



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



## Behovsstyrt underhåll av byggnader och markområden

Lennart Berndtsson  
Björn Hamilton  
Tore Helle  
Christer Sundin

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	80-2305
Plac	Ser

R  
AND

**BYGGDOK**

Institutet för byggdokumentation  
Hälsingegatan 49  
113 31 Stockholm, Sweden  
08-34 01 70 Telex 125 63

Byggeforskningsrådet

Ser

R153:1980

BEHOVSSTYRT UNDERHÅLL AV  
BYGGNADER OCH MARKOMRÅDEN

Lennart Berndtsson  
Björn Hamilton  
Tore Helle  
Christer Sundin

Denna rapport hänförs sig till forskningsanslag  
780399-5 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Kjessler & Mannerstråle AB, Stockholm

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R153:1980  
ISBN 91-540-3381-0  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 058115.



## INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING . . . . .	5
2	INLEDNING. . . . .	7
2.1	Bakgrund . . . . .	7
2.2	Projektet. . . . .	7
3	FÖRUTSÄTTNINGAR. . . . .	9
3.1	Hypotes. . . . .	9
3.1.1	Förebyggande underhåll . . . . .	9
3.1.2	Historik . . . . .	9
3.1.3	Hypoteser avseende byggnads- underhåll. . . . .	10
4	LIVSLÄNGDSVARIATIONER. . . . .	11
4.1	Byggelement. . . . .	11
4.2	Bygginstallationer . . . . .	11
5	METODER FÖR TILLSTÅNDSKONTROLL AV BYGGELEMENT . . . . .	12
5.1	Nuvarande rutiner för kontroller	12
5.1.1	Normer och normerade kontrollme- toder. . . . .	12
5.1.2	Utbildad praxis. . . . .	12
5.2	Inventering av förekommande kon- trollmetoder . . . . .	13
5.2.1	Allmänt. . . . .	13
5.2.2	Stabilitet, deformation. . . . .	17
5.2.3	Täthet mot kyla, luft och ljud . . . . .	17
5.2.4	Täthet mot vätskor och gaser . . . . .	17
5.2.5	Fukttillstånd. . . . .	18
5.2.6	Ytskikt. . . . .	19
5.2.7	Materialkontroll, betong och stål . . . . .	19
5.2.8	Materialkontroll, trä. . . . .	20
5.3	Praktisk tillämpbarhet av före- kommande metoder . . . . .	20
5.3.1	Kontrollernas objektrinriktning . . . . .	20
5.3.2	Kontrollkategorier . . . . .	21
5.3.3	Tillämpbarhet av kontrollerna enligt tabell 5.1. . . . .	22
5.3.4	Sammanfattning tillämpbara kon- trollmetoder . . . . .	23
6	METODER FÖR TILLSTÅNDSKONTROLL AV BYGGINSTALLATIONER. . . . .	25
6.1	Nuvarande rutiner för kontroller	25
6.1.1	Allmänt. . . . .	25
6.1.2	Kontrollmetoder. . . . .	26
6.2	Inventering av möjliga kontroll- metoder. . . . .	27
6.2.1	Allmänt. . . . .	27
6.2.2	Kontroll av rörliga maskindelar och maskinelement. . . . .	27
6.2.3	Materialkontrollmetoder. . . . .	30
6.2.4	Metoder för temperaturkontroll . . . . .	32
6.2.5	Metoder för läcksökning. . . . .	34

6.2.6	Metoder för invändig inspektion.	35
6.2.7	Metoder för kontroll av elekt- risk utrustning. . . . .	35
6.2.8	Metoder för kontroll av styru- rustning . . . . .	36
6.2.9	Övriga kontrollmetoder . . . . .	36
6.3	Utvärdering av praktisk tillämp- barhet av förekommande kontroll- metoder. . . . .	37
7	ADMINISTRATIVA HJÄLPMEDEL. . . .	42
7.1	Allmän systembeskrivning av KIT- systemet . . . . .	43
7.1.1	Arbetsmetodik. . . . .	43
7.1.2	Utvecklingsmöjligheter . . . . .	44
7.1.3	ADB-teknisk lösning. . . . .	45
7.2	Registerkonstruktion . . . . .	45
7.2.1	Fastighetsregister . . . . .	45
7.2.2	Standardenhetsregister (standar- diserade byggelement och dylikt)	49
7.2.3	Tillståndskontrollregister . . . .	50
7.3	Utdata . . . . .	51
7.3.1	Bildskärmsinformation. . . . .	51
7.3.2	Listutskrift på begäran. . . . .	52
7.3.3	Periodiska listor, s k rond- listor . . . . .	52
7.4	Ej datorlagrad information . . . .	53
7.4.1	Allmänt. . . . .	53
7.4.2	Handbok för tillståndskontroll av byggelement . . . . .	54
7.4.3	Handbok för tillståndskontroll av bygginstallationer. . . . .	55
7.5	Uppläggningsarbetet. . . . .	55
7.6	Nyttjarens underhållsorganisa- tion . . . . .	56
8	TESTOBJEKT HÖGDALENS SJUKHUS . .	57
8.1	Registrering av byggnadselement och bygginstallationer . . . . .	57
8.2	Genomförande av tillståndskon- troller. . . . .	62
8.3	Erfarenheter från pilotprojektet	62
	LITTERATUR. . . . .	63
BILAGA 1	Exempel ur rondlista. . . . .	67
BILAGA 2	Utdrag ur handböcker. . . . .	75
BILAGA 3	Bildskärm, exempel ur fastig- hetsregistret . . . . .	78

## 1. SAMMANFATTNING

Under 1978 anslog Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR) medel till Kjessler & Mannerstråle AB för att utveckla system och metoder för behovsstyrt underhåll av byggnader och markområden. Hälso- och Sjukvårdsnämnden inom Stockholms läns landsting har även bidragit med anslag till forskningsprojektet och upplåtit Högdalens sjukhus såsom testobjekt.

Rapporten ingår som en del i ett större utvecklingsprojekt inom KM-gruppen benämnt KIT-projektet.

Då variationen i livslängd mellan olika komponenter i fastigheter är stora samtidigt som felutvecklingen inklusive följdskador accelererar kraftigt mot slutet av livslängden har projektets syfte varit att pröva en underhållsfilosofi som bygger på följande:

- att utföra kontroll av varje objekts tillstånd med periodiska intervaller
- att, där sådana finns, ha mätmetoder och toleransgränser som ger ett objektiva mått på behovet av underhåll
- att utföra underhåll vid behov, dvs efter maximal livslängd, men innan följdskador hinner utvecklas
- att låta rapporterna för tillståndskontrollerna vara planeringsunderlag.

För projektet har utvecklats ett databaserat fastighetsregistersystem som utgör ett viktigt hjälpmedel vid planering och utvärdering av tillståndskontrollerna.

Stor tid har ägnats åt utvärdering av metoder för tillståndskontroller både på bygg- och installationsidan.

Projektet har givit följande övergripande resultat:

- En underhållsfilosofi som baseras på att från periodiska tillståndskontroller erhålla planeringsunderlag så att underhåll kan utföras vid verkligt behov är idag praktiskt genomförbar. Det är även sannolikt att behovsanpassat fastighetsunderhåll är mera ekonomiskt än planenligt fastighetsunderhåll med fasta intervaller.
- De besiktningsmetoder och den teknik som idag finns tillgängliga räcker i de flesta fall som planeringsinformation.

- Kvalifikationskraven på besiktningsmännen avseende byggdelen är höga när det gäller förmågan att bedöma vilken korrektiv underhållsåtgärd som är bäst i varje enskilt fall.
- Orsakat av kravet på detaljeringsgrad, bedöms ett datoriserat planeringssystem som nödvändigt.

## 2. INLEDNING

### 2.1 Bakgrund

Underhåll av byggnader och markområden har under de senaste åren uppmärksammats av fastighetsägarna på ett annat sätt än tidigare. Orsakerna till detta är främst:

- den oväntat starka kostnadsutvecklingen
- svårigheten att budgetera
- det kärva investeringsklimatet som i sin tur leder till icke ekonomiska livslängder.

Projekt har pågått under de senaste 10 - 15 åren i syfte att ta fram systematiska metoder för planering och budgetering av fastighetsunderhållet. Dessa metoder, som idag är väl utvecklade, baserar sig i de flesta fall på den förutsättning att behovet av underhållsåtgärder återkommer med fasta, cykliska intervaller, t ex byte av ytbeläggning på tak vart 15:e år.

Problemen med ovanstående metoder är att de leder till omplaneringar på en lång rad objekt varje gång. För att underlätta denna planering har särskilda ADB-program utvecklats.

Vidare accentueras problemen ytterligare genom att de flesta större fastighetsägare under de senaste 10 - 15 åren systematiskt har reducerat sin egen personalstyrka avseende byggnadsunderhåll och idag köper allt eller en mycket stor del av detta arbete från entreprenörer. Underlaget för denna upphandling är idag ofta bristfälligt och tillvägagångssättet blir därför både oregelbundet och dyrbart.

### 2.2 Projektet

Under 1978 anslog Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR) medel till Kjessler & Mannerstråle AB (KM) för att utveckla system och metoder för behovsstyrt underhåll av byggnader och markområden.

Som medfinansierare i projektet har även ingått Hälso- och Sjukvårdsnämnden (HSN) vid Stockholms läns landsting. Vid ett av dess sjukhus, Högdalens sjukhus, har forskningsgruppen genomfört praktiska tester av systemets uppläggning och metoder för tillståndskontroller.

Rapporten ingår som en del i ett större utvecklingsprojekt inom KM-gruppen benämnt KIT-projektet.

KM har anlitat Installationsledare AB för arbetet med installationsdelen i forskningsuppdraget. För systemuppläggningen har Tore Helle, KM-Organisation ansvarat och för programutveckling har delvis underkonsult anlitats.

