  
 BYGGEFØJREGISTRET, Gunnekær 80, 2610 Rødovre

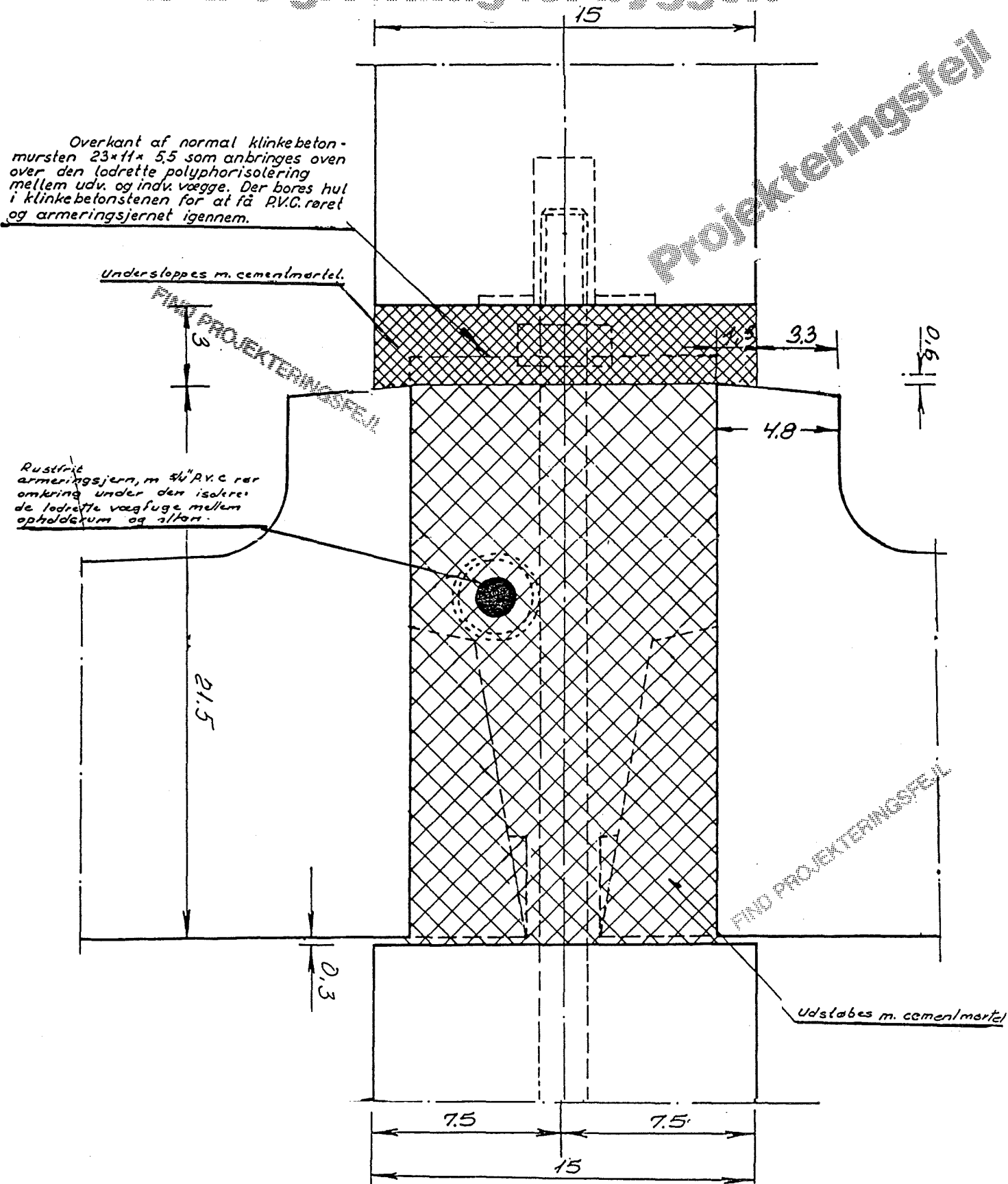
TEGNING nr. **01.017b**



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

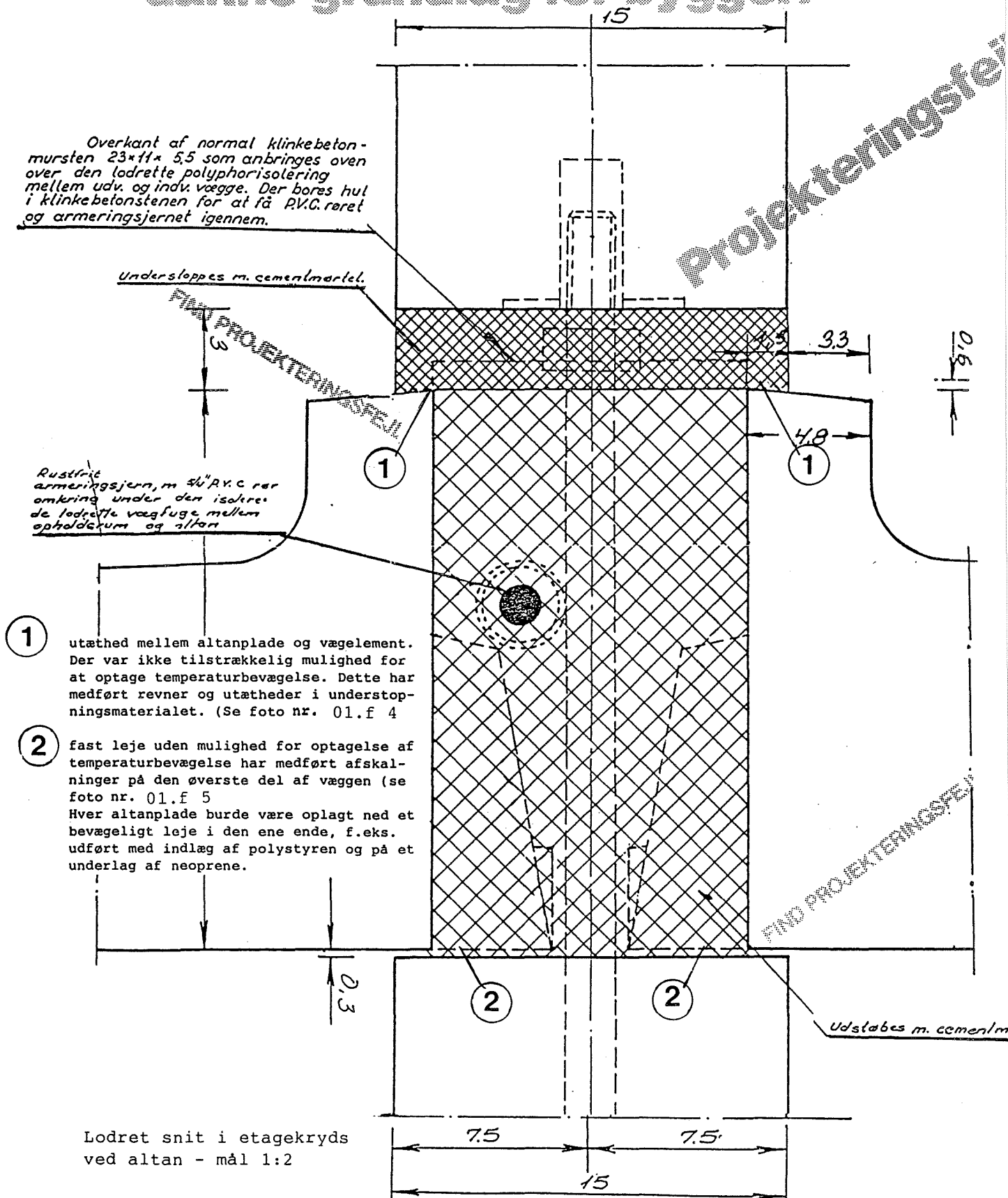
**18**



# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

18



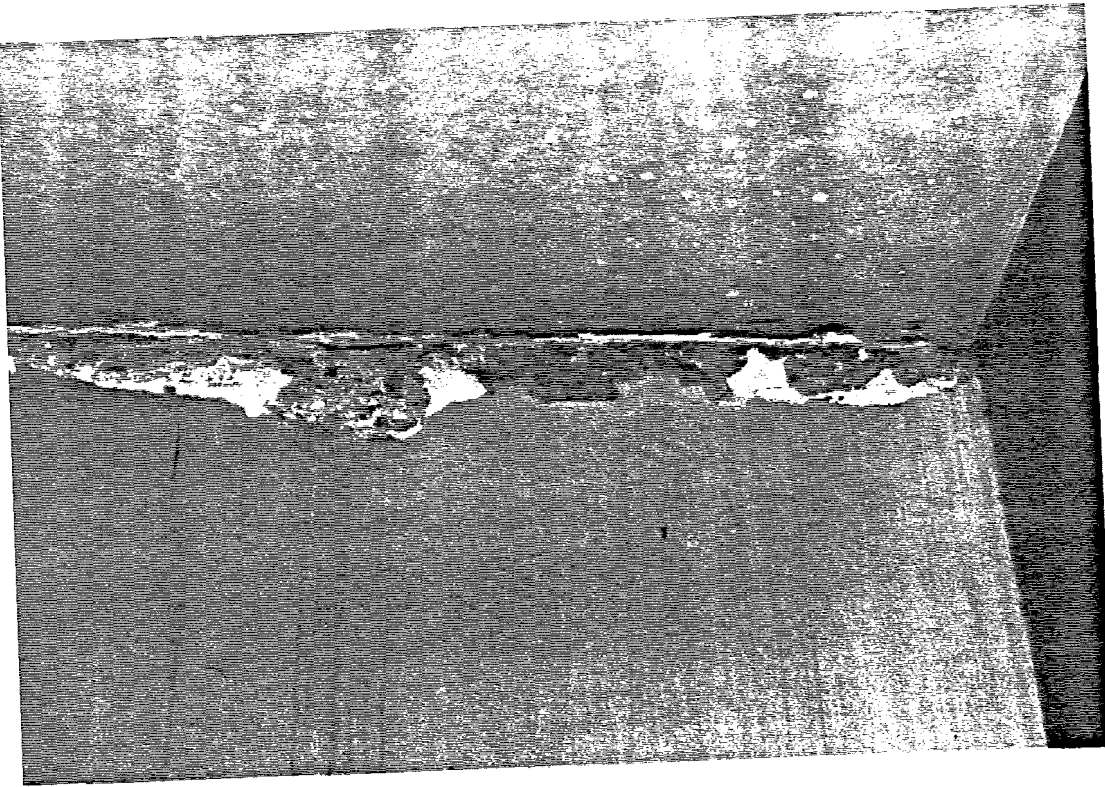
FIND PROJEKTERINGSFEJL

FEJLFINDINGSTEGNING nr. 01.018a

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

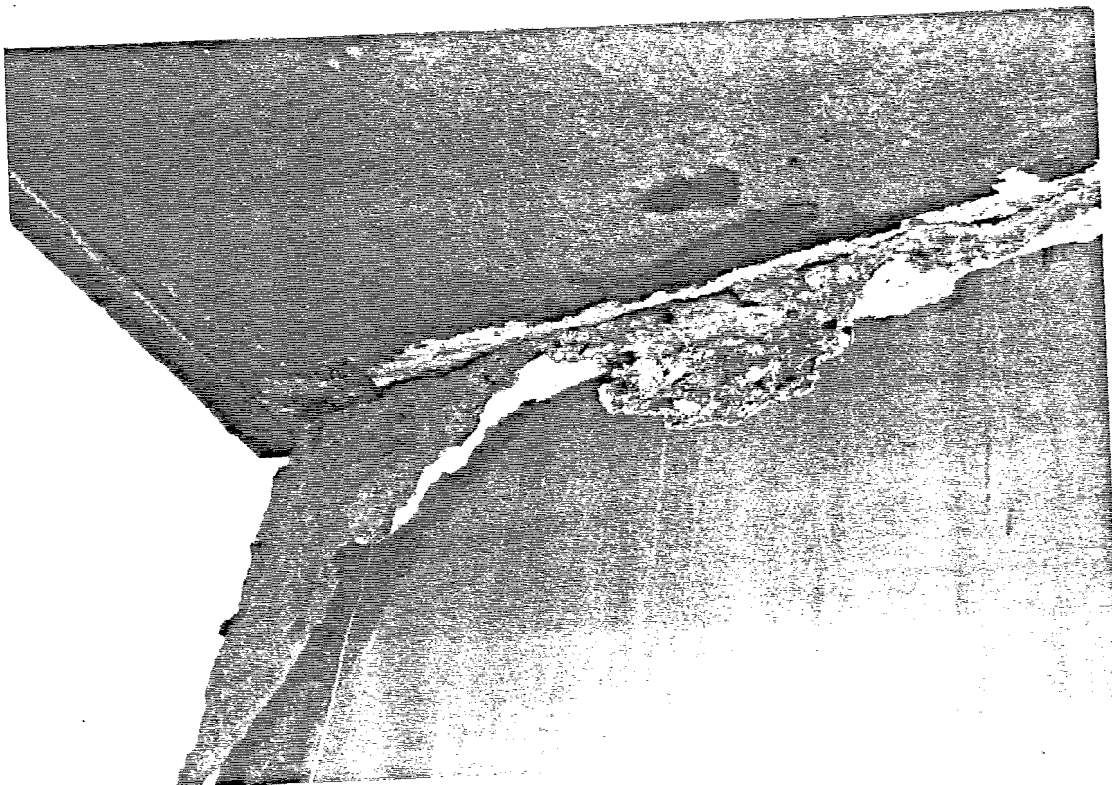
18



Afskalninger på altanvæg under altanen ovenover.



Afskalninger af altanvederlag.



SKADBEKEMPELSE

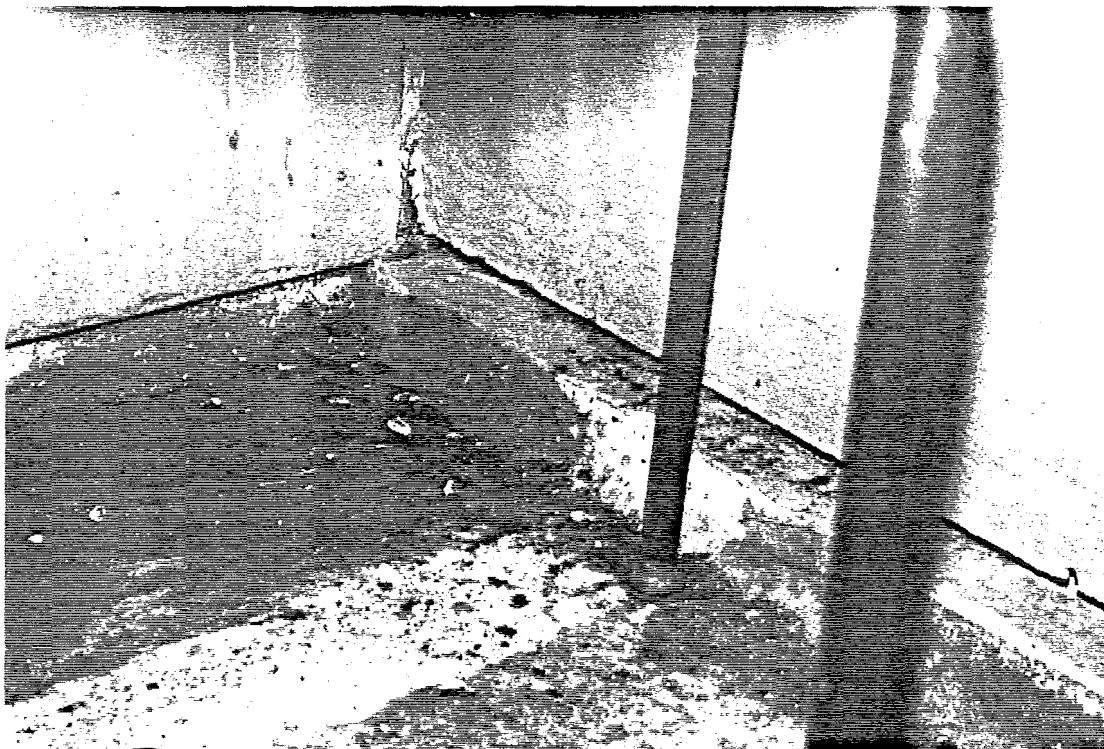
Et debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkolleger for vordende byggefolk  
BYGGERETTEN, P.O. BOX 575, 2610 Rødovre

FOTOGRAF 01.f 4

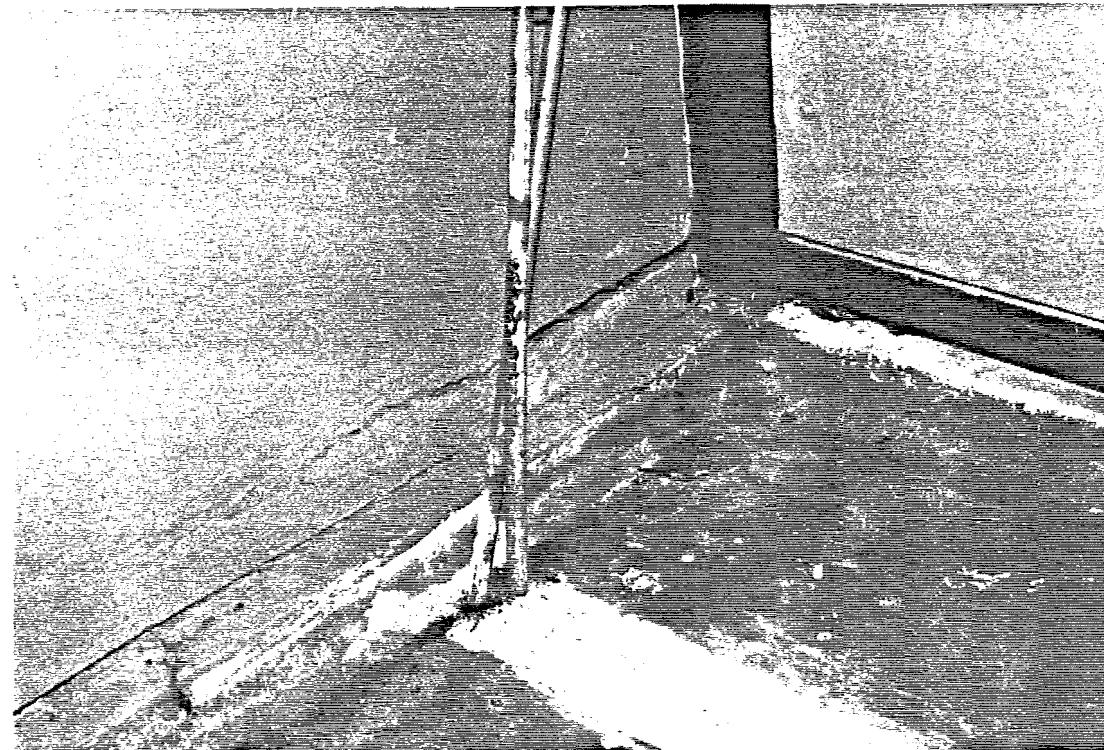


# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

18



Altanpladen har sat sig, og understopningen under væggen er blevet utæt, så vand, der løber ned ad væggen, trænger ind i etagekrydset.



Revnet understopning under altanvæg.

**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE****18**

UDDRAG AF INGENIØRBESKRIVELSE VEDRØRENDE  
REPARATION OG SIKRING AF ETAGEKRYDS VED  
ALTAN

4.7 Afskalninger på væggene under altanpladerne. Sikring af vederlag ved opsætning af altanbeslag

Reparation af afskalninger udføres de steder, hvor der opsættes altanbeslag, jvf. fortegnelsen over lejlig-hedsnumre og altanbeslag.

4.7.1 Reparation

Afskallede partier på begge sider af væggen behugges til sund beton med kanter vinkelret på betonoverfladen, og der rengøres ved støvsugning. Fugtning, svumning og tilstøbning vådt i vådt efter leverandørens anvisninger. Tilstøbningen afsluttes 5 mm under altanpladen ovenover, og oversiden af tilstøbningen gives fald udad mod væg-siden. Af hensyn til opsætningen af vinkeljern må ydersiden af reparationerne ikke være beliggende uden for vægfladens flugt.

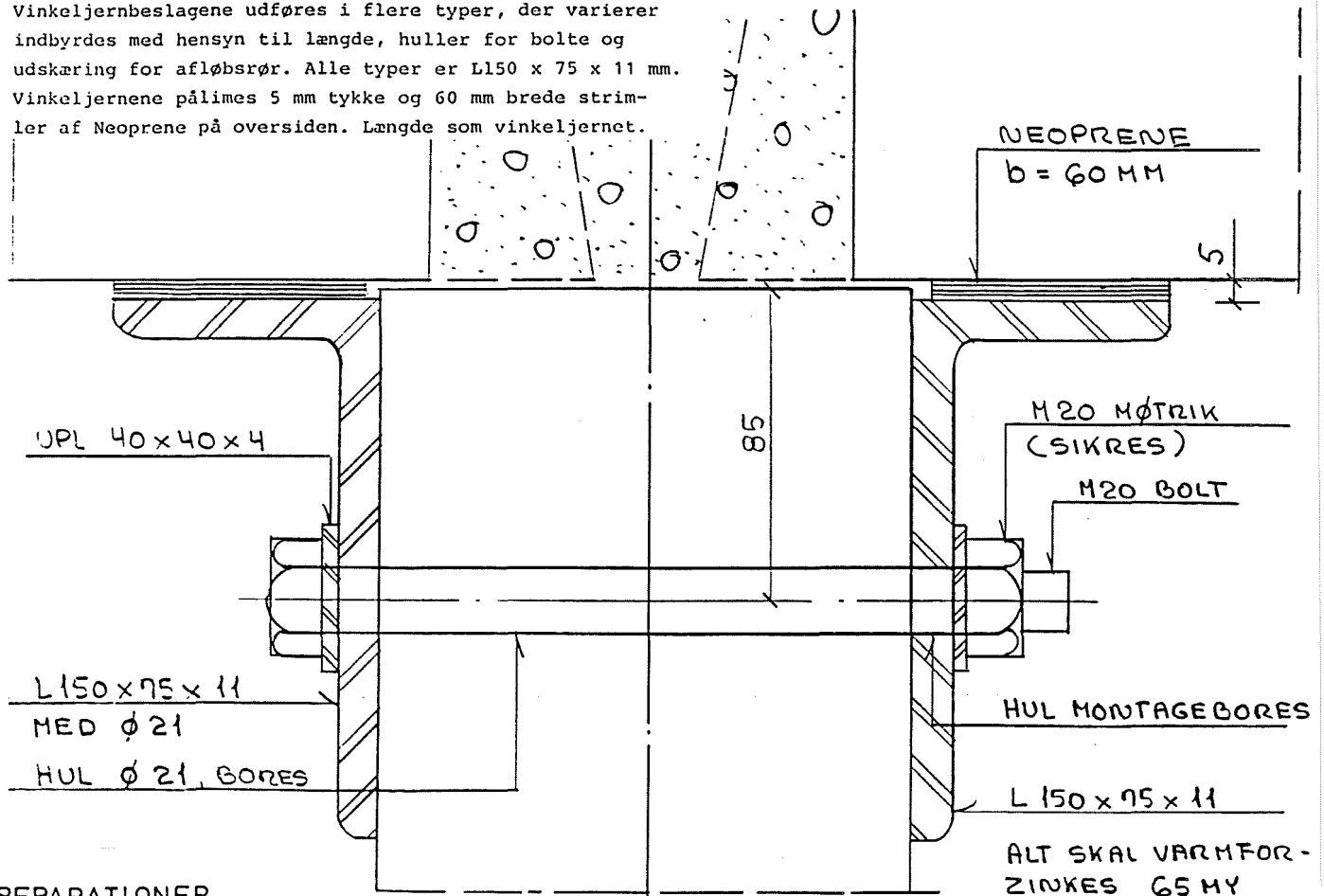
4.7.2 Montage af beslag

Vinkeljernbeslagene udføres i flere typer, der varierer indbyrdes med hensyn til længde, huller for bolte og udskæring for afløbsrør. Alle typer er L150 x 75 x 11 mm. Vinkeljernene pålimes 5 mm tykke og 60 mm brede strimler af Neoprene på oversiden. Længde som vinkeljernet.

Vinkeljernene presses op mod altanundersiden og fastholdes der, f.eks. med bomme og kiler. Altan-pladen må ikke løftes, da dette kan skade det ud-støbte etagekryds.

Med diamantbor bores med det ene beslag som skabelon gennem betonvæggen og gennem det modstående vinkeljern. De montageborede boltehuller repareres med Galvafrøid. Bolt m.m. monteres, og møtrikken sikres.

Herefter fjernes den midlertidige afstivning. På de vægge, der danner skel mellem dybe og mindre dybe altaner, udelades de gennemgående bolte på den del af væggen, der danner ydervæg. I stedet fastnes det lange vinkeljern til betonvæggen med bolte i indborede ekspansionsankre. Boring foregår med beslaget som skabelon. Beslaget er forsynet med huller i overstørrelse for disse bolte, således at lodrette belastninger ikke kan overføres.



REPARATIONER  
NORMALT ETAGEKRYDS VED ALTAN

RENOVERING udført i samarbejde med ingeniører og entreprenører

sagsing. T. ERICHSEN

m. folmer andersen rådgivende ingeniørfirma als  
lundtoftevej 1d dk 2800 lyngby telefon 02 87 32 00

LN Bygningsforbedring **TEGNING nr. 01.018 r<sup>1</sup>**

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vorænde byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gurnekær 60, 2610 Rødovre

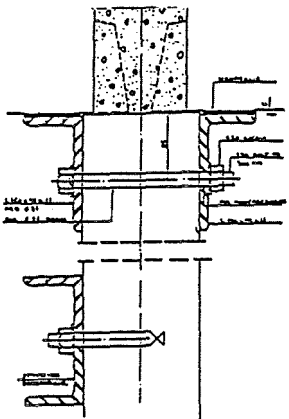
# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

18

Uddrag af entreprenørens beretning om renoveringen:

## Ny montageteknik til etagekrydsforstærkning

I bebyggelsen ~~1967~~ (elementbyggeri fra 1967) konstateredes et behov for at forstærke etagekrydsene mellem altanerne. Helt præcist drejede det sig om at få kraftoverførslen fra altanpladerne til altanskillevæggene uden om etagekrydsene.



Aflastning via vinkeljern var oplagt. Fastboltning af vinkeljern har imidlertid altid voldt problemer hvor en friktionsbaseret samling ikke kan accepteres.

