

# Historien om bygningsfysikk i Norge

- Fra 1920 – 1950
- NTH
- NBI/Byggforsk

**Bygningsfysikk** er de [fysiske](#) prosessene knyttet til varme-, luft- og fukttransport i en [bygning](#). Typiske bygningsfysiske problemstillinger er varmeisolering av bygninger, lufttetthet og fuktsikring mot vanndamp og fritt vann.

[Akustikk](#) og [brann](#) er også fysiske prosesser som hører inn under bygningsfysikk, men disse fagene er vanligvis skilt ut som egne fag. De er derfor ikke med i denne presentasjonen.

Begrepet **Bygningsfysikk** oppsto på 1970-tallet

Jan Vincent Thue, NTNU

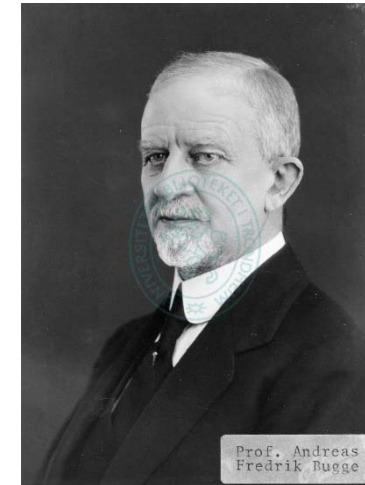
Knut Ivar Edvardsen, SINTEF Byggforsk

# Det startet på NTH

- Bugge, Andreas Fredrik, arkitekt f.1859 - d.1945, Professor i husbygningsslære ved NTH 1910-1930
- I 1918-1919 bevilget Stortinget **95 000 kroner** til oppføring av forsøkshus ved NTH. Initiativtaker til dette var professor Andreas Fr. Bugge ved Arkitektavdelingen, NTH.

Dette ga grunnlag for bygging av 27 forsøkshus på Gløshaugen. Disse forsøkshusene var utgangspunkt for en omfattende rekke forsøk i perioden fra de første forsøkshusene sto ferdig i 1919 fram til ca. 1940.

- Forsøkene ble videreført av Prof. Bugges etterfølger Jacob P. Holmgren, arkitekt f.1884 -d.1962.  
Professor i Byggekunst I ved NTH, 1935-1955

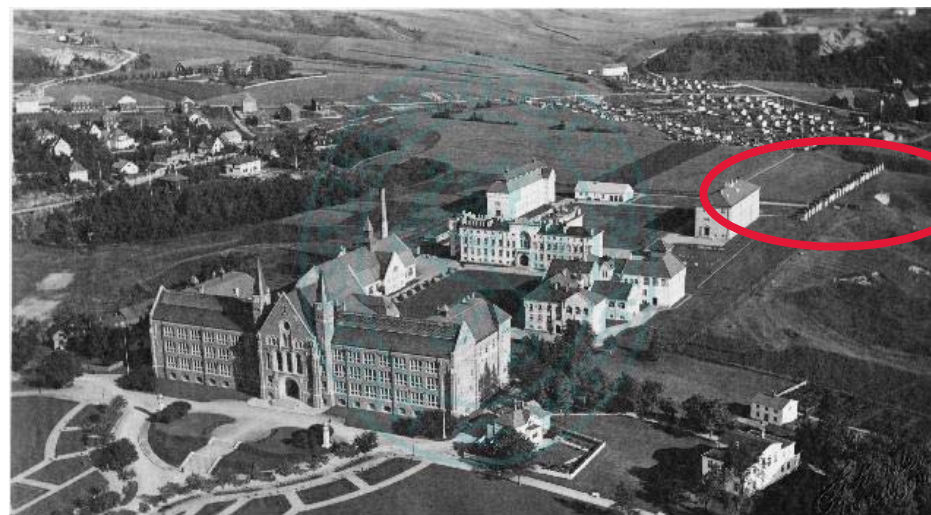


## Fra prof. Bugges begrunnelse ( nov. 1917) for forsøkshusprosjektet:

«En flerhet av de nyere materialer og konstruksjoner som er brakt på markedet er brukbare og vil skaffe billigere hus enn hittil, men det er ikke givet at disse nye materialer og konstruksjoner, som for fleres vedkommende er uttenkt for blidere klimatiske forhold enn våre, kan sies uten videre å egne sig for våre klimatiske forhold og bør få innpass i større utstrekning hos oss.

