

# Förord

Fuktskador har ofta orsakats av att befintlig kunskap inte har använts. När Fukthandbok, som författats av Lars Erik Nevander och Bengt Elmarsson, gavs ut första gången 1981 var avsikten att samla information om fukt och fuktproblem och hur olika konstruktioner kunde lösas med hänsyn till fuktpåverkan. Fukthandbok har därefter reviderats flera gånger och den har varit en självklar hjälp för branschen och har också använts som lärobok på högskolor och gymnasier.

Denna utgåva av Fukthandbok bygger på den tidigare men har till stor del gjorts om. Nya forskningsrön och krav på fuktsäkerhetsprojektering har motiverat en genomgripande omarbetning av vissa delar.

Teoriavsnitten har utökats med beskrivning av beräkningsmodeller och har kompletterats med beräkningsexempel. Nya materialdata och ytterligare klimatdata har införts.

Fukthandbok är baserad på forskningsrön i Sverige och utomlands, framförallt det arbete som utförts inom Fuktcentrum.

Författare är Jesper Arfvidsson, professor i Byggnadsfysik vid LTH, Lars-Erik Harderup, universitetslektor vid Byggnadsfysik vid LTH och Ingemar Samuelson, fd ansvarig för fukt- och inomhusmiljöfrågor vid SP (nuvarande RISE), Borås.

Medlemmar i Fuktcentrum har medverkat med synpunkter på olika avsnitt. Arne Holmström och Jörgen Romild SP (nuvarande RISE) har lämnat synpunkter på avsnitt 3.4.1.2. Avsnitt 3.4.2 om ytbehandling av trä har skrivits av Stefan Hjort, Meyer & Hjort AB, avsnitt 3.4.3.3 har reviderats av Kenneth Sandin, LTH. Avsnitt 4.3.2.1.3 och 4.3.5 har skrivits av Sture Lindmark, FuktCom, avsnitt 4.3.5.4 har skrivits av Torbjörn Osterlind, Bentab Byggkonsult AB. Avsnitt 4.4 har reviderats av Börje Gustavsson SP (nuvarande RISE) och avsnitt 4.5 har reviderats av Ulf Antonsson SP (nuvarande RISE). Andra byggfackmän har också lämnat värdefulla synpunkter.

LTH, RISE (tidigare SP) samt Brosenius stiftelse har på olika sätt bidragit till denna utgåvas förverkligande.

Inom Svensk Byggtjänst har Gabriella Wiklund svarat för det redaktionella arbetet. Illustrationerna från tidigare upplagor av Fukt-handbok har utförts av Bibi Elmarsson och Lilian Johansson, och tillkommande illustrationerna har utförts av Lilian Johansson.

Till samtliga medverkande riktas ett varmt tack.

Lund i maj 2017

Jesper Arfvidsson, Lars-Erik Harderup och Ingemar Samuelson

# Innehåll

**Förord 3**

**Innehåll 4**

**1 • Inledning 9**

- 1.1 Målgrupp 9
- 1.2 Disposition 9
- 1.3 Definitioner 10
- 1.4 Beteckningar 15
- 1.5 Grekiska alfabetet 20
- 1.6 Normer och anvisningar 21

**2 • Fukt och fuktskydd 25**

- 2.1 Fuktkällor 25
- 2.2 Bygga fuktsäkert (ByggaF) 27
- 2.3 Samband och eventuella konflikter mellan fuktsäkerhet och andra krav 28
  - 2.3.1 Fukt och energi 29
  - 2.3.2 Fukt och brand 30
  - 2.3.3 Fukt och akustik 31
  - 2.3.4 Fukt och bärformåga 32
  - 2.3.5 Fukt och installationer 32
  - 2.3.6 Fukt och uppvärmningssystem 33
  - 2.3.7 Fukt och tillgänglighet 34
  - 2.3.8 Fukt och hållbart byggande 35
- 2.4 Vad är en fuktskada? 35

**3 • Material 37**

- 3.1 Fuktegenskaper och provningsmetoder 37
- 3.2 Fuktens inverkan på material 39
  - 3.2.1 Missfärgning och andra estetiska effekter 39
  - 3.2.2 Fysikalisk nedbrytning 40
  - 3.2.3 Kemisk nedbrytning 41
  - 3.2.4 Biologisk nedbrytning 41
  - 3.2.5 Hälsorisker 41

- 3.2.6 Lukt 43
- 3.2.7 Hållfasthet och deformation 43
- 3.2.8 Fuktbetingade rörelser 43
- 3.2.9 Estetiska problem 45
- 3.2.10 Energibehov 46
- 3.3 Materials fukt beteende 51
- 3.4 Fukt skyddande skikt och behandlingar 56
  - 3.4.1 Ångspärr/fuktspärr 56
  - 3.4.2 Ytbehandling av utvändigt trä 60
  - 3.4.3 Impregnering 72
  - 3.4.4 Korrosionsskydd 77