Den nytænkning, der var behov for, præsterede borespecialisten og betonkonduktøren. Sammen fandt de frem til følgende snedige montageteknik:

1. En styre- og bæreskinne for diamantboret (U-jern)

monteres på altanskillevæggen ved hjælp af ekspansionsbolte.

2. I hjørnerne mellem altanskillevæggen og altandekene placeres vinkeljern, som opløses med donkrafte til de bærer altanpladerne. Vinkeljernet på siden med U-jernsskinnen har forborede  $\varnothing 21$  huller, mens L-jernet på den modsatte side er uden huller:

3. Gennem de forborede huller i vinkeljernet bores med vandkølet diamantbor  $\varnothing 21$  huller gennem altanskillevæggen.

4. Når diamantboret støder på vinkelbeslaget på den anden side af skillevæggen skiftes diamantboret ud med et  $\varnothing 20$  metalbor. Hermed bores et hul i det andet vinkeljern nøjagtigt centreret med det forborede hul i første vinkeljern og hullet i betonvæggen.

5. En pasbolt monteres gennem hullet. Der er nu sikret kraftoverførsel fra hulrande til bolt og videre til betonen uden sætningsmulighed, når donkraftopklodsningen fjernes.

Man skal nok være tekniker for at kunne glædes over denne montageteknik. Men herudover kan de, der skal betale for etagekrydsforstærkningen, glæde sig, foruden at være en sikker løsning er det også den billigste tankelige.

REPARATIONER

LODRET SNIT. PLACERING AF BESLAG

EVT UDSKERING FOR  
ALTAN AFLØB

FORKANT  
ALTANVANGE

RENOVERING udført i samarbejde med ingeniører og entreprenører

sagsing. T. ERICHSEN

m. folmer andersen rådgivende ingeniørfirma als  
lundtoftevej 1d dk 2800 lyngby telefon 02 87 32 00

LN Bygningsforbedring

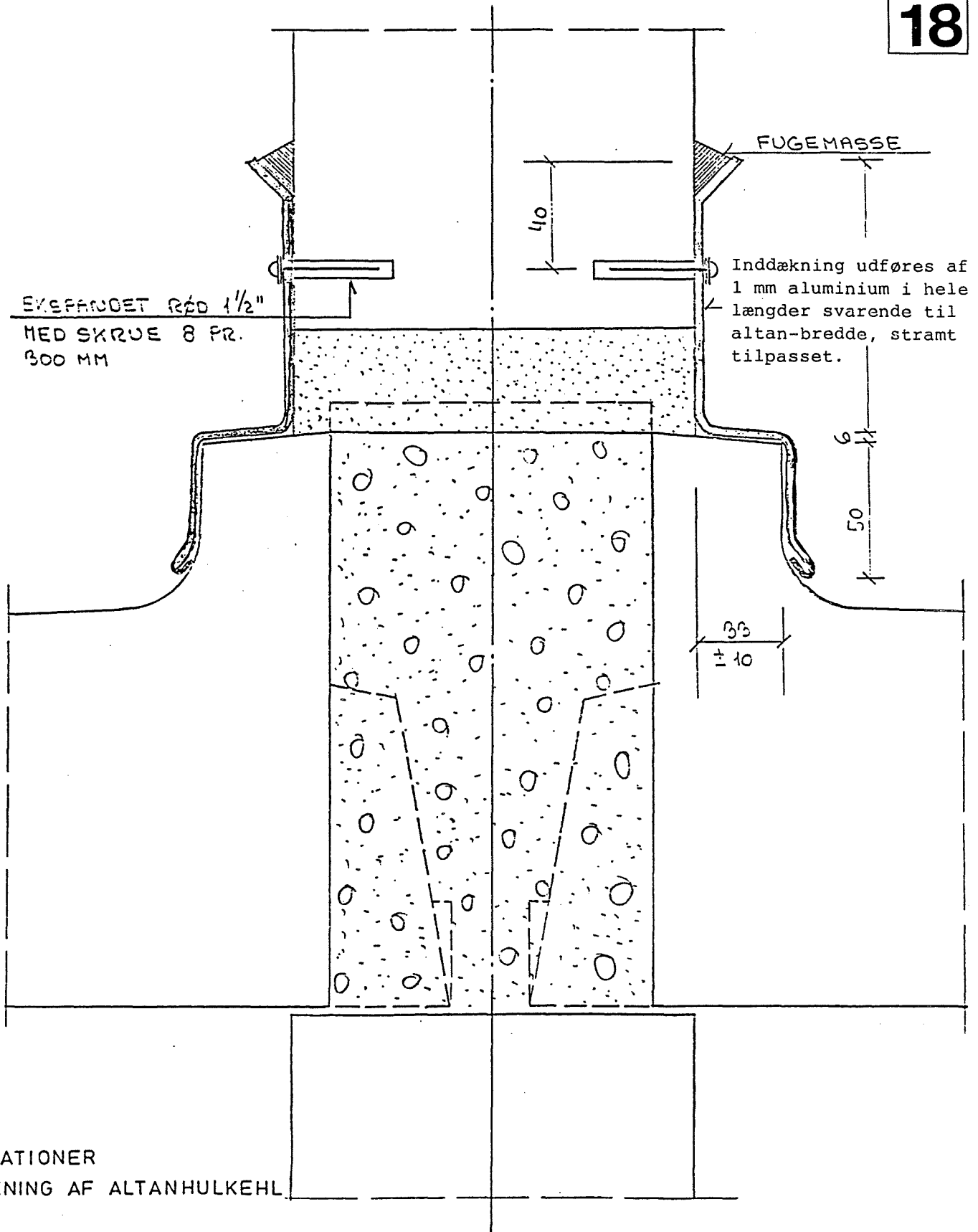
REGNING nr. 01.018r<sup>2</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

18

FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER. Sæt dem ind her og send kopi til BYGGEFEJLREGISTERET.



**RENOVERING** udført i samarbejde med ingeniører og entreprenører

sagsng. T. ERICHSEN

m. folmer andersen rådgivende ingeniørfirma als  
 lundtoftevej 1d dk 2800 lyngby telefon 02 87 3200

 Bygningsforbedring

TEGNING nr. 01.018 r<sup>3</sup>

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkæfter for vordende byggefolk  
 BYGGEFEJLREGISTERET, Gurnekær 60, 2610 Rødovre

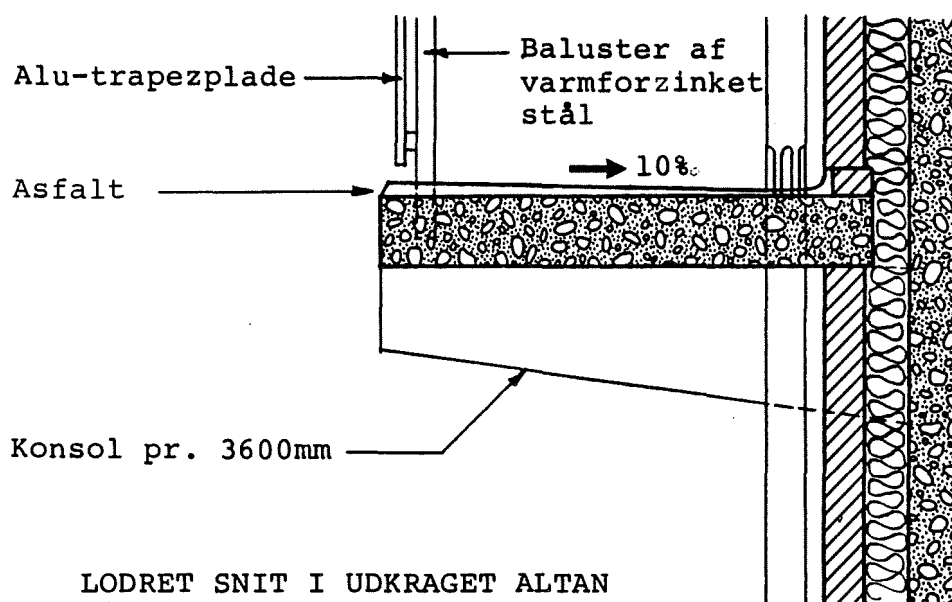


**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

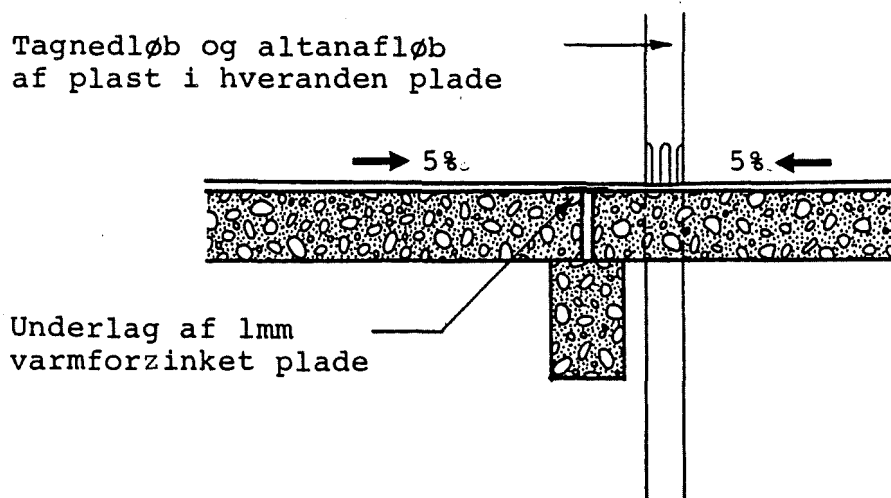
SfB (23)

**NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri**

19



LODRET SNIT I UDKRAGET ALTAN  
MÅL 1:20



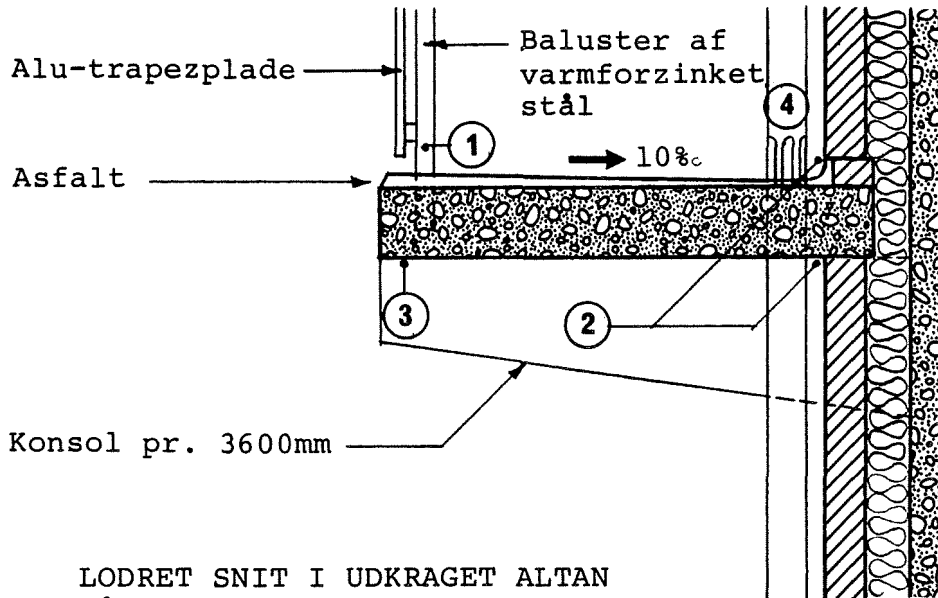
LODRET TVÆRSNIT I SAMLING KONSOL/ALTANPLADE  
MÅL 1:20

# 01 ETAGEHUSBEBYGGELSE

SfB (23)

## NB! Tegningen kan ikke danne grundlag for byggeri

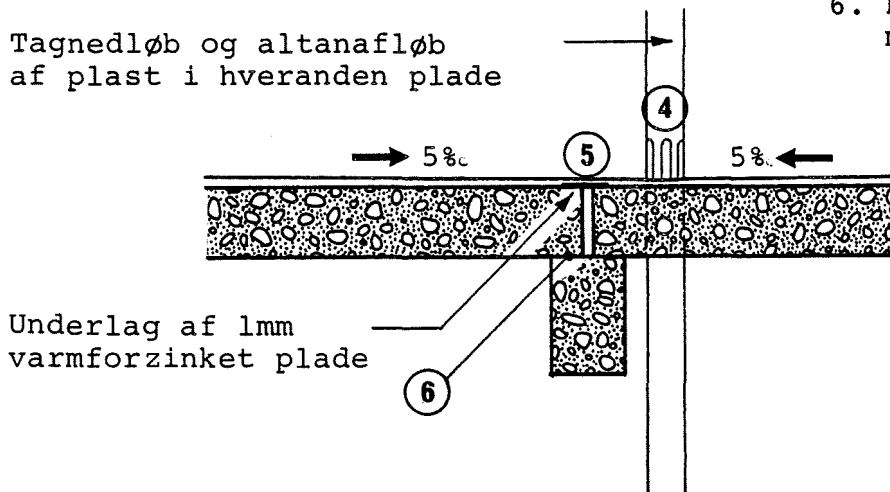
19



LODRET SNIT I UDKRAGET ALTAN  
MÅL 1:20

1. U hensigtsmæssig løsning.
2. Fare for revnedannelse.
3. Ingen drypnåse.
4. Fare for utætheder, idet plast og asfalt beton ikke har samme udvidelseskoefficient.
5. fare for revnedannelse.
6. Blødt mellemlæg mangler.

Tagedløb og altanafløb af plast i hveranden plade



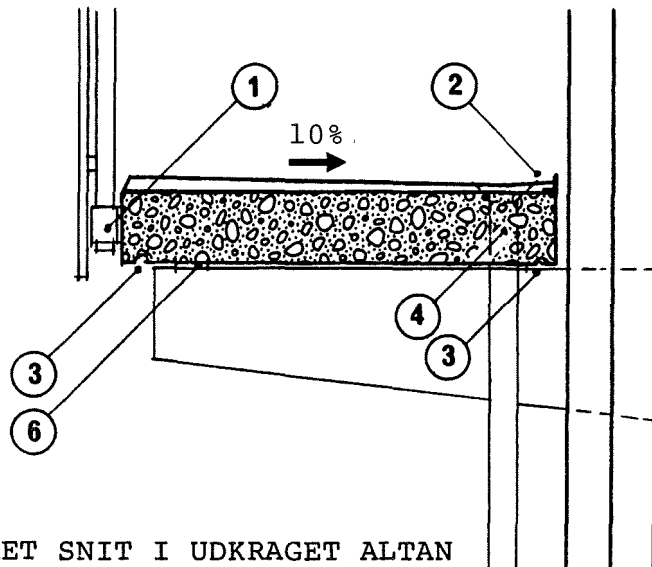
LODRET TVÆRSNIT I SAMLING KONSOL/ALTANPLADE  
MÅL 1:20

Projekteringsfej

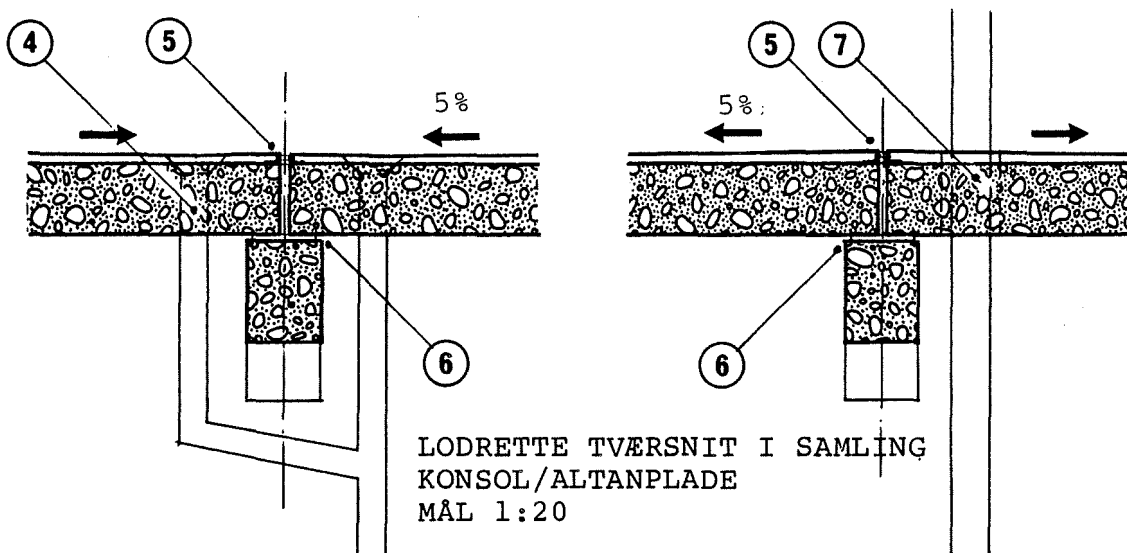
**01 ETAGEHUSBEBYGGELSE**

SfB (23)

**FORSLAG TIL BEDRE LØSNINGER** bygger på BR-82, SBI-rapporter og anvisninger, BYG-ERFA-blade, BPS-materiale samt anvisninger fra brancheorganisationer og enkeltfirmaer.

**19**

LODRET SNIT I UDKRAGET ALTAN  
MÅL 1:20



LODRETTE TVÆRSNIT I SAMLING  
KONSOL/ALTANPLADE  
MÅL 1:20

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Balustre fastgøres med beslag.</li> <li>2. Altanplade friholdes. Varmforzinket vinkeljern, opkant.</li> <li>3. Drypnæse.</li> <li>4. Gulvafløb af rustfrit stål.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Asfaltbelægning ikke gennemgående. Kantjern af varmforzinket vinkeljern.</li> <li>6. Neoprenlejeplader.</li> <li>7. Udsparring for tagnedløb.</li> </ol> |
|---|--|

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING  
udarbejdet af  
akademiingeniør Steen Kristensen

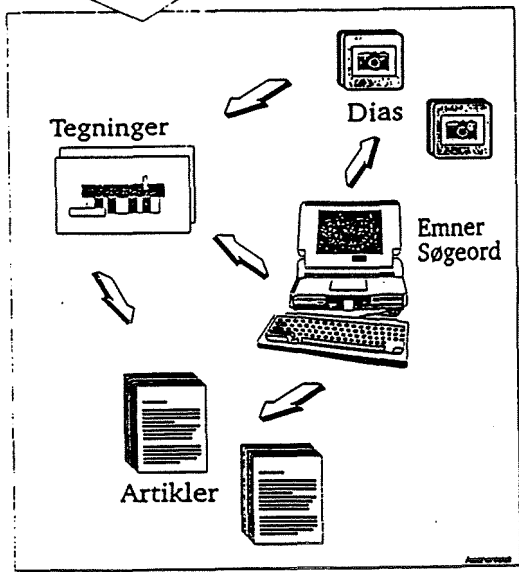
**i-GS**  
RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA K/S

FORSLAG TIL BEDRE LØSNING  
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTERET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre

TEGNING nr. **01.019 b**

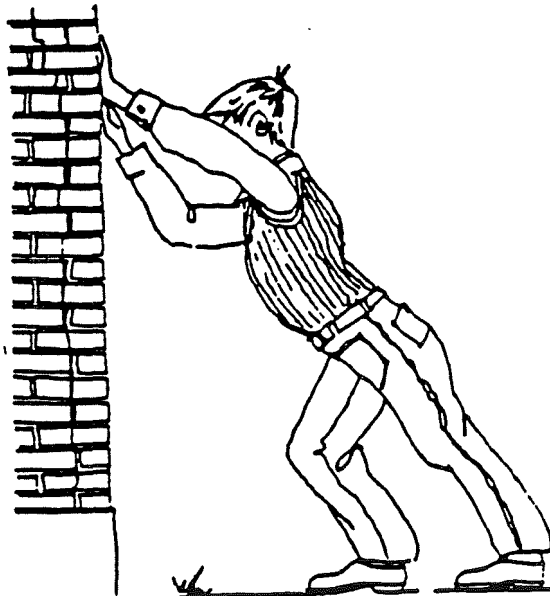


# Byggefejlregister

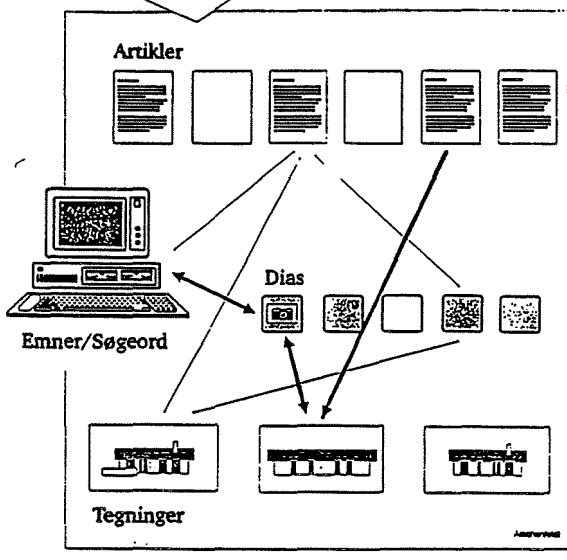


Kommunedata  
Afdeling for Foretningsudvikling

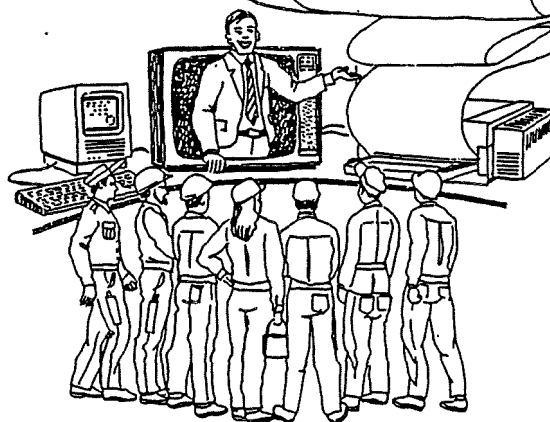
REVNER MUREN, KAN DET SKYLDES EN BYGGEFEJL



# Byggefejlregister



Kommunedata  
Afdeling for Foretningsudvikling



Knud Højgaards Fond

Sund fornuft  
i databasen

»Det er menneskeligt at fejle - men det er dumt at gøre det igen!« Det er filosofien bag Byggefejlregistret, som nu lægges på edb, så alle kan få direkte adgang til det

# S K T - PÅVIRKNING

svind

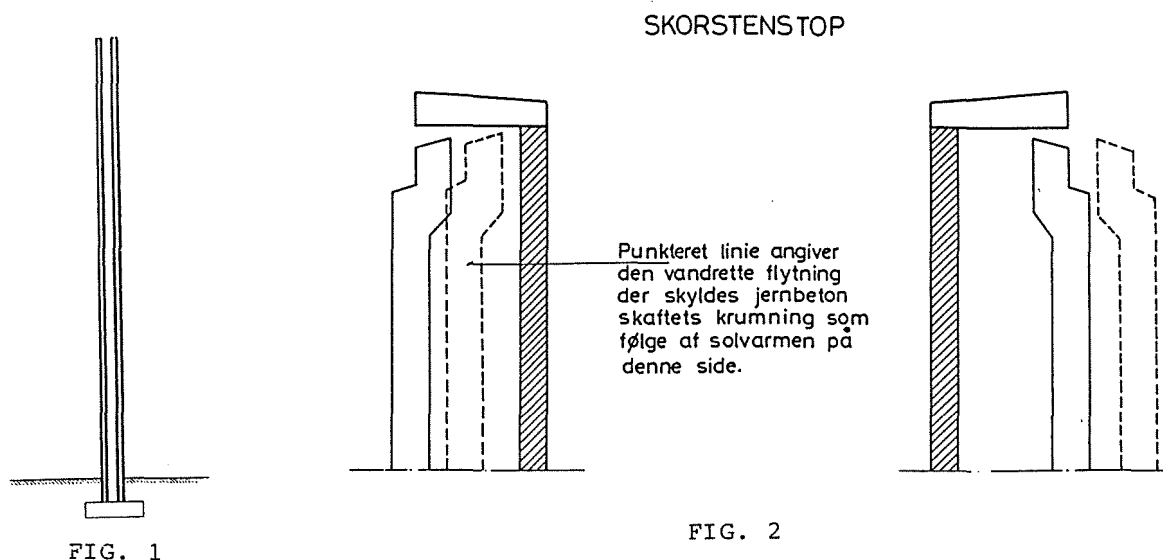
krybning

temperatur

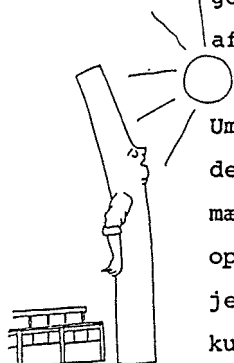
Problemer og skader vedrørende bygningsdele, som støder op til eller er sammenbygget med den bærende konstruktion.

Af civilingeniør Per B. Salling, Birch & Krogboe.

Som ung ingeniør var jeg med til at projektere en 65 meter høj jernbetonstorsten. På fig. 1 er vist en principskitse af skorstenen. Den er forsynet med en indvendig fritstående muret kerne; på fig. 2 er vist toppen af skorstenen; man ser den murede kerne, hvorpå en jernbetonplade for afdækning af skorstenen er placeret.



Kort tid efter at skorstenen var færdig, ringede den tilsynsførende: "Der er noget galt med kernen; den må være kommet ud af lod; man kan se det foroven, hvor afdækningspladen har flyttet sig i forhold til jernbetonskaffet".



Umiddelbart kunne jeg ikke give en forklaring på fænomenet; men lovede at checke de statiske beregninger. Næste dag ringede tilsynet imidlertid igen: "Det er mærkeligt, men nu er kernen gået på plads igen". Ved at gå i tænkeboks fik vi opklaret mystikken; det var ikke kernen, der havde bevæget sig, men derimod jernbetonskaffet. Og årsagen var simpelthen, at solen på de dage, hvor skævheden kunne observeres, havde skinnet kraftigt på den ene side af skorstenen; den heraf følgende varmeudvidelse fik jernbetonskaffet til at krumme med en vandret udbøjning af toppen til følge.

Nu var der heldigvis plads til denne udbøjning; der var altså ikke tale om nogen egentlig skade. Eksemplet giver alligevel stof til eftertanke, fordi den beskrevne SKT-påvirkning i dette tilfælde i givet fald ville have medført beskadigelse, ikke af selve jernbetonkonstruktionen, men derimod af en tilstødende bygningsdel.