Der må stilles særegne og langt større krav til materialets og veggkonstruksjonens godhet hos oss enn i mange andre land. Til og med innen vårt eget land vil disse krav ofte måtte bli forskjellig.

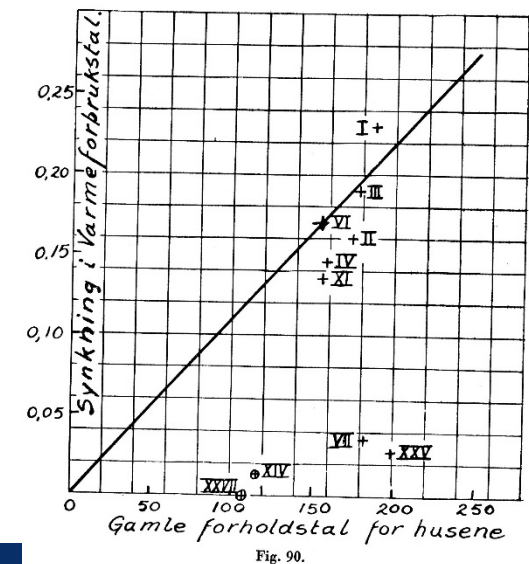
Det vil derfor være av betydning å få grundig undersøkt så vel de eldre hos oss benyttede veggkonstruksjoner som de nyere, så man kan få konstatert deres isolerende evne og motstand mot været og derigjennom opnå et solid grunnlag for bedømmelsen av de enkelte konstruksjoner og en innbyrdes sammenligning mellom dem»



De 27 forsøkshusene lå fritt eksponert for vær og vind på sørvestkanten av Gløshaugen (foto ca. 1938)

# En omfattende rekke av undersøkelser ble gjennomført i forsøkshusene ved NTH, bl.a.:

- Varmegjennomgangsegenskaper for forskjellige ytterveggkonstruksjoner, gulvkonstruksjoner og takkonstruksjoner
- Utprøving av forskjellige isolasjonsmaterialer og isolasjonsmetoder
- Utprøving av forskjellige pussbehandlinger
- Egenskaper ved periodisk oppvarming
- Varmegjennomgang gjennom gulv mot kjeller eller uten kjeller
- Innflytelsen av uttørring på murhusenes varmekonsum
- Klimatiske forholds innflytelse på murhusenes varmekonsum
- Undersøkelse av fuktforhold i yttervegger





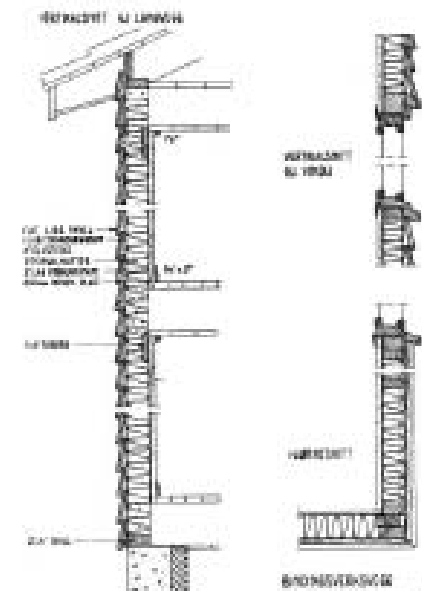
NBI, 1950- tallet

## Prioriterte områder

- Klimapåvirkninger
- Varmeisolering
- Romoppvarming
- Videreutvikling av småhus med lett bindingsverk (Det var om å gjøre å spare trelast)