Författare till rapporten har varit Lennart Berndtson, Installationsledare AB, Björn Hamilton och Christer Sundin, Kjessler & Mannerstråle AB samt Tore Helle, KM-Organisation AB. Tore Helle har dessutom varit projektledare.

Till forskningsprojektet har även varit knuten en referensgrupp, som i projektets olika faser kommit med mycket värdefulla synpunkter.

Referensgruppen har haft följande sammansättning:

Svante Holmquist, AB Vin och Spritcentralen

Klas Högberg, Näsby fastighets AB

Rune Johansson, SAAB-SCANIA

Lars Juhlin, Byggnadsstyrelsen

Nils Nyström, Stockholms Läns Landsting

Rolf Rengman, AB Volvo

Karl-Erik Svensson, Södersjukhuset.

Författarna vill framföra sitt stora tack till alla som medverkat till detta forskningsprojekts genomförande.



### 3. FÖRUTSÄTTNINGAR

#### 3.1 Hypotes

##### 3.1.1 Förebyggande underhåll

Förebyggande underhåll är ett ord som i stor utsträckning används inom industri och kommunikationer. För underhåll av byggnader och anläggningar används ibland detta begrepp, ibland begrepp som planenligt fastighetsunderhåll, långtidsunderhåll o dyl.

Samtliga ovanstående begrepp syftar till att fastlägga åtgärder som är programmerade eller schemabundna i intervall. Med programmerade eller schemabundna åtgärder menar vi att dessa skall vara definierade och förutbestämda samt regelbundet återkommande i tiden.

##### 3.1.2 Historik

När industrin började intressera sig för förebyggande underhåll och i denna verksamhet fann ett hjälpmedel att minska haverier och driftstörningar, var det framförallt programmerade åtgärder i form av smörjning och utbyten av förslitningsdelar som ansågs viktigast. Denna filosofi bygger på att man har ett degradationsförlopp hos utrustningen som är känt och väl definierat i tiden, dvs man antog att tidpunkten för haveri kunde förutses med tillräckligt god säkerhet och därmed också tidpunkten för när ett utbyte resp reparation borde sättas in. Idag vet man att tidpunkten för ett haveri för en viss komponent inte följer ett så regelbundet förlopp. Variationen i livslängd för en viss typ av komponent är stor vilket innebär att programmerade åtgärder antingen måste sättas in alldeles för tidigt, eller acceptera ett stort antal haverier. Man har därför inriktat sig på att utveckla metoder med vars hjälp man kan följa ett degradationsförlopp och bestämma tidpunkten för åtgärd baserat på sådana kontroller, s k tillståndsbaserat underhåll (condition - based maintenance).

Tillståndsbaserat underhåll är idag den dominerande strategin inom många företag och kommer helt säkert att få en större betydelse allt eftersom man utvecklar enklare och säkrare metoder för tillståndskontroller.

Motsvarande utveckling äger f n rum inom byggnadsunderhållet. Det har under de senaste 10 åren utvecklats en rad olika underhålls- och budgeteringssystem som baserar sig på det antagandet att tidpunkten för underhåll kan förutses med tillräckligt god säkerhet och att just denna åtgärd därefter kommer att återkomma med fastställd intervall.

### 3.1.3 Hypoteser avseende byggnadsunderhåll

Projektets syfte har från vår sida varit att testa följande hypoteser:

- a. Variationerna i livslängd för likvärdiga byggnadselement och/eller installationer är så stora att en underhållsfilosofi som baseras på tradionella antaganden med fasta livslängder blir oekonomisk.
- b. Det är även för byggnadselement och installationer möjligt att med idag kända metoder utföra tillståndskontroller i en sådan omfattning att volymdelen av allt underhållsarbete kan planeras med resultatet av tillståndskontrollen som grund.
- c. Det är möjligt att vidareutveckla och anpassa de principer som utvecklats inom industrin avseende organisation och administration av tillståndsbaserat underhåll till fastighetsunderhåll.

Tillståndskontroll definieras i det följande som en besiktning och/eller mätning som syftar till att ge information om aktuell förslitningsgrad, funktion eller skada.

#### 4. LIVSLÄNGDSVARIATIONER

##### 4.1 Byggelement

Våra undersökningar har genomförts på två olika sätt:

- a. Studier av praktiska erfarenheter från företag och organisationer som redan infört systematiserat fastighetsunderhåll med fasta åtgärdsintervall.
- b. Litteraturstudier avseende forskningsresultat i ämnet.

Våra hypoteser har enligt vår uppfattning främst bekräftats genom det förhållandet att undersökningarna enligt pkt a har visat att majoriteten av tillfrågade företag/organisationer i efterhand har infört en årlig besiktning av de aktuella byggnadselementen. Denna besiktning leder till omplaneringar i 60-70% av fallen. (Uppgiften har bedömts med ledning av intervjuer.)

Även litteraturstudierna pekar i samma riktning.

Slutligen kan sägas att referensgruppen entydigt stöder våra teorier om livslängdsvariationer utifrån sina respektive förutsättningar.

##### 4.2 Bygginstallationer

Då bygginstallationer är komponenter, materiel och maskineri som till huvuddelen även förekommer inom industrin, anser vi det därigenom klarlagt att variationerna i livslängder är stora och att tillståndsbaserat underhåll är att föredra i dessa fall, under förutsättning av att underhållet inte styrs av andra faktorer som t ex byte av hyresgäst.

## 5. METODER FÖR TILLSTÅNDSKONTROLL AV BYGGELEMENT

### 5.1 Nuvarande rutiner för kontroller

#### 5.1.1 Normer och normerade kontrollmetoder

Normmässigt finns föga fastställt angående underhållsskedet och därtill hörande kontrollmetoder. Stålbyggnadsnormen StBK kräver planmässigt underhåll och anvisar kontrollmetoder med avseende på stålkonstruktionens bärighet. Övriga normer som berör underhåll hänföres i allmänhet till speciella funktioner av typ brandskydd, lagring av brandfarliga varor, hiss- och transportanordningar, skyddsrumms beredskap, arbetsmiljö, arbetarskydd och liknande. Speciella kontrollmetoder för byggelement i dessa sammanhang föreskrivs ej.

Provningsmetoder finns rikligt dokumenterade, jämför exempelvis

SIS-standard, kap 69  
ER-nämndens översikter  
Planverkets godkännanderegler  
AMA  
Byggbranschens normer

Flertalet metoder avser leveransprovning. Oftast förutsätter de användning av laboratorieutrustning och provstycken för förstörande provning.

#### 5.1.2 Utbildad praxis

Huvudparten av landets fastighetsförvaltning drivs med hänsyn till fastighetsunderhåll till stor del utan utbildade rutiner. Fel och brister konstateras mer eller mindre slumpmässigt.

Större förvaltningsorganisationer har på senare år, ofta i samband med utvecklingsarbete inom området "förebyggande underhåll", börjat införa rutiner för fastighetsunderhåll. Mycket sällan anvisas i dessa fall om och i så fall hur tillståndsbedömningen skall utföras, vilka hjälpmedel som kan användas och vilka kriterier som gäller för att åtgärd skall erfordras.

Det förekommer emellertid ett stort antal besiktningar. Dessa är normalt inte intervallstyrda, utan inträffar i samband med en händelse. (Slutbesiktning, byte av hyresgäst, inträffat fel, etc.)

För kontroller av övergripande karaktär medför besiktningsman i dessa fall normalt som hjälpmedel endast måttband och kniv. Tillståndsbedömningen sker rent subjektivt på grundval av besiktningsmannens tidigare erfarenhet utan hänvisning till referensramar eller toleranskrav.

Vid specialistkontroll avgör den aktuella specialisten vilka metoder, hjälpmedel och instrument han anser sig behöva.

Kontrollen, eller med den i sammanhanget mer adekvata benämningen besiktningen, riktar sig normalt mot huvudkomponenter av typ "yttertak", "fasader" och "lokaler" (eller "invändiga utrymmen"), ibland även inkluderande "mark" och "stomme". Vanligen underindelas "fasad" i minst "fasadyta" och "fönster och dörrar". Lokaler underindelas antingen efter verksamhet (kommunikation, kök, sovrum etc), efter byggnadsdel (golv, tak, vägg, fönster, dörr etc) eller efter underhållskategori (målning, golvläggning, puts och murning, smide, snickerier etc). Besiktningen riktar sig huvudsakligen mot ytskikt och synliga skador.

## 5.2 Inventering av förekommande kontrollmetoder

### 5.2.1 Allmänt

I sammanhanget intressanta metoder förutsätts:

- vara oförstörande eller endast i ringa mån förstörande
- fordra enkel bärbar apparatur
- kunna tillämpas på platsen utan omfattande laboratorieuppföljning
- ej fordra komplicerad eller tidsödande kalibrering
- ge entydiga resultat som har intresse för bedömning av erforderligt underhåll.

I tabell 5.1 har listats för byggelement förekommande kontrollmetoder som i någon mån uppfyller ovanstående förutsättningar.

Kraven på oförstörande eller ringa förstörande metoder, liksom de på enkel kalibrering och ingen eller liten uppföljning på laboratorium har medfört att huvuddelen av de kontrollmetoder som idag används inom byggnadsindustrin (jämför SIS, AMA, ER-nämnden m fl) ej kan anses tillämpbara.



