

SBI-publ.

SBI-SÆRTRYK  
170

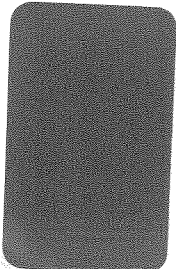
UDK 69.025.1:69.027.7

Byggeindustrien nr. 3, 1967

Georg Christensen og Uwe Lohse:  
En ny kryberumskonstruktion

STATENS  
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

I kommission hos Teknisk Forlag  
København 1967 · Kr. 4,50



01097P  
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
-6 APR. 1967

# En ny kryberumskonstruktion

*Georg Christensen, SBI*

*Uwe Lobse, SBI*

# En ny kryberumskonstruktion

Georg Christensen og Uwe Lohse, SBI

Igennem en periode på 1½ år har Statens Byggeforskningsinstitut registreret fugt- og varmekonforhold i en ny kryberumskonstruktion. Det nye i konstruktionen består i, at kryberummet kun er ventileret meget svagt, at rummet er opvarmet fra de uisolerede rør, der passerer igennem, og at der ingen isolering findes mellem kryberum og de ovenliggende opholdsrum. Derimod er fundamenternes inderside isoleret.

Konklusionen er, at udførelsen i den her undersøgte bebyggelse er fuldt forsvarlig, men at det er uvist, om det er muligt rent umiddelbart at overføre disse konstruktioner til traditionelt byggede småhuse. Nedenfor redegøres der for undersøgelsens tilrettelægning og for de resultater, der er opnået, idet man også i undersøgelsen har foretaget en vurdering af forholdet mellem anlægs- og driftsudgifter.

## 1. Baggrund

I en større gårdhusbebyggelse i Københavns omegn er der i den meget stærkt industrialiserede byggeproces anvendt en række ny og interessante byggetekniske løsninger. Især en enkelt af disse løsninger, nemlig kryberumskonstruktionen, fortjener særskilt opmærksomhed, fordi der her er benyttet et helt nyt konstruktionsprincip.

Den ny kryberumskonstruktion er i modsætning til traditionelle kryberum bevidst ikke søgt kraftigt ventileret og da der i kryberummet året rundt holdes en temperatur meget nær rumtemperaturen, er den normale varmeisolering under gulvet udeladt. Til gengæld er der foretaget en perimetreisolering på indersiden af fundamentet for at begrænse varmetabet fra kryberummet.

Opvarmningen af kryberummet sker fra uisolerede rør, som føres frem under gulvet til radiatorer i de overliggende rum. Mindre varmemængder afgives også i kryberummet af isolerede fjernvarmefordelingsledninger samt fra en isoleret varmtvandsbehold-

er for brugsvand, som findes under hvert hus.

En sådan kryberumskonstruktion kunne tænkes at give en del problemer med hensyn til varme- og fugtforholdene. Derfor har SBI i forståelse med bygherren registreret disse forhold i kryberummene i to gårdhuse igennem perioden januar 1965 til juli 1966.

## 2. Formål

Undersøgelsens formål har været at fastslå, om den kun svagt ventilerede og opvarmede kryberumskonstruktion ville give anledning til et så højt fugtindhold og en sådan temperatur i kryberummet, at der fremkom mulighed for råd og svamp i gulvkonstruktionen af træ. Endvidere søgtes det fastslået, hvorledes varmetabet fra en sådan konstruktion forholdt sig sammenlignet med de mere traditionelle konstruktioner. Det er endvidere skønnet, hvorledes den ny konstruktion prismæssigt forholdt sig til de mere kendte løsninger som terrændæk og det traditionelle ventilerede kryberum.

## 3. Beskrivelse af konstruktionen

Gårdhusene har et bebygget areal på ca. 93 m<sup>2</sup>. De præfabrikerede betonfundamenter afgrænser et kryberum med højder varierende imellem 50 cm og 100 cm. Opadtil afgrænses kryberummet af et almindeligt trægulv oplagt på 2x5" træbjælker uden nogen form for ekstra varmeisolering under gulvet. På bunden af kryberummet er udlagt et lag 0,15 mm plastfolie med ca. 30 cm overlæg i samlingerne. Der er imidlertid ikke taget forholdsregler for at få disse samlinger mere tætte, end hvad der opnås med overlægget. Den eneste form for varmeisoleringsmaterialer, som er anvendt, er en 30 mm polystyrolisolering på indersiden af fundamenterne.

På fig. 1 er vist et snit i konstruktionen. Det skal bemærkes, at lignende ringe ventilerede konstruktioner har været undersøgt i Sverige og Amerika, og der henvises her til (1) og (2). Af disse publikationer fremgår det, at en plastfolie selv uden tætte samlinger giver en udmærket tæthed imod fugtighed i form af vanddamp,