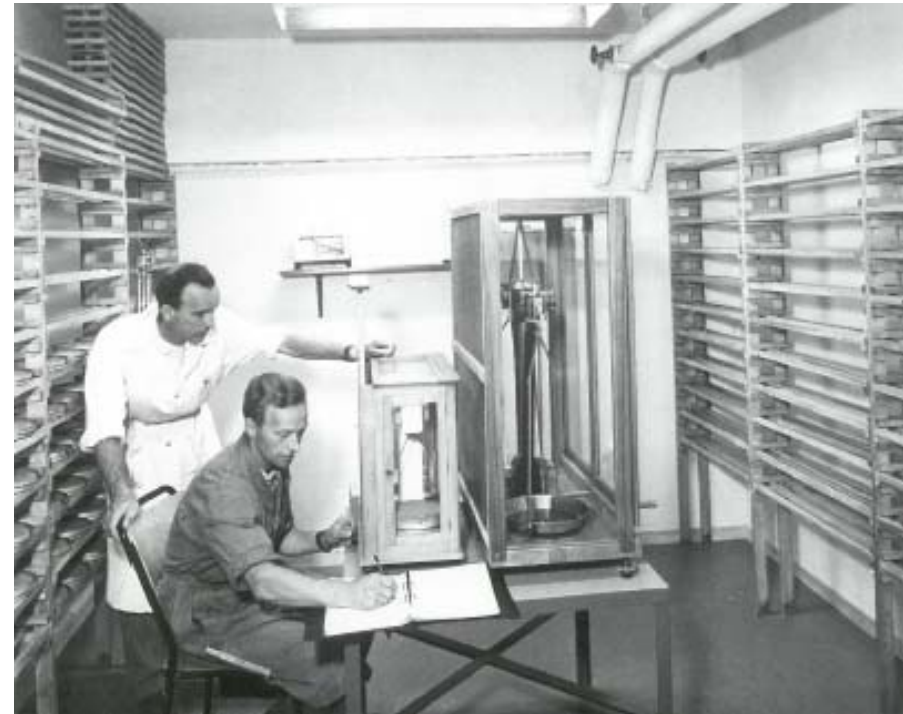
Nestorer i arbeidet med å fremme bygningsfysikk, Øyvind Birkeland og Hans Granum.  
I 1955 ble Granum professor ved NTH



NBI, 1950- tallet

## Laboratoriefasiliteter

- Forskning knyttet til byggeteknikk og bygningsfysikk hadde vært spredt på ulike avdelinger på NTH
- Bygging av et husbyggingsteknisk laboratorium hadde høy prioritet
- Laboratoriebrakke reist ved NTH i 1949 og brukt frem til 1958.
- NBI delte laboratoriet med Institutt for byggekunst I, NTH