Tabell 5.1 Kontrollmetoder för byggkomponenter

Grupp	Metod	Ev referens
1 Stabilitet, deformation (stora rörelser)	1 Måttband	
	2 Avvägn instr	
	3 Vattenpass	
	4 Rättskiva	
	5 Lod	
	6 Vinkelprisma	
	7 Inklinometer	
	8 Stereofotograf	
2 Dito (små rörelser)	9 Lupp (graderad)	
	10 Skjutmått	
	11 Mikrometerskruv	
	12 Indikatorklocka	
3 Täthet mot kyla temperatur	13 Termografering	SIS 024210
	14 IR-pistol	
	15 Digitaltermometer	
	16 Temp indik ämnen	Jämför kap 6.2.4
4 Täthet mot luft, luftrörelser	17 Provtryckning	Publ SP 1977:1
	18 Varmtrådsanemometer	
	13-15 ovan	
5 Täthet mot ljud	19 Ljudmätning	SIS 025251-53
6 Täthet mot vat- ten, tätskikt	20 Uppdämning	
	21 Radioaktiv spårning	
	22 Glasplatta + kitt	
	23 Fuktmätning bakom tätskikt	
7 Täthet, kanaler med övertryck	24 Rök, såpvatten, ljuslåga	Jämför kap 6.2.5
	25 Ultraljudavlyssn	""
	26 Ljudavlyssning	
	27 Termografering	
8 Fukttillstånd	28 Hygrometer	(Adamson 1970)
	29 El resistansmätn	""
	30 El kapacitansmätn	""
	31 Mikrovågsmätn	""
	32 Gammastrålmätn	""
	33 Daggpunktsmätn	""



Grupp	Metod	Ev referens
9 Färgskikt, referensmetoder	34 Flagnig	ASTM D772-47
	35 Blåsbildning	SIS 184193
		ASTM D714-56
	36 Krackelering	SIS 184195
		ASTM D661-44
	37 Ytkrackelering	ASTM D660-44
	38 Kritning	SIS 184197
		ASTM D659-74
	39 Erosion	ASTM D662-44
	40 Biol angrepp, nedsmutsning	ASTM D3274-76
	41 Nedsmutsning, "rastermetoden"	-
10 Betongytor, referensmetoder	42 Färgskala	SIS 812003
	43 Ytjämnhet	SIS 812004
11 Ytor, allmänt	44 Glansmätning	SIS 184184
		ASTM D523-62T
	45 Kulörmätning	ASTM D1495-60T
		ASTM D1536-58T
		ASTM D1365-60T
		ASTM D1260-57T
12 Filmtjocklek, färgskikt	46 Virvelströmmätning	SIS 184160
		IVA K 5271
	47 Magn attraktion	ASTM D1400-58, -67
	48 Magn induktion	SIS 184159
		ASTM D1186-53
		SIS 184160
13 Korrosion stål- ytor	49 Rostgradsskala	SIS 185111
		ASTM D610-68
14 Korrosionsrisk armering	50 Mätning karbonatiseringsgrad	
15 Täcksikt, armering	51 Täcksiktmetare	RILEM, Stockholm 1967
16 Materialkontroll betong	52 Studsmätare + ultraljud	Förslag SIS 137252
	53 Inskjutn stålspek	CBI Forskning 3:77
	54 Utdragn stålspek	

Grupp	Metod	Ev referens
17 Materialkon- troll, stål	55 Radiografering	SIS 114101
	56 Ultraljudprov	SIS 114201
		SIS 114210
	57 Penetr vätskor	Sandv Handb 1973
	58 Magnetpulver	"-
	59 Fluoresc penetrant	
	60 " magnetvätska	
	61 El resistansmät	
	62 Virvelströmmät	
	46-48 ovan	
18 Materialkon- troll, trä	63 Nålspets, mät	av inträng djup
	64 Avlyssning av in- sektsangrepp	

Hjälpmiddel för  
inspektion

Kikare  
Borrhålskikare  
Spegel  
Endoskop  
Stetoskop  
Fiberoptik  
Kamera

### 5.2.2 Stabilitet, deformation

Stabilitet och deformation är av tradition det område där mättekniken utvecklats snabbast. Instrument och hjälpmedel finns tillgängliga för en mångfald tillämpningar. Jämför metod 1-12, tabell 5.1.

### 5.2.3 Täthet mot kyla, luft och ljud

Värmeisolering kontrolleras med termografering enligt väl etablerade metoder, SIS 024210 metod 13, jämför avsnitt 6.2.4. För översiktlig kontroll utan krav på noggrannhet kan förenklad utrustning, här kallad IR-pistol (metod 14), användas. Lokala defekter kan också spåras eller verifieras med lämplig digitaltermometer. Temperaturindikerande ämnen (tape, kritor, färg m m), metod 16, är närmast avsedda för kontroll av maskiner och processer med stora temperaturdifferenser och knappast lämpliga i samband med normal byggkontroll.

För kontroll av lufttäthet av småhus, lägenheter och liknande finns mer eller mindre standardiserade provtryckningsmetoder, metod 17. Energinormens alltmer skärpta krav medför vidareutveckling inom detta område. För lokal kontroll av lufttäthet, exempelvis vid fönster och dörrar, kan luftrörelsen mätas med varmtrådsanemometer eller temperaturdifferenser avkännas med någon av metoderna 13-15.

Ljudisoleringsgrad kontrolleras med enligt SIS 025251-53 normerade metoder.

### 5.2.4 Täthet mot vätskor och gaser

Kontroll av tätskikt i byggnader stöter i allmänhet på stora svårigheter. Inga etablerade, praktiska och allmänt användbara metoder finns utvecklade. Horisontella tätskikt, plana tak och liknande, kan relativt omständligt kontrolleras genom uppdämning, metod 20, varvid dock provningsmetoden i sig kan medföra följdskador. Samma sak, omständighet och risk för följdskador, kan sägas om läckagespårning med radioaktiva ämnen, metod 21. Vid konstaterat läckage kvarstår ofta svårigheter med att avgöra skadans läge.

Lokala läckage i vertikala ytor kan bekräftas med metod 22, ofta kallad Duhrkops metod. En glasplatta kittas fast mot den vertikala ytan med ett utrymme mellan glas och kontrollerad yta öppet upptill. Mellanrummet fylls med vatten. Vattenytans rörelse eller åtgång vatten vid konstant yta registreras.

En indirekt metod att kontrollera tätskikt är att mäta fukthaltens variationer bakom tätskiktet, exempelvis med metod 28 nedan. Normalt fordras relativt omfattande åtgärder i form av håltagning, helst utförda redan i byggskedet, varför metodens användbarhet begränsas till känsliga specialkonstruktioner.

Som exempel på kontrollmetoder för täthetsprovning inom processindustrin har i tabell 5.1 listats metoderna 24 till 27 närmare beskrivna i avsnitt 6.2.4. Ingen tillämpning av dessa metoder är känd inom byggelementområdet. De har här nämnts enbart i idéskapande syfte.

#### 5.2.5 Fukttillstånd

Byggnadstekniska fuktproblem behandlas relativt utförligt av Bo Adamson m fl i "Fukt", programskrift 12 från Statens Råd för Byggnadsforskning 1970, där också mätmetoderna 28 till 32 beskrivs.

Metod 28, hygrometermetoden, mäter relativa fuktigheten i luft antingen innesluten i en kupa tätt ansluten mot materialet eller i ett hål i det material vars fukttillstånd man önskar mäta. Metoden har i RA 78 avsnitt Q föreslagits ersätta den tidigare använda karbidmetoden för mätning av fukt i betonggolv. Metodens nackdel är, förutom håltagningen, den långa registreringstiden, som är upp till ett dygn.

El-resistans och -kapacitansmetoderna, 29 och 30, har börjat få allmän användning för överslagsmässiga fuktbedömningar. Metoderna har var och en sina för- och nackdelar med hänsyn till materialsammansättning, känslighet, mätområde, fiberriktning, innehåll av salter och syror m m. Resistansmetoden fordrar, för acceptabelt resultat elektroder inslagna eller ingjutna i materialet och har därför sin största användning för mätning av fukt i trä och liknande.

Kapacitansmetoden, som är helt oförstörande, har bl a i ovannämnda programskrift bedömts vara intressant från utvecklingssynpunkt. Båda metoderna är svåra att kalibrera för hög precision speciellt vid variation i materialuppbyggnad. Precisionen kan ökas med givare bestående av elektroder ingjutna i en porös massa. Givarna gjuts i sin tur in i betongen eller placeras i håligheter i materialet.

Mikrovågsmetoderna, nr 31, synes fortfarande befinna sig på experimentstadiet. De kärnfysikaliska metoderna har på senare år vunnit allt större marknad, men tycks ännu ej vara anpassade för fältmätning. Gammastrålningsmetoden bedöms enligt programskrift 12 vara intressant från utvecklingssynpunkt.

### 5.2.6 Ytskikt

Det komplexa åldringsförloppet för ytskikt och det oregelbundna sättet på vilket skador uppstår där gör det svårt att definiera rent objektiva mätmetoder för deras tillstånd. Skadorna eller bristerna kan visa sig i form av flaging, blåsor, sprickor av olika slag, krackele-ringar, slitage, korrosion, nedsmutsning, växtlighet, skrapmärken, utsprängningar m m. För regelbundna förändringar kan standardiserade referensfotografimetoder, metod 34-43 och 49 i vissa fall bidra till mer likformig bedömning. För oregelbundna skador av typ "plötsliga förändringar" syns ej möjligt att tillämpa objektiva mätmetoder eller referensmetoder.

För mätning av glans, kulör och skiktjocklekar finns praktiskt användbara och i vissa sammanhang standardiserade mätmetoder, nr 44-48.

### 5.2.7 Materialkontroll, betong och stål

Kontroll av betongkonstruktioners bärighet i normala byggnader har fått extra aktualitet i samband med den pågående inventeringen av balkongers tillstånd.

Armeringens korrosionsrisk kan kontrolleras genom att, med en lokalt förstörande provningsmetod, gränsen för nedträngningen av ytskiktets karbonatisering bestäms, metod 50. Provet går till så att på brottytorna i en uppmejslad grop, 5-30 mm djup beroende på tillståndet, påförs en 1,5 % fenolftaleinlösning. Färgförändringen visar hur djupt betongen karbonatiserats. Med vetskap om hur stort täckskikt som återstår ned till armeringen kan med hänsyn till korrosion återstående livslängd uppskattas.