## 4 • Byggnadsdelar 85

- 4.1 Grundläggning 85
  - 4.1.1 Särskilda funktionsgrav för grunder 87
  - 4.1.2 Golv på mark 112
  - 4.1.3 Källare 141
  - 4.1.4 Krypgrunder 162
  - 4.1.5 Åtgärder 178
- 4.2 Ytterväggar 189
  - 4.2.1 Särskilda funktionskrav 189
  - 4.2.2 Flerskiktsväggar och homogena väggar 190
  - 4.2.3 Fasadbeklädnad 198
  - 4.2.4 Fasadfogar 208
  - 4.2.5 Tilläggsisolering 211
- 4.3 Tak 212
  - 4.3.1 Funktionskrav för tak 212
  - 4.3.2 Ventilerade tak 213
  - 4.3.3 Oventilerade tak 233
  - 4.3.4 Takavvattning 253
  - 4.3.5 Taktäckningsprodukter 261
- 4.4 Fönster 279
  - 4.4.1 Allmänna krav 279
  - 4.4.2 Regnsäkerhet 280
  - 4.4.3 Ytkondens på glasrutorna 281
  - 4.4.4 Fukt i båge och karm 282
  - 4.4.5 Anslutning till vägg 284
- 4.5 Våtrum 285
  - 4.5.1 Skadeeffarenheter 285
  - 4.5.2 Golv 286
  - 4.5.3 Väggar 288
  - 4.5.4 Våtrumsskivor 290
  - 4.5.5 Våtrum mot våtrum 290
  - 4.5.6 Boverkets byggregler och branschregler 290
  - 4.5.7 Kvalitetssäkring 291
- 4.6 Mellanbjälklag 292
- 4.7 Anslutningar, genomföringar, detaljer 293

<b>5 • Byggnadsfysikaliska grunder och beräkningar</b>	<b>297</b>
5.1 Värme	297
5.1.1 Värmeledning	297
5.1.2 Strålning	299
5.1.3 Konvektion	301
5.1.4 Värmeövergång vid ytor	301
5.1.5 Ekvivalent utetemperatur	304
5.1.6 Köldbryggor	306
5.2 Luftströmmar och lufttäthet	307
5.2.1 Luftflöde, Darcys lag	307
5.2.2 Permeans, luftflödestäthet	307
5.2.3 Luftflöde genom material, spalter och hål	308
5.2.4 Drivkrafter	316
5.2.5 Luftbalans med exempel	318
5.2.6 Täthetsprovning och luftomsättning	323
5.3 Fukt	323
5.3.1 Fukt i luft	323
5.3.2 Fukt i material	328
5.3.3 Fukttransport i ångfas	338
5.3.4 Fukttransport i vätskefas	347
5.3.5 Fukttransport och temperaturberoende	362
5.3.6 Randvillkor	366
5.3.7 Materialdata för hygrotermiska beräkningar	374
5.4 Hygrotermiska beräkningar	380
5.4.1 Handberäkningar	380
5.4.2 Datorberäkningar	402
5.4.3 Exempel på hygrotermiska beräkningar	408
<b>6 • Riskbedömningar</b>	<b>421</b>
6.1 Mögelmodeller	421
6.2 Klimat och väderförändringar	428
6.2.1 Klimatförändringarna märks redan idag	429
6.2.2 Sveriges framtida klimat	430
6.3 Extrema miljöer	433
6.3.1 Badhus och spaanläggningar	433
6.3.2 Bastu	436
6.3.3 Djurstallar	437
6.3.4 Potatis- och grönsakslager	438
6.3.5 Fryshus	438
6.3.6 Ishallar	439
<b>7 • Utredning av orsak till fuktskador och inomhusmiljöproblem</b>	<b>441</b>
7.1 Tecken på fuktskador	441
7.2 Tecken på ohälsa	442
7.3 Skadeutredning i samband med fuktproblem	443
7.3.1 Skadetyper	443
7.3.2 Dokumentation före utredning	443
7.3.3 Tänkbara skadeorsaker	444
7.3.4 Beräkningar	444
7.3.5 Kontroll och mätning vid besiktning på plats	445

- 7.3.6 Provtagning 446
- 7.3.7 Analys av mätvärden, analyser och beräkningar 446
- 7.3.8 Sannolik skadeorsak 446
- 7.3.9 Förslag till åtgärd 447
- 7.3.10 Uppföljning 447
- 7.3.11 Rapport 447
- 7.4 Innemiljöutredning 448
  - 7.4.1 Skadetyper 449
  - 7.4.2 Inledande, översiktlig genomgång 449
  - 7.4.3 Val av fortsatt inriktning 450
  - 7.4.4 Tekniska mätningar och provtagning 450
  - 7.4.5 Beräkningar 451
  - 7.4.6 Sammanfattande analys 451
  - 7.4.7 Val av åtgärder 451
  - 7.4.8 Rapport 451
  - 7.4.9 Uppföljning och utvärdering 452
- 7.5 Åtgärder 452
  - 7.5.1 Minska fuktpåverkan 453
  - 7.5.2 Hindra fukten att nå de känsliga delarna i en konstruktion 453
  - 7.5.3 Byta till material som tål fuktpåverkan 453
  - 7.5.4 Åtgärda bakomliggande orsaker 454
  - 7.5.5 Avlägsna obehaget 454