Det er dette tema, der behandles i mit indlæg. I praksis sker der ikke sjældent skader på tilstødende bygningsdele, forårsaget af SKT-påvirkninger af betonkonstruktioner.

At der her ofte "tabes noget på gulvet" hænger nok sammen med, at disse problemer ligger i et slags

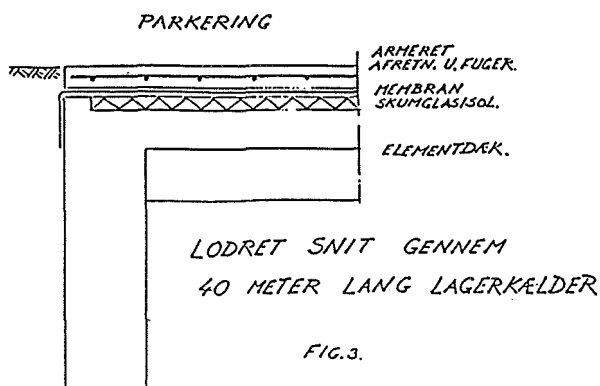
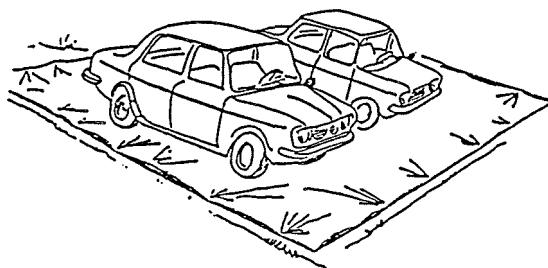


nemlig der hvor arkitekten holder op og ingeniøren begynder eller omvendt.

De største problemer er som regel knyttet til bygningsdele af følgende materialer: Tegl, keramiske fliser, tagpap, men også beton.

Dette vil fremgå af efterfølgende beskrivelse af konkrete skadesager fra praksis.

Fig. 3 viser tagkonstruktionen i en lagerkælder, over hvilken der ligger en udenørs parkeringsplads.



Ovenpå varmeisoleringslaget af skumglas ligger den fugtstandsede membran, og herpå er støbt et trykfordelende afretningslag af beton. Dette afretningslag er ikke opdelt i felter med adskillende fuger, men tværtimod gjort sammenhængende i hele lagerkaldrens længde- og bredderetning ved anordning af en gennemgående armering. Afretningslaget vil med den viste placering få nogle anseelige temperaturvariationer med årstidernes skiften. Og med temperaturvariationerne følger bevægelser af den sammenhængende betonplade - disse er naturligvis størst ved randene. Membranen blev på grund af de gentagne bevægelser af den tunge "overdyne" af beton beskadiget med store vandskader til følge.



Fig. 4 er en principskitse, der viser et fladt betontag, der er varmeisoleret på undersiden. En sådan konstruktion er tidligere lavet i ret stort omfang, f. eks. ved at lægge træbetonplader ud på en spredt forskalling, hvorpå der blev støbt direkte mod træbetonpladerne.

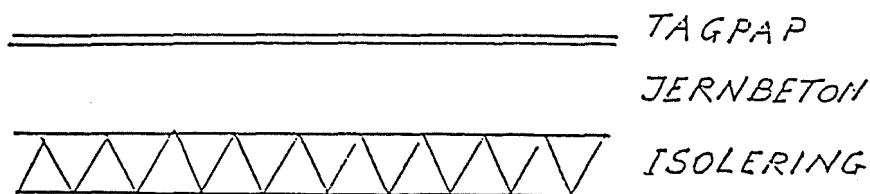
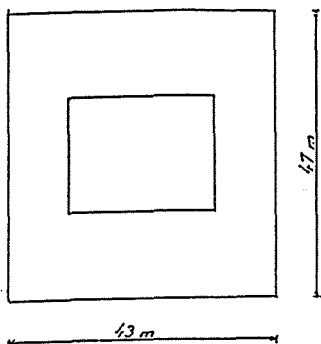


FIG 4.

Det er imidlertid indlysende, at betonpladen - især hvis der på denne ligger tagpap, som i solskin kan opnå høje temperaturer - bliver udsat for betydelige temperaturpåvirkninger, der igen resulterer i bevægelser, der kan beskadige tilstødende bygningsdele, f.eks. murede vægge. Ved at flytte isoleringen op på oversiden af betonpladen kan der opnås en klækkelig reduktion af temperaturpåvirkningerne. Følgende erfaringer fra praksis bekræfter dette.



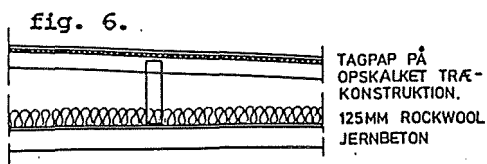
PLEJEHJEM I ATRIUMFORM

DEK: JERNBETONPLADER

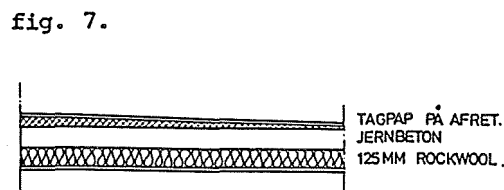
BÆRENDE VÆGGE: MURVERK

Fig. 5 viser en principplan af et plejehjem i atriumform, udført uden dilationsfuger.

Lad os kalde det plejehjem I. Dæk er støbt på stedet; bærende vægge er udført i murværk. Tagkonstruktionen er vist på fig. 6. Varmeisoleringen er korrekt placeret på oversiden. Helt uden skrammer slap man dog ikke, idet svindet af det store sammenhængende jernbetondæk var årsag til, at murværket blev påvirket af vandrette kræfter, der igen resulterede i enkelte revnedannelser i facaderne, fortrinsvis i hjørnerne af bygningen. Skaden var dog til at overse; svindet er i dette tilfælde - stort set - et engangsfænomen, og de revnede sten kunne derfor udskiftes uden større risiko for, at revnerne kom igen.



TAGKONSTRUKTION  
PLEJEHJEM I



TAGKONSTRUKTION  
PLEJEHJEM II

Anderledes derimod med plejehjem II. Det er også bygget i atriumform i nogenlunde samme størrelse som plejehjem I. Materialer og konstruktioner svarede i øvrigt til plejehjem I, dog med den meget vigtige undtagelse, at varmeisoleringen her lå på undersiden. Se fig. 7.

Temperaturbevægelserne var i dette tilfælde årsag til betydelige revneskader i bygningens murværk, og før revnerne blev repareret, blev taget isoleret på oversiden for at forhindre revnerne i at komme igen. Temperaturpåvirkningerne vil jo få betonpladen til at virke som en "pumpe", der pumper i takt med årstidernes skiften.

Revner i gulvkonstruktioner er et hyppigt forekommende eksempel på skader på tilstødende bygningsdele.



I forbindelse med et hospitalsbyggeri skulle jeg engang projekttere et krybekælderdek under en behandlingsafdeling, som udgjorde et stort lokale på 9,00 x 30,00 meter uden egentlige skillevægge. Af fig. 8 og 9 fremgår, hvordan den bærende konstruktion er opbygget.

KRYBEKÆLDERDEK FOR 9 x 30 m AFDELING

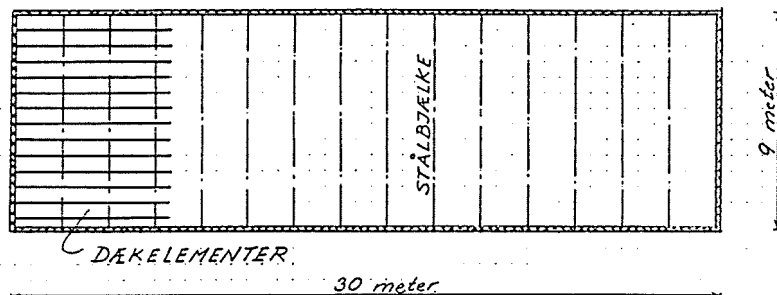


FIG. 8

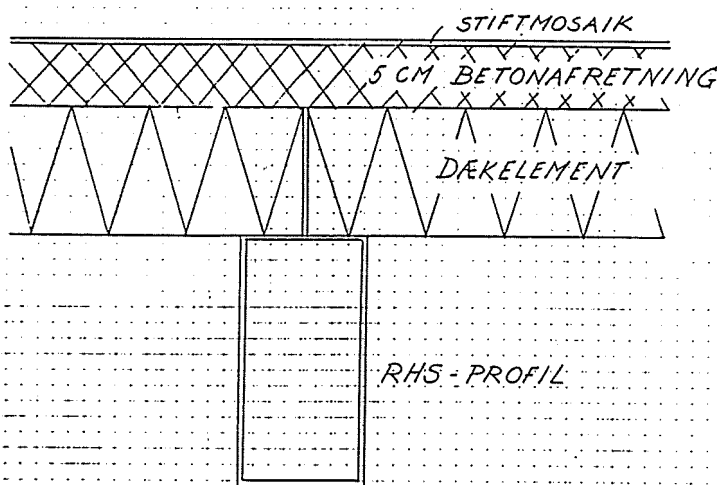
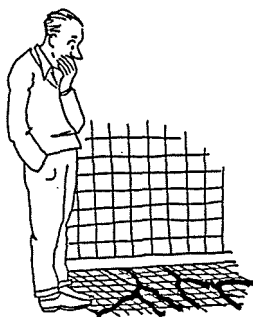


FIG. 9

Et system af bærende RHS stålbjælker pr. 2,00 m vinkelret på facaden understøtter de 10 cm tykke armerede letbetonplader, som altså forløber parallelt med facaden. Oven på lecadækket er udstøbt et 5-6 cm tykt uarmeret betonafretningslag (slidlag), på hvilket stiftmosaikken er klæbet.

Betonafretningen blev udstøbt i november 1970, på hvilket tidspunkt der samtidig blev sat varme på bygningen. Umiddelbart før bygningen blev taget i brug i juni 1971, viste der sig en fin revne i stiftmosaikken som vist på tegningen. Vi tog ikke revnen højtideligt, men reparerede den bare. Den kom imidlertid igen og blev større og større. I januar 1972 var revnevidden 6-7 mm.



REVNEDANNELSE I UARMERET SLIDLAG  
PÅ ELEMENTDÆK.

Vi var jo efterhånden blevet klar over, at der var tale om andet og mere end en sædvanlig fin svindrevne. Vi forsøgte derfor at analysere den mekanisme, der havde frembragt den grove revne. Til illustration heraf er udarbejdet den "tegnefilm", der er vist (FIG. 10)

Billede 1 viser letbetonpladerne oplagt. Selv om fugerne er udstøbt med cementmørtel, er sammenhængen mellem de enkelte elementer så svag, at fugerne kan betragtes som noget, der adskiller konstruktionen; der vil jo også efter nogen tids forløb på grund af svindet være tendens til revnedannelse mellem elementerne. Billede 1 forestiller et tværsnit gennem elementerne; i længderetningen udføres samlinger af samme karakter.

1.



DÆKELEMENTER OPLAGT.

Billede 2 viser, at betonafretningen er blevet udstøbt. Efterhånden som betonafretningen udtørre, vil den som følge af svindet søge at trække sig sammen; men den kan ikke svinde frit, da den er støbt sammen med elementerne.

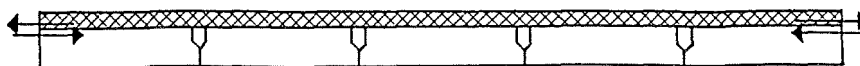
Afretningen vil derfor søge at presse elementerne sammen som antydnet på figuren. Elementerne vil svare igen ved at påvirke afretningslaget med en lige så stor og modsat rettet kraft. Resultatet bliver derfor:

Trækspænding i hele slidlaget.  
Trykspænding i dækelementerne.



Når trækspændingerne når op på betonens trækstyrke, vil afretningslaget revne, og dette vil ske omkring et af de svage led i konstruktionen, nemlig over en fuge.

2.



SLIDLAG UDSTØBT. SVIND BEGYNDER

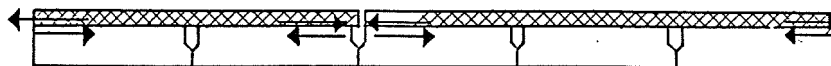
Billede 3 viser denne situation. I den fuge, der sammen med revnen skærer konstruktionen over, er spændingen nul; dvs. de to dele, hvori konstruktionen er delt, optræder uafhængigt af hinanden.

De kræfter, der optræder på de to dele, er de samme som før. Trykspændingerne i underlaget medfører krybning i dette, hvad der - tillige med restsvindet i elementerne - resulterer i bevægelse bort fra revnen, således at denne bliver større.

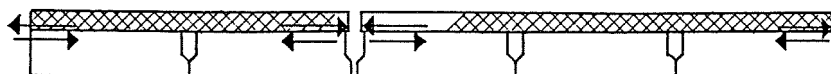
For god ordens skyld skal bemærkes, at vi har anvendt den beskrevne konstruktion i en række tilfælde uden, at der opstod generende revnedannelser. At der kom problemer her skyldes utvivlsomt den store sammenhængende dækflade. Denne case-story er derfor samtidig et godt eksempel på, hvad der kan ske, hvis man ukritisk ekstrapolerer anvendelsesområdet for en velkendt konstruktion. En passende kraftig armering af betonafretningen ville have elimineret risikoen for grove revner.

Alternativt kan man overveje at adskille afretningen fra dækket; såfremt der stadig er tale om betonafretning får man i realiteten et tungt svømmende gulv. Denne konstruktion har som bekendt vist sig at være et problembarn på grund af kastninger og revner, som ofte vil opstå, også selv om afretningen er armeret. At svømmende asfaltgulve har vundet større indpas i byggeriet skyldes blandt andet, at asfaltgulvet ikke er behæftet med disse ulemper.

3.

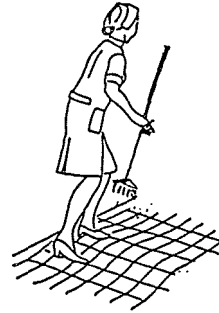
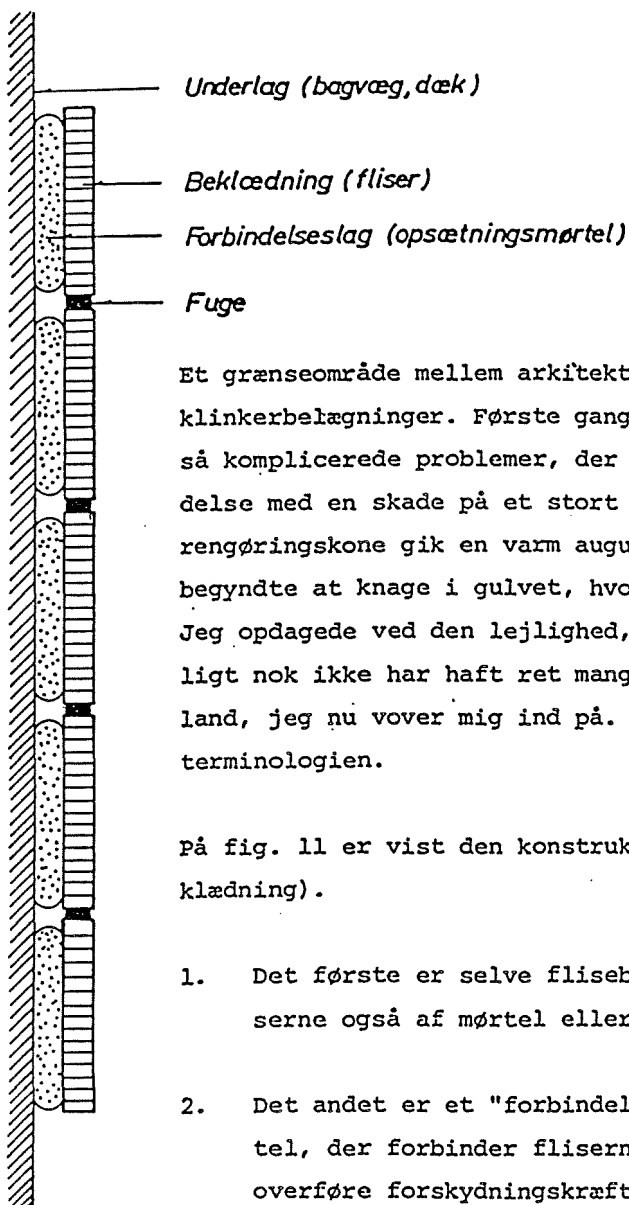


SLIDLAG REVNER OVER EN FUGE.



REVNEN BLIVER STØRRE.





Et grænseområde mellem arkitekt- og ingeniørarbejder er keramiske flise- og klinkerbelægninger. Første gang jeg stiftede bekendtskab med de særlige og ret så komplicerede problemer, der er knyttet til sådanne belægninger, var i forbindelse med en skade på et stort klinkergulv på et af vore større sygehuse. En rengøringskone gik en varm august eftermiddag hen over gulvet, da det pludselig begyndte at knage i gulvet, hvorefter dette med stor kraft skød op i en bue. Jeg opdagede ved den lejlighed, at problemerne omkring klinkerbelægninger mærkeligt nok ikke har haft ret mange forskeres bevågenhed, så det er ret uopdyrket land, jeg nu vover mig ind på. Det første punkt, vi skal beskæftige os med, er terminologien.

På fig. 11 er vist den konstruktionsmodel, vi arbejder med (her vist som vægbeklædning).

1. Det første er selve flisebelægningen. Den består foruden af selve fliserne også af mørtel eller andet fugemateriale i stødfugerne.
2. Det andet er et "forbindelseslag" i form af opsætnings- eller lægningsmørtel, der forbinder fliserne med underlaget. Forbindelsesunderlaget kan overføre forskydningskræfter, men det regnes ikke at kunne optage normalkræfter i sig selv.
3. Det tredje er underlaget, dvs. bagvæggen (ved gulvbelægninger er underlaget dækket). Underlaget er meget ofte af beton, og det har i reglen en stor masse i forhold til selve belægningen. Tøjninger i underlaget kan stamme fra både S og K og T-tøjninger.

FIG.11.

Nu skal vi se nærmere på spørgsmålet:

Hvad er egentlig årsagerne til skader?

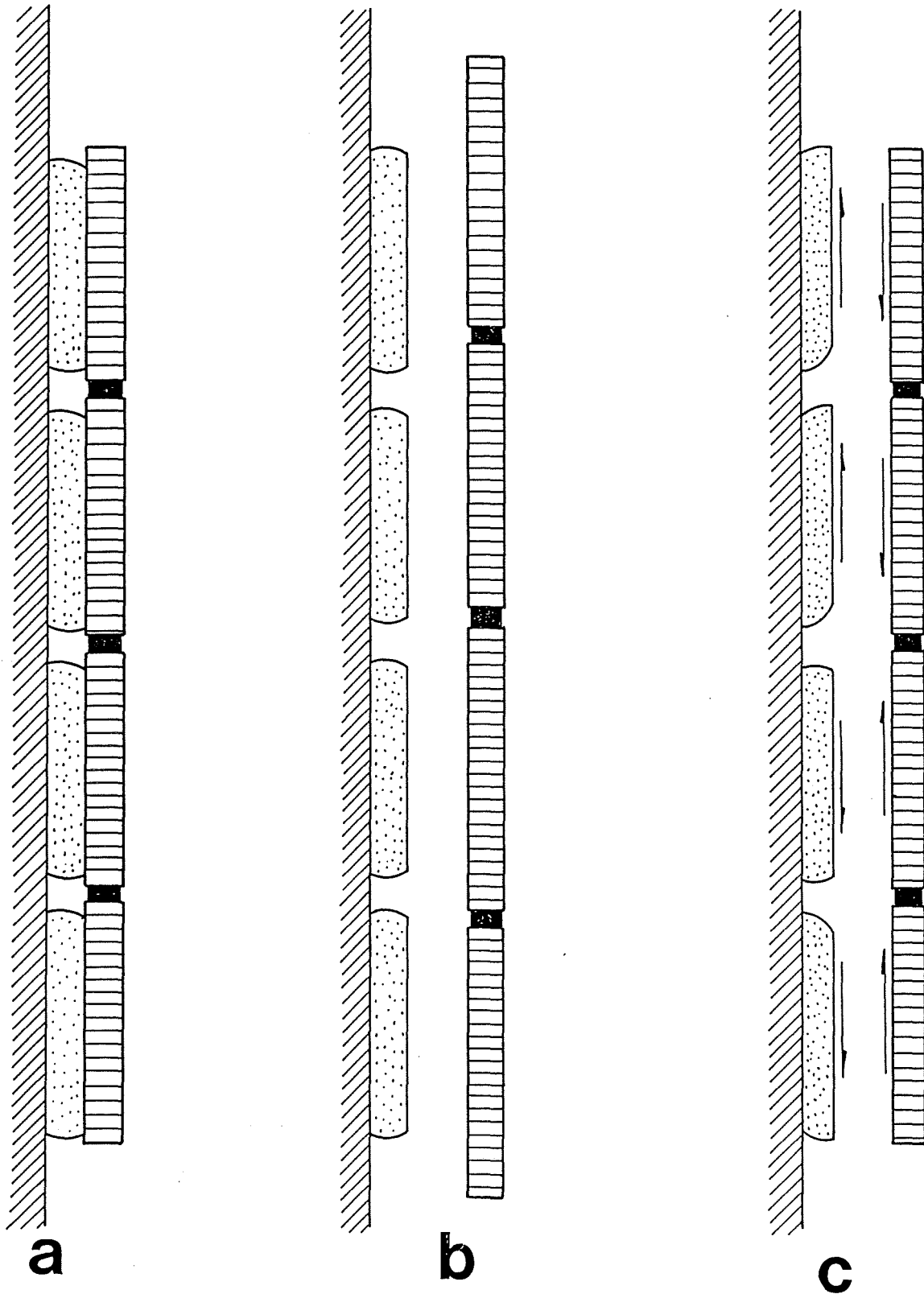
Svaret er, at der som følge af de førnævnte tøjninger opstår indre kræfter mellem de tre førnævnte lag, altså flisebeklædning, forbindelseslag og underlag.

Vi kan f.eks. se nærmere på temperaturens indflydelse (se figur 12).

Situation a) haves, når vi har samme temperaturforhold som ved opsætning af beklædningen.

Hvis flisebeklædningen nu får en temperaturstigning, så ville den udvide sig, hvis den

figur 12

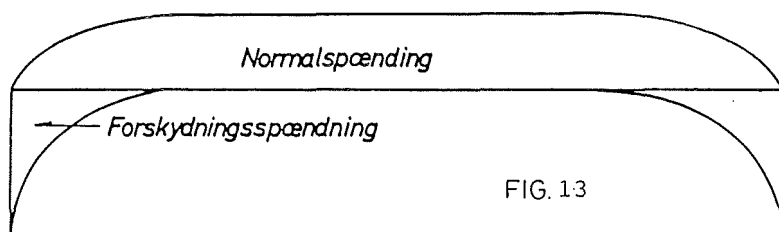


ikke hang sammen med underlaget. Det er denne situation, der er afbildet i b). Men da fliserne jo gennem forbindelseslaget faktisk er forbundet med underlaget, kan flisebeklædningen ikke udvide sig frit; der må derfor være indre kræfter, der hindrer udvidelsen. Situation c) viser, hvordan man ved at tilføje forskydningspændinger kan få en til udvidelsen svarende sammentrykning; forskydningspændingerne vil akkumuleret give normalkræfter i beklædningen. Normalspændingen er 0 ved enderne og vokser ind mod midten, hvor den har sit maksimum.

Nøglen til forståelse af de senere beskrevne skadestyper

er disse forskydnings- og normalkræfter.

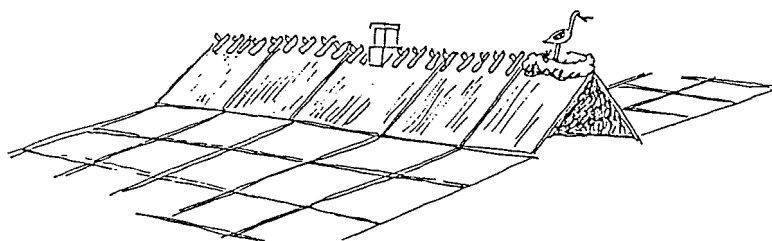
Det typiske forløb af disse spændinger vil være som vist på fig. 13. Naturligvis vil kurvernes udseende være afhængige af stivheden af mellemlag og af fuger i klinker; men hvis man anvender forbindelseslag af mørtel og mørtel i fugerne vil kurveforløbet være nogenlunde som vist.



På fig. 14 er angivet de skadestyper, som forskydnings- og normalspændinger kan afstedkomme.

Længst til venstre ser vi det tilfælde, hvor forskydningspændingen overstiger brudværdien, hvorved beklædningen løsnes ved randen.

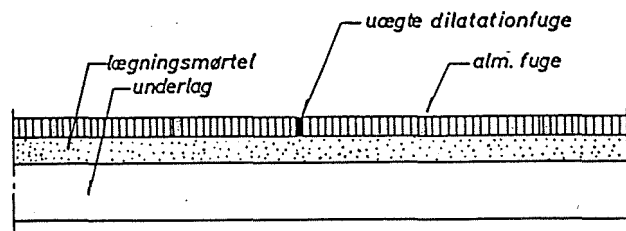
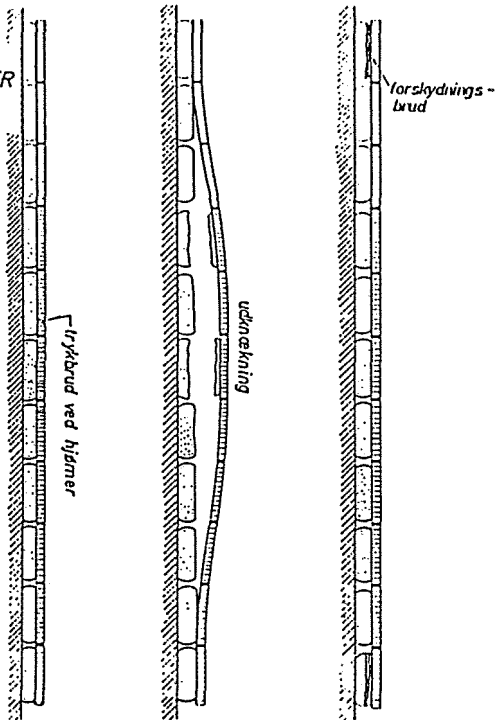
I midten det mere dramatiske og ikke ualmindelige opbulingsfænomen. Her overskrides forskydningsbrudstyrken ikke; men normalkraften er så stor, at trækmodstanden vinkelret på forbindelseslaget overvindes, så vi får et stabilitetsbrud som i en søjle. En ofte forekommende variant af denne skadestype er opskydning af 2 ved siden af hinanden liggende fliserækker i en "tagryg".