Täckskikt och i vissa fall även läge och dimension av armering kan bestämmas med elektromagnetisk täckskikt-smätare, jämför metod 47-48.

Betonghållfasthet kan bedömas med på marknaden allmänt förekommande studsmätare. Resultatet har dock mycket låg precision. Säkrare resultat erhålls genom att kombinera studsmätarprovet med mätning av fortplantningshastigheten för ultraljud, metod 52.

Inskjutning av stålspik i betong, metod 53 Windsor-provet som bl a används av CBI, kan med ringa förstörelse ge en uppfattning om betongkvaliteten, likaså ett liknande prov, det s k "holländska provet" med utdragning av inskjutna stålspikar, metod 54. Resultatspridningen för dessa senare prov är dock i högsta laget, enligt en uppgift ca 10 MPa.

Oförstörande materialkontroll av stålkonstruktioner är ett väl utvecklat ämne i vad gäller defekter (sprickor, lamellering, håligheter etc). Metoderna 55 till 62 enligt tabell 5.1 är väl kända och allmänt praktiserade. Metoderna 56-58 beskrivs i kapitel 6.2.3.



### 5.2.8 Materialkontroll, trä

Förutom skador orsakade av konstruktions- eller bygghfel förekommer materialnedbrytning i form av röta eller insektsangrepp.

Röta kan med måttlig förstörelse konstateras genom mätning av inträngningsdjupet av ett vasst föremål (kniv eller liknande) utsatt för måttlig last. På Träforskningsinstitutet försöker man förfina metoden i ett instrument för kontroll av i första hand rundvirke där en nål med definierad kraft pressas in i virket. Alternativt kan förutsättningen för uppkomst av röta, fukthalt och temperatur, kontrolleras med tidigare nämnda metoder 28-33.

Insektsangrepp är normalt mycket svårt att upptäcka speciellt på ett tidigt stadium. Med speciell apparatur kan man lyssna sig till om virket är angripet, metod 64. Metoden är dock användbar endast för vissa insektsarter och under larvernas aktivitetsperioder, varför den har begränsat värde.

## 5.3 Praktisk tillämpbarhet av förekommande metoder

### 5.3.1 Kontrollernas objektrinriktning

Tillståndskontrollens huvudsyfte skall vara att ge information som möjliggör planering av varje enskild underhållsåtgärd i tid. Planeringen skall i sin tur innebära att "rätt" underhållsinsats kan göras vid "rätt" tidpunkt, dvs att maximal livslängd erhålls utan att följdskador uppstår.

Objektiva mätmetoder skall medverka dels till att undanröja de tvivel som besiktningsmannen kan hysa vid rent okulära och subjektiva bedömningar dels till att påvisa uppträdande fenomen som annars ej hade upptäckts. Användandet av mätmetoder är lönsamt endast om merkostnaden för detta understiger den besparing i underhållskostnad som användandet av mätmetoden ger.

Av detta följer naturligtvis att tillståndskontroll, liksom mätmetoder för denna i första hand skall sättas in på de byggelement som drar det största underhållet, nämligen i flertalet fall:

- ytskikt in- och utvändigt  
 (förenklat: "när skall vi måla om?")
- tätskikt mot vatten och vattenånga  
 ("risk för följdskador?")
- funktion, fönster och dörrar  
 ("är den bristande funktionen godtagbar?")



- fuktproblem  
("risk för röta, nedsatt isoleringsförmåga?")
- grundläggning, bärighet  
("risk för skadliga sättningar, ras?")

För vissa lokaler styrs kontrollerna även av speciella hänsyn till risken för driftavbrott.

### 5.3.2 Kontrollkategorier

Vid utformningen av ett tillståndskontrollsystem kan en uppdelning av kontrollerna i olika typer vara till hjälp.

Med hänsyn till kontrollens utförande och kontrollantens kompetensgrad kan följande kategorier urskiljas:

- A - "Fortlöpande tillsyn" utförd av fastighetsskötare eller motsvarande utan speciell fackkunskap. Regelbunden inspektion med avseende på synliga skador.
- B - "Återkommande översyn" utförd av fackkunnig tekniker. Periodiskt återkommande kontroll.
- C - "Specialkontroll" utförd av specialiserad tekniker. Vid behov påkallad speciell kontroll.

Benämningen för A- och B-kontrollerna, "fortlöpande tillsyn" respektive "återkommande översyn" sammanfaller med motsvarande i kommentarerna till stålbyggnadsnormerna StBK-K3, liksom också definitionen av omfattningen. C-kontrollen är tillagd som en skärpning av B-kontrollen med avseende på kontrollantens kompetens och tillämpade kontrollmetoder. I många fall kan det vara svårt att dra en skarp gräns mellan de två senare kontrolltyperna.

Med hänsyn till intervall, skadetyper och omfattning kan konstateras att A-kontrollerna lämpligen utförs med täta intervaller i syfte att hitta plötsliga skador som kan påverka byggnadens funktion. De bör omfatta så stor del som möjligt av byggnadsvolymen. Kontrollens utformning måste ta hänsyn till vilken normal felrapportering som kan förväntas från den personal som arbetar i lokalerna.

B-kontrollerna utförs normalt med längre intervall i syfte att konstatera långsamma förändringar. Intervallen anpassas till en viss multipel av förväntad brukstid liksom också till kontrollmetodernas tillförlitlighet på så sätt att sämre kontrollmetoder ger tätare intervall. I B-kontrollerna ingår även normmässigt påbjudna kontroller och dessa integreras sålunda i underhållsprogrammet.

C-kontrollerna påkallas när man efter en B-kontroll bedömer att man måste inkalla en specialist för att utreda speciellt komplicerade företeelser. Inkallandet av expertis för specialistbedömningar är oftast omöj-

lig att programmera såväl i tid som i omfattning och metod. Den senare sortens C-kontroll initieras ofta av att en B-kontrollant ej har tillräcklig kompetens eller resurser att bedöma om åtgärd erfordras.

För specialistkontrollerna, typ C, avgör normalt specialisten själv vilka kontrollmetoder, förstörande eller icke förstörande, som är lämpliga med hänsyn till tillståndet och den eventuella skadans art. Huvudparten av den information som kommer att ligga till grund för underhållsplaneringen kommer från kontroller typ B utförda av en fackkunnig kontrollant med erfarenhet av underhållets speciella problem men utan kravet på specialistens mer sofistikerade detaljkunskap. De mätmetoder vi söker för regelbunden användning i ett underhållssystem skall alltså ej behöva täcka specialistkontrollernas tidsmässigt mindre frekventa behov eller normmässigt styrda metoder.

### 5.3.3 Tillämpbarhet av kontrollerna enligt tabell 5.1

Grupp 1- och 2-metoderna, mätning av läge, deformation, rörelse etc, ingår normalt inte i B-kontrollerna av de mest underhållkrävande byggelementen. Undantag utgör användningen av måttband och spricklupp. I speciella fall, exempelvis vid bristfällig grundläggning, kan naturligtvis B-kontroller med avancerad mätutrustning komma i fråga.

Av de i grupp 3 till 5 uppräknade metoderna räknas termografering, provtryckning och ljudmätning till C-kontrollmetoder. I B-kontroller kan möjligen IR-pistol, digitaltermometer och varmtrådsanemometer komma till användning, men troligen endast där speciella skäl föreligger, exempelvis en allmän kontroll av samtliga fönsters vindtätethet. För normala fönsterkontroller typ B är de ej motiverade för närvarande.

För grupp 6-metoderna, kontroll av täthet mot vatten, saknas tyvärr för B-kontroller lämpliga metoder. En intressant indirekt metod kan dock vara ingjutning eller inbyggnad av givare för el-resistans eller -kapacitansmätningar av fuktstillstånd i området närmast bakom tätskiktet, metoderna 29 och 30 i grupp 8. För att sannolikheten för tidig upptäckt av läckage och lokalisering av detta skall bli någorlunda rimlig fördras dock stort antal mätpunkter, varför metoden i ett utprovningsskede torde vara motiverad endast i samband med konstruktioner där följdskadorna vid läckage kan bli mycket stora.

Behovet av fuktmätning, grupp 8, är stort. Förutom i samband med läckande tätskikt enligt ovan uppträder fuktproblem ofta i ytterväggar och golv på mark m m. Idealiet vore att, i likhet med tillämpningen av termografering för kontroll av värmeisolering, med en enkel apparatur kunna skapa en uppfattning om generella fuktstillstånd i dolda utrymmen. Termografering kan indirekt påvisa fukt i värmeisolerade konstruktioner

men bedöms alltför dyrbar och omständlig för generell förebyggande användning i samband med B-kontroller. El-resistansmetoden är lämplig för lokal användning på trä, exempelvis syllar i väggar eller träkonstruktioner i dåligt ventilerade vindsutrymmen, dock endast där misstanke om skada föreligger. För generell förebyggande kontroll är metoden för närvarande för omständlig och dyrbar. I konstruktioner där fuktriskerna är stora och kontrollen svår, exempelvis i väggar doldas syllar, eller golv på mark, kan givarelektroder monteras in i konstruktionen i byggskedet.

Grupp 9 till 13 avser alla ytskiktstillstånd, dvs ett från underhållssynpunkt viktigt område. Det mest markanta behovet inom detta område är att ge besiktningsmannen en i möjligaste grad objektiv referens för när exempelvis ommålning måste utföras utan att komplicera hans arbete. Det närmaste man tycks kunna komma i detta avseende är de referensmetoder som anvisas i grupp 9, 10 och 13. Det syns dock för orimligt att tänka sig att en besiktningsman i en B-kontroll skall kunna medföra och meningsfullt använda en samling referensbilder som täcker de för ytskikt komplexa skade- och åldringstillstånden. Gemensam utbildning av besiktningspersonalen med diskussion kring aktuella företeelser ger förmodligen mer än vad som kan uppnås med ett omfattande referensbibliotek.