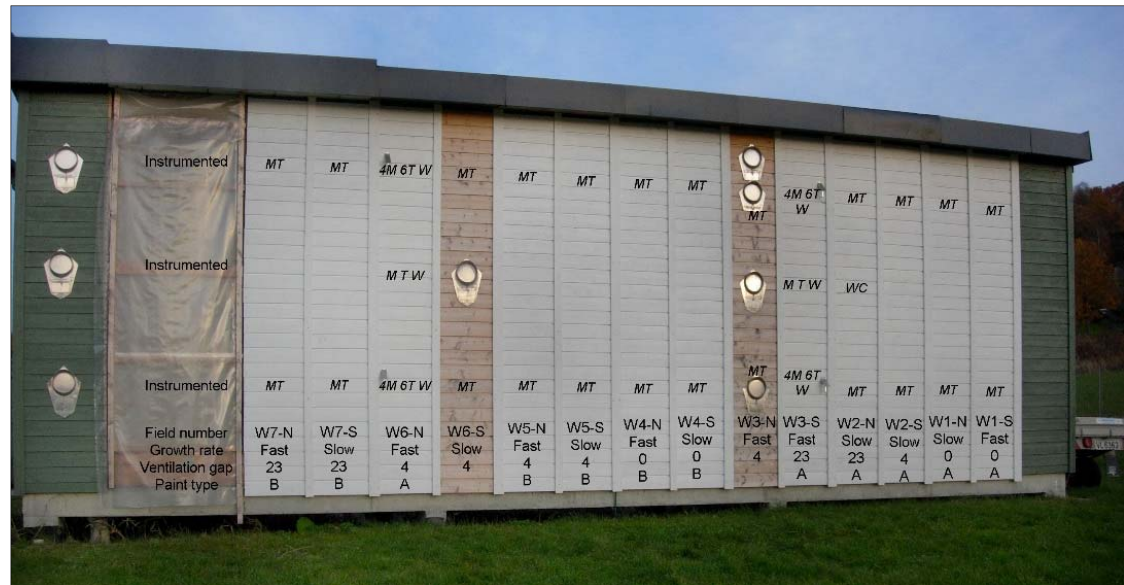


Sven D. Svendsen og Arnold Larsen undersøker vanndampdiffusjon i materialer (1958).

I 1967 ble Svendsen professor ved NTH

# Samarbeid mellom NTH/NTNU og NBI allerede fra 1950-tallet

- Vinn/vinn situasjon for begge institusjonene
- NBI leverer professorer til universitetet
- Diplom-studenter samarbeider med NBI-forskere
- Nyrekruttering til NBI
- Sammen får vi til mer:
  - Forskningsprogram
  - Forsøkshus
  - Forskningsutstyr
  - Kunnskapsformidling



- Forsøksfeltet på Voll i Trondheim var en viktig ressurs i samarbeidsprogrammet om fuktforskning på 1990-tallet



NBI, 1950-tallet

## Prøvehus og nye lokaler

- Nytt prøvehus på Ås 1955/56
- Nye lokaler og prøvehall i Trondheim 1959:
  - Fryserom, varmerom og kondisjonerte rom
  - Målesentral for elektriske målinger
  - Instrumentverksted
- Viktige arbeidsområder:
  - Vandampdiffusjon i materialer
  - Kondens og fuktvandring i tak og vegger ble regnet som et av de vanskeligste problemområdene
  - Overtrykk/undertrykk inne
  - Tettheten til sperresjikt
  - Laboratorieforsøk supplert med fullskalaprøving i prøvehus og feltundersøkelser
  - Måling av temperatur og fuktforhold i leilighetene til ti ansatte



NBIs prøvehus på Ås (Huset hadde 60 veggfelt) og nye lokaler i Trondheim

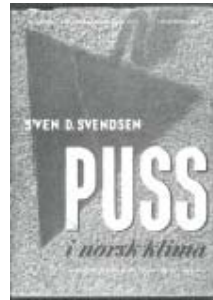
NBI, 1950-tallet

## Hus og klima

"Alle spørsmål i forbindelse med værets virkning på konstruksjoner og materialer" var prioriterte oppgaver tidlig på 50-tallet:

- Kartlegging av klimadata
- Slagregnundersøkelser
- Kartlegging av skadeutsatte flater/puss
- Massive tak
- Måling av varmemestrøm gjennom yttervegger
- Vindusundersøkelse. Tetthet mot slagregn