## Kvalitetssikring på projektstadiet

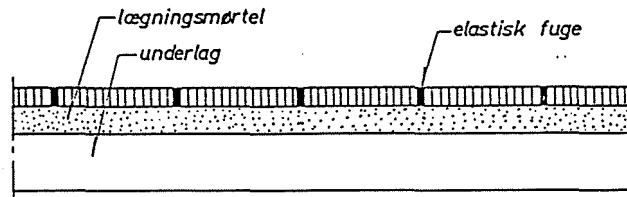
## Byggefejlregistrets Eksempelsamling

SKADESTYPER  
FIG. 14



TRADITIONEL GULVKONSTRUKTION MED UÆGTE  
DILATATIONSFUGER

FIG. 15



TRADITIONEL GULVKONST. MED ALLE  
FUGER ELASTISKE

FIG. 16

Det er ikke ualmindeligt, at gulve kan stå med permanente spændinger nær de kritiske gennem flere år, hvorefter f.eks. en tilfældig ekstra temperaturpåvirkning kan blive dråben, der kan få bageret til at flyde over.

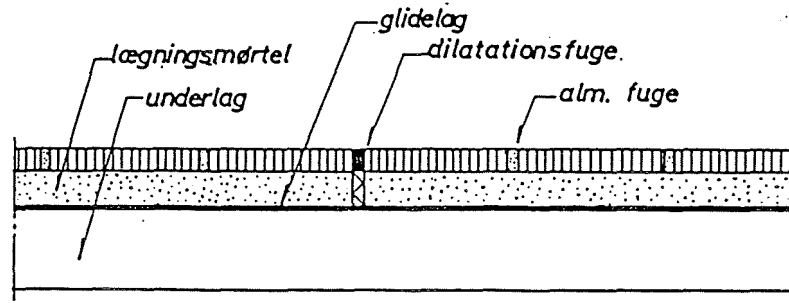
Til venstre er antydnet en sjældnere skadestype; her overskrides hverken forskydningsbrudstyrke eller trækmodstand; men normalkraften i fliselaget kan blive så stor, at der forekommer lokalbrud i dette, f.eks. i form af afsprængte hjørner.

Spørgsmålet er nu, hvordan man i praksis kan forebygge skader.

På fig. 15 er vist en traditionel gulvkonstruktion med en uægte dilatationsfuge eller skindilatationsfuge i selve fliselaget og kun her. Hvorfor uægte? Jo, selv om der er anvendt elastisk fugemasse til fugen kan der nemlig ikke foregå nogen synderlig bevægelse i fugen, eftersom man jo har gjort, hvad man kunne for at få fliserne til at hænge så godt fast på underlaget som muligt. Denne konstruktion har i hvert fald tidligere været meget almindelig her i Danmark. Virkningen af de uægte dilatationsfuger er imidlertid højst problematisk. Det kan nemlig eftervises, at størrelsen af de forskydnings-spændinger, der forekommer ved den fri rand, praktisk talt er uafhængigt af feltets størrelse, når der anvendes en traditionel cementbaseret lægningsmørtel. Eller sagt på en anden måde: Ved at underopdele en fliseblade med uægte dilatationsfuge får man en kraftig forøgelse af antallet af løbende meter fri rand. Og med den fri rand følger forskydnings-spændinger. Og dermed er der naturligvis statistisk en større risiko for et eller andet sted at få forskydningsbrud. Man kan dog ikke se bort fra, at de uægte fuger kan have en vis positiv effekt derved, at udknækningslængden af fliselaget reduceres og dermed faren for opbuling. Men man kommer ikke uden om, at de uægte fuger er et tveægget sværd. Flere af de førende fabrikanter af keramiske fliser har da også ladet den uægte dilatationsfuge udgå af lægningsanvisningerne.

Hvis man derimod konsekvent udfylder samtlige fuger med en blød fugemasse, stiller sagen sig anderledes se fig. Så "blødgøres" beklædningen, hvorfor såvel forskydningsspændinger som normalspændinger formindskes. Man får derfor en konstruktion, der er mere sikker mod skader af alle 3 typer. Til gengæld vil kanterne være mere sårbare, hvilket man bør være opmærksom på ved industrier og lign., hvor der forekommer truckkørsel.

Svenskerne går varmt ind for helt at frigøre gulvkonstruktionen fra underlaget ved at indskyde et glidelag og i øvrigt inddele gulvet med dilatationsfuger, så man får gulvfelter, der kan arbejde uafhængigt af underlaget. En principskitse af et sådant flydende gulv er vist på fig. Det bemærkes, at dilatationsfugen her skærer helt igennem flise - som lægningslag; der er altså tale om ægte dilatationsfuger. Det flydende gulv vinder efterhånden også indpas her i landet.



FLYDENDE GULVKONSTRUKTION

F I G U R 17

Så meget om de keramiske belægninger.

Hvis jeg til slut skal resumere mine egne erfaringer vedr. SKT-påvirkninger i ét bliver det følgende punkter:

1. Pas først og fremmest på temperaturpåvirkninger. Dem har vi nemlig så godt som altid. Dertil kommer, at temperaturændringer slår relativt hurtigt igennem en konstruktion, samtidig med disse temperaturvariationer ofte vil optræde mange gange i løbet af en konstruktions levetid og give sig udtryk i reversible tøjninger.
2. Svindet udvikler sig betydeligt langsommere, så langsomt, at det delvis kompenseres af den af svindspændingerne fremkaldte krybning. Og svindet er kun delvist reversibelt. Derfor står svindet som nr. 2 på ranglisten.

3. Krybningen, som med hensyn til tidsmæssig udvikling og reversibilitetet, minder om svindet, vil på grund af den spændingsudlignende effekt ofte have en gunstig virkning. Der er dog visse tilfælde, hvor krybningen kan give problemer. Det gælder først og fremmest forspændte konstruktioner, hvor normalspændingerne har en sådan størrelse, at de inducerede tøjninger bliver anselige. Glemmes må heller ikke det gammelkendte problem med revner i murede skillevægge, der står på et jernbetondæk. Her har vi en negativ virkning af krybningens langtidseffekt.

En ultrakort sammenfatning af mit indlæg må da blive dette:

Pas på temperaturen.



Uddrag af BYGGEFEJLREGISTRET'S  
Debatserie nr. 7 om beton:

Når det skal undersøges, hvor langt karbonatiseringsfronten er trængt ind ved en overflade, bores der nogle huller (Ø 10-13 mm) jævnt fordelt over fladen. Hullerne renses omhyggeligt for boremel, og derefter kan karbonatiseringsdybden ved hvert hul bestemmes ved at sprøjte phenolphthalein ind i hullet.

**Beton måleup**

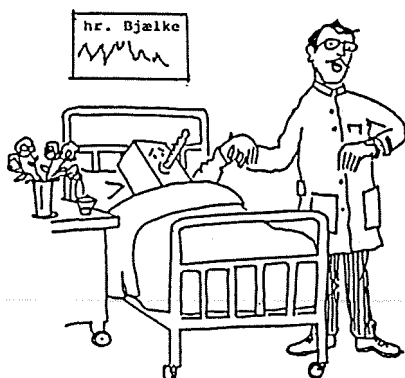
Det kan være vigtigt at kende revnevidder i en konstruktion, når dens tilstand og holdbarhed på længere sigt skal vurderes. Jo større revnevidderne er, jo lettere er det naturligvis for vand at trænge ind, og jo større sandsynlighed er der for følgeskader på armering og beton.

På betonoverflader, der skal behandles for at opnå større holdbarhed, kan det også være vigtigt at kende størrelser på revnevidder, idet mange behandlingsmidler i høj grad mister deres effekt, såfremt revnevidderne er forholdsvis store.

Undersøgelser i laboratorium udføres, når der ønskes kendskab til vand/cementforholdet (styrken), poreformer og porefordeling (cementpastaens frostbestandighed) samt kvaliteten af tilslagsmaterialerne (frostbestandighed og alkaliskreaktioner). Undersøgelserne foretages normalt på dele af borekærner fra betonkonstruktionen.

De undersøgelsesmetoder, der angives i det følgende, er forholdsvis kostbare, og de kræver ekspertbistand.

Røntgenfotografering kan anvendes, når armeringstyper og -dimensioner ønskes bestemt. Røntgenfotografering kan desuden anvendes til at bestemme armeringsplaceringer. Den sidste funktion har især sin berettigelse, når armering er placeret indbyrdes tæt eller så langt fra overfladen, at et covermeter er uanvendeligt. Ved røntgenfotografering kræves mindst 2 tilgængelige konstruktionssider (normalt 2 modsatte sider), idet røntgenudstyret placeres ved en side, mens modtagefilmen klæbes på en anden side. Når røntgenudstyret er i drift, må der ikke findes personer i nærheden af undersøgelsesstedet.



Måleup anvendes ved revneviddemålinger. De små lupper, som almindeligvis anvendes ved undersøgelser på bygværker,

giver mulighed for at måle revnevidden med 1/10 mm's nøjagtighed.

## Generelle betragtninger

*Bygherren ønsker, arkitekten former, ingeniøren beregner, entreprenøren bygger, naturen nedbryder.*



Et bygningsværks tilblivelse er en kompliceret proces, der påvirkes af:

- bygherre
- arkitekt
- ingeniør

og en række forskellige entreprenører samt materialeleverandører.

Der skal under planlægning og projektering tages hensyn til:

- bygværkets drift og vedligeholdelse.

Der kan ske fejl, der burde være undgået.

For at udbygge forståelsen af de fejl i betonkonstruktioner, der er omtalt i nærværende debathæfte, beskæftiger de følgende sider sig mere detaljeret med de nedbrydningskræfter, der kan træde i funktion i en betonkonstruktion.

## Betons nedbrydning

Beton er i princippet en kunststen. Beton er underkastet de samme naturlove for nedbrydning som natursten. Nedbrydning kan imidlertid foregå mere eller mindre langsomt. Den, der vælger betonens delmaterialer og sammensætning og den der udformer en betonkonstruktion har stor indflydelse på nedbrydningshastigheden.

Årsagerne til betons nedbrydning og ødelæggelse kan opdeles på følgende måde:

### Kemiske angreb

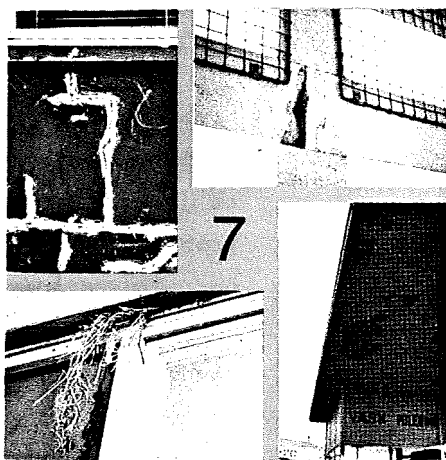
- karbonatisering
- kloridindtrængning
- aggressive stoffer
- alkalikiselreaktioner
- udludning
- rustangreb, korrosion

### Fysiske angreb

- frostangreb
- termospændinger
- udtørring
- mekanisk slid

### Biologiske angreb

- lav, mos og alger
- bakterier og svampe
- planter
- rotter

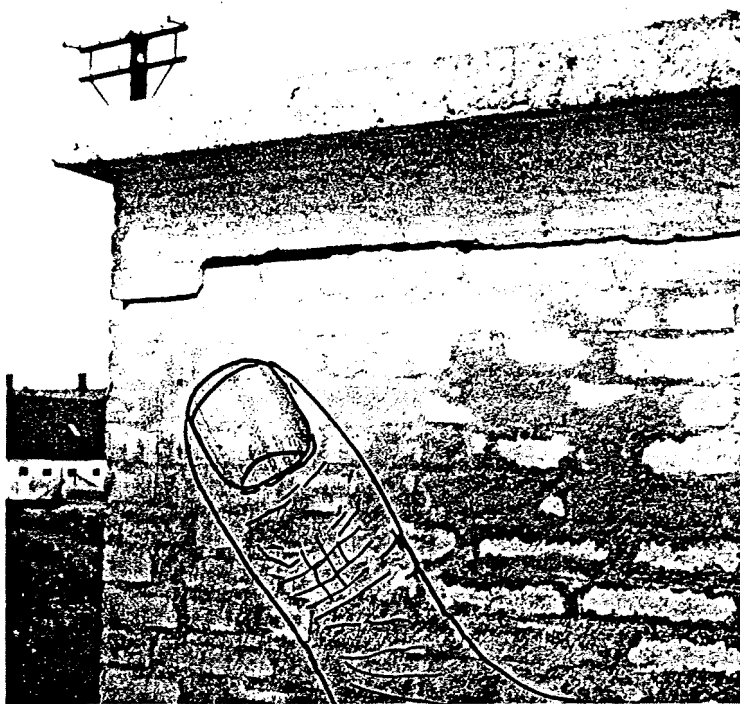


*Det er muligt at producere betonbygninger, som er modstandsdygtige overfor vejrliget,*

når beregningerne og formgivning – også med hensyn til detaljer – ligesom produktion og arbejde på byggepladsen udføres med omhu.

Det bemærkes, at de projekterende ved hensigtsmæssig formgivning, kan medvirke til en mindre byggeudgift uden brugsmæssige eller vedligeholdelsesmæssige forringelser.

## Mur og beton



ÆGTESKAB MELLEM MUR & BETON ER PÅ FORHAND ULYKKE- LIGT, IDET DE TO PARTER TRÆK- KER HVER SIN VEJ

Jernbetontag støbt sammen med mur uden adskillende mellemlag af f.eks. svært papir, isoleringspap eller lign. Mur og beton »arbejder« ikke ens, derfor revnen.

Som tommelfingerregel gælder, at betons udvidelse ved samme temperaturforskelle er dobbelt så stor som murværks. Udformningen af tagpladens afslutning uden effektiv vandnåse og vandnot medførte endvidere fugtskade på murværket.



## D E B A T O P L Æ G

-----  
Kvalitetssikring på projektstadiet er også en  
ENTYDIG OG OPERATIONEL BETONBESKRIVELSE,  
der med nødvendige og tilstrækkelige krav sikrer holdbarheden.  
-----

Ervin Poulsen

juni 1985  
-----

Studiet af skader på armerede og uarmerede betonkonstruktioner viser, at der næsten aldrig er tale om en enkelt årsag til disse betonkonstruktioners manglende holdbarhed. Der er tale om fejl og mangler fra flere af følgende ydelser:

- Statistiske beregninger.
- Tegninger af konstruktionsdetaljer.
- Beskrivelse af betonarbejdet.
- Udførelse.
- Tilsynet.

I Byggefejlregistrets hefte 7 om Fejl og Skader ved Betonkonstruktioner er der eksempler på, hvor store skader byggefejl kan medføre. I Byggefejlregistrets Eksempelsamling 01 om Etagehusbebyggelse er der eksempler på, hvorledes man ved projektgranskning kan forbedre et forelagt projekt og minimalisere antallet af projektfejl. Endelig er det i SBIs Beton 4 om 13 betonsygdomme omtalt, hvorledes man opnår, at beton bliver et holdbart byggemateriale.

Der er både fejl i og mangler ved mange betonbeskrivelser. Ofte forekommende er:

- Forkert valg af miljøklasse.
- Manglende krav i en ellers korrekt valgt miljøklasse.
- Irrelevante krav (det sløver!).
- Gale krav.
- Krav, der ikke er entydige og operationelle (definitioner og/eller prøvningemetoder mangler).

Det er en krævende proces at udarbejde en betonbeskrivelse, der sammen med DS 411 udgave 3 kan tage højde for kommende konfliktsituationer; men det kan gøres bedre end det, der er normalt i dag.

Betonbeskrivelsen er en del af projektet. Ofte bliver den forfattet i den sidste del af projekteringsperioden. Desværre opnår den sjældent den granskning, som statistiske beregninger og konstruktionstegninger bliver udsat for hos den projekterende selv og eventuelt hos Bygningssmyndighederne.

Forfattere af betonbeskrivelser forudsætter alt for ofte, at DS 411 udgave 3 med tilhørende Danske Standarder er indarbejdet i praksis. Det viser sig imidlertid, at det ikke er nok med en mere eller mindre fyldig generalnote i tegningsmaterialet og nogle supplerende almindeligheder, der sjældent viser sig i praksis at være entydige og operationelle.

Det har man da også tidligt erkendt. Dansk Selskab for Bygningsstatik nedsatte således for mange år siden Udvalget for Udarbejdelse af Betingelser og Vejledning for Fremstilling af Beton. Her udarbejdede A.J.Moe i 1931 et hefte, der nok er det første forsøg i Danmark på at give de projekterende og



udførende et paradigme for almindelige og særlige betonbetingelser.

Statens Byggeforskningsinstitut udgav i 1956 anvisning 27 om Vejledning i Betonkontrol. Heri er der et omfattende kapitel om krav til betonfremstilling. Her var der desuden inspiration at hente i en kommenteret generalnote for betonbeskrivelsesforfattere.

BPS-centret udgav i 1977 et paradigme for typiske betonbeskrivelsesafsnit. Der arbejdes for tiden med en revision af denne publikation, der som arbejdstitel har fået navnet: BPS Basis Beton Beskrivelse.

Disse aktiviteter er udtryk for, at funktionsorienterede krav i en betonnorm fordrer en fastsættelse af talmæssigt givne krav, der kan kontrolleres med standardiserede prøvningsmetoder. Vurdering af kontrolresultater er allerede standardiseret i DS 411 udgave 3 for trykstyrke, DS 1050 for geometriske størrelser, DS 405.0 udgave 2 for sand-, grus- og stenmaterialer og i DS 423.1 udgave 2 for andre størrelser med relation til betonbyggeri.

Generelt kan man sige om den beton, der har været og stadig er anvendt i husbygning, at kvaliteten af beton til indendørs brug i tørre rum er for høj, medens beton til udendørs brug er for ringe. De krav, der nu fra forskellig side rejses til udendørs beton i fersk, fugtigt miljø (moderat miljøklasse) og efter hvilke der kvalitetsstyres, betyder en stor fremgang. Derimod er de krav, der fra disse sider stilles til beton i aggressiv miljøklasse næppe tilstrækkelige for beton i særlig aggressive miljøer, således at der kan opnås en tilfredsstillende funktionsperiode på fx mindst 70 år. Det er specielt alkaliskreaktion og chloridindtrængning, der tidligere har begrænset funktionstiden.

Det er et hovedkrav til beton, at den kan opnå og bevare den krævede trykstyrke, således at betonkonstruktionens bæreevne sikres på det i projekteringen forudsatte niveau i den stipulerede funktionsperiode. Dertil kan så føjes æstetiske og funktionelle krav efter byherrens behov.

#### FUNKTIONSKRAV TIL BETON

Den danske betonnorm, DS 411 udgave 3, stiller en række funktionskrav til beton og armeret beton. Der stilles dog enkelte talmæssige krav i DS 411 udgave 3, nemlig i følgende tilfælde:

- Krav til maksimalt indhold af chlorid i beton, se BN 3.1.2.6.
- Krav til maksimalt v/c-forhold, se BN 3.1.3.2.
- Krav om minimal karakteristisk trykstyrke efter 28 modenhedsdøgn, se BN 3.1.3.2.
- Krav til minimal dæklagstykkelse for armering, se BN 6.4.1.1

I vejledningen findes en del talmæssigt baserede anbefalinger, der dog ikke er normkrav.

Går man tilbage i historien, vil man se, at der stort set blev brugt et større cementindhold i beton end det, der er normalt i dag for et tilsvarende miljø. I dag har vi andre cementtyper og tilsætningsstoffer, der nødvendigvis medfører andre blandingsforhold, men funktionskravene er naturligvis de samme, nemlig at betonen skal være holdbar i en passende lang periode. De tre hovedfunktionskrav er:

- Beton skal være stærk for at kunne være med til at sikre betonkonstruktionens bæreevne.
- Beton skal sammensættes af forligelige delmaterialer, for at betonkonstruktionen ikke skal nedbrydes indefra.
- Beton skal være tæt, for at hindre aggressive gasser og væsker i at trænge ind i betonen og nedbryde denne.

Graden af den nødvendige styrke, forlidelighed og tæthed afhænger af betonkonstruktionens påvirkning og udformning samt af ønsket funktionsperiode uden vedligehold.

#### MILJØPÅVIRKNING

Det er miljøpåvirkningerne, der tæller, når det skal afgøres, hvilken miljøklasse, der skal regnes gældende for den pågældende beton. De miljøpåvirkninger, der regnes med, er:

#### TEMPERATUR

- Opvarmede rum, fx  $T > 15^{\circ}\text{C}$ .
- Uopvarmede rum, fx  $0 < T < 15^{\circ}\text{C}$ .
- Mulighed for frost.

#### FUGT

- Lav fugtighed, fx mindre end 65 %RF.
- Høj fugtighed, fx over 65 %RF, men ej vandmætning.
- Vandmætning af betonen.

#### KONSTRUKTIONSGEOMETRI

- Vandrette flader og lunger, der beforder fugtoptagelse, fx vandrette betonbelægninger, trapper, bjælkeoversider og søjletoppe.
- Skrå eller lodrette flader, der sikrer vandafledning før fugtmætning, fx facader.

#### KEMISK AGGRESSIVITET

- Chloridholdige væsker og luft, fx tørsalte, havvand, havgus, brakvand, svømmebadsvand, chloridholdigt grundvand og saltsyre.
- Alkaliholdige væsker og luft, fx tørsalte, havvand, havgus, brakvand, svømmebadsvand og alkaliholdigt grundvand.
- Sure væsker, fx saltsyre, svovlsyre, salpetersyre, mælkesyre og kulsyre.
- Sulfatholdige væsker og gasser, fx svovlsyre, sulfatholdigt grundvand, havvand og skorstensrøg.
- Nitratholdige væsker, fx gødningsvæsker og spildevand.

Ud fra en konstruktionsdels geometriske udformning og påvirkning af temperatur, fugt og kemisk aggressivitet er det muligt efter DS 411 udgave 3 at fastslå, om miljøet skal klassificeres som

- passiv miljøklasse (PMK),
- moderat miljøklasse (MMK),
- aggressiv miljøklasse (AMK) eller
- særlig aggressivt miljø (SAM).

Forud for detailprojekteringen skal der udarbejdes en miljøliste for betonelementer og konstruktionsdele af beton støbt på stedet.

Det kan være formålstjenligt, at der indføres følgende regel i projekteringsproceduren:

- Ethvert betonelements miljøklasse skal angives i projektet samt på tegningerne. Klassen skal fastlægges således i forhold til konstruktionens miljømæssige påvirkning, at der er taget hensyn til evt. ekstreme variationer i miljøet fra såvel omgivelser som konstruktionsudformning og vedligehold. Skal en og samme elementtype anvendes i flere miljøklasser, skal den mest aggressive vælges, med mindre det er muligt at sikre sig imod

misanvendelser. Skal et betonelement anvendes således, at forskellige områder af elementet tilhører forskellige miljøklasser, skal den mest aggressive vælges for såvidt angår betonen, men ikke nødvendigvis armeringens dæklag.

Man kunne tænke sig, at ethvert tegningsskilt blev udbygget med en rubrik til afkrydsning af miljøklasse. Dette er lige så vigtigt som plads til initialer og revision! Elementproducenten kan jo ikke umiddelbart se hvor betonelementet indgår i konstruktionen og i hvilken miljøklasse betonen skal være holdbar.

#### KRAVFORMULERING

Det er ikke tilstrækkeligt at stille et funktionskrav. Funktionskravet skal omformuleres, dvs at der skal indføres talmæssige krav til vikarierende egenskaber, som kan måles og vurderes. Derfor må ethvert krav omfatte følgende oplysninger:

- Definition af den egenskab til hvilken der stilles krav.
- Prøvningsmetoden, der skal anvendes ved måling af, om betonen besidder den ønskede egenskab.
- Acceptkriterium for målte størrelser.
- Konsekvens ved forkastelse.

Det er naturligvis en lettelse, hvis der kan henvises til standardiserede definitioner, prøvningsmetoder og acceptkriterier. Hvis der kan være tvivl, kan det lette forståelsen og mindske risikoen for konfliktsituationer, hvis der som vejledning eller appendix til betonbeskrivelsen medtages de nødvendige definitioner, prøvningsmetoder og acceptkriterier. Er der ikke enighed i den tekniske litteratur om de nødvendige forholdsregler for at opnå holdbar beton, må kravene være på den sikre side.

Mange beskrivelsesforfattere glemmer, at der kun med fordel kan stilles krav til egenskaber hos beton, som entreprenøren har indflydelse på. Man kan fx i betonbeskrivelser se, at det kræves, at beton ikke revner som følge af betonens hærdevarme. Nu er al beton imidlertid revnet, blot man ser tilstrækkelig godt efter (mikroskop). Kravets opfyldelse kan altså ikke konstateres ved måling.

Man kan selvfølgelig definere, hvad man forstår ved "termorevner". Det er imidlertid ikke tilstrækkeligt. Entreprenøren kan ikke måle og styre en revnedannelse i nyudstøbt beton. Derfor er det nødvendigt, at det ved en prøve-støbning vises, at det er muligt med ønsket sikkerhed at fremstille en "revnefri" beton, eller hvad man nu vil kalde en beton med en tilfredsstillende indre struktur. De målelige og styrbare parametre, der beskriver denne betonstøbning, skal derefter være opfyldt for den udstøbte beton til konstruktionen. Er de det i henhold til DS 423.1 udgave 2, skal betonen godkendes. Man siger da, at betonen er accepteret på basis af vikarierende krav.

I stedet for et krav til, at betonen skal være "revnefri", kan man i stedet få et krav til betonens cementindhold, initialtemperatur, isolering, maksimaltemperatur, største temperaturforskelle etc, dvs størrelser, som entreprenøren kan måle og styre!

#### MILJØKLASSEUAFHÆNGIGE KRAV

Der må stilles visse mindstekrav (basale krav) til beton, uafhængig af miljøklassen. Det gælder visse almene krav til betons delmaterialer, sammensætning, udstøbning og efterbehandling.