De rena mätmetoderna enligt grupp 11 och 12 fyller inga behov i B-kontroller.

Metoderna för kontroll av betongkonstruktioner enligt grupp 14 till 16 liksom stålkontrollen grupp 17 är närmast tillämplbara för C-kontroller, exempelvis de nu så aktuella kontrollerna av balkonger.

För träkontroll, grupp 18, föreligger ett stort behov av hjälpmedel. Direkta i samband med B-kontroller användbara mätmetoder tycks dock ej finnas utvecklade. Besiktningsmannen får som tidigare nöja sig med kniven och den okulära bedömningen.

#### 5.3.4 Sammanfattning, tillämplbara kontrollmetoder

Den från underhållssynpunkt viktiga och volymmässigt sett största delen av tillståndskontrollen, B-kontrollerna enligt avsnitt 5.3.2, skall täcka stora ytor och utföras mer eller mindre kontinuerligt. Det ekonomiska utrymmet för en utvidgning av dessa kontroller genom tillämpning av avancerade mätmetoder är begränsat med hänsyn till de besparingar i underhåll som tillämpning av mätmetoderna kan ge. I en stor del av fallen räcker en bedömning av en erfaren besiktningsman och då erfordras således ingen teknisk mätmetod. De mänskliga sinnena kopplade med erfarenhet och "kalibrerade" genom utbildning är för en av de bästa hjälpmedlen för denna typ av kontroll. I andra fall kan mätvärden från tekniska instrument vara till hjälp för besiktningsmannen i hans bedömning i enskilda fall.

Även om det idag ej finns generella tillämpbara mätmetoder för de enligt avsnitt 5.3.1 mest intressanta kontrollobjekten eller tillstånden ytskikt, tätskikt, dörrar och fönster, fukt och bärighet, kommer förmodligen i en framtid sådana mätmetoder att utvecklas.

## 6. METODER FÖR TILLSTÅNDSKONTROLL AV BYGGINSTALLATIONER

### 6.1 Nuvarande rutiner för kontroller

#### 6.1.1 Allmänt

Omfattningen av regelbundna tillståndskontroller av komponenter i vvs- och el-anläggningar i byggnader varierar avsevärt och är huvudsakligen beroende av de för respektive anläggning rådande driftsäkerhetskraven. Inom industrin kan sålunda driftavbrott i en luftbehandlingsanläggning medföra produktionsstörningar vilket motiverar felförebyggande åtgärder såsom regelbundna tillståndskontroller. I bostadshus medför däremot driftavbrott på luftbehandlingsanläggningen inga andra följder än tillfälligt försämrad luftkvalitet i lägenheterna, varför mindre motivation för felförebyggande åtgärder föreligger.

Genomförandet av grundliga tillståndskontroller av vvs- och el-komponenter som kräver avställning och isärtagning kan i förekommande fall anpassas till verksamheten i byggnaden så att produktionsstörningar o dyl undviks. Av denna anledning förekommer normalt ej tillståndskontroller under drift med avancerad mätutrustning för att undvika driftavbrott.

Tillståndskontrollerna genomförs av egen personal och genom köpta tjänster från serviceföretag, Statens Anläggningsprovning m fl. I de fall den egna organisationen saknar erforderliga personalresurser utförs samtliga kontroller av extern personal.

Endast de obligatoriska besiktningarna av vvs- och el-anläggningarna är tillståndskontroller som utförs enligt fastställda normer med föreskrivna intervaller. Övriga kontroller utförs enligt för varje förvaltning eller serviceföretag gällande rutiner.

Exempel på de mest frekventa tillståndskontrollerna är den kontinuerliga driftövervakningen som huvudsakligen består av avläsning av mätinstrument. Andra kontroller som kan förekomma med ca en veckas intervall utgörs av kontroll av oljebrännare, vattennivå i expansionskärl, kontroll av luftfilter i tryckluftanläggning m m. Månadsvisa kontroller gäller exempelvis pumpar, fläktar, tilluftaggregat, kylmaskiner, tryckluftkompressorer m m varvid driften kontrolleras och enklare skötselåtgärder såsom filterbyte o dyl företas vid behov. Med halvårs- eller ettårsintervall görs i många fall noggrannare kontroller av apparater med rörliga delar och pannor m m, varvid avställning normalt krävs.



### 6.1.2 Kontrollmetoder

Genomförandet av de ovan exemplifierade tillstånds-kontrollerna sker normalt utan hjälp av andra mätinstrument än anläggningens termometrar, manometrar, nivåmätare, flödesmätare m m. Tillståndet hos respektive komponent bedöms istället huvudsakligen genom att driftteknikern genom syn, hörsel, lukt och känsel kontrollerar och på basis av sin yrkeskunskap avgör om konditionen är acceptabel.

Exempel på en sådan subjektiv tillståndskontroll är kontroll av rullningslager genom avlyssning och temperaturkontroll. Onormalt ljud kan tyda på att smörjningen är bristfällig eller att lagret är förorenat eller förslitet. Om temperaturen är onormalt hög, över ca  $+80^{\circ}\text{C}$ , kan orsaken vara bristfällig smörjning eller lagerfel.

För denna subjektiva kontrollmetod gäller, liksom för många liknande metoder, att relativt stora förändringar av drifttillståndet måste ha inträffat innan kontrollen indikerar ett onormalt förhållande. Risken är därför stor att haveri inträffar innan felet upptäcks.

Ett mätinstrument som har fått viss användning inom vvs- och elanläggningar är s k stötpulsmätare för rullningslager som beskrivs i kapitel 6.2.2. Med ett sådant instrument finns förutsättningar för objektiv uppföljning av lagrens kondition. Metoden är dock relativt tidskrävande eftersom ytterligare kontroller krävs för tillståndsbedömningen om man vid ett måttillfälle konstaterar onormala mätvärden. Dessutom krävs grundlig utbildning i handhavande av instrumentet och utvärderingen.

För att kontrollera remspänning i kilrepsdriften används ibland s k dymometer, se kapitel 6.2.9. Härvid uppnås den fördelen att olika drifttekniker får samma resultat vid kontrollen vilket annars ej är fallet.

Mer avancerade kontrollmetoder förekommer endast i samband med läcksökningar, besiktningar m m.



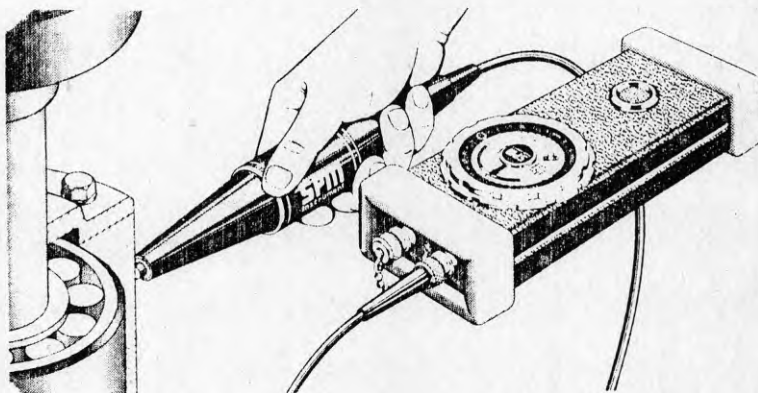
## 6.2 Inventering av möjliga kontrollmetoder

### 6.2.1 Allmänt

Som framgår av kapitel 6.1 används ej objektiva mätmetoder för tillståndskontroller av vvs- och el-anläggningar i nämnvärd omfattning. För att undersöka vilka metoder som eventuellt skulle kunna användas inom dessa anläggningstyper, för att få tillförlitligare kontrollresultat, har en inventering företagits av metoder som nyttjas inom industri- och laboratorieverksamhet. I det följande redovisas resultatet av denna undersökning.

### 6.2.2 Kontroll av rörliga maskindelar och maskinelement

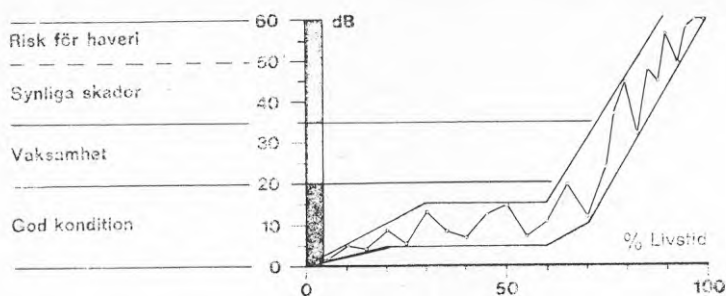
Ojämheter i rullningsförloppet hos ett rullningslager orsakar stötpulser i lagret och dess omgivning. Stötpulsen, som är en kortvarig tryckvåg från en mekanisk stöt kan identifieras och storleksbestämmas med hjälp av en s k stötpulsmätare. Figur 6.1 visar exempel på en sådan utrustning.



Figur 6.1 Utrustning för stötpulsmätning. SPM Instrument AB.

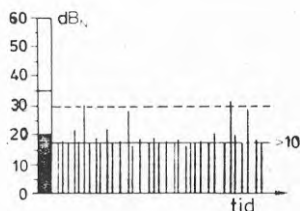
Stötpulsernas storlek är beroende av lagerkonditionen och kan ge vägledning om lagrets återstående livslängd.

Figur 6.2 visar ett exempel på hur dessa kan variera under ett lagers livslängd.



Figur 6.2 Exempel på stötpulsernas storlek i rullningslager.