## **8 • Bilagor 455**

- 8.1 Fysikaliska data för luft, vatten och vattenånga 455
- 8.2 Materialdata 463
  - 8.2.1 Fuktjämvikt 463
  - 8.2.2 Fukttransportkoefficienter 471
  - 8.2.3 Tjälfarlighet för olika jordarter 477
  - 8.2.4 Kritisk relativ fuktighet 478
  - 8.2.5 Permeabilitet för luft 479
  - 8.2.6 Svällning och krympning 481
  - 8.2.7 Byggfukt 482
  - 8.2.8 Uttorkning av betong 482
  - 8.2.9 Värmetekniska storheter 482
  - 8.2.10 Beteckningar för plaster 487
- 8.3 Klimatdata 488
- 8.4 Omräkning 490

## **Referenser 493**

## **Sakord 501**

# 1 • Inledning

## 1.1 Målgrupp

Fukthandbok vänder sig till fackmän inom branschen dvs. byggherrar, projektörer, konstruktörer, tillverkare, leverantörer, entreprenörer, kontrollanter, fastighetsförvaltare m.fl. Läsaren förutsätts känna till vanliga byggnadskonstruktioner och ha en teoretisk kunskap motsvarande ungefär tekniskt gymnasium.

Fukthandbok ger dels rena sakuppgifter såsom konstruktionsanvisningar, beräkningsformler och vissa materialdata dels möjlighet för läsaren att kunna identifiera var fuktproblem kan förekomma. Handboken har också en karaktär av lärobok som kan användas såväl på gymnasiet som på högskolor och vid fortbildning.

För att kunna hålla kunskaperna aktuella inför en ny upplaga av Fukthandbok och som allmän erfarenhetsåterföring mottas tacksamt synpunkter på innehållet. Dessa kan sändas till Svensk Byggtjänst på mailadress [kundservice@byggtjanst.se](mailto:kundservice@byggtjanst.se).

## 1.2 Disposition

Handboken är disponerad på sådant sätt att både den praktiskt inriktade ingenjören och den mer beräkningsinriktade lätt ska kunna hitta önskad information.

Den praktiskt inriktade ingenjören bör i första hand läsa avsnitt 2, 3 och 4. Avsnitt 2 handlar om fukt och fuktskydd och tar upp hjälpmedlet Bygga fuktsäkert (ByggaF). Bygga F innehåller råd och checklistor för ett fuktsäkert byggande för alla parter i byggprocessen.

Avsnitt 3 behandlar material och deras fukt beteende. Vissa speciella material behandlas också, såsom ångspärrar o.d., impregnering och målning på trä.

I avsnitt 4 behandlas de idag vanligaste husbyggnadskonstruktionerna ur fuktsynpunkt. För att erhålla fuktsäkra konstruktioner är det i de flesta situationer nödvändigt att också känna till temperaturfördelning, termiska egenskaper och luft rörelser inom och genom klimatskalet. I denna bok behandlas dessa, och i viss mån även andra aspekter, endast för att beskriva hur de påverkar fuktskyddet. Andra funktionskrav än fukt, såsom bärförmåga, akustik, brandskydd, energibehov, installationer etc. styr naturligtvis också val av konstruktion men dessa behandlas inte i denna bok. Projektörer, arbetsledare och kontrollanter som önskar information om praktisk utformning av byggnadsdelar kan gå direkt till detta avsnitt.

Avsnitten 2–4 innehåller bara ett fåtal beräkningsmetoder utan de olika materialens och konstruktionernas funktion beskrivs med utgångspunkt från fysikens lagar om fuktjämvikt och fukttransport.

Den mera teoretisk inriktade läsaren kan först läsa avsnitt 5. Här behandlas de fysikaliska grunderna för värme-, luft- och fukttransport och här finns avsnitt om hygrotermiska beräkningar med flera exempel.

Avsnitt 6 handlar om riskbedömningar och hur man kan hantera risken för mögeltillväxt, klimat och väderförändringar samt byggnader med extrema inomhusmiljöer.

Avsnitt 7 handlar om skadeutredning i byggnader med fuktskador och i byggnader med inomhusmiljöproblem.

Avsnitt 8 innehåller bilagor.

Fukthandbok avslutas med litteraturförteckning och sökord.

## 1.3 Definitioner

I detta avsnitt definieras ett antal termer och storheter av grundläggande karaktär inom byggnadsfysiken som är relevanta för fuktberäkningar. Storheter som endast används i mera avancerade beräkningar definieras i anslutning till kapitel 5.

Definitionerna följer i möjligaste mån en sammanställning från CIB W40 som utarbetats av Vasco de Peixoto Freitas och Eva Barreira. I denna sammanställning finns hänvisningar till en rad olika internationella standarder. Vissa redaktionella avvikelser kan förekomma.