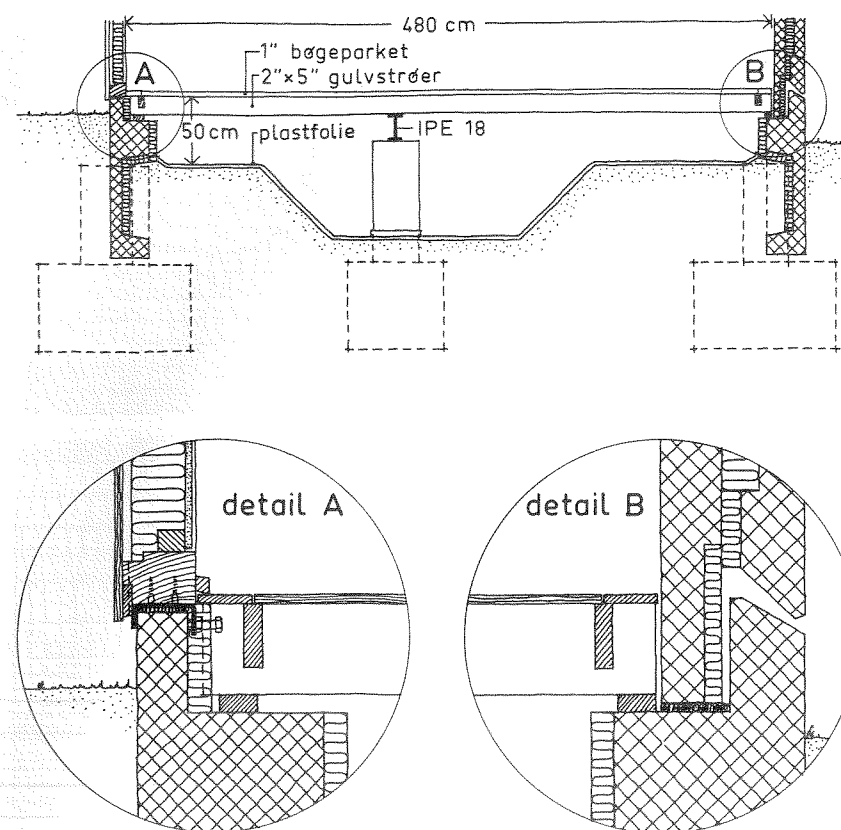


Fig. 1. Snit og detaljer fra den nye kryberumskonstruktion, hvor uisolerede varmerør i kryberummet bevirker, at temperaturen året igennem er nær ved opholdsrummets temperatur.

som måtte trænge op fra undergrunden.

Til trods for, at kryberummet ikke er ventileret til det fri gennem normale ventilationsåbninger i fundamentet, sker der dog en vis ventilation, idet fuger imellem fundamentet og betonelementvægge giver mulighed for luftindtrængen. Luften forlader kryberummet enten igennem en rist imellem kryberum og badeværelse eller gennem utætheder i gulvkonstruktionen. Den luft, som tilføres badeværelset, ventileres bort gennem en ovenlyskuppel, som ikke kan tillukkes helt. Varmerørene med forbindelse til det enkelte hus' radiatorer er uisolerede, og dette forhold i forbindelse med den forholdsvis ringe ventilation bevirker, at temperaturen i kryberummet igennem hele året ligger imellem 16 og 23° C. I modsætning til det traditionelle kryberum, hvor temperaturen ofte under vinterforhold vil kunne nærme sig den udvendige lufttemperatur, kunne denne ny type derfor passende benævnes et varmt kryberum.

## 4. Målinger

### a. Varme- og fugtighedsforhold.

Igennem ca. 1½ år har der i to gårdhuse været anbragt termohygrografer i kryberummene. Termohygrograferne var af typen »Lambrecht« med en omløbstid på 2 uger. Undersøgelsen indledtes med igennem en kortere periode at måle 3 steder i hvert kryberum, men det stod snart klart, at forholdene i kryberummene var så ensartede, at een termohygrograf i hvert kryberum gav tilfredsstillende oplysninger. Yderligere viste det sig, at forholdene i de to undersøgte huse var så nær hinanden, at der for overskuelighedens skyld fremover kun vil blive refereret til det ene hus.

På fig. 2 er vist varme- og fugtforholdene målt i en typisk vinterperiode med udendørs temperaturer imellem -10°C og 0°C. Det bemærkes, at forholdene er ret konstante for både temperatur og fugtighed, hvilket også kunne forventes, da jorden under huset har en meget stor termisk træghed, og trægulvet medfører en tilsvarende

stor træghed mod variationer i luftens fugtighed.

På fig. 3 er vist en typisk sommerperiode, og her bemærkes ligeledes, at der ikke sker særlige udsving i temperatur- og fugtighedsforhold. Under både sommer- og vinterforhold nåede den relative luftfugtighed ikke over ca. 80 %, hvilket ikke er mere, end hvad der findes i et traditionelt kryberum ventileret til det fri. Til sammenligning med figurene 2 og 3 er der på fig. 4 og 5 vist tilsvarende målinger foretaget i et traditionelt ventileret kryberum i tilsvarende perioder. Også dette hus var beliggende i Københavns omegn, således at det ydre klima stort set har været det samme for de to konstruktioner. For det traditionelle ventilerede kryberum er temperaturen i kryberummet i langt højere grad præget af de udendørs forhold, og temperaturer, som stærkt nærmer sig frysepunktet, vil forekomme under egentlige vinterforhold. Termohygrografmålingerne synes at have vist, at den ny kryberumskonstruktion fungerer tilfredsstillende, hvad angår varme- og fugtforhold. Denne formodning bekræftes af, at der gennem hele undersøgelsesperioden ikke er konstateret »dårlig lugt« i kryberummene. Normalt er dårlig lugt et sikkert tegn på, at der i et kryberum ikke er tilfredsstillende varme- og fugtforhold.

### b. Luftsiftemålinger

Som ovenfor omtalt er det forudsat, at kryberummet skal ventileres svagt, og det er derfor blevet undersøgt først og fremmest, hvor kraftig ventilationen var ved forskellige temperatur- og vindforhold, og dernæst hvad det betød, hvis den primære ventilationsåbning, risten i badeværelset, blev lukket.

Til denne del af undersøgelsen blev benyttet sporgasmålinger med et »Dräger« apparat, og som sporgas benyttet kuldioxid. Da den fysiske baggrund for disse målinger er givet andre steder f.eks. i (4) og (5), skal her kun oprides hovedlinierne.