Stötpulsmätaren är ett litet portabelt instrument. Givaren (proben) trycks mot lagerhuset, varvid stötpulsernas storlek och rytm kan avlyssnas direkt på stötpulsmätaren eller i ett stetoskop. Utvärderingen av resultatet sker genom jämförelse med stötpulsdiagram med känd lagerkondition. Se figur 6.3.



Figur 6.3. Exempel på stötpulsdiagram. SPM Instrument AB.

För att få en tillförlitlig bedömning av lagertillståndet krävs ett flertal mätningar under en längre tidsperiod och en jämförelse mellan de olika mätresultaten.

Eftersom det kan finnas andra stötpulskällor i en maskin såsom glapp i koppling, vätskekavitation m m kan utvärderingen av mätresultatet kompliceras.

Genom att installera fasta givare på lagerhusen vars signaler bearbetas centralt kan övervakning av ett flertal lager ske. Härvid kan även utrustning för automatiskt larm vid misstänkt lagerskada installeras.

Stötpulsmetoden för lagerkontroll har fått stor användning inom processindustrin m m där höga driftsäkerhetskrav gäller.

Vibrationer i roterande maskiner orsakas t ex av dålig fastsättning, glapp i kopplingar, lagerskador eller bestående utmatningsskador i svetsfogar och bultförband. Dessutom kan hälsovådligt buller uppstå. En noggrann uppföljning av en maskins vibrationsförändringar är därför angelägen för att man i tid skall kunna vidta lämpliga åtgärder.

En komplett utrustning för vibrationsövervakning består av givare, mätvärdesomvandlare med signalrelä samt av indikerande eller registrerande instrument.

Förutom portabla instrument för vibrationsmätning finns utrustning för kontinuerlig övervakning av en eller flera maskiners driftstillstånd.

Vibration mätes antingen som amplitud, hastighet eller acceleration. Vid amplitudmätning presenteras mätresultatet som enkelamplitudens toppvärde i  $\mu\text{m}$ . Vibrationshastigheten anges som effektivvärde i mm/sek. Som mätstorhet är vibrationshastigheten en kompromiss mellan å ena sidan amplitud och å andra sidan acceleration, som motsvarar materialpåkänningarna. Hastighetsmätningen har den fördelen, att gränsvärdet för tillåten vibration kan sättas oberoende av varvtalet.

En av svårigheterna med vibrationsmätning är att fastställa gränsen mellan normala och onormala mätvärden. En viss hjälp vid denna bedömning kan erhållas genom de standardiserade normer som har utarbetats på basis av erfarenhetsvärden. Figur 6.4 visar exempel på hur dessa normer kan användas vid utvärderingen.

Hastighet mm/sek 600-6000 <sub>rpm</sub>	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6
0,28						
0,45						
0,71						
1,12			Bra			
1,8						
2,8						
4,5			Användbar			
7,1						
11,2			Förbättras			
18						
28			Obrukbar			
45						
71						

Figur 6.4. Gränsvärden för vibrationer enligt SEN-normer.

Typ 1 - typ 6 i figur 6.4 avser olika maskintyper enligt följande tabell:

- Typ 1 Mindre maskiner. Exempelvis elmotorer upp till 15 kW.
- Typ 2 Medelstora maskiner utan specialfundament. Exempelvis elmotorer 15 - 75 kW. Stabilt uppställda maskiner med beräknade fundament. Exempelvis elmotorer till 300 kW.
- Typ 3 Stora motorer eller maskiner med i huvudsak roterande massor, uppställda på styva fundament med stor styvhet i mätriktningen.
- Typ 4 Samma som typ 3 men med vekhet i mätriktningen.
- Typ 5 Kolvmaskiner och liknande, med styvhet i mätriktningen.
- Typ 6 Samma som typ 5 men med vekhet i mätriktningen.

Ett enkelt hjälpmedel för avlyssning av stötpulser och vibrationer är en skruvmejsel, träpinne eller dylikt som används som stetoskop. Härvid kan en erfaren drifttekniker göra en tillståndsbedömning. På marknaden finns även avancerade stetoskop med filter för olika frekvenser. Även i detta fall krävs stor erfarenhet av den som utför kontrollen för att få en tillförlitlig bedömning.

I vissa fall kan det vara önskvärt att studera rörliga maskindelar i drift exempelvis kopplingar. Detta är möjligt med stroboskop varvid man erhåller en stillastående bild av den rörliga maskindelen. Metoden har stor betydelse i de fall den kan ersätta en tillståndskontroll som kräver avställning, vilket medför produktionsstörning.

### 6.2.3 Materialkontrollmetoder

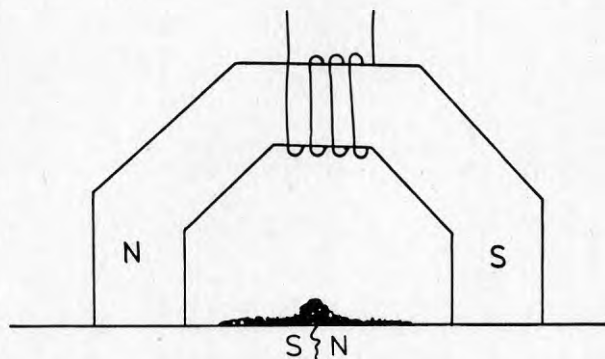
För att kunna bedöma tillståndet hos exempelvis tryckkärl, rörledningar m m krävs kännedom om den resterande godstjockleken. Det är i många fall omöjligt att med enkla mätverktyg utföra sådana kontroller utan att ta materialprov. En oförstörande provningsmetod som i många fall är möjlig att tillämpa är ultraljudmätning.

Mätning med ultraljud bygger på principen att ljudet fortplantas i det närmaste rätlinjigt i ett homogent material. Genom att utsända en ljudpuls från godsets ena yta och mäta tiden tills ljudpulsens efterreflektion i den andra godsytan återkommer kan godstjockleken bestämmas. Eftersom ljudhastigheten är olika i olika material måste instrumenten kalibreras för det aktuella materialet innan mätning företas.

Ultraljudmätning kan även användas för att identifiera sprickor, porer m m i godset. Ljudpulsen kommer att reflekteras då den når en sådan hållighet, varvid god uppfattning erhålls om utbredning och läge. Egenheten att porer i godset registreras vid ultraljudsmätning medför den nackdelen att godstjockleksbestämning av gjutjärnsrör ej kan genomföras eftersom godset är så rikt på porer att mätresultatet blir oanvändbart.

Det finns andra metoder än ultraljud för att identifiera sprickor som mynnar i godsets yta. En enkel metod är att använda en penetrerande vätska med hög kapillärverkan som tränger ner i sprickorna. Med hjälp av en rengöringsvätska som blandar sig med penetreringsvätskan kan ytan torkas ren. Rengöringsvätskan har dock ej möjlighet att tränga ner i sprickor varför endast penetreringsvätskan blir kvar i dessa. Behandlingen avslutas med att man sprutar en framkallningsvätska över ytan varvid den i sprickorna kvarvarande penetreringsvätskan absorberas och en indikering erhålls.

På magnetiska material kan sprickor indikeras med magnetpulvermetoden. Ett magnetiskt flöde induceras i materialet, varvid läckflöden uppstår vid sprickor. Magnetiskt pulver appliceras på ytan varvid ansamling kommer att ske vid sprickorna till följd av läckflödena. Se figur 6.6.



Figur 6.5. Magnetpulverprovning.

En metod för spricksökning som även är användbar på icke-järnmetaller är virvelströmsmetoden. En prob förs härvid över ytan. Proben består av en spole genom vilken växelström leds så att ett magnetiskt fält alstras. I det undersökta materialet uppstår virvelströmmar till följd av det växlande magnetfältet. Vid en eventuell spricka minskar virvelströmmen till följd av den brutna elektriska förbindelsen. Detta påverkar induktansen i probens spole, vilket iaktas på ett visarinstrument.



En metod som även ger upplysning om sprickornas djup tillgår så att en konstant elektrisk ström leds genom materialet varvid spänningsfallet mäts mellan två punkter. Om materialet saknar sprickor är spänningsfallet lika oavsett var man mäter. Vid en eventuell spricka ökar spänningsfallet. Ju djupare spricka desto större blir spänningsfallet.

Röntgenkontroll är en annan metod som kan användas för materialkontroll med avseende på sprickor o dyl. Metoden är mycket tillförlitlig men kräver omfattande skyddsutrustning i form av blyplåtsavskärmning o dyl, vilket i många fall begränsar dess användbarhet.

För kontroll av ytskikt i cisterner o dyl kan olika metoder användas. En princip är att man med en specialborr borrar ett koniskt hål genom ytskiktet in till godset. Därefter betraktas hålet i ett mätmikroskop varvid ytskiktets tjocklek kan bestämmas.

Skikt tjockleken kan även mätas med ultraljud eller med sk leptoskop och leptometrar. Med leptoskop kan alla icke magnetiska skikt mätas om underlaget är magnetiskt. Metoden är en magnetinduktiv mätmetod. Mätning med leptometer sker enligt virvelströmsmetoden och är tillämpbar på alla icke-ledande skikt på magnetiskt underlag.

Plastmaterials hållfasthetsegenskaper är beroende av antioxidanthalten. Om denna är låg blir hållfastheten dålig till följd av avsaknad av stabilisatorer. Genom provtagning och undersökning av antioxidanthalten kan sålunda materialets hållfasthetsegenskaper undersökas. Metoden som är av laboratoriekarakter är nyttjas inom tillverkningsindustrin och benämns DTA-metoden (Differential Thermic Analyses).

#### 6.2.4 Metoder för temperaturkontroll

Förutom konventionella vätske- och bimetalltermometrar finns på marknaden andra utrustningar för temperaturkontroll både stationära och portabla. Exempel på den senare typen utgörs av kontaktermometrar som snabbt ger direktvisande resultat. Givardelen har olika utförande beroende på om exempelvis lufttemperatur, rökgastemperatur eller yttemperatur skall mätas. Vid mätning av yttemperatur finns olika givartyper anpassade till respektive ytas fysiska utformning.