**DELMATERIALER:** Det må kræves, at delmaterialerne er forligelige og ikke hindrer cementens hærkning. Dette sker idag ved at stille følgende minimalkrav:

- Cementen skal opfylde kravene i DS 427.
- Mikrosilica og flyveaske skal opfylde vejledningens anbefalinger i DS 411 udgave 3. Mikrosilica skal, for at være egnet som tilsætning til beton, desuden have en specifik overflade på mindst 17.500 m<sup>2</sup>/kg.
- Støbevand skal være vandværksvand.
- Grusets humusindhold skal være så lille, at man efter prøvningsmetoden DS 405.3 får en farve, der er lysere end standardfarven.
- Grusets indhold af ler og slam må ikke virke hindrende for opnåelse af de ønskede egenskaber hos den friske og hærdnede beton. Indholdet måles ved prøvningsmetoden CtO-2.7 og må ikke overstige 5%.

**SAMMENSÆTNING:** Det må kræves, at betonen opnår sådanne egenskaber i frisk tilstand, at det er muligt at transportere og udstøbe betonen således, at den hærdnede beton kan opnå den krævede styrke og tæthed. Derfor må det kræves, at betonen sammensættes (proportioneres) således, at

- ydre og indre stenseparation, samt
- vandseparation (bleeding)

ikke er målelig (observerbar) ved visuel strukturanalyse. Et funktionskrav som dette kan håndteres af entreprenøren, fordi den friske betons egenskaber kan undersøges og vurderes ved en prøveblanding. På basis af prøveblandinger, kan betonens indhold af sand, filler og tilsætningsstoffer for et givet sætmål fastsættes således, at funktionskravet kan opfyldes. Derefter erstattes funktionskravet med et krav til betonens sand- og fillerindhold samt mængden af tilsætningsstoffer.

**UDSTØBNING:** Det må kræves, at den hærdnede beton og armeringen kan samvirke om optagelse af betonkonstruktionens snitkræfter. Derfor må det kræves, at betonen under udstøbningen komprimeres således, at

- armeringen omslutes uden vedhæftningsslip, og at
- formen udfyldes uden at stenreder, lunker og grovporøsiteter kan observeres ved visuel strukturanalyse.

Et funktionskrav som dette kan håndteres af entreprenøren, fordi udstøbningens kvalitet kan undersøges og vurderes ved en prøvestøbning med den værst tænkelige geometri og armering. På basis af prøvestøbninger, kan betonens konsistens (sætmål) fastsættes således, at funktionskravet kan opfyldes. Derefter erstattes funktionskravet med et krav til betonens sætmål.

**EFTERBEHANDLING:** Det må kræves, at den hærdnede beton er fri for overflade-revner, der er så åbne, at de kan være udgangszoner for nedbrydning. Dette må ske ved at stille krav om, at

- plastisk svind,
- hærdevarme og/eller
- udtørringssvind

ikke medfører uacceptabel revnedannelse. Disse krav er dog ikke påkrævet i passiv miljøklasse, med mindre overfladen skal stå blank, dvs at der er et æstetisk krav. Et funktionskrav som dette kan dog ikke håndteres af entreprenøren uden at det omsættes til talmæssige krav til vikarierende størrelser, der kan måles og styres af entreprenøren. Her svigter desværre de fleste betonbeskrivelser, selv om betonnormen forudsætter, at normbrugereren er teknisk sagkyndig!

## MILJØAFHÆNGIGE KRAV

Når det er fastlagt hvilken miljøpåvirkning den pågældende beton kan blive udsat for i hærdnet tilstand og i værst tænkelige tilflælde, skal kravene formuleres. Kravene til den hærdnede beton vil afhænge af påvirkningens styrke og intensitet, dvs af miljøklassen. Hvor det kan komme på tale at stille krav, fremgår af følgende skema:

Miljøklasse	PMK	MMK	AMK	SAM
Æstetik	•	•	•	•
Dæklag	•	•	•	•
Styrke	•	•	•	•
Tæthed	o	•	•	•
v/c-forhold	o	•	•	•
Alkalikiselreaktion	o	•	•	•
Frost/tø-påvirkning	o	•	•	•
Carbonatisering	o	•	•	•
Chloridangreb	o	o	•	•
Sulfatangreb	o	o	•	•
Syreopløsning	o	o	o	•
Nitratpåvirkning	o	o	o	•

De krav, der konkret skal stilles, er resumeret i det følgende.

V/C-FORHOLD: Idet der på anden måde drages omsorg for, at betonen udstøbes og efterbehandles forskriftsmæssigt, er v/c-forholdet en af de dominerende faktorer for betonens tæthed (kvalitet). De andre betydende forhold er mørtel- og pulvermætning. Maksimalkravet i DS 411 udgave 3 er som følger:

- Passiv miljøklasse: Ingen krav.
- Moderat miljøklasse: Max v/c = 0,60.
- Aggressiv miljøklasse: Max v/c = 0,50.
- Særlig aggressiv miljøklasse: Krav fastsættes af betonbeskrivelsesforfatteren efter behov, men max v/c < 0,40 ved tørsaltning, se BV 3.1.3.2.

Betonens v/c-forhold kan dokumenteres ud fra de tilsatte mængder ved blanderen. Det tilstræbte v/c-forhold skal være overholdt ved vurdering efter DS 423.1 udgave 2. Betonens v/c-forhold kan også måles på hærdnet beton ved visuel strukturanalyse. Det maksimale v/c-forhold skal da være overholdt ved vurdering efter DS 423.1 udgave 2.

TÆTHED: Begrebet tæthed er ikke veldefineret. Der er tale om følgende to begreber:

- En egenskab hos beton, der sikrer at vand og gasser højst kan passere i en nærmere defineret strøm. Der er ikke tale om en materialeegenskab. Man bør nok i stedet tale om konstruktionsdelens gennemtrængelighed.
- En materialeegenskab, der bør benævnes faststofkoncentrationen, dvs forholdet mellem rumfanget af fast masse og stoffets ydre rumfang.

En nødvendig betingelse for at undgå, at beton er gennemtrængelig under de forhold som normalt skaber problemer inden for betonområdet er følgende:

- Betonen skal være mørtelmættet med et overskud mellem 20 og 30 vol%.
- Betonens mørtelfraktion skal være pastamættet med et overskud på mindst 10 vol%.
- Betonens faststofkoncentration skal være større end 0,40.

Dette er i DS 411 udgave 3 simplificeret til et krav om, at betonens fillerindhold skal være større end  $375 \text{ kg/m}^3$ . Det er her underforstået, at største stenstørrelse er 32 mm (nøddesten). Det kunne være erstattet med et (entydigt) krav om, at betonens pulverindhold i mørtelfractionen skal være over fx  $675 \text{ kg/m}^3$  mørtel. Som det ses, har DS 411 forudsat, at normbrugeren er teknisk sagkyndig!

**DÆKLAGE:** Det tilstræbte, nødvendige dæklag over armeringen (som oftest bøjler) for at beskytte denne mod korrosion, afhænger af følgende forhold:

- Betonens v/c-forhold.
- Betonens komprimering.
- Betonens revneintensitet.
- Tolerance på arbejdsudførelse.
- Stipuleret vedligeholdelsesfri periode.

Kravet til dæklagstykkelse skal formuleres med to størrelser. Det kan fx være

- minimalværdien og den
- tilstræbte værdi.

DS 411 udgave 3 giver ikke muligheder for at nedsætte minimalværdien for dæklaget ved skærpelse i v/c-forholdet, med mindre undvigeparagraffen bringes i anvendelse eller hvis der anvendes særlig beskyttelse af armeringsstængerne.

Hvor det ikke er nødvendigt, bør man ikke tilstræbe at opnå minimale dæklag. Centralt belastede søjlers bæreevne er ifølge DS 411 udgave 3 uafhængig af armeringens placering. Bjælkesøjlers og bjælkers bæreevne er uafhængig af dæklagens størrelse i tværetningen (vinkelret på udbøjningsretningen). Erfaringsmæssigt forekommer der mange dæklagsmangler netop i søjler og på bjælkers og bjælkesøjlers "sider". Man kan normalt her øge dæklagene i forhold til kravene i DS 411 udgave 3 uden udgifter for byggeriet som helhed.

Mange projekterende føler, at det er mest økonomisk at anvende dæklag, der netop har betonnormens minimaltykkelse. Går man sådanne beregninger efter, vil man imidlertid ofte konstatere, at armeringen ikke er udnyttet fuldt ud. Det betyder, at væsentligt større dæklag kunne have været foreskrevet med samme armeringsareal. Det er aldrig optimalt at regne med meget små tolerancer på dæklaget, når armeringen ikke udnyttes fuldt ud. Her tiltrænges en bedre projekteringspraksis!

Der er også andre krav til armeringens dæklag end blot tilstrækkelig korrosionsbeskyttelse. Når armeringen skal stødes eller forankres, deltager dæklaget og omliggende armering i kraftoptagelsen. Ifølge betonnormens vejledning bør dæklaget ved kraftoverførsel mindst være 1,5 gange armeringsdiametere. Det er ofte det afgørende krav i passivt miljø.

Endelig stilles der krav til dæklagens isolerende egenskaber, når der skal tages hensyn til den termiske brandlast, som angivet i DS 410 om last på konstruktioner. Dette medfører ofte langt større dæklag end kravet i DS 411 udgave 3 for passiv miljøklasse, hvor brandlast er aktuel.

Det skal bemærkes, at kravene til armeringsdæklaget skal overholdes med en tolerance, der mindst er 5 mm, se BN og BV 6.4.1.1. Ved forespørgsel er

det oplyst, at den nødvendige dæklagstykkelse af andre årsager end netop korrosionsbeskyttelse er tilstræbte værdier og ikke minimalværdier.

De minimale dæklagstykkelser af hensyn til korrosionsbeskyttelse er ifølge DS 411 udgave 3 sat til 10 mm, 20 mm og 30 mm for henholdsvis passiv, moderat og aggressiv miljøklasse. I særlig aggressive miljøer skal det minimale dæklag være tykkere end i aggressiv miljøklasse, men DS 411 udgave 3 siger ikke hvor meget. Det er alene op til den projekterende, om armeringen skal beskyttes af et tykt og særlig tæt dæklag, om der skal anvendes en beskyttende membran eller om der skal anvendes korrosionsbestandig armering, se BV 1.2.2.

Dæklag skal måles i den hærdnede betonkonstruktion. Det kan ske med en dæklagsmåler. Minimalkravene skal være opfyldt ved vurdering efter DS 1050. Kontrolleres dæklagene i formen, skal tilstræbte dæklag være opfyldt, vurderet efter DS 1050.

**TRYKSTYRKE:** Den nødvendige karakteristiske trykstyrke vil fremgå, dels af de statiske beregninger, dels af den miljøklasse, der er gældende for den pågældende konstruktionsdel. Den største styrkeværdi vælges som mindstekrav for den karakteristiske trykstyrke.

Man bør være opmærksom på, at opfyldelse af holdbarhedskrav kan medføre større styrke end krævet i de statiske beregninger og krævet i DS 411 udgave 3 for de forskellige miljøklasser, se BN 3.1.3.2. Hvis styrkekravet derved får underordnet betydning, kan man overveje at slække på styrkekontrollen til fordel for mere betydningsfulde kontroller.

**ALKALIKISELREAKTION:** For at undgå (minimalisere) opståen af skadelig alkalikiselreaktion, må der vælges delmaterialer, der er forligelige i det konkrete miljø. Kriteriet for at undgå skadelige alkalikiselreaktioner er en funktion af følgende størrelser:

- Reaktive partikler i tilslaget.
- Alkaliindholdet i betonen.
- Vandindholdet i betonen.

Blot en af disse parametre mangler, da udelukkes alkalikiselreaktioner. Ved udtrykket "mangler" forstås her, at de pågældende værdier er passende lave. Der er tale om komplicerede sammenhænge, hvor næppe alle parametre endnu er kendte.

Rent praktisk kan man klassificere sand, cementer og miljøer. Derefter kan man definere kombinationer, hvor risikoen for skader er urimelig stor og derfor bør undgås. Cement er certificeret på følgende måde:

- HA: Cement med syreopløselig alkali over 0,8 mas%.
- MA: Cement med syreopløselig alkali mellem 0,6 og 0,8 mas%.
- LA: Cement med syreopløselig alkali mellem 0,4 og 0,6 mas%.
- EA: Cement med syreopløselig alkali under 0,4 mas%.

Sand kan fx klassificeres (er ikke certificeret) på følgende måde:

- HR: Højreaktivt sand (flintholdigt sand), dvs sand med indhold af porøs flint over 2%.
- LR: Lavreaktivt sand (flintfattigt sand), dvs sand med indhold af porøs flint under 2%.
- ER: Ekstra lavreaktivt sand (flintfrit sand), dvs sand med indhold af flint (tæt+porøs) under 1%.

Til gruppen tæt flint hører alle sandpartikler, der i passende koncentration kan medføre skadelig alkalikislerreaktion i mørtelprismer støbt med en HA-cement. Til gruppen porøs flint hører alle partikler, der i passende koncentration kan medføre skadelig alkalikislerreaktion i mørtelprismer støbt med en MA-cement.

Miljøpåvirkningen deles i to hovedgrupper i DS 411 udgave 3, nemlig i tørt og i fugtigt miljø. De fugtige miljøer kan derefter opdeles i ferskfugtige miljøer og miljøer, der kan afgive alkali (salt) til beton. Her må man igen skelne mellem miljøer med saltvand op til havvandets koncentration og med smeltevand fra tørsaltning, der kan være koncentreret. Med denne opdeling kan man betragte de hosstående kombinationer som meget lidt risikofyldte med hensyn til opståen af alkalikislerreaktion:

Cementtype	EAC	LAC	MAC	HAC
Miljø- tørsaltning	ERS	ERS	ERS	ERS
be- saltfugtig	LRS	LRS	LRS●	ERS
skri- ferskfugtig	HRS	HRS●	LRS●	ERS
velse tørt, max 65 %RF	HRS	HRS	HRS	HRS

Der må også føres regnskab med alkalitilskud fra tilslag, tilsætningsstoffer mv. For de kombinationer i skemaet, der er mærket med ● skal alkalitilførslen begrænses til 0,6 kg ækv Na<sub>2</sub>O pr m<sup>3</sup> beton. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, må man gå en "alkaliklasse" ned i cementtype. For de andre kombinationer kan begrænsningen sættes til 1,2 kg ækv Na<sub>2</sub>O pr m<sup>3</sup> beton.

Hvor der er tale om store økonomiske konsekvenser ved holdbarhedssvigt, kan valg af cementtype og/eller valg af sandsort naturligvis altid skærpes.

I ovenstående var der til gruset kun stillet krav til sandfraktionen. Forsøg og praksis har vist, at stenpartikler af porøs flint og tæt flint med porøs flintskorpe kan reagere skadeligt sammen med MA-cementer og HA-cementer samt i de tilfælde, hvor der kommer alkalitilskud fra omgivelserne.

Porøs flint i stenfraktionen kan heller ikke accepteres af frostskaadehensyn. Derfor må tæt flint med porøs flintskorpe begrænses ved anvendelse sammen med MA-cementer og HA-cementer samt i beton i aggressiv miljøklasse samt særlig aggressive miljøer.

Grusets bjergartssammensætning kan kontrolleres efter DS 405.1 og tilsvarende. Vurdering sker efter DS 405.0, udgave 2.

**FROST/TØ-PÅVIRKNING:** Kan beton fryse i vandmættet tilstand, skal man sikre sig, at cementpasta og stentilslag er frostfaste. Man skal være opmærksom på, at ikke al beton i moderat miljøklasse er udsat for at blive vandmættet. Derfor er det kun nødvendigt at stille holdbarhedskrav, der sikrer imod frost/tø-påvirkning, hvor betonen kan blive vandmættet. Det bør iøvrigt altid overvejes, om en beskyttelse imod vandmætning er en mere økonomisk foranstaltning end sikring imod frost/tø-skader.

**Cementpastas frostbestandighed:** Kan beton fryse i vandmættet tilstand, skal der anvendes et luftblandende tilsætningsstof ifølge DS 411 udgave 3. Betonnormen angiver imidlertid ikke hvilke egenskaber det indblandede luftbobblesystem skal besidde. Det angives blot, at betonen skal være frostfast.

Efter erfaringer både fra laboratoriet og fra praksis, er det rimeligt at stille følgende krav for at opnå frostbestandig beton uden patologiske bivirkninger:



- Den hærdnede betons luftindhold skal ligge imellem 15 og 30 vol% af betonens pastaandel, der består af cement, mikrosilica, flyveaske og vand (luft medregnes ikke til pastaen), samtidig med, at luftboblens samlede specifikke overflade skal ligge mellem 20 og 60 mm<sup>2</sup> ved frysning i ferskvand og mellem 25 og 60 mm<sup>2</sup> ved frysning i saltvand.

Måling af luftindhold og specifik overflade sker på hærdnet beton ved prøvningsmetoden ASTM C 457 eller tilsvarende.

For at luftbobilesystemet i den hærdnede beton skal komme til at opfylde de stillede krav, må der i den friske beton opnås og bevares et luftbobilesystem med de stillede krav. Det kan betonproducenten sikre ved at anvende et luftindblandende tilsætningsstof, der

- bevirker et luftindhold på mindst 20 vol% af betonens pastaandel og som
- er forligneligt med andre af betonens tilsætningsstoffer og som erfaringsvis giver små luftbobler, der er stabile over for transport, udstøbning og komprimering.

At det ønskede luftbobilesystem kan opnås, undersøges ved en prøvestøbning før betonproduktionens start og når der ændres delmaterialer, betonsammensætning eller tilsætningsstoffer.

Et krav som dette til luftbobilefordelingen i hærdnet beton kan ikke håndteres af entreprenøren uden at det omsættes til talmæssige krav til egenskaber, der kan måles og styres af entreprenøren. På basis af først prøveblandinger og siden prøvestøbninger fastlægges tilsætningsstoffernes type og dosering, således at kravene til luftbobilefordelingen kan opfyldes. Derefter erstattes kravet til luftbobilefordelingen i den hærdnede beton med krav til betonens delmaterialer (herunder tilsætningsstoffer), sammensætning (herunder docering af tilsætningsstoffer) og konsistens (sætmål).

Frostfarlige sten: Indeholder beton porøse sten, der ligger så nær overfladen, at de i fugtigt miljø (MMK, AMK og SAM) mættes med vand, kan der i frostperioder ske skader på betonen (springere, afskalninger, revner). Derfor må mængden af frostfarlige partikler i gruset begrænses. Fra laboratoriet og fra praksis vides det, at frostfarlige partikler er porøse sten. Porøse sandpartikler synes derimod ikke at være frostfarlige. Som vikarierende egenskaber for stens porøsitet kan deres densitet anvendes. For derfor at sikre imod springerdannelse, skal stenene udover andre krav i miljøklassen, opfylde følgende krav:

- Indholdet af korn med densitet under 2300 kg/m<sup>3</sup> må højst være 3 mas% ved frysning i delvis vandmættet tilstand.
- Indholdet af korn med densitet under 2500 kg/m<sup>3</sup> og 2400 kg/m<sup>3</sup> må højst være henholdsvis 5 mas% og 1 mas% ved frysning i vandmættet tilstand.

Måling sker efter prøvningsmetoden DS 405.4 og vurdering sker efter DS 405.0 udgave 2.

CARBONATISERING: Det har vist sig, at tidligere betonnormers krav til betons v/c-forhold i moderat miljøklasse ikke har sikret en tilfredsstillende funktionstid uden vedligehold. Armeringens dæklag har kunnet gennemcarbonatisere, således at rustbeskyttelsen forsvandt. Derfor er kravene til betonens v/c-forhold og armeringens dæklag blevet skærpet i DS 411 udgave 3. Der skulle derved være opnået en funktionsperiode på over 70 år uden vedligehold, hvis ellers v/c-forhold og dæklag opfylder de stillede krav og betonoverfladen er fri for netrevner.

Dette kan postuleres ud fra forsøg i laboratoriet og i marken med almindelig portlandcement. Der er dog forsøgsresultater, som viser, at ikke alle cementtyper har lige stor førsteårscarbonatisering. Kravene til dæklag og v/c-forhold er dog uafhængige af cementtypen i DS 411 udgave 3.

Det er muligt at påføre en carbonatiseringsbremsende overfladebehandling, hvis det efter 5 år viser sig, at over 25% af dæklaget er carbonatiseret. Carbonatiseringsdybden kan måles med indikator. Årsagerne til en hurtigere carbonatisering end estimeret, vil kunne findes ved visuel strukturanalyse (tyndslib).

Det skal erindres, at en overfladebehandling kan nedslides og derfor må fornyes fra tid til anden, jvf disse produkters specifikationsblade.

**CHLORIDANGREB:** Armering i chloridholdig, fugtig beton er ikke beskyttet mod at ruste, når chloridkoncentrationen kommer over en vis værdi. Denne værdi er afhængig af betonens pH-værdi og er nul, når  $\text{pH} < 11$ . Derfor er kombinationen carbonatisering og chloridangreb særlig risikofyldt. Beton kan få tilført chlorid på to principielt forskellige måder:

- Chlorid kan tilføres frisk beton ved blandingsprocessen gennem delmaterialer (sømaterialer), tilsætninger og tilsætningsstoffer (acceleratorer).
- Chlorid kan tilføres hærdnet beton fra omgivelserne (havvand, svømmebadsvand, tørsaltning, industrispildevand) ved indtrængning gennem cementpastaens kapillarporer (diffusion) og gennem revner (makro- og mikrorevner i pasta og tilslag).

**Chloridiblanding:** Det kan ikke undgås, at der bliver tilført frisk beton en del chlorid, selv om chloriden ikke tilsættes med føje. Det vil dog altid være muligt at begrænse chloridiblandingen og føre kontrol med den friske betons chloridindhold. Grænserne for frisk betons chloridindhold fastsættes af DS 411 udgave 3, se BN 3.1.2.6 på følgende måde:

- Slapt armeret beton må i passiv og moderat miljøklasse højst indeholde opløselige chlorider i en sådan mængde, at det svarer til 1,5 mas% af betonens cementindhold, beregnet som  $\text{CaCl}_2$ .
- Slapt armeret beton i aggressiv miljøklasse og i særlig aggressive miljøer, samt spændbeton i alle miljøer, må højst indeholde opløselige chlorider i en sådan mængde, at det svarer til 0,5 mas% af betonens cementindhold, beregnet som  $\text{CaCl}_2$ .
- Uarmeret beton i alle miljøer må højst indeholde opløselige chlorider i en sådan mængde, at det svarer til 2,5 mas% af betonens cementindhold, beregnet som  $\text{CaCl}_2$ .

Desuden må følgende tilføjes, men det står ikke i DS 411 udgave 3:

- Frisk betons chloridindhold må kun kunne stamme fra urenheder i delmaterialer, tilsætninger og tilsætningsstoffer. Der må ikke bruges chlorider som tilsætningsstof.

De krævede maksimalindhold i beton, som angivet af DS 411 udgave 3, hører til blandt de lempeligste fra andre landes betonnormer. Reglerne i DS 411 udgave 3 lader ikke grænserne for chloridindhold variere med den anvendte cementtype som i visse andre landes betonnormer. Der ser man, at grænserne yderligere skærpes ved anvendelse af sulfatbestandige cementer. Da ovenstående regler imidlertid ikke er vanskelige at få opfyldt, kan det derfor anbefales at skærpe kravene til under halvdelen af de anførte grænser.

Indhold af chlorid i frisk beton kan bestemmes ved prøvningmetoden DS 423.19. Vurdering af observationer sker efter DS 423.1 udgave 2.

Chloridindtrængning: Man kan undgå indtrængning af chlorid fra omgivelserne på to principielt forskellige måder:

- Betonen kan beskyttes mod chloridindtrængning af en chloridbestandig og chloridtæt membran.
- Betonen kan gøres tæt og revnefri i en sådan grad, at den hærdnede betons chloridindhold ikke når faregrænsen i bygværketsd stipulerede funktions-tid.

Chloridkoncentrationen i betonens omgivelser har betydning for hvor lavt v/c-forholdet skal være. Overfladerevner vil ikke kunne accepteres.

En af hovedkilderne til chloridindtrængning i beton er tørsalt. Det er næppe realistisk med et forbud imod tørsaltning for at bekæmpe is- og snefo-rekomster. Derfor er det nødvendigt at sikre betonen imod skader fra tørsaltning (chloridindtrængning, alkalikiselrteaktion og frost/tø-skader). Smelte-vandet fra tørsaltning vil normalt være koncentreret med alkali og chlorid. Derfor skal helt ekstraordinære beskyttelsesforanstaltninger tages i brug.

For havvandskonstruktioner og svømmebassiner, der tilhører aggressiv miljøklasse, kræves i DS 411 udgave 3, at max ækv v/c < 0,50. For tørsaltbela-stede plader og belægninger, der tilhører særlig aggressive miljøer, anbefaler betonnormens vejledning, at max ækv v/c < 0,40.

I konstruktioner i havvand og svømmebadsvand kan der lokalt opbygges et stort chloridindhold i betonen ved kapillarsugning og fordampning. Det vil kunne imødegås ved at henregne området til særlig aggressive miljøer (mem-bran eller særlig lavt v/c-forhold). Omvendt vil der være områder, hvor ilt ikke kan få adgang, så korrosion derfor ikke kan foregå. Det betyder, at kravene til betonen i sådanne områder kan lempes. Det er der dog ikke mulig-hed for, når DS 411 udgave 3 skal følges.

Det har vist sig, at afsyring af betonoverflader med saltsyre senere kan medføre korrosionsskader på armering. Derfor bør afsyring af armeret beton ikke tillades. Sandblæsning er både bedre og billigere i længden. Man skal være opmærksom på at afsyring af murværk kan medføre chloridangreb på til-stødende beton, hvis den ikke beskyttes effektivt.

Indhold af chlorid i hærdnet beton kan bestemmes ved prøvningsmetoden DS 423.28. Kravene til chlorid i hærdnet beton er som for frisk beton. Vurde-ring af observationer sker efter DS 423.1 udgave 2.

**SULFATANGREB:** Havvandskonstruktioner er udsat for sulfatangreb (magniumsul-fat). Det er medvirkende til, at havvandskonstruktioner henføres til aggres-siv miljøklasse. Det samme gælder for funderingskonstruktioner, der udsættes for sulfatholdigt grundvand uden at sulfatindholdet er ekstremt stort. For-uden at overholde de krav, der gælder for aggressiv miljøklasse, skal der anvendes sulfatbestandig cement, dvs lavalkali sulfatbestandig cement eller hvid cement.