Der lukkes en sporgas ud i kryberummet, og ved hjælp af »Dräger« apparatet måles faldet i koncentrationen af sporgassen i ca. 1 time med mellemrum på f.eks. 10 minutter. Det skal bemærkes, at for at få pålidelige resultater må der ske en god blanding mel-

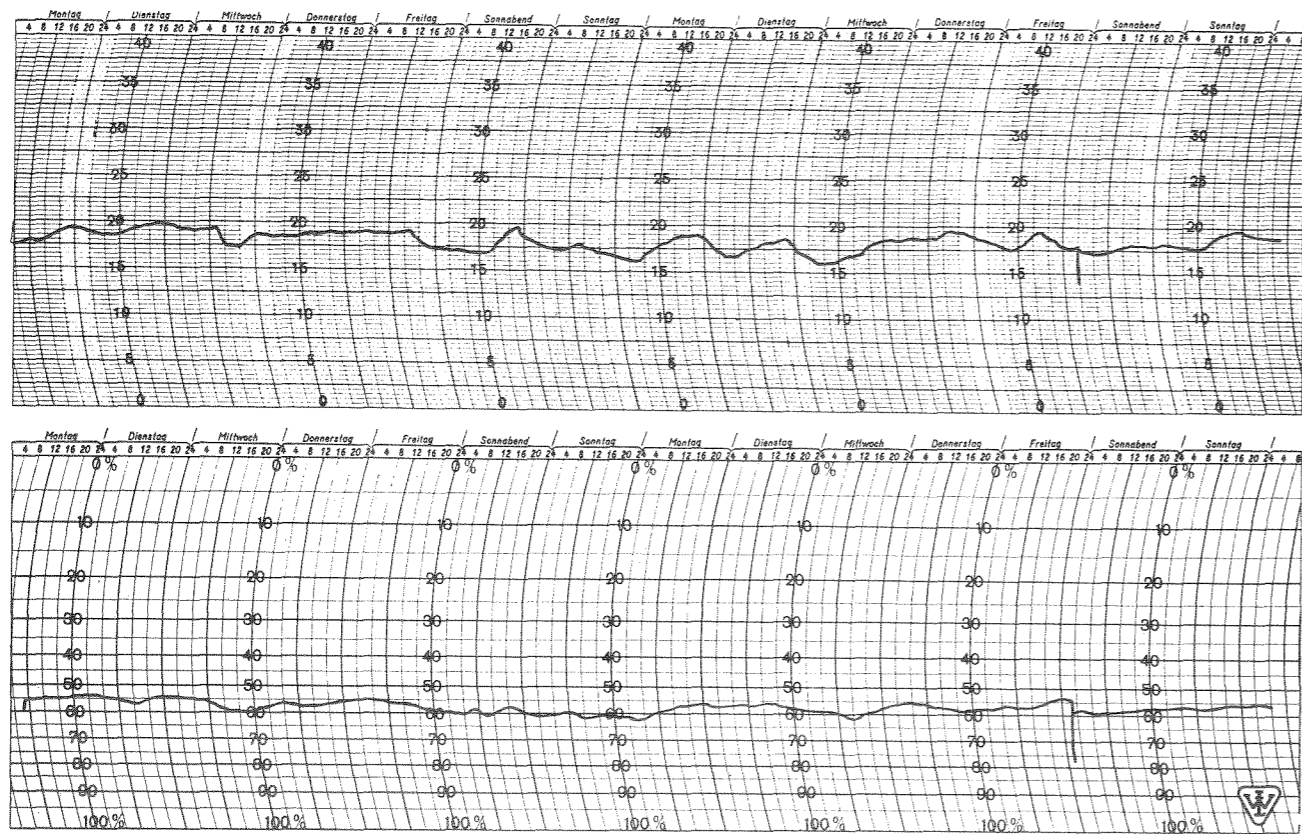


Fig. 2. Termohygrogrammåling i den ny kryberumskonstruktion under vinterforhold. Den her gengivne måling begyndtes den 18.1.1965 og viser varme- og fugtforholdenes variation igennem to uger.

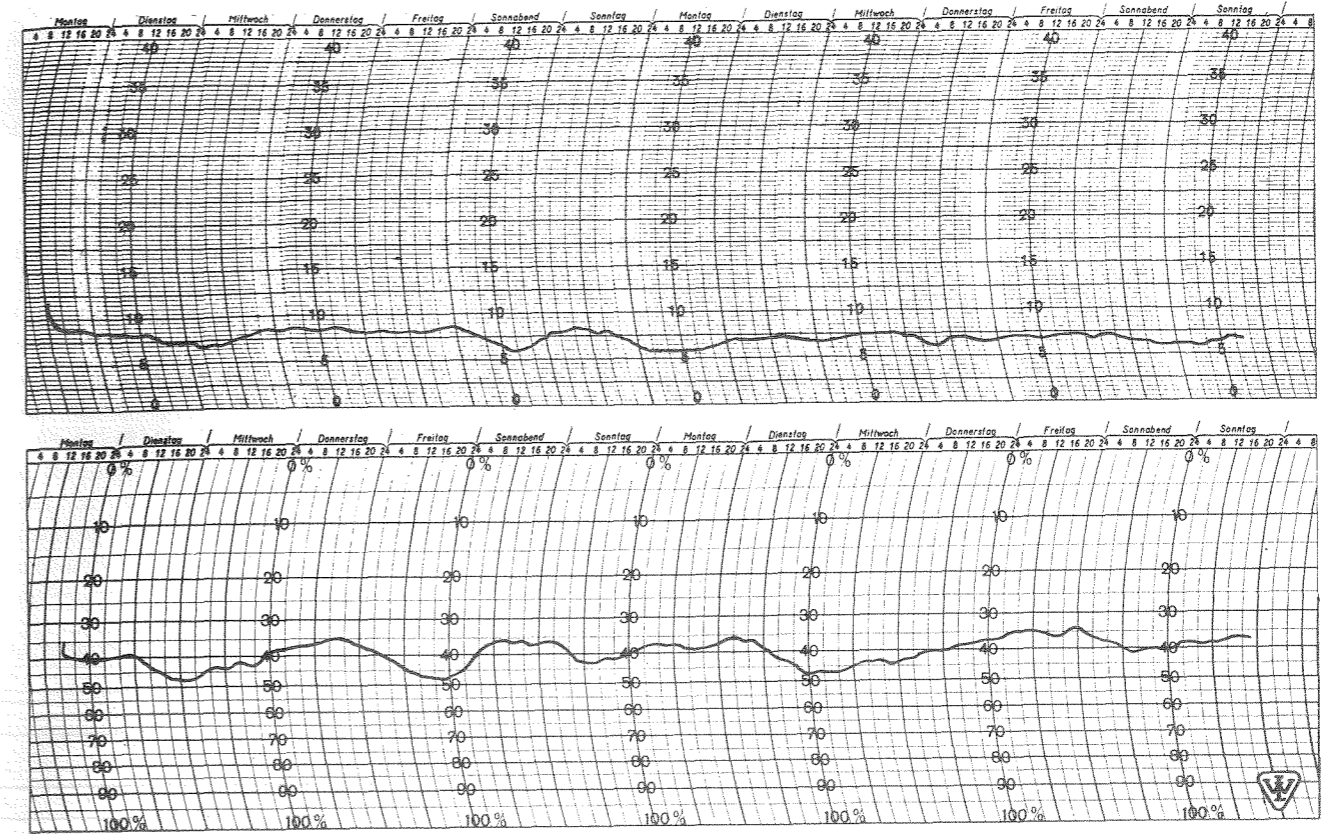


Fig. 4. Termohygrogrammåling i traditionelt kryberum under vinterforhold. Målingen påbegyndtes 23.2.1965, og varede i to uger.