Stationär utrustning för central temperaturkontroll av ett flertal mätpunkter består av temperaturgivare, signalledningar och central mätvärdesomvandlare med direktvisning och eventuellt med skrivarutrustning. Larmfunktioner kan erhållas till utrustningen.

För temperaturindikering på maskindelar o dyl används ibland temperaturindikerande tape. Tapen är försedd med ett antal punkter som byter färg vid olika temperatur. Varje punkt byter sålunda färg vid en speciell temperatur. Dessa taper finns för olika temperaturområden.

En mindre noggrann temperaturbestämning erhålls genom att använda temperaturindikerande krita eller färg. Funktionen är densamma som för temperaturindikerande tape.

Ett kontrollinstrument som på senare tid används inom många områden är s k värmekamera. Principen är att den avgivna värmestrålningen inom det infraröda spektraområdet är direkt beroende av föremålets temperatur. Med kameran registreras denna strålning varvid en s k värmebild av föremålet erhålls på en oscilloskopskärm.

Svärtningsgraden på bilden är beroende av temperaturen på objektets olika delar. En modern och avancerad värmekamera registrerar våglängdsområdet 2-5,6  $\mu\text{m}$  och ett temperaturområde mellan ca  $-20^{\circ}\text{C}$  och  $2000^{\circ}\text{C}$ . I närheten av  $+30^{\circ}\text{C}$  mäter värmekameran yttemperaturer med en upplösning av  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Vid mätning av högre temperaturer avtar känsligheten.

På marknaden finns värmekameror i olika utföranden, från enklare pistolliknande instrument till avancerade utrustningar med bl a isotermfunktioner och vanligen kompletterade med kamera för snabbframkallning med vilken värmebilder kan fotograferas.

Genom kamerans förmåga att registrera mycket små yttemperaturdifferenser kan läckor upptäckas. För exempelvis ett vätskefyllt system som ligger dolt i en huskropp, kulvert e dyl är värmekameran ett lämpligt instrument. Vid en läcka på ett sådant system kommer en värmetransport i omgivningsmaterialet att uppstå varvid markytans temperaturfördelning kring kulverten kommer att ändras. Denna variation i yttemperatur kan upptäckas med värmekameran och läckaget lokaliseraras.

Ett annat användningsområde är kontroll av elektriska kontaktytor och skarvstycken. Värmeutveckling till följd av dålig isolationsförmåga eller dålig ledningsförbindelse upptäcks enkelt med värmekameran till följd av de förhöjda yttemperaturerna.

Tekniken att med värmekamera registrera yttemperaturer går under benämningen termografi.

### 6.2.5 Metoder för läcksökning

I kapitel 6.2.4 redogjordes för en metod att söka läckor i vätskefyllda rörsystem med värmekamera. Villkoret för att använda denna metod är att den kontrollerade ytan får en temperaturändring till följd av läckaget i förhållande till omgivande delar av ytan.

Det högfrekventa ljud som alstras då gas eller vätska strömmar ut genom ett hål kan registreras med ultraljudmätare. Med denna metod kan läckor i såväl tryck- som vakuumsystem lokaliseras.

Även stötpulsmätare, se kapitel 6.2.2, kan användas för denna typ av läcksökning om den kompletteras med en speciell ultraljudsmikrofon.

För indentifiering av läckage i köldmediesystem finns olika metoder beroende på köldmedium.

För de klorsubstituerade kolvätena, främst de olika freontyperna, föreligger i princip två metoder. Dessa bygger på den gemensamma principen att kolvätena vid passage förbi glödande ytor sönderdelas.

I en sk läcksökarlampa upprätthålls en låga med hjälp av en lämplig gas t ex butan. Med hjälp av gasstrålens injektorverkan insugs genom en slang luft från ett ställe där läckage befaras. I lågan finns en koppardetalj placerad som färgar lågan då den glöder. Då köldmedium tillförs lågan erhålls en färgförändring till följd av reaktionen mellan klor och koppar varvid läckaget kan konstateras.

Metoden med läcksökarlampa är besvärlig att använda och medför brandrisk. På senare tid används därför istället elektroniska läckdetektorer som har en glödande elektrod inkopplad i en Wheatstonebrygga. Om läckage föreligger sönderdelas kolvätet och bildar klor- eller fluorjoner vid passage över elektroden. Härvid störs jämvikten i Wheatstonebryggan, vilket förstärks och ger en utsignal. Denna kan antingen vara en ljud- eller ljussignal. Båda dessa metoder för läcksökning utförs med portabla instrument.

En relativt ny metod att spåra läckage i freonfyllda system innebär att ett spårämne inblandas i köldmediet. Spårämnet ger en färgförändring i området närmast läckan.

För ammoniakfyllda köldmediesystem är ofta den starkt stickande lukten tillräcklig för att konstatera läckage. Om en detalj i köldmediesystemet misstänks läcka kan man använda sig av ett kärl innehållande rykande saltsyra eller brinnande svavelblomma för kontroll. Ammoniaken bildar nämligen med klorångor eller svaveldioxidångor en karaktäristisk vit rök.

En enkel metod för kontroll av misstänkta läckor i alla typer av rörsystem utgörs av pensling med såpvatten varvid bubbelbildning indikerar läckaget.

Läcksökning genom att mediet tillförs radioaktiva isotoper som därefter spåras ute i anläggningen är en metod med mycket begränsat användningsområde.

Genom provtryckning av rör och ventilationskanalsystem erhålls en uppfattning om tätheten. För tryckklassade installationer undersöks på detta sätt även hållfasthet och bl a säkerhetsventilernas funktion.

Läckor på rör och kanaler kan lokaliseras med stor noggrannhet, även vid ingjutna konstruktioner genom att ledningarna urtappas eller fylls med gas innehållande ett speciellt spårämne. Med ett för spårämnet mycket känsligt registreringsinstrument avkänns den aktuella ledningssträckan varvid läckor kan lokaliseras.

#### 6.2.6 Metoder för invändig inspektion

Invändig inspektion av kärl, rörledningar m m kan genomföras med speglar, spegelljussonder, periskop, tankkikare, endoskop m m.

Då ovannämnda hjälpmedel ej är möjliga att nyttja kan i vissa fall fiberljussonder vara lämpliga för inspektionen. Genom fiberoptiken kan en bild ledas genom en böjd "slang". Mycket svåråtkomliga ställen kan inspekteras på detta sätt.

För invändig inspektion av rörsystem finns särskilda kameror som kan föras genom rörledningar och därvid fotografera rörets insida.

#### 6.2.7 Metoder för kontroll av elektrisk utrustning

Tillståndskontroller av elektrisk utrustning såsom ledningsnät, apparater, motorer m m gäller huvudsakligen isolationen. Högspänningsutrustning provas härvid med avseende på spänningshållfastheten medan lågspänningsledningar m m kontrolleras med avseende på isolationsresistansen. I båda fallen nyttjas portabla mätinstrument.

Oljeisolerade transformatorer kontrolleras genom att prov tas på oljan vars isolationsegenskaper undersöks på laboratorium.

Högspänningsabonnenter är skyldiga att periodiskt kontrollera anläggningens jordtagsresistans. Detta sker genom mätning av resistansen med portabel ohmmeter mellan jordtag och för mättillfället anordnade jordförbindelser med spett.



Akkumulatorbatterier kontrolleras genom djupurladdningsprov med mätning av cellspänning och syradensitet. Utrustningen är portabel.

S k säkringslösa brytare för lågspänning får försämrade isolationsresistans till följd av kolpulver som frigörs vid brytningarna och ansamlas i brytkammaren. En metod för livslängdstest av denna typ av brytare är under utveckling.

I skarvstycken och kontaktytor på ledningar och apparater kan onormalt höga temperaturer uppstå till följd av dålig kontakt. Sådana fel är svåra att upptäcka och kan leda till driftstörningar. På senare tid används värmekamera för kontroll. Den höga temperaturen i skarvstycket orsakar hög yttemperatur på kapslingen vilket kan registreras med värmekameran. En värmebild på en vägg med ett flertal skarvstycken kan därför nyttjas för att lokalisera misstänkta defekta skarvdon.

Elektriska kontaktorer kan överhettas till följd av felaktig funktion. För kontroll kan även i detta fall värmekamera nyttjas. Värmekameran och dess funktion beskrivs i kapitel 6.2.4.

#### 6.2.8 Metoder för kontroll av styrutrustning

Styrutrustningens funktion i en anläggning kan kontrolleras genom mätning av flöde, temperatur, fuktighet, tryck m m som styrs av utrustningen. Kontrollen måste ske vid olika inställningar av börvärden och vid olika belastningsförhållanden, klimatförutsättningar m m. Detta innebär att metoden är mycket tidskrävande och dessutom endast ger relativt osäkra resultat. Man kan med denna metod ej undersöka sådana viktiga parametrar som insvängningstider, avdrifter m m.

Utrustningar för kontroll och inreglering av styrutrustning är under utveckling.

#### 6.2.9 Övriga kontrollmetoder

Förutom de ovan redovisade kontrollmetoderna av mer allmän karaktär finns ett flertal kontroller som endast är tillämpbara på enskilda komponenter. Nedan ges några exempel:

Pumpars kondition kan kontrolleras genom att mäta tryckuppsättningen vid drift mot dämnda punkten, dvs om ingen vätsketransport sker. Genom förslitning och avsättningar på pumphjul och i pumphus avtar nämligen tryckuppsättningen med tiden vilket kan kontrolleras med detta prov. Ett villkor för att få tillförlitligt resultat är att tryckmätningen sker med god noggrannhet. Det kan vara svårt att med hjälp av konventionell manometerutrustning avläsa tryckuppsättningen p g a pulsationer.