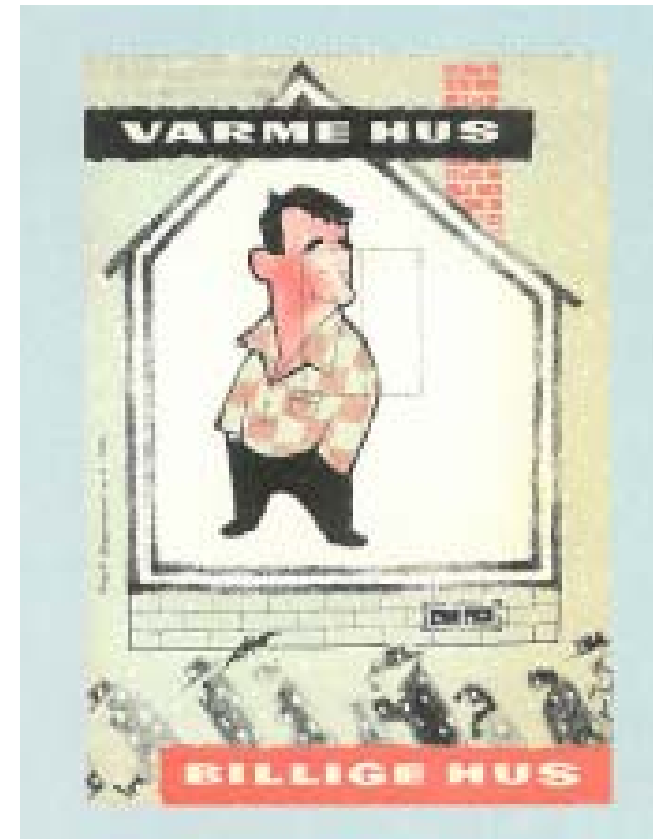
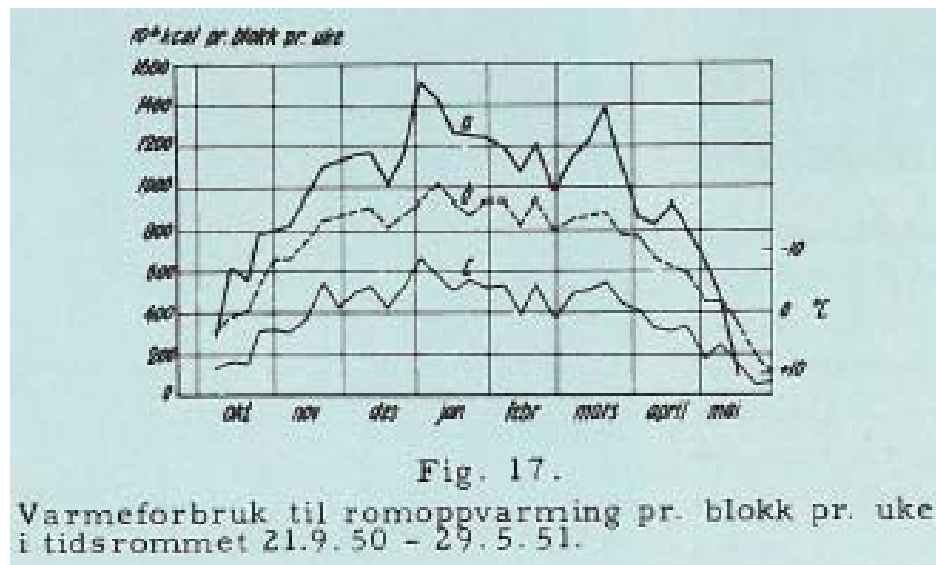
Mads Myrre, Sven D. Svendsen, Ananias Tveit, Trygve Isaksen



NBI, 1950-tallet

## Romoppvarming

- Knapphet på materialer fokuserte på varmeisolering og effektiv oppvarming
- Fokus på virkningsgraden for ulike oppvarmingskilder
- Hallvard Hagen sto sentralt i arbeidet



Varme hus om bedre isolering utgitt 1958

NBI, 1960-tallet

## Nye materialer

- Eksponering av materialer i kystklima, innlandsklima og storbyklima
- Feltstudie av kledningsmaterialer
- Visuell bedømming. Måling av glans og farge.
- Vurdering av materialenes bestandighetsegenskaper og levetid
- Utprøving av forseglede ruter (isolerglass)
- Nytt forsøkshus på Tyholt (1964)