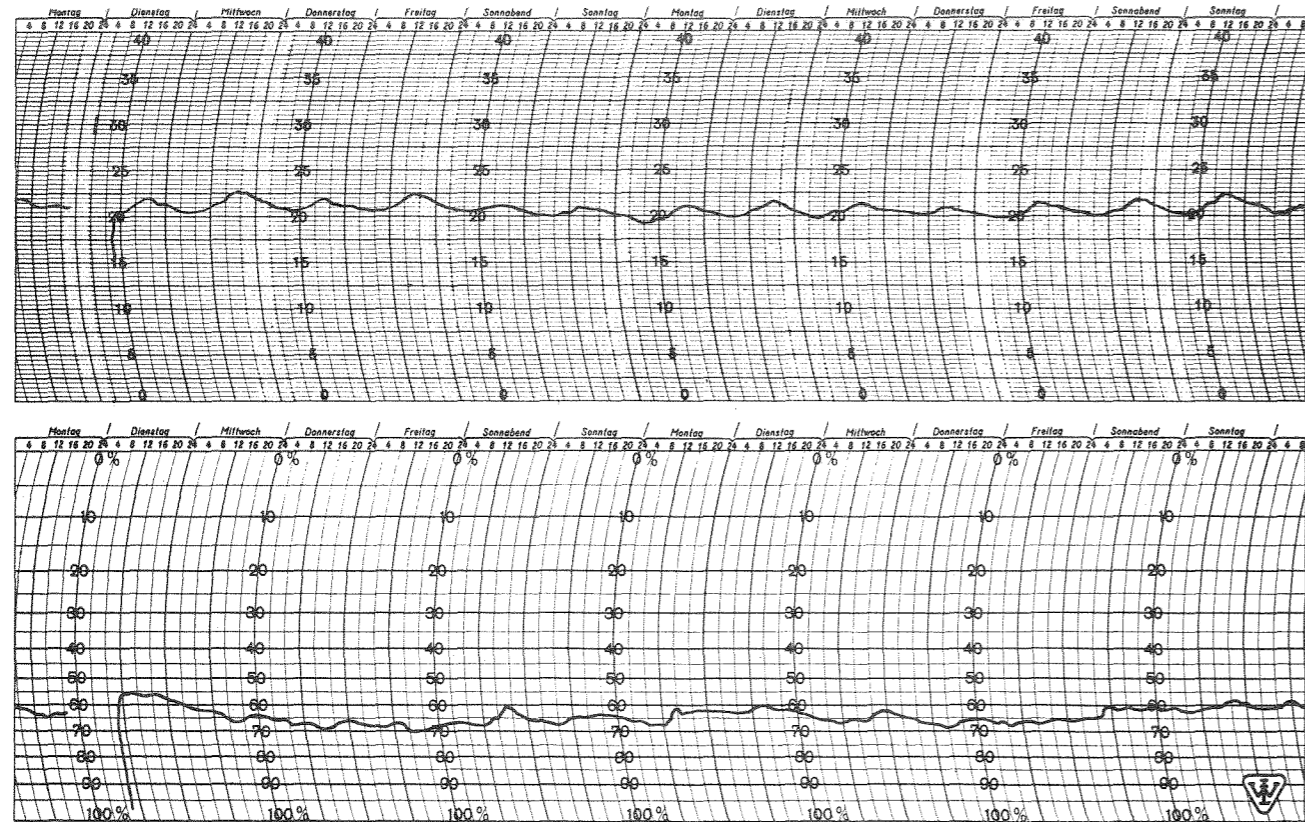


Fig. 3. Termohygrogrammåling i den nye kryberumskonstruktion under sommerforhold. Målingen påbegyndtes den 25.5.1965 og viser varme- og fugtforholdene igennem to uger.



Fig. 5. Termohygrogrammåling i traditionelt kryberum under sommerforhold. Målingerne viser en periode på to uger fra den 2.7.1965.