Beton, der udsættes for grundvand eller spildevand med stort sulfatindhold, kan næppe klare sig uden supplerende beskyttelse, dvs sulfatbremsende overfladebehandlingsmidler (tætte membraner).

Der er her tale om særlig aggressiv miljø. Hvis der ikke anvendes mem-bran, må der regnes med cementindhold på mindst 400 kg/m<sup>3</sup> beton ved anvendelse af nøddesten samt maksimalt tilladeligt indhold af mikrosilica og fly-veaske. Desuden skal det ækvivalente v/c-forhold være under 0,40. Ved kraf-tigt sulfatangreb skal det dog ikke forventes, at holdbarheden er stor.

**SYREOPLØSNING:** Ubeskyttet beton har kun mulighed for at modstå svage syrer som sur regn. Selv om facader, der påvirkes af sur regn, henregnes til mode-rat miljøklasse efter DS 411 udgave 3, bør det overvejes at stramme kravet

til v/c-forholdet. Erfaringsmæssigt har den sure regn en opløsende og udluende virkning på betonen. Det medfører øget vedligehold. Skal en betonfacade beskyttes imod virkningerne fra den sure regn, skal betonen enten være vandskyende eller også må den ikke være vandsugende. Disse effekter opnås ved henholdsvis overfladebehandling og stramning af kravet til v/c-forholdet i forhold til DS 411 udgave 3.

Påvirkes beton af stærkere syrer end sur regn, er der tale om et særligt aggressivt miljø, hvor betonen i sig selv næppe kan gøres holdbar uden anvendelse af overfladebehandling (syrefaste membraner). Selv om der anvendes membraner, skal betonen i sig selv opfylde kravene til aggressiv miljøklasse. En effektiv membran nedsætter kun påvirkningen med en miljøklasse.

En del syrer vil foruden den egentlige syrevirkning også medføre andre nedbrydningsformer. Saltsyre medfører således også chloridindtrængning og svovlsyre medfører også sulfatangreb.

**NITRATPÅVIRKNING:** Beton i landbrugets konstruktioner kan udsættes for nitratpåvirkning (gødningsvæsker). Industrispildevand kan også indeholde nitrat.

Beton i sådanne nitratpåvirkede konstruktioner skal beskyttes som beton, der udsættes for syreangreb.

**ÆSTETIK:** Betonfacader tilhører normalt moderat miljøklasse. Kun facader i bygværker nær Vestkysten og i røgfyldte fabriksområder henhører til aggressiv miljøklasse. Betonfacader vil normalt efter en vis periode få misfarvning fra sodpartikler (i regndråber) og fra algevækster (specielt i skovområder). Her kan vandafvisende (og dermed smudsafvisende) overfladebehandling samt algedræbende eller algevæksthæmmende overfladebehandling kunne komme på tale.

**GRAFFITI:** Betonoverflader, der er udsat for graffiti, kan overfladebehandles således, at graffiti kan fjernes uden spor. En antigraffitibehandling er normalt en diffusionsåben overfladebehandling, men tætte antigraffitibehandlinger findes også.



Indlæg fra:



**BOLIGUDVALGET FOR BEVÆGELSESHÆMMEDE**

**Bolig-, Motor- og Hjælpemiddeludvalget**

Sekretariat: Hans Knudsens Plads 1A, 1. sal, 2100 København Ø

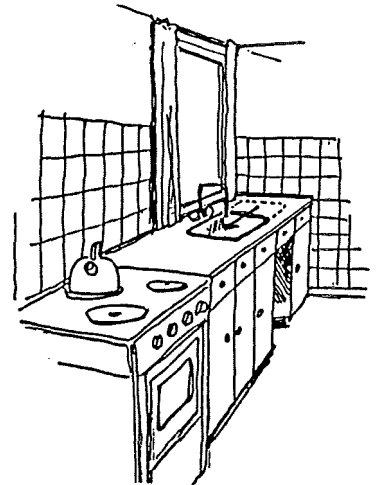
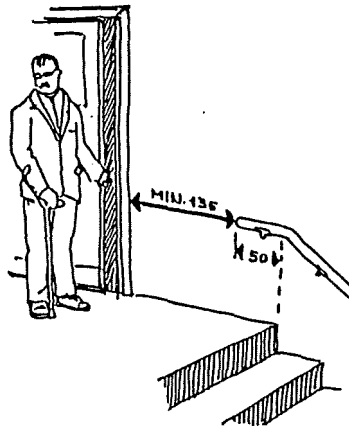
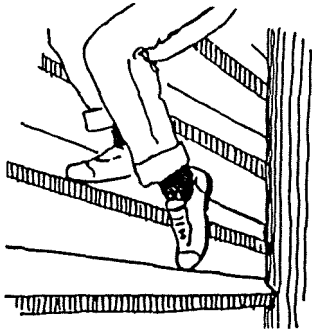
Ad publikation - etagebebyggelser.

Tegning side 01.100.



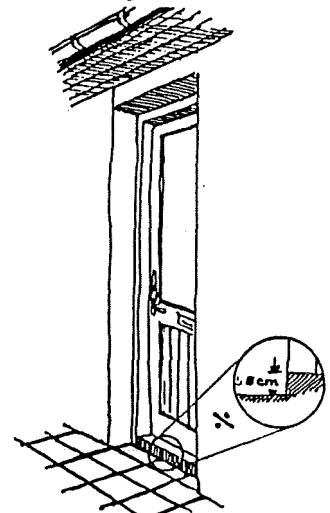
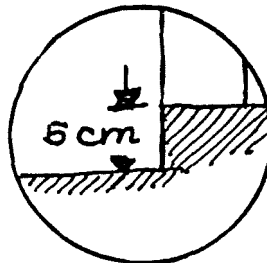
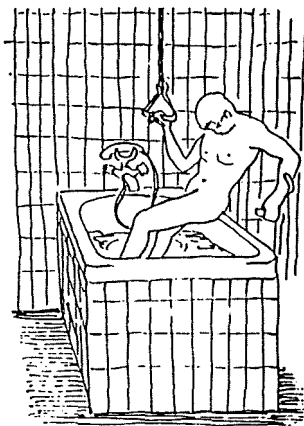
1. Vindeltrappe, d.v.s. trin der er smallere i den ene side end i den anden, vil nok medføre en del fald blandt dem, der vil hurtigt ned ad trapper. Dårligt gående skal nok passe på men vil ikke bryde sig om, at trindybden ikke er den samme for begge fødder.

2. Der er kun 110 cm fra den ene stuelejligheds entredør til trappegelænde. 130 cm er vist et BR-krav.



3. Køkkenvask er placeret for tæt ved hjørne. Havde den været 70-80 cm nærmere ydermur, blev tilberedningspladsen placeret mellem vask og kogeplader, så man kunne nå begge uden at flytte sig.

4. Det synes, som om badekar er indmuret. Løst badekar giver større valgmulighed for beboerne.



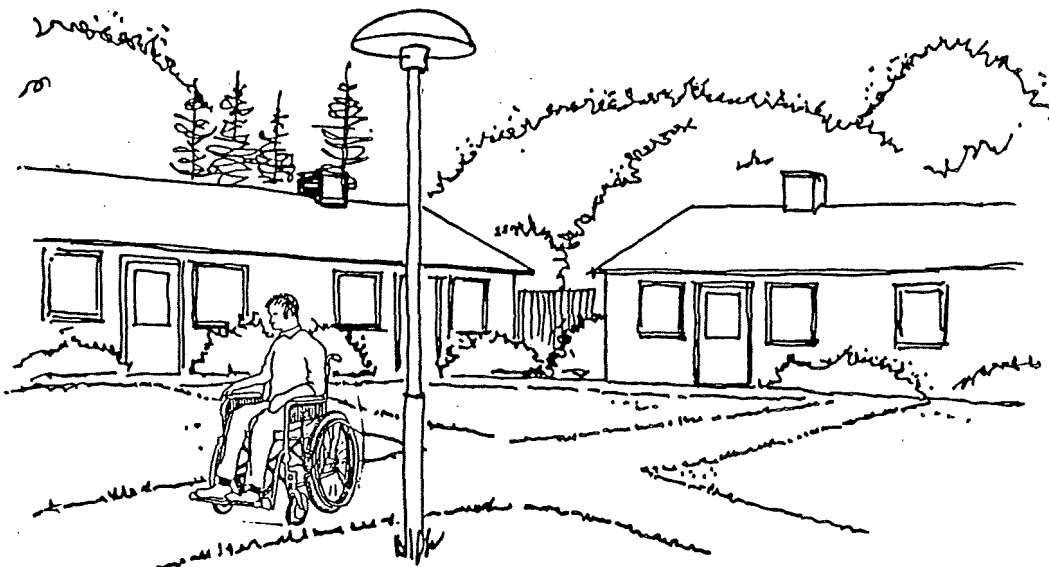
Tegning side 01.002.

5. Denne tegning synes at vise en højdeforskel mellem udendørs belægning og gulv i vindfang på 5 cm. Det er det dobbelte af det ønskelige.

Indlæg fra:


**BOLIGUDVALGET FOR BEVÆGELSESHÆMMEDE**  
**Bolig-, Motor- og Hjælpemiddeludvalget**

Sekretariat: Hans Knudsens Plads 1A, 1. sal, 2100 København Ø

Eqnethed for alle.

Nye boligbebyggelser bør så vidt muligt planlægges og gennemføres tilgængelige og beboelige for alle. Såvel ydre arealer og adgangsforhold som boligernes indretning bør tilgodeses alles behov. Dette gælder også handicappede og f.eks. kørestolsbrugere. Den i denne anledning nødvendige hensyntagen vil for alle være en kvalitetsforbedring. Varetagelse af handicappedes behov vil være en kvalitetssikring. Planlægges uden denne målsætning, vil det betyde en fejlprojektering.

Af særlige spørgsmål kan nævnes følgende:

Vedrørende ydre arealer.

Der bør være parkeringsmulighed i nær tilknytning til indgangsdør. Stærkt bevægelsehæmmede vil være afskåret fra at vælge boliger, hvor transport til bil sker udendørs over meget lang afstand.

Særlig kørsel (taxa, ambulance o.lign.) til indgangsdør bør være mulig.

Gangarealer bør have en jævn, skridsikker og hård overflade.

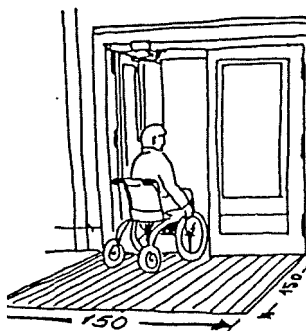
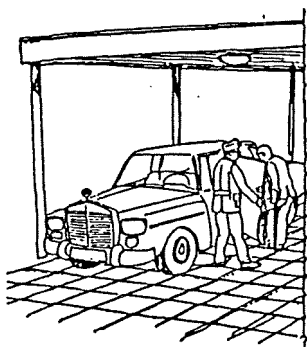
Evt. ramper bør ikke være stejlere end 1:20. I henhold til bygningsreglementet vil kunne dispenseres op til 1:12, men sådan stigning kan ikke klares af alle.

Møblering i udearealer bør tilgodeses ældre og handicappede.

Adgang til boligen.

Ved hoveddør bør være et vandret areal, mindst 150 x 150 cm i plan med areal i opgangene. Evt. rampe bør ende i sådan repos. Til boliger i første plan må ikke være trin m.v.

Adgang til elevator bør ske uden trin i terrænetage og på samme plan som boligerne på etagerne.

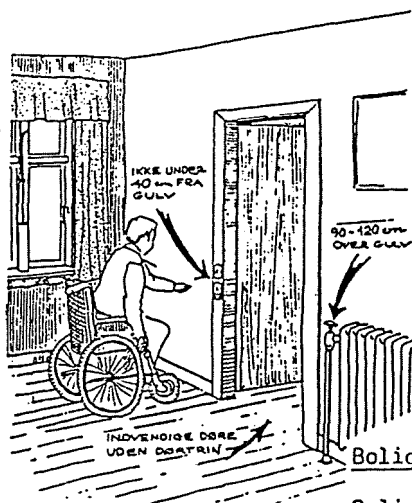
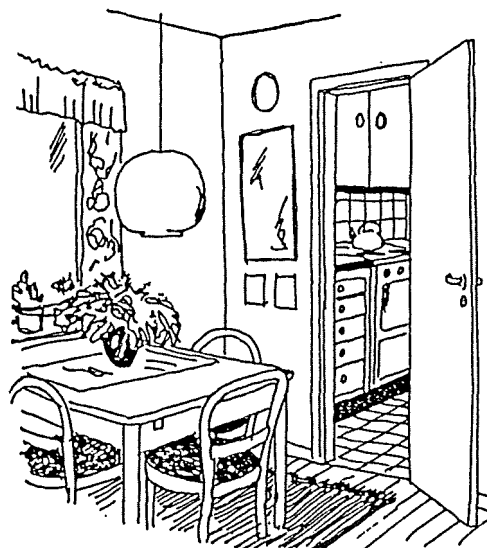


Indlæg fra:

**BOLIGUDVALGET FOR BEVÆGELSESHÆMMEDE**  
**Bolig-, Motor- og Hjælpemiddeludvalget**



Sekretariat: Hans Knudsens Plads 1A, 1. sal, 2100 København Ø



Boligens planløsning.

Boligens enkelte rum bør planlægges således, at rum, som har tilknytning til hinanden, bør placeres i forbindelse med hinanden, uden at der skal passeres rum med anden benyttelse. Køkken/spise- opholdsstuen - bad/toilet og soveværelse

De enkelte rum bør gives en størrelse og en udformning, der svarer til benyttelsen. Dette gælder bad/toilet, hvor installationsgenstandene må placeres med hensyntagen til bevægelsehæmmedes benyttelse.

Lange, smalle rum giver sjældent mulighed for en god funktion.

Køkkener bør således helt være kvadratiske - et langt, smalt rum af tilsvarende areal som et kvadratisk køkken vil ikke give samme mulighed.

Køkkenet bør ikke være gennemgangsrum - dette gælder især arealer, der samtidig er knyttet til arbejdsplads.

Noogle enkeltheder.

Affaldsnedkastningslemme bør findes på samme etage som boligernes entredøre.

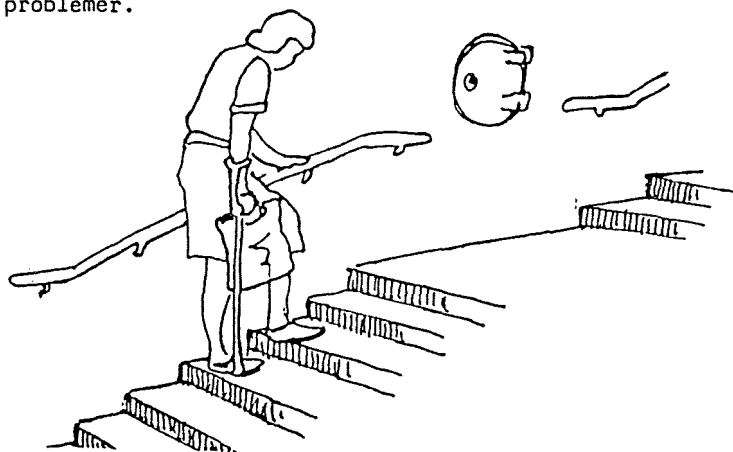
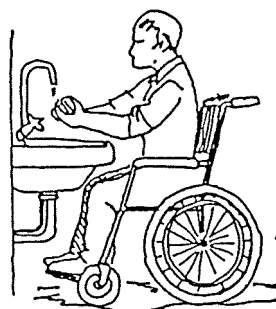
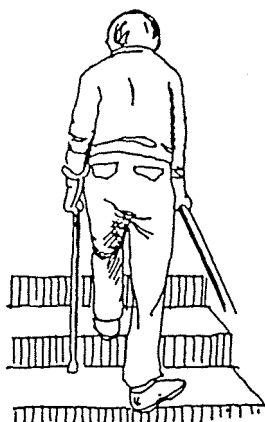
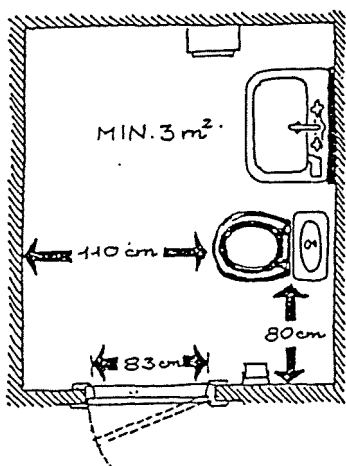
Døre bør kunne åbnes helt - placering bør overvejes til sikring af bedst mulig cirkulation i boligen. Normalt bør de "gå ind i" største rum.

Vinduer bør være lette at åbne - lette at pudse.

Dørtrin bør begrænses og ikke være over 25 mm.

Der bør vælges greb, armaturer, betjeningskontakter, som er lette at betjene, lette at forstå betjeningsmæssigt.

Adgang til terrasse eller altan bør ske uden voldsomme trin - kan gennemføres uden at regnvand volder problemer.







**Der bør  
bygges bro  
over kløften  
mellem  
teknokrater  
og  
forbrugere**

*Indbygget dataintelligens i bygningerne vil betyde at de indlagte chips i væggene, elektronisk kan fortælle om bygningens tilstand.*

### Bygninger med indbygget intelligens

Af civilingeniør Chr. F. Rovsing

*I Amerika findes der allerede 75 bygninger med indbygget dataintelligens, hvilket betyder, at kommunikationsudgifterne falder med 30 pct.*

#### Udvikling af datateknologi

Den teknologiske udviklingen indenfor mikroelektronik, programmer og telekommunikation vil frembringe værktøjer, som i fremtidens huse vil blive anvendt til at overvåge eller kontrollere selve bygningens fysiske tilstand.

I forbindelse med opførelse af nye bygninger kan man forudse, at man i mur, etageadskillelser, yderskal m.v. vil indstøbe små specialbyggede chips, som vil sladre om materialeforandringer efterhånden som årene forløber.

Chip'ene vil bestå af mikrocomputere, lager samt sende- og modtage udstyr, således at man ved f. eks. at sende en mikrobølgestråle imod dem, kan få aflæst de parametre, som beskriver tilstanden for materialerne. Der er altså ikke brug for indbyggede batterier eller permanente lednings-tilslutninger.

I visse kritiske dele kan man måske forestille sig, at der sker en løbende måling af tilstanden, bl. a. for at få tilvejebragt et erfaringsmateriale. I så tilfælde vil data kunne opsamles lokalt, analyseres lokalt og resultaterne evt. sendes til centrale databaser til glæde for interesserede.

Ud over denne nye måleteknik vil man se, at bygningers stadig mere komplicerede systemer og anlæg vil blive overvåget af datamaskiner. I Danmark har telefonselskaberne udviklet alarmnette som på en billig og effektiv måde muliggør transmission af overvågningsdata og styreinformationer på det eksisterende telefonnet.

Overvågningen vil ikke blot dreje sig om brand- og indbruds-alarmer, men også bestå i overvågning af olie- eller gasfyr, dybfrysere, hvortil kommer energistyring og i større bygninger overvågning af tekniske anlæg.

Signalerne vil gå til specialanlæg, hvor specialprogrammer vil bistå operatørerne med at analysere opståede fejlsituationer, samt at foreslå løsninger af de fejlbehæftede systemer.

Bygningstegninger, tegninger og beskrivelser af tekniske anlæg og installationer m. v. vil være opbevaret i databaser, således at ændringer og udvidelser straks tilføjes. I tilfælde af fejl vil en tekniker (eller en specialarbejder med særlig uddannelse) få vejledning i reparation af de dele (eller systemer), som er gået i stykker. Herved vil en enkelt arbejder kunne dække en lang række specialer og på et enkelt besøg klare fejlsituationer, som i dag kræver tilkald af mange specialister (at der inden man når så langt skal foregå en væsentlig udvikling af brugervenlige eller pædagogisk udformede systemer, nævnes blot for god ordens skyld).

Fremtidens boliger og arbejdspladser vil blive udstyret med omfattende kommunikationsudstyr, bl. a. store flade TV-skærme (f. eks. 1 - 2 cm tykke og i størrelser på flere kvadratmetre, hvis ønsket). Med den forventede liberalisering inden for telesektoren vil udviklingen ske med en hastighed, det i dag er svært at forestille sig.

For at udnytte telekommunikationsnettet så effektivt som muligt, vil automatiske centraler, der behandler tale og data samtidigt, koncentrere og distribuere bygningskompleksers strøm af digitale data (TV, radio, telefoni, data m. v.). Fremtidens bygninger kan for meget små udgifter forberedes til denne teknologi, og de bygninger, hvor dette er ske, vil have en højere brugsværdi i det kommende informationssamfund.

## Bygninger med indbygget dataintelligens

Byggeri med indbygget dataintelligens, og han startede med et eksempel for at illustrere den teknologiske udvikling de senere år. Således vil en lille chip på  $3 \times 4$  mm, som vi kender i dag, kunne rumme de samme informationer, hvor man i 1971 behøvede 20.000 radiorør, der tilsammen vejede 3 tons.  
- Denne kolossale udvikling vil naturligvis også få indvirkning på byggeriet, fortsatte Roving.

I dag er informationsbehandlingsindustrien inde i en voldsom kapacitetsforbedring, og det betyder, at de administrative rutiner i banker, på hospitaler og i erhvervslivet vil kunne udføres på 30 pct. af de nuværende antal arbejdstimer, sagde Roving videre, og tilføjede, at der i de kommende år vil blive satset mange penge på udviklingen af disse værktøjer.

Indbygget dataintelligens i bygningene vil betyde at de indlagte chips i væggene, elektronisk kan fortælle om bygningens tilstand.

Disse krav til byggeriet vil foreligge om få år, og indenfor bare en 5-årig perio-

de vil der på området blive vedtaget internationale standarder, og så vil for alvor ske noget.

De forberedende grundinstallationer til dataintelligensen vil kunne udføres for under 50 kr. ekstra pr. kvm, og det er jo en ringe udgift, i forhold til det man senere sparer.

Derfor skal man tænke sig umådeligt meget om, når fremtidens byggeri planlægges, for så kan man spare astronomiske summer, pointerede Chr. F. Roving.

Byggesocietetets landsmøde i Aalborg

*Det selvtænkende hus er snart  
en realitet — Århus-ingeniør  
leder et udviklingsprojekt om  
datamatovervågning af boliger*

#### MANCHET

Artiklens forfatter, akademiningeniør Kurt Nielsen-Dharmaratne, er ansat på det rådgivende ingeniørkontor Birch & Krogboe, Århus, hvor han specielt arbejder med bygningsforbedring.

Kurt Nielsen-Dharmaratne har været projektleder ved udarbejdelsen af en BUR-rapport, som beskriver planlægningsgrundlaget for etablering af overvågningssystemer for bygningskonstruktioner.

Et resume af rapporten kan rekvireres gratis ved henvendelse til enten BUR, tlf. (01) 12 28 11 eller til Birch & Krogboe, Århus, tlf. (06) 26 13 11.

#### TÆNKENDE HUSE

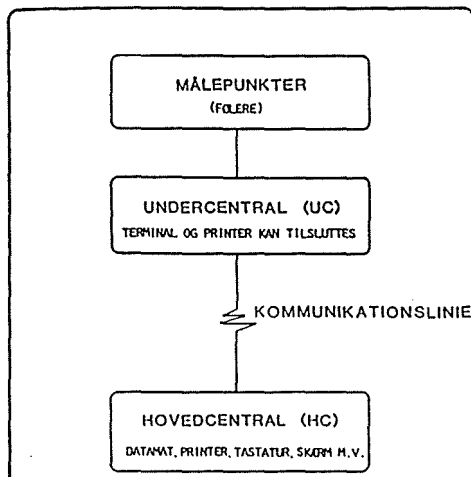
CTS anlæg (Central Tilstandskontrol og Styringsanlæg) anvendes idag som et effektivt hjælpemiddel ved drift og vedligehold af installationer og produktionsanlæg.

Det er en almindelige erfaring, at bygningskonstruktioners tilstand kun sjældent overvåges tilstrækkeligt nøje. Det vil sige, at skader ofte først erkendes, når de er meget fremskredne.

Der foreligger imidlertid principielt set gode muligheder for at overvåge tilstanden af bygningskonstruktioner ved hjælp af lignende anlæg.

Anvendelse af datamatbaseret overvågning vil gøre det muligt at bestemme vedligeholdsbehovet på en mere sikker måde, og på et sådant tidspunkt, at vedligeholdsarbejdet kan udføres inden følgeskader er opstået. Herved billiggøres vedligeholdsarbejdet, skader repareres så snart de opstår, og levetiden af bygningskonstruktionerne forlænges ved det lavest mulige ressourceforbrug.

Sådanne anlæg er i princippet opbygget meget simpelt.



*Af Lars Meldgaard*

God morgen. Det er i dag lørdag 3. august. Temperaturen udenfor er 16 grader, i boligens opholdsrum er der 21 og i soverummene 17 grader. Vinduerne mod vest trænger til maling og træets fugtighed er passende til at gå i gang med jobbet — NU. Tagrenderne skal renses og varmeanlægget.....

Nej, det er ikke en husejers i dialog med sin egen dårlige samvittighed. Det er computeren, som skriver besked eller taler højt i et selvtænkende og delvis selvstyrende hus.

Og det er ikke urealistiske fremtidsvisioner.

Allerede i løbet af to-tre år er datamatovervågede boliger en realitet i Danmark.

Det mener en ekspertgruppe, som har undersøgt datamatovervågning af bygningskonstruktioner for Byggeriets Udviklingsråd (BUR). Om få måneder udsender gruppen og BUR resultatet af analysen. En rapport, et såkaldt ide-katalog, hvori det blandt andet konkluderes:

Der bruges årligt mellem 15 og 20 milliarder kroner til vedligeholdelse af bygninger herhjemme. En stor del af dette beløb kunne spares, hvis ressourcerne blev anvendt mere effektivt.

FØLERNE

Indsamling af data er den mest sårbare funktion i et overvågningsanlæg. Den efterfølgende databehandling og dermed værdien af resultattolkningen afhænger af de benyttede data. Derfor har repræsentativiteten og kvaliteten af data afgørende betydning.

Dataindsamlingen skal fungere fuldautomatisk, og de indsamlede data skal lagres indtil der er brug for dem i databehandlingen.