Maaø og Aanoli måler duggpunktstemperatur på isolerglass



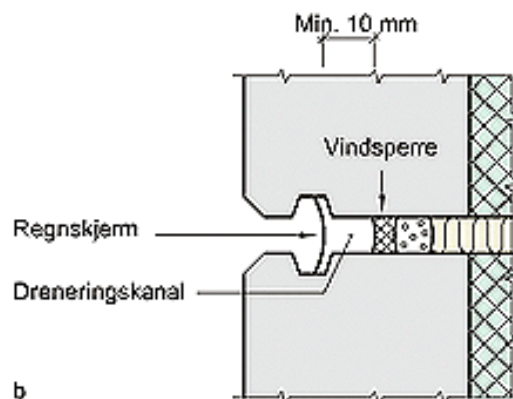
Arnold Larsen i kontrollrommet for varmetekniske og meteorologiske data (øverst)

Ytterøyen fyr ved Florø (nederst)

NBI, 1960-tallet

## Regntetthet i fasader

- Omfattende og nyskapende arbeid rundt tetting av bygningens klimaskall
- Vitenskapelig i front internasjonalt
- Øyvind Birkeland ledet CIB-komiteen Rain Penetration. Rapport 37 oppsummerte funnene
- Prinsippet om 2-trinns tetting på plass i 1964
- Konkrete løsninger lagt frem på CIB-symposium (1967). CIB – Weathertight joints for walls



Margrete Dalaker (øverst) gjennomførte omfattende undersøkelse av tettelister. Trygve Gjelsvik sto sentralt i utvikling av prøvemethoder og klassifisering av fugemasser

NBI, 1970-tallet

## Videreutvikling av prøve- metoder

- Prøving av fuktsikringsmaterialer for kjellervegger
- Klimaprøving i værometer
- I 1975 hadde NBI tre forsøkshus på Tyholt. Det minste kunne dreies 360°
- Problemstillinger knyttet til vind, regn, varme og fukt
- Grunnlag for å anbefale isolasjonstykkelser på 200 mm. Innarbeidet over 20 år senere i Byggeforskrift 67
- Skadeetterforskning var viktig referansemateriale



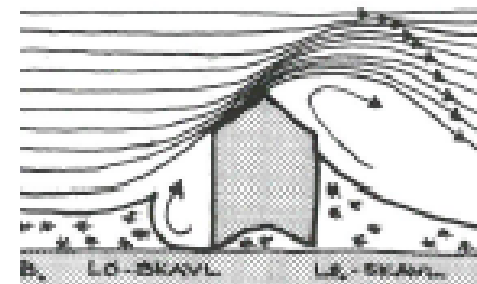
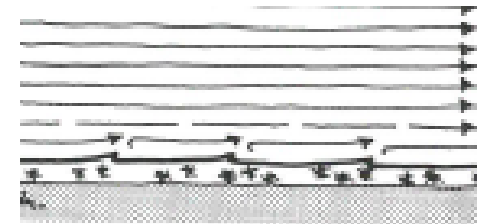
Forsøkshus på Tyholt