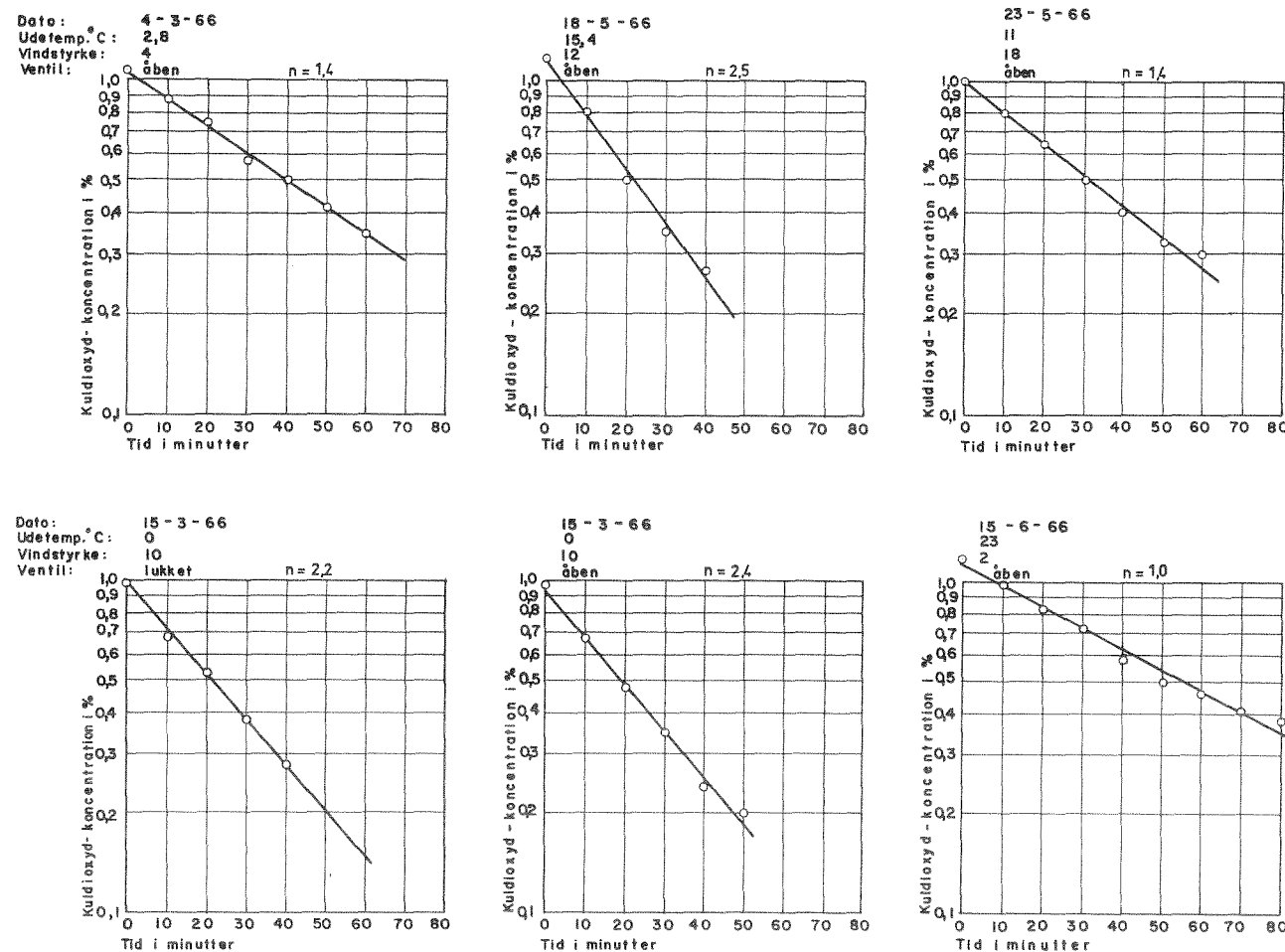


Fig. 6. Resultater fra luftskiftemålinger, hvor faldet i sporgassens koncentration bestemtes med 10 minutters mellemrum i en periode på ca. 1 time. Ud fra hældningen på den linie, som er tegnet igennem de enkelte målepunkter, kan luftskiftet beregnes af den i teksten angivne formel.

lem sporgas og luften i kryberummet, hvorfor i dette tilfælde tre bordventilatorer til stadighed cirkulerede luften i kryberummet. Denne blanding af sporgas og rumluft har erfaringsmæssigt ingen indflydelse på luftskiftet. Med kendskab til faldet i koncentrationen af sporgas, kan luftskiftet beregnes ud fra den almindelige formel:

$$n = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0 - C_{ind}}{C - C_{ind}}$$

eller  $n = \frac{2,3}{t} \log \frac{C_0 - C_{ind}}{C - C_{ind}}$

hvor

$C_0$  = kuldioxidkoncentrationen til tiden  $t=0$

$C$  = kuldioxidkoncentrationen til tiden  $t$

$C_{ind}$  = kuldioxidkoncentrationen i den udefra kommende luft ( $C_{ind} = 0,04\%$ )

$t$  = tiden fra første måling i timer,  $h$

$n$  = det resulterende luftskifte i  $h^{-1}$

Der er ved udregningen korrigeret for den i øvrigt ringe fejl, som opstår, når den person, som nødvendigvis selv må være i rummet for at foretage målingen, ved åndedræt selv udskiller kuldioxid. Målingerne af luftskifter blev kun foretaget i eet hus, men med store variationer i vind- og temperaturforhold. Forløbet af de enkelte målinger er angivet på fig. 6, og resultaterne er angivet i tabel 1 sammen med de vigtigste data for de udendørs forhold:

Dato	Vejrforhold	Temperatur ude °C	Ventilationsrist i badeværelse	Luftskifte middel $h^{-1}$
4.3.66	stille	ca. 0° C	åben	1,4
15.3.66	kraftig blæst SØ	ca. 0° C	åben	2,4
15.3.66	kraftig blæst SØ	ca. 0° C	lukket	2,2
18.5.66	kraftig blæst SØ	ca. 18° C	åben	2,5
23.5.66	stiv kuling V	ca. 12° C	åben	1,4
15.6.66	stille SØ	ca. 26° C	åben	1,0

Tabel 1. Oversigt vedrørende luftskiftemålingen.

Målingerne af luftskiftet har vist, at det ikke på hel simpel måde er muligt at korrelere luftskifte med vindstyrke og temperatur, men at der sandsynligvis som et gennemsnit igennem året må regnes med to gange luftskifte pr. time. Da kryberumets volumen er ca. 40 m<sup>3</sup>, betyder dette, at ventilationen udgør omkring 80 m<sup>3</sup>/h.

Til sammenligning kan det nævnes, at enkelte målinger i en traditionel kryberumskonstruktion foretaget under sommerforhold har vist luftskifter

af størrelsesordenen 1,5-3 gange pr. time. Det skal i denne forbindelse anføres, at den luft, som ventileres bort fra den ny kryberumstype for en stor dels vedkommende sandsynligvis trænger op i huset og dermed virker som en slags »indblæsningssystem« for friskluft, hvorimod ventilationsluften i et traditionelt hus med kryberum går til det fri. Det er derfor ikke al den varme, som tilføres den nye kryberum fra de uisolerede varmerør, der kan regnes for spildt.