Målepunkterne styres af undercentralerne. Disse centraler forsyner målepunkterne med spænding og impulser for aflæsning af data. De indkomne data lagres midlertidigt i undercentralen. Afhængig af undercentralens størrelse kan den indledende del af databehandlingen eventuelt udføres her (fejlfinding, sortering m.v.).

Ved bygningsovervågning vil følerne ofte blive placeret på udsatte eller utilgængelige steder. Derfor vil det også ved følervalg være nødvendigt at tage hensyn til følernes

- vejrbestandighed
- driftssikkerhed og
- målenøjagtighed

Afhængig af placering skal følerne være bestandige overfor vand, vind, temperatursvingninger, støv, solstråling mv. Følere på facader og udvendigt på tage, vil f.eks. være meget hårdere belastet både hvad angår vand og temperatur end f.eks. følere placeret i tagrum eller etageadskillelser, som til gengæld kan være vanskeligere at udskifte.

Desuden vil der i de konkrete opgaver skulle stilles en række systemtekniske krav til følerne.

En lang række følertyper kan tænkes relevante, f.eks.

- Ledningsevнемålere til bestemmelse af vandindhold.
- Kapacitetsmålere til bestemmelse af relativ luftfugtighed.
- Vådtidsmålere.
- Dugpunktstemperaturmålere.
- Vejlængdetranducere til bestemmelse af bevægelser.
- Modstandsmålinger til bestemmelse af temperaturer.

Beregningsprogrammerne er specifikke for det pågældende projekt. Udvikling af et sådant specifikt program vil ofte være ret kostbart, og bør så vidt muligt undgås, med mindre de kan tænkes anvendt i forbindelse med andre lignende projekter. Indenfor energiovervågning, klimastyring mv. eksisterer der nogle enkelte mere standardiserede programmer der forholdsvis enkelt kan tilpasses individuelle opgaver.

Hvad angår bygningsovervågning findes der idag ikke standard beregningsprogrammer. I de fleste tilfælde vil der næppe være behov for sådanne programmer. Ved bygningsovervågning er hovedformålet at registrere en tilstandsændring eller eventuel overskridelse af en grænseværdi. Dette kræver ikke nogen egentlig beregning udover den der er nødvendig for at korrigere eventuelle målte værdier for f.eks. temperatur, træart mv.

Administrationsprogrammer omfatter alt hvad der har med præsentation af lagrede data at gøre. Eksempelvis kan nævnes.

- Program som samler indkomne data og lagrer dem i et statistikregister.
- Program for udvælgelse af data dvs. de regler som skal styre fremhentning af data fra statistikregisteret.
- Program for opstilling af et relevant datamateriel, dvs. de regler som skal styre eventuel sortering af data samt præsentationen af disse. Herunder hører også programmer for præsentationsform som f.eks. tablering, figurering m.m.

#### TRANSMISSION AF DATA

Det er nødvendigt med et transmissionssystem til overførsel af signaler. I den simpleste udformning vil systemet bestå af et kabel.

I de tilfælde hvor afstanden mellem hovedcentral og undercentral er så stor at det ikke er muligt med en direkte kabelforbindelse, vil signaltransmissionen blive lidt mere kompliceret.

En række transmissionssystemer kan være relevante, f.eks.

- Dedikeret net.
- Datel-linier.
- Telefonlinier.
- Datex-nettet.
- Teleselskabernes alarmnet eller eventuelt
- Manuel transmission.

- Termoelementer til bestemmelse af temperaturer.
- Integrerede kredsløb til bestemmelse af temperaturer.

#### UNDERCENTRALEN

Undercentralens vigtigste opgave er at oversætte de signaler, der kommer ind fra følerne, til datasprog. Dette er en forudsætning for at resultaterne overhovedet kan behandles datamatisk, og betyder at undercentralen ikke kan undværes i datamatbaserede overvågningsanlæg. Hovedcentralen besidder ikke samme evne til at oversætte indkomne signaler, men egner sig kun til signalbehandling.

#### HOVEDCENTRALEN

Hovedcentralen er normalt det administrative centrum i et datamatbaseret overvågningsanlæg.

Hovedcentralens opgaver er følgende:

- 1) Udvalgelse og indsamling af data i undercentralerne.
- 2) Præsentation af data og resultater på en for brugeren relevant form.
- 3) Statistikfunktion.
- 4) Beregninger.

Hovedcentralen sørger automatisk for at data fra undercentralerne indsamles, sorteres, lagres eller præsenteres for brugeren.

Hovedcentralen, der normalt er betegnelsen for det samlede udstyr der varetager databehandlingen, kan opdeles i en række delkomponenter der hver har sin funktion:

- Mikrodatamat  
Operatørterminal, inkl. billedskærm og/eller printer
- Supplerende billedskærme/printere
- Farvebilledskærm

Disse delkomponenter kan stort set sammensættes efter behov.

Mikrodatamaten skal forsynes med soft-ware, som kan opdeles i 2 grupper.

- A. Beregningsprogrammer af mere teknisk karakter.
- B. Administrationsprogrammer.

De enkelte metoder har forskellige fordele og ulemper, som må vurderes i hvert enkelt tilfælde.

DEN PRAKTISKE ANVENDELSE

Mange af de overvågningsopgaver som idag udføres med en stor manuel indsats, vil allerede idag med fordel kunne løses, ved hjælp af datamatbaseret overvågning.

Som et eksempel kunne nævnes overvågning af bevægelser i revner i fredede bygninger.

På lidt længere sigt vil også opgaver som overvågning af konstruktioners vedligeholdelse, - og eventuelt generelt overvågning af den bygningsfysiske tilstand, kunne være relevant.

Der er næppe tvivl om at informationsteknologien vil vinde indpas indenfor drift og vedligehold. Det er alene et spørgsmål om hvor hurtigt det sker, og om i hvilket omfang udbudet bliver brugerorienteret.

**Teknikken er her nu**

Akademilingeniør Kurt Nielsen-Dharmaratne fra det rådgivende ingeniørfirma Birch & Krogboe's Århusafdeling leder BUR-projektet. Han siger om fremtidens udvikling: - Undersøgelserne har vist, at de teknologiske forudsætninger for datamat-boligovervågning allerede er til stede i dag, og nye produkter vil komme på markedet de kommende år. Jeg regner med, at de første overvågningsystemer vil blive installeret herhjemme i løbet af få år. I første omgang i forbindelse med renovering og modernisering af ældre boliger. Dernæst kommer

turen til samlede nye bebyggelser, eksempelvis rækkehuse eller et boligforeningskompleks. Og til sidst vil overvågningsystemer også vinde indpas i mindre byggerier bl.a. i parcelhuse, hvor der i forvejen er eller brug for et styringsystem til varme og indeklima.

**Følere**

Små følere, placeret sløjt rundt i boligens konstruktion vil døgnet rundt uden pause overvåge udviklingen. Måleresultaterne sendes til en computer i et såkaldt CTS-anlæg (Central Tilstands kontrol - og Styring).

hvorfra oplysningerne kan trækkes ud. Følere placeret i skunkeden, dybt nede i loftets isoleringslag vil øjeblikkelig slå alarm, hvis fugtigheden falder for høj. Og advarslen falder inden situationen udvikler sig til et truende råd- eller svampeangreb på konstruktionerne.

Følere placeret i karmtræet ved vinduerne kan reagere på fugtindtrængen, hvorefter computerne kan meddele, at malingen skal ses efter og muligvis udbedres/fornyes.

Andre kan registrere, om fugtigheden i soveværelset er for høj, hvorefter anlægget selv forøger den mekaniske ventilation. Termoelementer kan registrere inde- og udetemperatur og styre hele varmeanlægget, mens andre følere holder øje med truende deformationer, som kan ødelægge en konstruktion.

Kurt Nielsen-Dharmaratne

**Billigere**

CTS-centraler inklusiv udvikling af nødvendige programmer kan i dag let koste 60.000-70.000 kr. Men udviklingen går stærkt i elektronikens verden, hvor både udstyrets størrelse og pris er faldet drastisk de senere år. Dertil kommer, at styringscentralen samtidig kan passe og regulere varme- og ventilationsanlæg samt elektricitet, og det vil gøre

lettere at få et rimeligt kast af investeringen.

Eksperterne understreger, at rettidig vedligeholdelse, inden det går galt, forøger materialers levetid. Det vil på længere sigt reducere vedligeholdelses-udgifterne væsentligt.

Men et CTS kan også overvåge tilstanden i armeringsjernene dybt inde i en betonkonstruktion og advare, hvis den er risiko for korrosion. Mulighederne for datamat overvågning og styring er utallige. Det er allerede et stort udvalg af følere på det danske marked, som kan klare vildt forskellige opgaver. Men forskellene opgaver med priser fra ganske få kroner til flere tusinde om følerens holdbarhed og pålideligheden af for lidt under permanent maling. De vil være vanskelige og utillige geilge forhold. Det skal afprøves ved forsøgsprojekter.

Ydermere kan svært tilgængelige bygningsskonstruktioner overvåges permanent uden krav om tekniker- eller håndværkerassistent. Det er en klar fordel, der som hovedregel skal tilkaldes assistent. Når skaderne er konstateret.

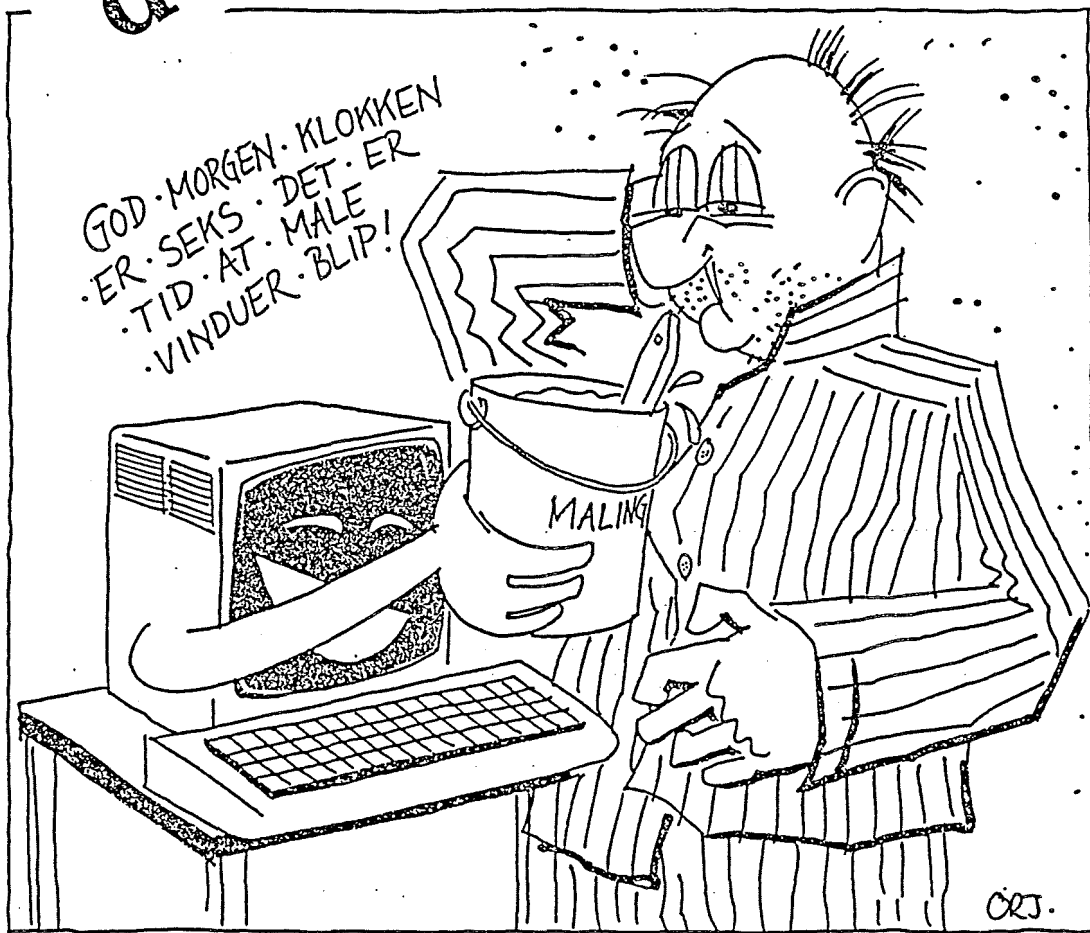
Kurt Nielsen: Datamatovervågning af boliger kan komme i løbet af ganske få år.



Go' morn  
det er

# Deres hus der taler

AARHUUS STIFTSTIDENDE LØRDAG 3. AUGUST 1985 17



Godmorgen, det er Deres huscomputer, der taler..... (Tegning: Ole Rode Jensen.)

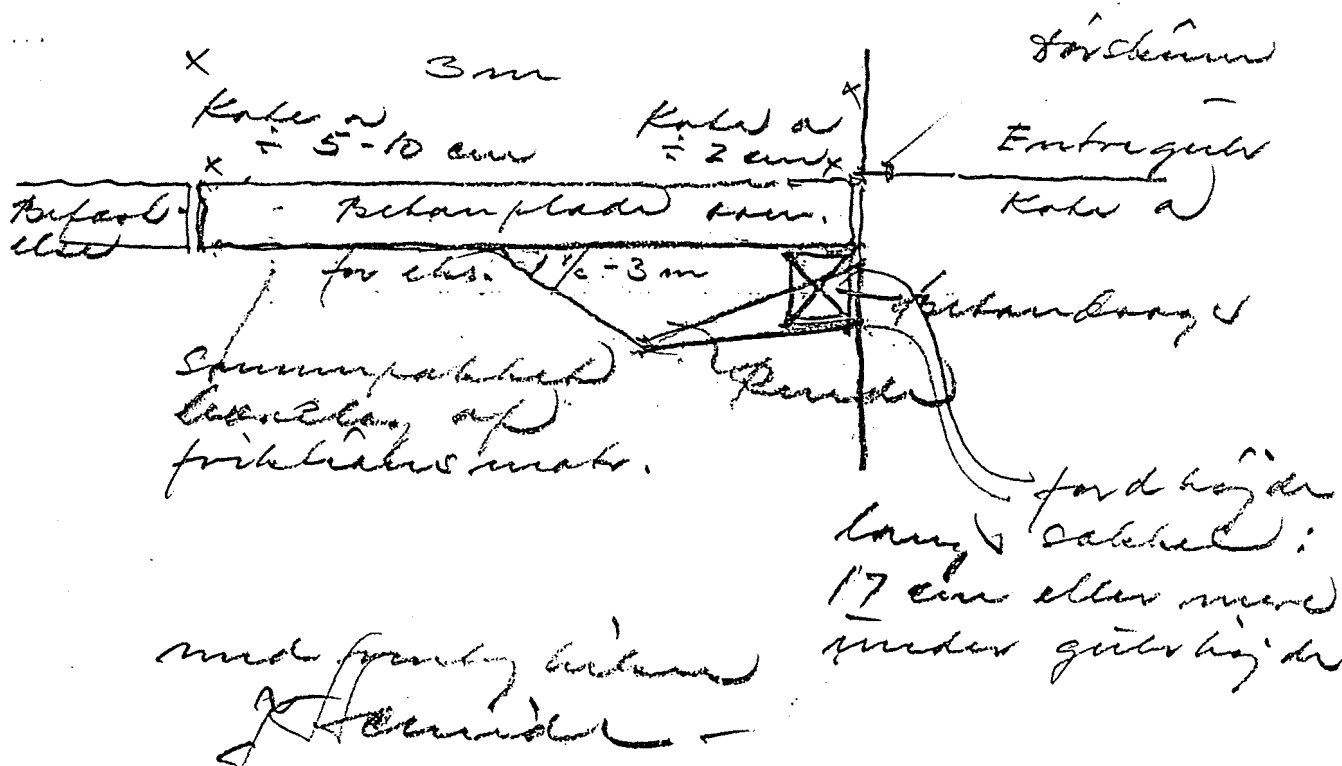
Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Have og Landskab  
 Rolighedsvej 23, 1958 København V - Telefon: 01 35 17 88

23/10 1985

Skitse af en befæstelse, som den kan udformes, så der ikke opstår problemer for gangbesværede ved indgangen til et hus.

Ved flere byggerier - Roskilde Universitetscenter og "Parkvænget" i Birkerød - er metoden benyttet.

Et armeret betonelement - gerne med rillet overflade eller almindelig ru overflade - lægges som bro over den nødvendige rende langs soklen således:



Professor Palle Schmidt har i fortsættelse af indlæg fra Boligudvalget for Bevægelseshæmmede sendt ovenstående skitse af handicapvenlige indgangspartier, der i modsætning til projektet af Etagehusbebyggelse, gør det muligt også for bevægelseshæmmede at bo i bebyggelsen og også at få besøg af bevægelseshæmmede gæster.

se bagside

Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Have og Landskab

den lille bog: "Grundlæggende  
ledelse af planteskolen"  
... som jeg anvender den til  
... "Byggefejle" - og samtidig  
hvorfor det kunne være en fordel

24/10 25  
Habe Schmidt

B.2. Projektmateriale

Afsnittet om projektmateriale er ru-  
briceret i to hovedpunkter:  
Beskrivelser (B.2.1.)  
Tegninger (B.2.2.)

B.2.1. Beskrivelser

B.2.1.1. Introduktion af projekt  
Under projektstadiet »Projektfor-  
slag«, som i øvrigt ikke behandles i  
vejledningen, vil der være udarbejdet  
en beskrivelse af projektets baggrund,  
indhold og fremtid.

B.1.1. Forstudier

B.2.1.5. Arbejdets udførelse

For oversigtens skyld indledes den  
egentlige arbejdsbeskrivelse med en  
indholdsfortegnelse, der kortfattet be-  
skriver arbejdets omfang.  
Arbejdsbeskrivelsen kan udformes  
som en beskrivelse af det færdige re-  
sultat (produktbeskrivelse), eller som  
en beskrivelse af de metoder, der skal  
anvendes (procesbeskrivelse).  
Den mest anvendelige og anvendte  
form er en kombination af de to be-  
skrivelsesformer.

Når de to beskrivelsesformer anvendes  
sammen, skal man være opmærksom  
på at beskrive og dermed kræve  
en proces, der fører til det ønskede  
resultat.  
Kun i få særlige tilfælde er det forsvar-  
ligt at benytte produktbeskrivelse  
alene.  
Hovedpunkterne i en almindelig arbejds-  
beskrivelse til et planteprojekt  
og dertil knyttede jordarbejder  
være:

B.3. Tilsyn og administration

Til et normalt planteprojekt hører et  
vist tilsyn med arbejdets udførelse i  
marken.  
Jævnfør tidligere ydelsesbeskrivelser  
og gældende specialnormer for be-  
slægtede arbejdsområder omfatter et  
projekt også overblik, mens fagtilsyn  
kan udføres af andre end den projek-

C.2. Godskrning

Afsnittet omhandler spørgsmålet om  
tilførsel af godningsstoffer til arealer  
som skal tilplantes.

C.2.1. Formal

Godskrningens formål er at sikre et  
vækstgrundlag, der indeholder de  
grundstoffer, som er nødvendige for  
at tilplantningen ikke hæmmes af manglende  
på et eller flere grundstoffer.

C.1.2.3. Redskaber til anvendelse

på jorder med betydelige stenfore-  
komster og især jorder med sten-  
blokke, der rager op i eller ligger  
tæt på pløjelaget

C.7. Kulturforanstaltninger indtil aflevering

Afsnittet indeholder de kulturforan-  
staltninger, der er nødvendige i perio-  
den fra plantninger er afsluttet til are-  
alet afleveres.  
Formålet er at sikre planterne den  
størst mulige tilvækst, og at aflevering  
finder sted i perioden fra 1. juni-15.

C.3.2. Plantebestilling

Enhver plantebestilling bør indeholde  
følgende oplysninger:  
1. Leveringstidspunkt  
2. Planteliste med antal og korrekte  
plantenavne  
3. Korrekt kvalitets- og størrelsesan-

C.6.5. Plantedybde

Det vil normalt være hensigtsmæssigt at  
sætte barrodplanter op til 5 cm dybe-  
re end de tidligere har stået.  
I jord med stort sandindhold dog no-  
get dybere.  
Klump- og containerplanter skal nor-  
malt ikke sættes dybere end tidligere.

C.6.6. Plantemåder

C.6.6.1. Hæk-, læ- og skovplanter  
Plantning af hæk-, læ- og skovplanter  
kan foregå ved nedstikning bag spade,  
såfremt jorden er velforberedt og un-  
der forudsætning af, at rødderne kom-  
mer tilstrækkeligt dybt i jorden.  
Plantning med traktordrevet jordbor  
er mulig på store arealer og bekvemt  
jord. På fede lerholdige jorder kan der  
opstå problemer med komprimering  
af hullets sider.  
Muldpåfyldningen begyndes med ned-  
stikning af hullets kanter, for at sikre  
fugtig muld omkring rødderne. C-  
hullets sider er løsnet.

C.6.6.2. Barrødede buske og træer

samt klump- og containerplanter  
Plantning af barrødede buske og træ-  
er, samt klump- og containerplanter  
foregår i et plantehul, der skal være  
20-30 cm større end rodens diameter.

C.6.6.3. Særlige store planter, sær-  
lige arter m.m.

Plantning af særlige store planter, sær-  
lige arter, under specielle forhold og  
lokaliteter o.lign. kræver altid særlige  
foranstaltninger. Etableringsproble-  
rne vil stige i takt med de specielle  
told, forhold som luft og vand i  
terne, og afdræning af rodzon  
være løst.

B.3.1. Overblik

I de gældende specialnormer for anlægs-  
teknik og ingeniører indgår overblik  
net som den væsentlige del af pro-  
jektet.  
Overbliknet omfatter en ov-  
erblikkontrol med arbejdets udførelse  
Overbliknet skal sikre, at

B.3.2. Fagtilsyn

Fagtilsynet fører stikprøvevis kontrol  
med arbejdets udførelse og følger der-  
med gennem alle faser.  
Fagtilsynet varetager forholdene til  
Fagtilsynets myndigheder og andre.  
Fagtilsynet omfatter en ov-  
erblikkontrol med arbejdets udførelse  
Overbliknet skal sikre, at

C.6.7. Afslutning

Efter plantningen kultiveres de over-  
ste 2-3 cm af jordoverfladen med rad-  
rensers, jordhække, harve eller hånd-  
skrabet, d.v.s. når jorden slipper i r-  
Denne og senere jordbear-  
udføres for at opbygge

Henvendelse om vejledningen kan  
rettes til:

Dansk Planteskolelærerforening  
Anker Heegaardsgade 2, 3. sal  
1572 København V  
Tlf. (01) 14 56 58

Foreningen af Danske Landskabsar-  
kitekter  
Gammeltorv 22  
Postboks 2172  
1072 København K  
Tlf. (01) 15 33 66

Landsforeningen Danske Anlægs-  
gartnermestre  
Linde Allé 16  
2720 Vanløse  
Tlf. (01) 74 94 00

Stads- og Kommuneartnerforenin-  
gen  
Gammeltorv 22  
Postboks 2172  
1072 København K  
Tlf. (01) 15 33 66

Plantegrupper  
Begrundelse

Plantegrupper udføres en n./  
Begrundelse  
Efter plantningen kultiveres de over-  
ste 2-3 cm af jordoverfladen med rad-  
rensers, jordhække, harve eller hånd-  
skrabet, d.v.s. når jorden slipper i r-  
Denne og senere jordbear-  
udføres for at opbygge

B.1.1.1. Dataindsamling

B.2.2.3. Byggeplads  
Af tegningsmateriale skal fremgå,  
evt. på selvstændig plan, i hvilket om-  
fang der etableres midlertidige anlæg  
under projekts udførelse i marken.  
Det drejer sig almindeligvis om  
byggepladsveje,  
mandskabsskure,  
indhegning,  
placering af muld- og råjordsdepo-  
ter,  
materialeplads, og  
indslagsplads for planter m.v.  
Eksisterende anlæg og bevoksninger,  
som ønskes bevaret, skal markeres.  
Eventuelle krav til beskyttelse og heg-  
ning af disse skal ligeledes fremgå af  
planen.  
Muldbeklædte arealer, som ikke skal  
reguleres, men blot afventer kultive-  
ring for tilplantning og/eller tilsåning  
markeres også på planen.  
Sådanne arealer bør sikres mod arbejds-  
skorsel og materialeoplæg.  
Eventuelle særlige kultivering og/eller  
mellemafgrøder på disse arealer  
kan fremgå af tegningsmateriale.  
De områder som skal afrosses for  
eksisterende muldjord markeres tyde-  
ligt.  
Endelig skal det af tegningsmateriale  
klart fremgå i hvilket omfang eksiste-  
rende bevoksninger og anlæg skal ryd-

Opgave: Projektgranskning og bygningsdetaljer

udarbejdet af Peder Gammel ARKITEKTSKOLEN I AARHUS



- Formål:
- at få kendskab til fejlkilder og typer af projekteringsfejl ved granskning af projektmateriale til eksisterende byggeri med mange byggefejl,
  - at udvide kendskabet til bygningsfysik og byggeteknik gennem analyser af projektfejl,
  - at inddrage analysernes resultater i forslag til bedre løsninger, såvel teknisk, funktionelt som visuelt.

- Opgaven:
- Fra Byggefejlregistrets Eksempelsamling udleveres plan- og facadeudsnit samt tværsnit i mål 1:100 samt en facadedetalje i mål 1:10. Man skal forestille sig, at byggeriet endnu ikke er påbegyndt. Som afslutning på projekteringen skal projektet granskes, og evt. fejl skal rettes.
- Angiv hvor der er fejl og mangler på detaljen.
  - Beskriv fejllens konsekvenser i det udførte byggeri.
  - Giv forslag til bedre løsning.

Opgaven løses i grupper.

Til støtte for granskningen og analyserne er her summarisk givet nogle eksempler på funktionskrav til ydervægge:

1. Bæreevne (styrke og stivhed) over for egenlast, nyttelast sne- last og vindlast.
2. Optagelse af fugt-temperaturbevægelser.
3. Tæthed mod regn og blæst (regnskærmning, ventilering, vindtætning og afledning af regngennemslag).
4. Varmeisolering (afbrydelse af kuldebroer).
5. Sikkerhed mod skadelige kondensdannelser (overfladekondens og indre kondensdannelser).
6. Tæthed mod grundfugt.
7. Tæthed mod sne (fygesne), is og overfladevand (smeltevand).
8. Brandstabilitet.
9. Lydisolering.
10. Tilsigtet patinering (forurening og fordeling af snavs).
11. Rensens over for saltning.
12. Renholdelig (vinduespuddning, grafitti, plakater m.v.).
13. Robusthed over for stød, slid, hærverk, fastgørelse af beslag, skilte m.v.
14. Muligheder for vedligeholdelse og reparation.
15. Ombygghed.