Magne Aanonli kjører klimaprøving i værometer

NBI, 1970-tallet

## Ekstra værhardt klima

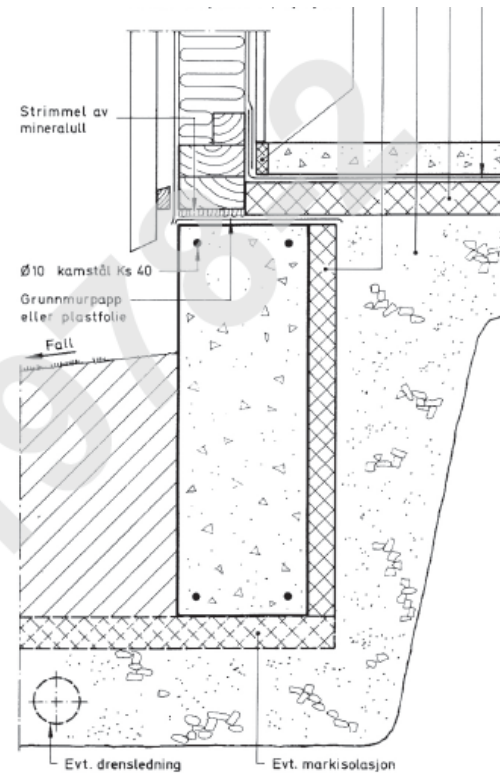
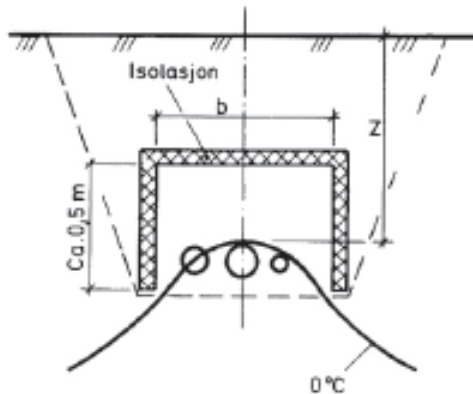
- Klimariktige hus og husplasseringer (Finnmarksprosjektet 1976)
- Naturgitte betingelser for bygging
- Utforming av bebyggelse og skjermende tiltak
- Undersøkelse av gjenreisningsbebyggelse avdekket store mangler
- Eget kontor i Narvik sammen med Statens teknologiske Institutt



NBI, 1970-tallet

## Frost i jord

- Stor forskningsinnsats i årene
- 1970-76 for å utvikle gode frostsikringsmetoder
- Samarbeid med NTH og en rekke andre institusjoner og konsulenter
- Frostsikring og grunn legging av
- vann- og avløpsledninger
- Utvikling av gulv på grunnen med redusert fundamenteringsdybde
- Fuktsikring og drenering





Byggforsk, 1980-tallet

## Byggkvalitet

- Videreutvikling av isolerte skråtak og glasstak
- Undersøkte temperatur, fukt og energibruk
- Håndbok 1990 "Fasader av glass og metall"
- Galopperende skadeomfang. Vann- og luftlekkasjer. Dårlig varmeisolasjon



Byggforsk, 1980-årene

## Energiøkonomisering og inneklima

- Konsekvenser av krav om lufttetthet i boliger
- Kartlegging av utettheter med termografering
- EDB beregninger av varmeisolasjon og kuldebroer
- Energiregnskap utviklet
- Ventilasjon og inneklima ble satsingsområde

Luftskiftemåling i felt ved hjelp av sporgass (øverst)

Termografi (kalde og bedre isolerte flater)

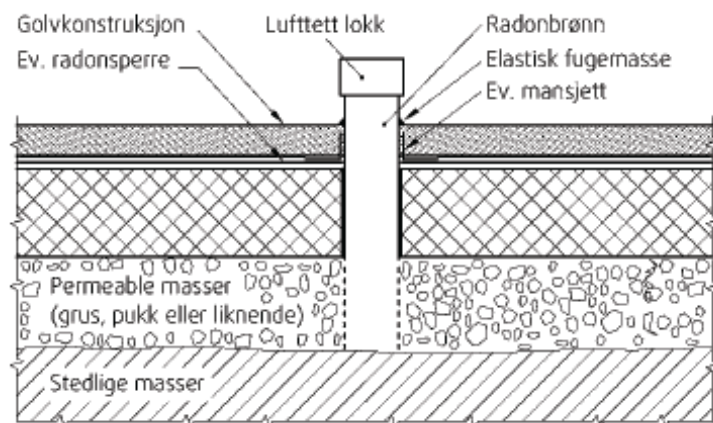


Byggforsk, 1990-  
årene



## Innemiljø

- Ventilasjonslaboratorium Effektivitet og energibruk til ulike løsninger undersøkt
- Laboratorium for måling av emisjoner fra bygningsmaterialer etablert i 1995
- Problemstillinger knyttet til luftkvalitet og innemiljø
- Løsninger for å hindre inntrengning av radon i inneluften