Det skal bemærkes, at det forsøgtes at forhindre kryberumets ventilation ved at lukke ventilationsåbningen imellem kryberum og badeværelse, men andre utætheder medførte, at luftskiftet kun nedsattes ganske ubetydeligt ved denne foranstaltning. Dette forhold fremgår af tabel 1, som viser resultatet af en måling med lukket ventilationsrist i badeværelset. Det fandtes ikke praktisk muligt at gøre kryberummet tæt på andre måder for nærmere at undersøge dette forhold.

## 5. Sammenligning med traditionelle konstruktioner

### a. Anlægsudgifter

For at få et overblik over, hvorledes anlægsudgifterne for et opvarmet kryberum forholder sig til traditionelle konstruktioner, er der foretaget prisberegninger for følgende tre tænkte tilfælde:

1. Et opvarmet kryberum traditionelt udført men uden isolering under gulvet. Til gengæld er fundamentet varmeisoleret på den side, som vender imod kryberummet. Varmerør under gulvet er uisolerede.
2. Et traditionelt »koldt« kryberum med isolering under gulvet og isolerede varmerør i kryberummet. Gulvets  $k$ -værdi er som angivet i bygningsreglementet.
3. Et traditionelt terrændæk med varmeisoleret som krævet i bygningsreglementet.

For alle tre huse gælder, at de er tænkt udført fritliggende men med samme plan som i den undersøgte bebyggelse, og det bebyggede areal er i alle tre tilfælde ca. 93 m<sup>2</sup>. Resultatet af prisberegningerne ses i nedenstående tabel. I priserne, som er udreg-

nede efter de i marts 1966 gældende priskuranter for hovedstadsområdet, indgår udgifter til jordarbejde, betonarbejde, tømrerarbejde ved gulvkonstruktion samt isolering. For begge kryberumskonstruktioner gælder det, at kryberummets bund tænkes afdækket med plastfolie for at forhindre fugttilstrømning fra jorden.

Konstruktionstype	Anlægsudgift i kr.
Varmt kryberum	10.600
Traditionelt kryberum	11.400
Traditionelt terrændæk	11.200

Det ses af tabellen, at ved anvendelse af et varmt kryberum kan der, sammenlignet med de traditionelle konstruktioner, spares 6-800 kr. i anlægsudgifterne. Ved prisberegningerne har det været nødvendigt at foretage mange skøn, især da beregningerne gælder for tre fiktive huse, og tallene angiver derfor mere tendensen i det indbyrdes forhold mellem de tre konstruktioner.

Det skal kraftigt understreges, at anlægsudgiften til det opvarmede kryberum ikke er den virkelige anlægsudgift til kryberum i den undersøgte bebyggelse, idet mange andre forhold, som er principperne uvedkommende, har gjort sig gældende der. Det er derfor kun det nye princip, som er benyttet ved beregningerne for hus-type 1.

### b. Varmetekniske overvejelser

Gårdhusenes gulvkonstruktion kan i varmeteknisk henseende betragtes

som en kombination af et normalt kryberum og et terrændæk. Da kryberummet ikke er ventileret til det fri, adskiller det sig dog på afgørende måde fra sædvanlige kryberum, og ved de varmetekniske overvejelser må konstruktionen derfor nærmest betragtes som et terrændæk. Ved de følgende overslagsmæssige beregninger til bedømmelse af den nye konstruktions varmekononomiske forhold er beregningerne i så vidt omfang som muligt baseret på de forudsætninger og beregningsmetoder, som er angivet i (3).

Beregningerne tager sigte på at bedømme varmetabet i løbet af en fyringssæson fra den nye gulvkonstruktion og sammenligne dette med tilsvarende varmetab fra de traditionelle gulvkonstruktioner. Til støtte for forståelsen af de følgende beregninger kan især bemærkes følgende:

1. Som udvendig lufttemperatur  $t_u$  er som gennemsnit for fyringssæsonen benyttet 5° C. Denne værdi anvendes ved beregning af varmetab forårsaget af ventilation af såvel den nye konstruktion som af den traditionelle velventilerede kryberum. Endvidere benyttes 5° C også som udvendig temperatur ved beregning af varmetab igennem fundamentsbjælker.
2. Luftskiftet i kryberummet er som før omtalt målt til ca. to gange i timen, men da en del af ventilationsluften formodes at komme huset til gode i form af forvarmet friskluft, benyttes for beregning af det egentlige varmetab til det fri

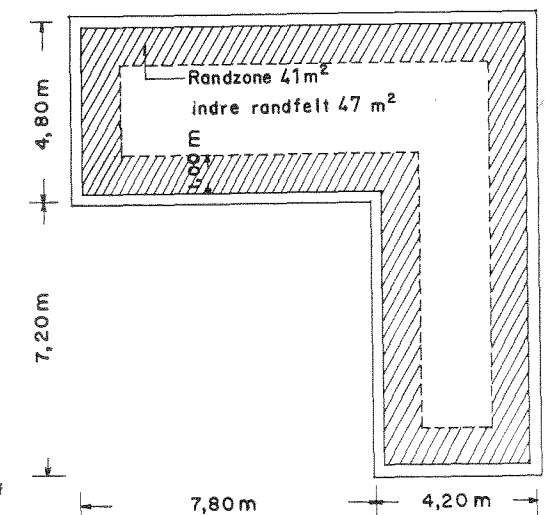


Fig. 7. Plan af hus med angivelse af randzone og indre randfelt.

kun et luftskifte på een gang i timen.

- Varmetabet igennem de isolerede fundamenter tænkes kun at ske fra omkring halvdelen af husets perimeter, da terræn på gårdsiden går næsten i højde med overkant af fundament.
- De dybere liggende jordlag skønnes på grundlag af (3) at have en temperatur på 8° C.
- Da beregningerne i princippet udføres som for gulve på jord, regnes der med randzoner som omtalt i (3).

De til beregningerne nødvendige mål er vist på fig. 7.

#### Varmetab fra den ny konstruktion

Der benyttes ved varmetabsberegningerne de regler for opdeling i en randzone og et indre randfelt, som i (3) er angivet ved beregning af varmetab fra terrændæk. Randzonen er vist på fig. 7.