Udarbejdelsen af bedre løsningsforslag skal ske under hensyn til de intentioner, der er med bygningens formmæssige udtryk. Man kan enten fastholde det (evt. forstærke det), eller man kan ændre det. Ændres detaljens ydre formmæssige udtryk, skal hele bygningens ydre udtryk bearbejdes.

Forslag til bedre løsning fremlægges ved hjælp af overhead projektor, og i relation til den behandlede detalje redegøres der for:

- Det formæssige udtryk
- De brugsmæssige funktionskrav
- De væsentligste bygningsfysiske og byggetekniske hensyn, herunder byggeprocessen/montagerækkefølgen.



Undervisningsmetode udarbejdet og anvendt af lektor, civilingeniør Per Dombernowsky.

**ARKITEKTSKOLEN I AARHUS**  
NORREPORT 20 . 8000 AARHUS C . TELEFON [06]130822  
Afdelingen for byggeteknik



Bygningskonstruktionsopgave for 2. studieår, hovedområde III,

**Formål:**

- at give kendskab til principperne for opbygning af rumligt stabile konstruktionssystemer i 1-etages bygninger med moderate spændvidder.

- at opøve evnen til at udforme bygningsdele og "knudepunkter" på grundlag af bygningsfysiske fænomener og egenskaber.

**Opgaven:**

a) For de udleverede fejlfindingstegninger ønskes mangler og fejl på tegning og i tekst påpeget. De konstaterede fejl og mangler nummereres og anføres på tegningen med en kort beskrivelse. Derudarbejdes herefter et forslag til en bedre løsning af det byggetekniske problem. Originaltegningen med påpegede mangler og fejl og forslaget til en bedre løsning aflæveres i format A4 på gennemsigtigt plast velegnet til Overhead Projector gengivelse.

Opgaven løses i grupper.

b) Med udgangspunkt i det foreliggende skitseforslag til en udstillingsbygning ønskes materialevalg og konstruktionsopbygning belyst for en række karakteristiske "knudepunkter" i bygningen f.eks. samlingerne mellem fundament/terrændæk/ydervæg, vindue/vinduesbrystning, tagfod/ydervæg o.s.v. Hvert "knudepunkt" tegnes i mål 1:5 evt. i rumlig afbildning på format A4. Desuden tegnes et oversigtssnit i mål 1:50 med en markering af de detaljerede "knudepunkter". Det er en forudsætning for opgavens løsning, at bygningskonstruktive system og dens materialekarakter indledningsvis er fastlagt.

Opgaven løses individuelt.

**Litteratur:**

Konstruktioner i beboelsesbygninger med indtil 2 etager, SBI-anvisning 110, 2. udgave 1981.

Bygningers varmeisolering, SBI-anvisning 111, 1977

SBI-fugtpjecer 1-8

Opplagsbog for det murede byggeri, Murerfagets Oplysningsråd, 1978.

Konpendium i Husbygning, udvalgte blade af Byggebogen, Arnold Busck, 1975.

Træbranchens Oplysningsråds pjecer:

Træ 25: Træskelethuse, 1975

Træ 28: Træspærfag, 1983

Træ 29: Limtræ, 1983

Bygningsreglement 1982



## INGENIØRHØJSKOLEN HORSSENS TEKNIKUM

CHR. M. ØSTERGAARDS VEJ 4 · 8700 HORSSENS · TELF. 05-628811

Indlæringsform udarbejdet af ingeniør Karl Andersen for anvendelse af BYGGEFEJL-REGISTRET's eksempelsamling vedrørende kvalitetssikring.

Metoden er med godt resultat anvendt i modulet kom 03 (montagebyggeri - boligblok)

Desuden har skolen i hvert semester en 3-ugers periode til tværfaglige projekter.

Der arbejdes i hold på 3-4-5 mand, som vælger og gennemarbejder et bestemt emne. Vort formål med at gøre "projekteringsfejl" til et populært emne er at mange byggefejl skyldes, at projekteringsmaterialet af en eller anden grund kan være mangelfuldt eller direkte forkert og på denne måde gøre dem opmærksomme på rækkevidden af disse forsyndelser.

Målsætningen er at undgå projekteringsfejl

at bibringe den studerende viden om:

Byggeriets udvikling fra håndværk til industri  
Byggeslove, supplerende love og bygningsreglement  
Bygningers bestanddele og dertil hørende terminologi

at bibringe den studerende forståelse for:

Funktionskravene til bygningsdele og bygningskomponenter  
Modulsystemets opbygning

at bibringe den studerende færdighed i:

Skitsering af bygningsdele og bygningskomponenter, vurdere deres egenskaber, for derefter at kunne udvælge de bedste løsninger

Udførelse af tegninger i overensstemmelse med DS med hensyn til tegningsstørrelse, skrift, tegneteknik og målsætning.

Mangfoldiggørelse af tegninger (lystryk) samt tilskæring og foldning

Betingelserne for et godt projekt, er at man har en klar projekteringsprocedure, den kan (bør) se således ud:

Til tegnestuebrug:

- 1) Modulskitse
- 2) Moduldetaljer (+ andre detaljer) 1:5 - (:2) - (se eksempler i grønne blade)
- 3) Moduloversigtstegning 1:50

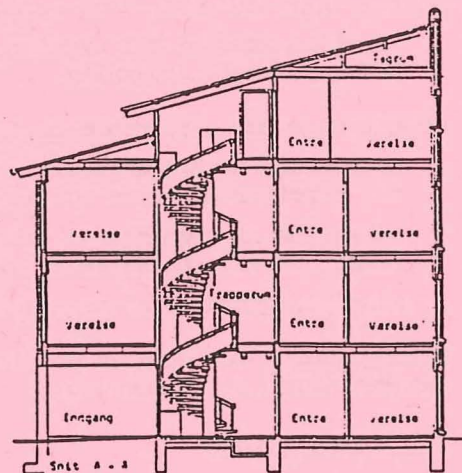
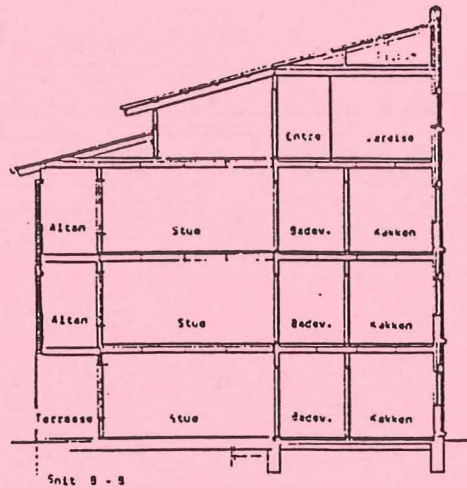
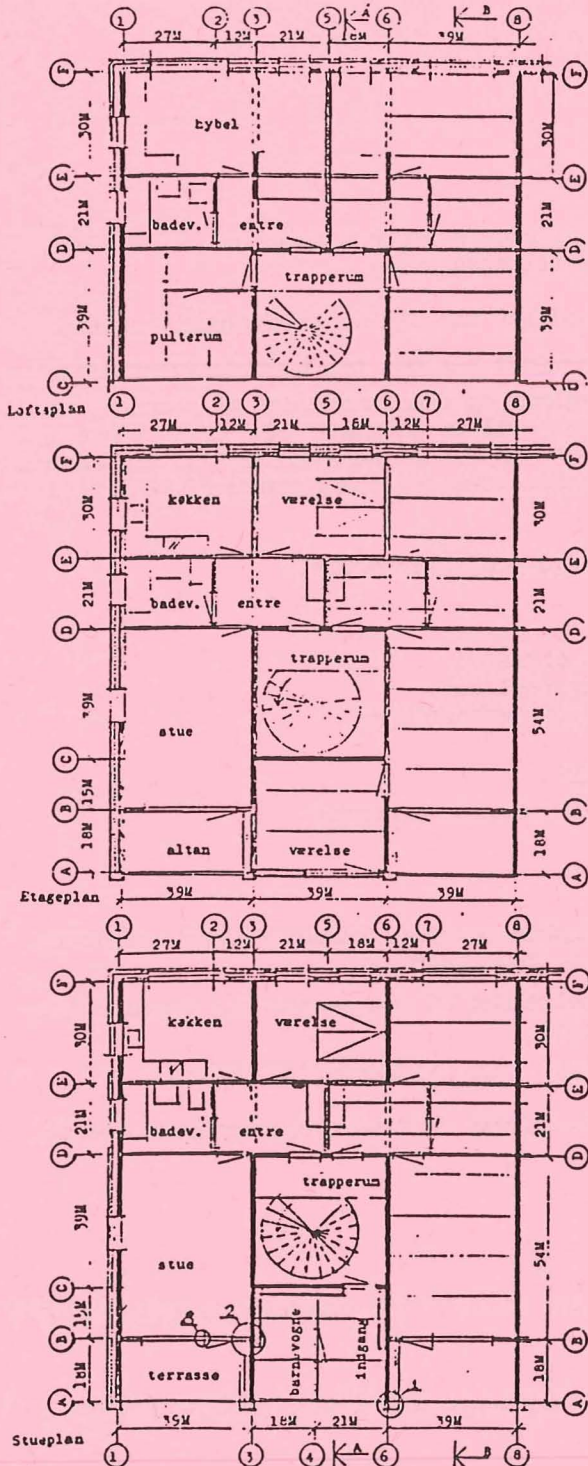
På grundlag af ovennævnte kan der så udarbejdes de nødvendige procestegninger.

Se forslag til modulskitser næste side



# INGENIØRHØJSKOLEN HORSENS TEKNIKUM

CHR. M. ØSTERGAARDS VEJ 4 • 8700 HORSENS • TELF. 05-628811



Eksempel på modulkitsjer anvendt i forbindelse med BYGGEFEJLREGISTRET's eksempel-samling

udarbejdet af ingeniør Karl Andersen INGENIØRHØJSKOLEN HORSENS TEKNIKUM

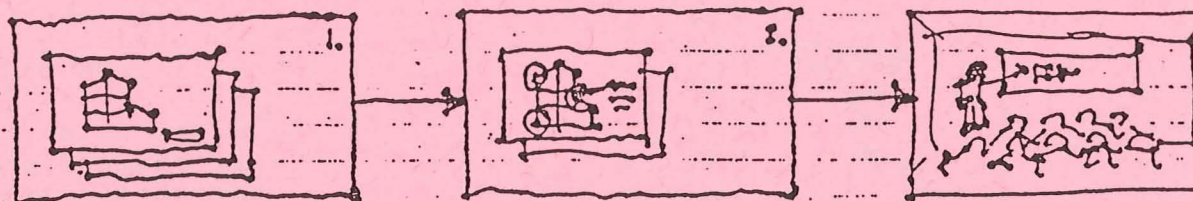
Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk  
BYGGEFEJLREGISTRET, Gunnekær 60, 2610 Rødovre



Forslag til undervisningsmetoder  
 udarbejdet af afdelingsleder,  
 arkitekt m.a.a. John Moeslund

**Byggeteknisk Højskole**  
 ved Horsens tekniske Skole

M E T O D E 1



Udlevering af konkrete eksempler.  
 Tegneteknik ligegyldig. (Kan evt. diskuteres)!  
 Fejl kan være:  
 Projekteringsfejl  
 Materialefejl  
 Konstruktionsfejl.

Eleverne udfører "fejlfinding" og redegør for evt. løsninger - skriftligt (evt. på tegningen).  
 Er tegningsmaterialet forståeligt? o.s.v.

Gennemgang i plenum hvor underviseren peger samtlige fejl og mangler.  
 Man gennemgår evt. løsningsforslag på tavlen. Forslag ligger skitsemalet sigt.  
 (Evt. lektionsplan)

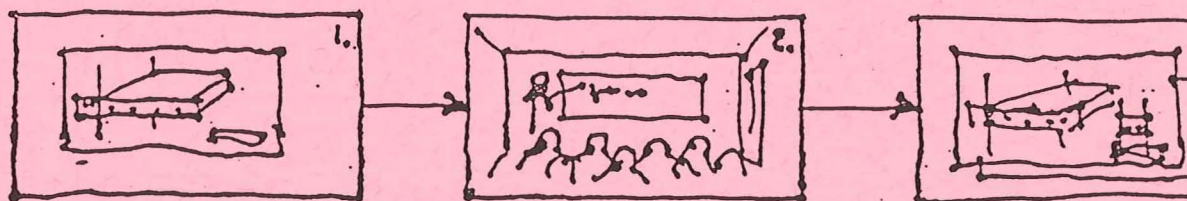
Metoden kræver min. projektering, da den ligger på konkrete projekter/tegnninger.  
 Forberedelsen ligger i at konstatere et antal mangler.

Alle mangler behøver ikke at være gennembelyst - det vil være pædagogisk rigtigt at trække på elevernes erfaringer med forskellige løsninger.

Som støtte for underviserne kunne man udarbejde en "skitse" til lektionsplan hvor man evt. påpeger de væsentligste fejl og evt. viser enkelte løsningsforslag.

--- 0 ---

M E T O D E 2



Udlevering af konkrete eksempler.  
 Optegnet i "ens Streg"

Gennemgang af fejl i plenum.  
 Underviseren påpeger, hvor fejlene findes.  
 Eleverne kommer med løsningsforslag.

Underviserens løsningsforslag gennemgås og udleveres til eleverne.

Metoden kræver en gennemgående projektering - med absolut rigtige løsninger (problem i sig selv!).

Der kræves megen tid, som dog kan indtjenes ved at udføre materialet, så det bruges tværfagligt.

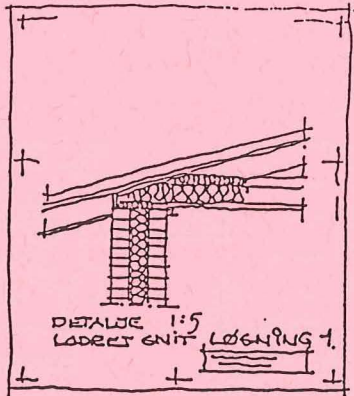
Løsningerne opbygges som overhead med instruktion m.v.

--- 0 ---



PROJEKTERINGSFEJL

(løsninger)

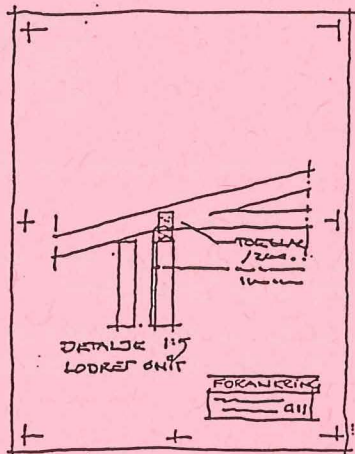


TEGNING:  
LØSNINGSFORSLAG 1.

LØSNINGERNE BEHANDLES  
F. EKS: PÅ FØLGENDE  
MÅDER:

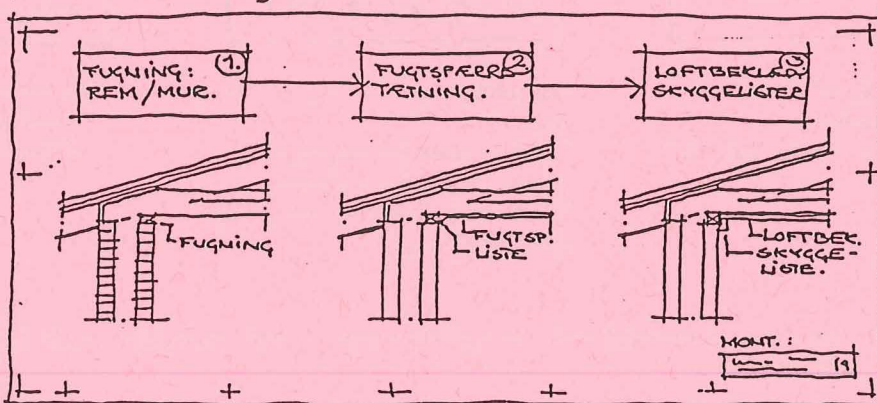
1) Tegninger med løs-  
ningsforslag til den/  
de samlede konstrukti-  
on/-er . I en udførel-  
se der er anvendelig  
til sammenligning med  
oprindelig tegning  
(fejlkonstruktionen).

NOTE:  
Der er mulighed for  
flere anvendelige løs-  
ninger.

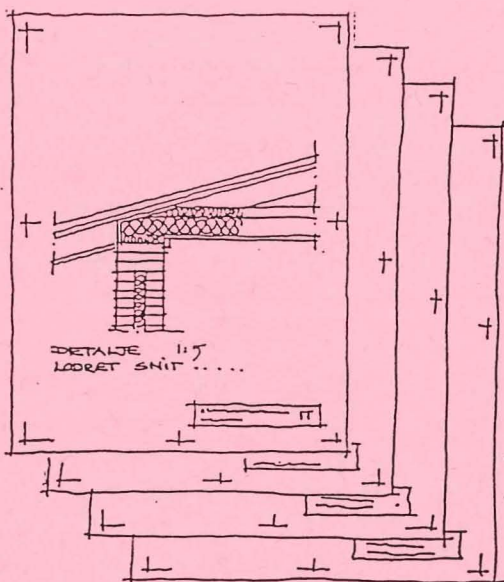
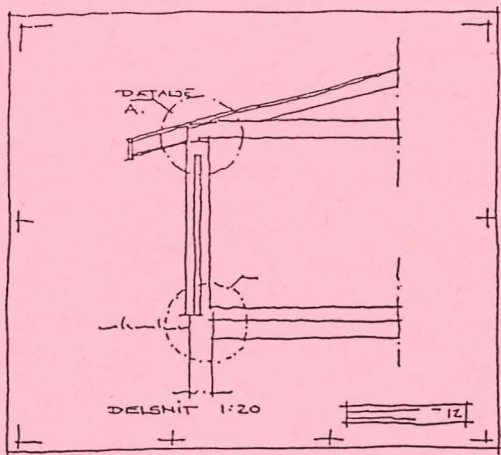


TEGNING:  
DEL AF KONSTRUKTIONEN -  
FORANKRINGSDETALJE.

2) Tegninger, hvor for-  
skellige dele i konstruk-  
tionen behandles sær-  
skilt - og eventuelt i  
en sammenhæng der sva-  
rer til monteringen på  
/i bygningen (se neder-  
ste eksempel).



TEGNING:  
DETALJER MED ANGIVELSER  
DER REDEGØR FOR PLACERING  
OG MONTERING AF FUGTSPÆR-  
RE/LOFTBEKLÆDN./-LISTER.  
KASSEDIAGRAM EVT.



OVERSIGT OVER FEJL:

forankring tag.  
 massiv murværk/kuldebro.  
 fugtspærre i loftkonst.  
 osv.

TEGNINGER AF DEN AKTUELLE BYGNING / KONSTRUKTION.

Afklaring af:

Projekteringsfejl, byggefejl.  
 Eventuelt ældre konstruktion der skal renoveres.

Oversigt over "fejl" indenfor en af ovenstående grupper.  
F. eks. projekteringsfejl.



INSTITUTTET FOR HUSBYGNING  
DEN POLYTEKNISKE LÆREANSTALT  
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE  
BYGNING 118 2800 LYNGBY TLF. (02) 88 35 11

Stadsarkitekt m.a.a.  
Børge T. Lorentzen,  
Byggefejlregistret,  
Gunnepkær 60,  
2610 Rødovre.  
-----

DATE 1985-10-10  
6547/JMP/IW

Kære Børge Lorentzen.

Det er et stort arbejde, du har udført med at samle på byggefejl. Nu har du yderligere ladet det udmønte sig i fejlfindingsblade.

Fejlsøgning er et afgørende led i projekteringsprocessen, og derfor et nødvendigt led i enhver teknikeruddannelse.

Ofte opstår fejl, fordi en medarbejder laver noget, der måske er korrekt ud fra hans speciale, men som i andre relationer er forkert, måske inden for et område, medarbejderen ikke har indsigt i, eller endog ikke ved, eksisterer som fejlkilde.

Et byggeri kræver mange slags ekspertise, og ingen er expert i alt. Tænk fx. på den modstrid, der ofte opstår mellem hensyn til brandsikring, varmeisolering, lydæmpning og fugttransport.

Dermed være ikke sagt, at der ikke også opstår fejl p.gr.af dumhed, tankeløshed, dovenskab eller senilitet. (Vort tilvante videnniveau nærmer sig det "senile" på få år, med den "explosion" af nye materialer, der er sket siden krigen).

Under alle omstændigheder er det en kilde til færre fejl, hvis alle teknikere uddannes til - som en refleks - at fejlsøge enhver tegning, der måtte passere deres skrivebord.

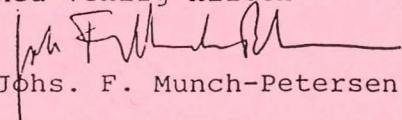
Dine "fejlblade" er en god eksempelsamling at have ved sin side, når øvelser skal tilrettelægges.

Som du har set, lod jeg to 4-års studerende arbejde med dine blade. Du ser af deres kommentarer, at de dels havde lært noget i forvejen, at de lærte mere - og måske lærte du også noget af deres lister.

Bladene kan bruges på mange måder, fx. som øvelse, som diskussionsgrundlag eller som basis for renoverings-/udbedrings-/ændringsforslag.

Tak for din sidste forelæsning. Jeg tror, det var fint, at lade det "kaleidoskop" indlede vort "byggeskadekursus".

Med venlig hilsen

  
Jøhs. F. Munch-Petersen

# Undervisningsmetode

udarbejdet af afdelingsleder, arkitekt m.a.a. Lars Mahler,



ODENSE TEKNISKE SKOLE

Beskrivelse:

BYGGEFEJLREGISTRET's eksempelsamling vedrørende kvalitetssikring på projektstadiet danner grundlag for byggefejlsopgaverne.

Projektets hovedtegning, snit og beskrivelse gennemgås for at lette forståelsen af konstruktionernes indbyrdes sammenhæng.

En række detaljtegninger af projektets konstruktioner, der enkeltvis er behæftet med en række alvorlige, men desværre almindelige byggefejl, er udgangspunkt for opgaveløsningerne.

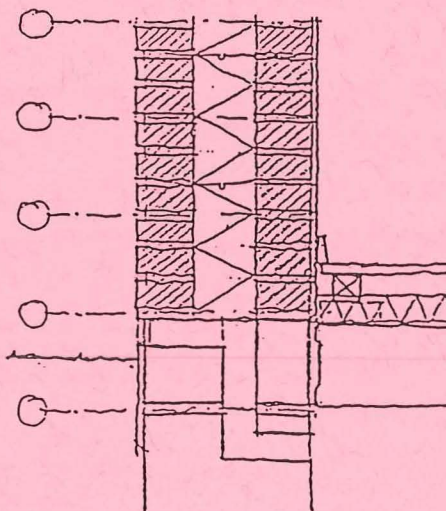
OPGAVERNE:

- a) På detaljtegningerne indkredses eller indtegnes fejlkonstruktionerne, hvorpå fejlene kortfattet beskrives.
- b) Herefter tegnes/skitseres i den viste målestok en bedre løsning - evt. ledsaget af en kortfattet beskrivelse.

## OPGAVE:

Den viste konstruktion indeholder en række byggefejl, der kan få alvorlige følger.

Prøv at indkredse fejlene, ledsaget af en kortfattet beskrivelse.







Byggefejlregistret

Gunnekær 60

2610 Rødovre

Dato:

28. oktober 1985

J.nr.:

KL/ib

Kære Børge Lorentzen

Vedr.: Byggefejlregistrets Eksempelsamling 05-1½ Etagehus

-----

Ved Odense tekniske Skoles byggetekniske afdeling har vi i efterårssemestret 1985 forsøgsvis anvendt ovennævnte materiale til enkeltfagsundervisning i 2. semesters øvelsesperiode.

Materialet er anvendt på den måde, at opgavebilaget er udleveret til de studerende ved slutningen af en lektion. Ved næste lektions begyndelse f.eks. næste dag har vi debatteret byggefejl i klassen, hvorefter næste blad - påpegning af fejl er udleveret.

Til slut er forslag til bedre løsning udleveret med besked om, at dette er ikke verdens bedste løsning, men kun et forslag.

Dette lille frivillige hjemmearbejde giver udmærket inspiration til egne detaljer i øvelsesprojektet.

Med venlig hilsen

Knud Lundeman

## RETNINGSLINIER

## FOR FÆLLES

## TEGNINGSPRINCIPPER

47 MM

25

150 MM

35

150 MM

X

75 MM

X

25

TEGNINGER indtegnes indenfor det øverst markerede felt.

DETALJER vises normalt i mål 1: 10. Det er vigtigt, at der i hvert enkelt tilfælde vælges en målestok, som anskueliggør problemerne bedst muligt.

PÅSKRIFTER på oprindeligt projektmateriale medtages.

MANGLER OG FEJL PÅ TEGNING OG I TEKST anføres i det nederste felt.

Såfremt der ikke anvendes det oprindelige projektmateriale, anvendes de signaturer, der bruges på de fleste tegnestuer. Der må tages hensyn til, at tegningerne skal kunne fotokopieres. Store sorte flader og for tæt sammenliggende linier bør undgås. På fejlfindingstegningerne har Byggefejlregistret markeret, at tegningerne IKKE KAN DANNE GRUNDLAG FOR BYGGERI.

FEJLFINDINGSOPGAVERNE markeres på hovedtegningerne med numre **1** **2** o.s.v. svarende til detaljtegningens numrene i højre hjørne foroven.

DETALJTEGNINGERNE nummereres således:

001 PROJEKTTEGNING  
 001a angivelse af fejl ① ② o.s.v.  
 001b bedre løsning - forslag  
 001r renoveringsforslag

Specielle tegninger:

001i ingeniørtegninger  
 001u udført projekt afvigende fra det projekterede

SKADEEKSEMPLER belyses med

001f fotoark

TEGNING

TEKST



DET ER MENNESKELIGT AT FEJLE · MEN DET ER DUMT AT GENTAGE FEJLEN



Supplerende viden, tegninger og billeder bedes venligst sendt til: **DEBATOPLÆG**  
BYGGEFEJLREGISTRET Vstadsarkitekt Børge T. Lorentzen, Rødovre.

Til debat mellem byggefolk og til rådighed for lærerkræfter for vordende byggefolk