Odd Magne Solheim og Trygve Hestad  
måler luftstrømmer i  
ventilasjonslaboratoriet



Byggforsk, 1990-årene

## Fukt i bygningsmaterialer og konstruksjoner

- Strategisk instituttprogram om fukt i bygningsmaterialer og konstruksjoner
- Nytt klimalaboratorium i Trondheim for måling av fuktegenskaper i materialer
- Nytt forsøkshus på Voll forsøksstasjon med utskiftbare vegg- og takfelt
- Håndbok med samlet fremstilling av spørsmål knyttet til fukt- og fukttransport i materialer og konstruksjoner (Stig Geving og Jan Vincent Thue)

Lars Ivar Aaseth registrerer fuktskader etter storflommen på Østlandet i 1995.

Berit time ved måleutstyr for fuktopptak i materialer.




## Den røde tråden?

- "Klima"
- Bygningsfysikk anvendt til utviklingsarbeid, produktdokumentasjon og til å løse aktuelle byggetekniske problemstillinger
- Nært prosjektsamarbeid med byggenæringen, NTNU, andre forskningsorganisasjoner i inn- og utland og myndigheter
- Utvikling av funksjonsbasert prøveapparat, målinger i forsøkshus og erfaringsinnhenting fra feltundersøkelser og skadeoppdrag
- Utvikling av praktiske løsninger
- Kunnskapsformidling gjennom rapporter, artikler, kurs, konferanser, anvisninger og håndbøker



# Kunnskapsformidling

- Lang rekke rapporter og anvisninger
- Løsninger innarbeidet i Byggforskeren siden 1958
- Viktig del av trehusbøkene siden 1952
- Fukt i bygninger 2002
- Klimatilpasning av bygninger 2007
- Den årlige bygningsfysikkdagen



**Byggforsk**

**Fukt i bygninger**  
Teorigrunnlag

Byggforskeren  
Byggedetaljer  
421.132  
Sending 2 – 2005

---

**0 Generelt**

**01 Innhold**  
Dette bladet gir en innføring i teorigrunnlaget vedrørende fukt i luft og materialer i bygninger. Det redegjør for bruk av luftfuktighetsdiagram og beregninger som kan være aktuelle ved vurdering av løse forfuktninger. Bladet behandler også diagrammer med fuktekniske data for opptak og innhold av fukt i luft og materialer. Transport av vann i væskefase er ikke behandlet. For mer detaljert teori og beregninger, se [821].

**02 Hensikt**  
Innsikt i hvordan luft og materialer opptar og avgir fukt er viktig for å utføre konstruksjoner med tilfredsstillende beskyttelse mot fuktssider. Fuktinnholdet har avgjørende innflytelse på en rekke materialeegenskaper.

**03 Henvistninger**  
Byggedetaljer:  
471.111 Beregningsmetode for å unngå kondens eller muggvekst på innvendige overflater  
474.531 Måling av fukt i bygninger  
474.533 Utledning og kontrollmåling av byggfukt  
573.121 Materialer til luft- og dampetting  
573.430 Materialdata for vandrdamptransport  
Byggtørking  
701.401 Muggopp i bygninger. Forekomst og konsekvenser for innklimaet  
720.082 Mugg-, råte- og tærsekadesopp. Angrepstyper og bekjempelse  
740.111 Kondens på kalde overflater. Årsaker og tiltak




Fig. 11  
Valgte fuktpåkjenninger og transportformer

- dampdiffusjon, det vil si vandrdamptransport på grunn av forskjellig vandrdampinnhold i inne- og utelufta
- luftlekkasjer (luftkonvekasjon), det vil si vandrdamp som transporteres med luftlekkasjer
- kapillærsuging, det vil si vanntransport på grunn av kapillærkrefter i materialporene
- væskestrømming, eksempelvis vannlekkasjer