Da randzonens ydre begrænsning ifølge (3) regnes fra indersiden af ydervæggen, bliver det areal, hvorigennem varmetransporten imod jorden formelt finder sted, reduceret til ca. 88 m<sup>2</sup> for et bebygget areal som her på 93 m<sup>2</sup>.

I randzonen kan der regnes med et modstandstal  $m_1 = 0,8 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$  og for det indre randfelt med  $m_1 = 1,4 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ . Da randzonen udgør ca. 41 m<sup>2</sup> og det indre randfelt ca. 47 m<sup>2</sup>, kan det gennemsnitlige modstandstal ansættes som

$$m_1 = \frac{41}{88} \cdot 0,8 + \frac{47}{88} \cdot 1,4 \approx 1,1 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$$

På kryberummets bund er udlagt et lag plastfolie. Dette hviler punktvis på jordoverfladen, således at der fremkommer et uventileret luftlag imellem jord og plasticfolie med en tykkelse imellem 10 og 30 mm. Det skønnes, at dette luftlag yder en varmemodstand på 0,20 m<sup>2</sup> h<sup>o</sup>C/kcal som angivet i (3). Transmissionstallet  $k$  beregnes nu som

$$\frac{1}{k} = 0,20 + 1,1 = 1,30$$

$$k = 0,77 \text{ kcal}/\text{m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$$

Lufttemperaturen i kryberummet er i fyringsperioden i gennemsnit 19° C.

og varmetabet mod jord  $Q$ , bliver da under de valgte forudsætninger

$$Q_1 = A \cdot \Delta t \cdot k = 88 \cdot (19-8) \cdot 0,77 = 750 \text{ kcal/h.}$$

Yderligere sker der en varmetransmission gennem den del af fundamentsbjælkerne, som er over jord. Disse bjælker har i gennemsnit en betontykkelse på 25 cm, og de er på den mod kryberummet vendende side varmeisolerede med 3 cm polystyren. Med en samlet overgangsmodstand på  $m = 0,20 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$  kan der beregnes følgende transmissionstal for bjælkerne

$$\frac{1}{k} = 0,20 + \frac{0,25}{1,5} + \frac{0,03}{0,03} = 1,52$$

$$k = 0,66 \text{ kcal}/\text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Ved opmålinger er det fundet, at ca. 15 m<sup>2</sup> af fundamentsbjælkerne er over jorden, hvorfor det fiktive varmetab under de givne forudsætninger kan skrives som

$$Q_2 = A \cdot \Delta t \cdot k = 15 \cdot (19-5) \cdot 0,66 = 140 \text{ kcal/h.}$$

På grund af den svage ventilation af den ny konstruktions kryberum vil denne også bidrage til det samlede varmetab. Ved sporgsmålninger er det fastslået, at luftskiftet i fyringssæsonen er omkring 2 gange i timen, og hvis det skønnes, at halvdelen af ventilationsluften kommer huset til gode i form af forvarmet friskluft, vil eet luftskifte i timen kunne betragtes som et egentligt varmetab. Med et rumindhold i krybekælderen på 40 m<sup>3</sup> bliver det fiktive varmetab under de givne forudsætninger

$$Q_3 = n \cdot V \cdot \rho \cdot C_p (t_1 - t_u)$$

$$= 1 \cdot 40 \cdot 1,3 \cdot 0,3 (19-5) = 220 \text{ kcal/h.}$$

Det samlede fiktive varmetab fra konstruktionen kan derfor angives som

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 750 + 140 + 220 = 1110 \text{ kcal/h.}$$

Dette varmetab kan benyttes til beregningen af et formelt transmissions-tal svarende til, at konstruktionen betragtes som et terrændæk. Der fås da

$$k = \frac{Q}{A (t_k - t_p)}$$

hvor

$Q$  = det samlede varmetab fra kryberummet

$A$  = hele husets areal

$t_k$  = kryberummets temperatur under vinterforhold

$t_p$  = dybere liggende jordlags temperatur (4).

Med talværdier indsat fås

$$k = \frac{1110}{88 \cdot (19-8)} = 1,1 \text{ kcal}/\text{m}^2 \text{ h}^\circ\text{C.}$$

#### Varmetab ved et traditionelt kryberum

Med en gennemsnitlig udvendig lufttemperatur i fyringssæsonen på 5° C og en meget kraftig ventilation af kryberummet bliver det fiktive varmetab som kan benyttes til sammenligninger

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t = 0,5 \cdot 88 \cdot (20-5) = 660 \text{ kcal/h}$$

hvor

$Q$  = det samlede varmetab fra kryberummet

$k$  = 0,5 den af Bygningsreglementet forlangte varmeisolerings af kryberumsdæk

$A$  = arealet af et hus svarende til et gårdhus

$\Delta t$  = forskel imellem temperatur i opholdsrum og kryberum.

Det skal bemærkes, at forudsætningen for en gennemsnitlig kryberumstemperatur lige så lav som den gennemsnitlige temperatur af den udvendige luft nok er diskutabel, men tilstrækkeligt erfaringsmateriale til fastsættelse af en anden værdi foreligger ikke.

#### Varmetab ved et traditionelt terrændæk

I Bygningsreglementet kræves, at et terrændæk skal have en varmeisolerende evne på  $k = 0,4 \text{ kcal}/\text{m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ , og der kan fra en sådan konstruktion derfor regnes med et fiktivt varmetab på

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t = 0,4 \cdot 88 \cdot (20-8) = 425 \text{ kcal/h}$$

hvor

$Q$  = det samlede varmetab gennem gulvet kcal/h

$k$  = den af bygningsreglementet forlangte varmeisolerings af et terrændæk

$A$  = arealet af et hus svarende til et gårdhus

Varmt kryberum			Traditionel kryberumskonstruktion			Traditionelt terrændæk		
kcal/h	kcal pr. fyringssæson	kr. pr. fyringssæson	kcal/h	kcal pr. fyringssæson	kr. pr. fyringssæson	kcal/h	kcal pr. fyringssæson	kr. pr. fyringssæson
1110	605 · 10 <sup>4</sup>	150	660	360 · 10 <sup>4</sup>	90	425	232 · 10 <sup>4</sup>	60

Tabel 2.

$\Delta t$  = forskel mellem temperatur i opholdsrum og de dybere liggende jordlag.

#### c. Sammenligning

På grundlag af de ovenfor angivne beregninger kan de tre konstruktioners varmeøkonomi sammenfattes i ovenstående skema. Der er her regnet med en fyringssæson på 227 dage, og skønsmæssigt er der ansat en udgift til opvarmning på 0,25 kr. pr. 10<sup>4</sup> kcal.

Beregninger har således vist, at det gennemsnitlige varmetab fra det uventilerede kryberum er omkring dobbelt så stort som fra de normalt anvendte gulvkonstruktioner i mindre huse. Det er dog vigtigt at bemærke, at beboerne ikke vil føle noget ubehag i form af fodkulde ved den ny konstruktion, fordi der ikke finder nogen væsentlig varmemstrømning sted fra opholdsrum til kryberum. Dette forhold er bekræftet ved målinger af overfladetemperaturer på undersiden af trægulvet, ligesom beregninger af varmetabet fra de uisolerede rør i kryberummet viser sig at kunne dække kryberummets varmetab. Den ny konstruktion opfylder derfor helt de krav, som må kunne stilles til overfladetemperaturen af et gulv set fra et hygiejnemæssigt synspunkt.

Den økonomiske sammenligning imellem de tre konstruktioner viser, at det ekstra varmetab fra den ny konstruktion er af størrelsesordenen 60-90 kr. pr. år, og dette beløb må ses i relation til den ikke uvæsentlige besparelse i anlægsudgifter på 6-800 kr. pr. hus.

Den egentlige interesse bør imidlertid ikke samle sig om disse tal, men om de samlede årlige udgifter til opvarmningsformål samt til amortisering af anlægsomkostninger. I dette tilfælde betyder det, at der skal foretages en

sammenligning imellem amortiseringen af en ekstra anlægsudgift på ca. 700 kr. og et ekstra varmeforbrug på 60-90 kr. pr. år. Hvis det antages, at amortiseringen finder sted til 8% over en periode på 60 år, bliver de årlige udgifter hertil ca. 60 kr., som derefter skal sammenlignes med de 60-90 kr. for øgede fyringsudgifter.

Det ses således, at den samlede årlige udgift til amortisering og varme stort set bliver den samme, uanset hvilken konstruktion der vælges. De her anførte beregninger og betragtninger er ret grove, og mange andre faktorer spiller ind, men det skønnes dog, at størrelsesordenen af de her angivne beløb er rigtig.

#### 6. Konklusion

Undersøgelsen vedrørende varme- og fugtforholdene i den ny kryberumskonstruktion har vist, at konstruktionen er teknisk fuldt forsvarlig. Det må dog formodes, at konstruktionens gode virkemåde er betinget af den ikke uvæsentlige ventilation, som er konstateret i det opvarmede kryberum.

Spørgsmålet er nu, om en sådan konstruktion er fremtidens løsen for mindre huse. Hertil må svares, at denne undersøgelse kun har vist forholdene ved en moderat ventileret, opvarmet krybekælder, og at det i princippet ikke er muligt heraf at slutte noget om forholdene, hvis der kun havde været en meget ringe eller slet ingen ventilation. I det her undersøgte præfabrikerede byggeri er fugerne imellem vægge og fundamenter udnyttet til at give en ensartet ventilation af hele kryberummet, og det må frygtes, hvorledes det vil gå, hvis den samme principløsning overføres til traditionelt muret byggeri, hvor åbningerne nødvendigvis må blive mere veldefinerede med deraf følgende fare for tillukning.

Det må derfor fremhæves, at i den undersøgte bebyggelse er det præfabrikerede byggeris muligheder blevet udnyttet på en endog særdeles behændig måde, og det er uvist, om det er muligt rent umiddelbart at overføre disse ideer til traditionelt byggede småhuse. Tanken kan imidlertid ikke afvises, og der findes her et område, hvor en forskningsindsats vedrørende kryberumsventilationens betydning for varme- og fugtforholdene muligvis kunne give anledning til en nyvurdering af disse konstruktioner.

Afslutningsvis skal det fremhæves, at til trods for det formelt udregnede store varmetransmissionstal opfylder den ny kryberumskonstruktion fuldt ud de hygiejniske krav, som må stilles til overfladetemperatur hos gulve i opholdsrum. Det reelle varmetab bliver naturligvis større end for de traditionelle konstruktioner, men de samlede årlige udgifter for den ny og de traditionelle konstruktioner synes at blive de samme.

Forhold som finansieringsmuligheder for anlægsudgifterne samt samfundsøkonomiske betragtninger vedrørende valutaforbrug til opvarmningsformål falder uden for en almindelig teknisk-økonomisk bedømmelse, og det skal derfor blot bemærkes, at det ved hver enkelt byggeopgave må bedømmes, om det kan forsvares at hæve udgiften til opvarmningsformål for herved at reducere anlægsudgiften.

#### Litteratur:

- C. S. Moses, Condensation and Decay Prevention under Basementless Houses. Publ. nr. 2010, U. S. Forest Service, Madison, Wisconsin
- Aktuella Värmeisoleringsproblem. Byggeforskningens Særtryk nr. 9, Stockholm 1962
- DIF's regler for beregning af bygnings varmetab, 2. udgave, Maj 1965. Teknisk Forlag, København.
- P. Becher, Varme og Ventilation Bind 5. Teknisk Forlag, København 1965
- E. T. Renbourn et al., The Measurement of Domestic Ventilation: An experimental and theoretical investigation with particular reference to the use of carbon dioxide as a tracer substance. The Journal of Hygiene, March 1949
- Rolf Henrikson, Statens Forskningsanstalt för Lantmannabyggnader. Meddelande nr. 45. Varmeforluster genom golv lagda direkt på mark.