Pumpars och fläktars verkningsgrad kontrolleras genom standardiserade metoder. Dessa kontroller avser laboratorieprovning för tillverkningskontroll.

För kontroll av förbränningen i oljeeldade pannor finns mätutrustning för kontroll av sotthal och koldioxidhalt. Vidare finns mätutrustning för kontroll av syreöverskottet i rökgaserna.

För kontroll av remspänning i en remväxel används dymometrar där remmens nedböjning vid olika tryck kan kontrolleras.

### 6.3 Utvärdering av praktisk tillämpbarhet av förekommande kontrollmetoder

I kapitel 6.2 redovisas resultatet av en inventering av förekommande kontrollmetoder med anknytning till bygginstallationer. Flertalet av dessa metoder nyttjas ej vid de tillståndskontroller som idag utförs av vvs- och el-installationer i byggnader. Metoderna används istället inom processindustrin och annan verksamhet med höga driftsäkerhetskrav. I vissa fall är metoderna av laboratoriekaraktär och används främst vid kontroll- och utvecklingsarbete inom tillverkningsindustrin för bl a vvs- och elområdet.

I det följande görs en utvärdering av metoderna med hänsyn till tillämpbarheten inom vanligt förekommande vvs- och el-anläggningar i byggnader. Tillämpbarheten är bl a beroende av de ekonomiska och personella resurser som kontrollerna kräver samt konsekvenserna av driftavbrott om kontrollerna ej tillämpas.

Utvärderingen redovisas i tabell 6.1.

Tabell 6.1 Kontrollmetoders tillämpbarhet för vvs- och el-installationer i byggnader

Metod	Tillämpbarhet
1 Stötpulsmätning för bedömning av lagerkondition	Kan tillämpas men är knappast motiverad annat än för stora pumpar, fläktar, kompressorer m m
2 Vibrationsmätning	Om vibrationer konstateras till följd av bulleralstring kan eventuellt metoden nyttjas för att lokalisera felet och för utbalansering av ex fläkten. Metoden är ej tillämpbar för rutinmässiga kontroller
3 Kontroll av rörliga delar med stroboskop	Tillämpbar

Tabell 6.1 forts

Metod	Tillämpbarhet
4 Ultraljudsmätning av godstjocklek	I huvudsak tillämpbar vid kontrollbesiktning av tryckkärl
5 Kontroll av förekomst av sprickor i gods med ultraljud, pereterande vätskor, magnetpulvermetoden, virvelströmsmetoden och röntgen	I huvudsak tillämpbart vid kontrollbesiktning av tryckkärl
6 Kontroll av ytskikt på cisterner genom provtagning	Kan tillämpas i vissa fall. En svårighet är att kunna ta prov på de punkter där sämsta ytskiktet finns
7 Skiktthjockleksmätning med ultraljud	Kan tillämpas i enstaka fall
8 Skiktthjockleksmätning med leptoskop och leptometer	Kan tillämpas i enstaka fall
9 DTA-metoden för kontroll av tillståndet hos plastmaterial	För närvarande är metoden ej tillämpbar men kan eventuellt bli det efter ytterligare utveckling
10 Kontroll av temperaturer med vätske-, bimetalltermometrar och portabla kontaktermometrar	Kan tillämpas
11 Kontroll av lagertemperaturer med temperaturindikerande krita eller färg	Kan användas. Normala temperaturvariationer är dock ofta stora till följd av driftförhållandena vilket begränsar användbarheten
12 Kontroll av vätskeläckage med värmekamera	Kan tillämpas om läckage misstänks
13 Kontroll av läckage med ultraljud	Kan tillämpas i enstaka fall för lokalisering av läckage på tryckluftledning om såplösningsmetoden ej är tillämpbar
14 Kontroll av läckage genom pensling med såplösning	Kan tillämpas för tryckluft- och köldmedieledningar

Tabell 6.1 forts

Metod	Tillämpbarhet
15 Kontroll av köldmedie-läckage med läcksökarlampor	Kan tillämpas på klorsubstituerade kolväten. Ålderdomlig metod
16 Kontroll av köldmedie-läckage med elektronisk utrustning och Wheatstone-brygga	Kan tillämpas på klorsubstituerade kolväten
17 Kontroll av köldmedie-läckage med rykande salt-syra eller svavelblomma	Kan tillämpas på ammoniak
18 Kontroll av köldmedie-läckage med spårämne	Kan tillämpas
19 Kontroll av läckage med radioaktiva isotoper	Ej tillämpbart
20 Kontroll av läckage genom avtappning av ledningsnät och därefter tillförsel av spårämnen	Särskilt tillämpbar vid dolda ledningsnät
21 Kontroll av täthet och hållfasthet genom provtryckning	Kan tillämpas vid kontrollbesiktningar
22 Invändig inspektion med speglar, spegelljussonder, periskop, tankkikare och endoskop	Kan tillämpas vid inspektion av kärl företrädesvis vid besiktningar
23 Invändig inspektion med fiberljussonder	Ej tillämpbart
24 Invändig inspektion med specialkamera	Ej tillämpbart
25 Kontroll av pumpar mot dämnda punkten	Tillämpbart endast för stora pumpar med effekter över ca 100 kW
26 Kontroll av pumpar och fläktar med avseende på energiförbrukning	Kan tillämpas på stora pumpar och fläktar

Tabell 6.1 forts

Metod	Tillämpbarhet
27 Kontroll av remspänning med dymometer	Kan tillämpas. I de flesta fall är dock kontroll genom tryck med tummen tillräckligt noggrann metod
28 Kontroll av CO <sub>2</sub> - och O <sub>2</sub> -halt samt sotal	Kan tillämpas
29 Kontroll av styrutrustning genom mätning av luftflöden, temperaturer m m vid olika inställningsvärden	Kan endast tillämpas i begränsad omfattning. Metoden ger ej fullständig kontroll av utrustningen
30 Kontroll av styrutrustning med speciell kontrollutrustning	Kan eventuellt tillämpas då kontrollutrustning finns färdigutvecklad
31 Kontroll av spänningshållfasthet	Kan tillämpas på högspänningsutrustning
32 Kontroll av isolationsresistans	Kan tillämpas på lågspänningsnät. Kontroll av elmotorer är knappast aktuell
33 Kontroll av transformatorljas isolationsegenskaper	Kan tillämpas. Provet måste dock sändas till laboratorium
34 Kontroll av jordtagsresistans	Kan tillämpas av högspänningsabonnenter
35 Kontroll av isolationsresistans i säkringslösa brytare	Kan tillämpas då metoden är färdigutvecklad
36 Kontroll av skarvstycken och kontaktytor med värmekamera	Kan tillämpas
37 Kontroll av kontaktorer med värmekamera	Kan tillämpas

Som framgår av tabell 6.1 är de flesta av de behandlade kontrollmetoderna möjliga att använda för kontroll av bygginstallationer. Flera metoder används redan, exempelvis vid kontrollbesiktningar av tryckkärl, läcksökning, kontroll av isolationsresistans m m.

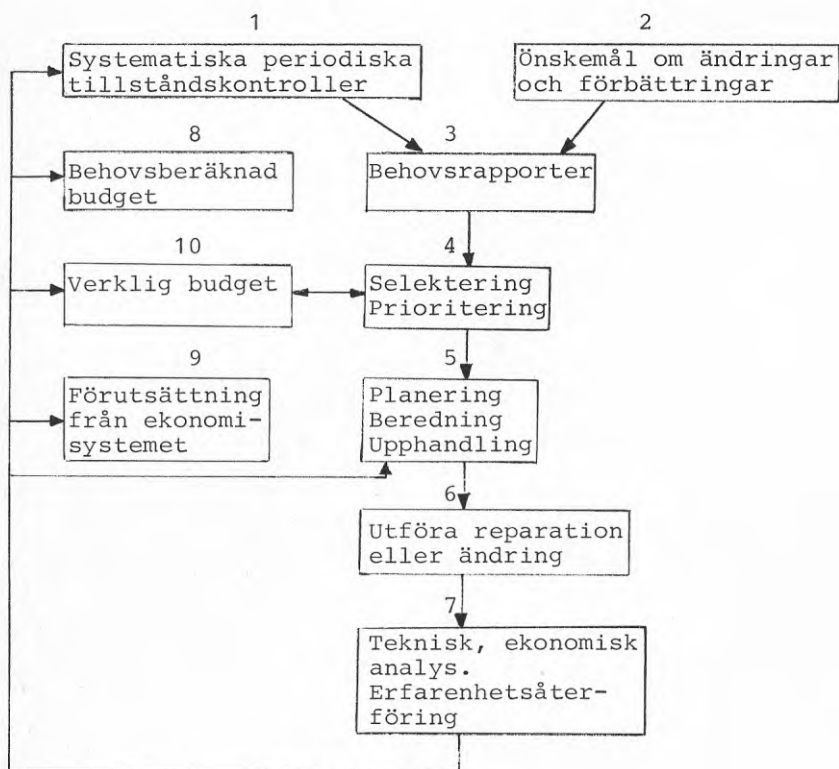
Som tidigare påpekats är tillämpbarheten även beroende av de ekonomiska och personella resurser som kontrollerna kräver samt konsekvenserna av eventuella oförutsedda driftavbrott. Flertalet av metoderna i tabellen är resurskrävande och därför ej motiverade i anläggningar där driftavbrott ej medför några allvarliga konsekvenser. Enkla subjektiva kontrollmetoder är att föredra i dessa fall.

Det föreligger behov av andra kontrollmetoder som idag ej finns utvecklade bl a för kontroll av godstjocklek i gjutjärnsrör och kontroll av styrutrustning.



## 7. ADMINISTRATIVA HJÄLPMEDEL

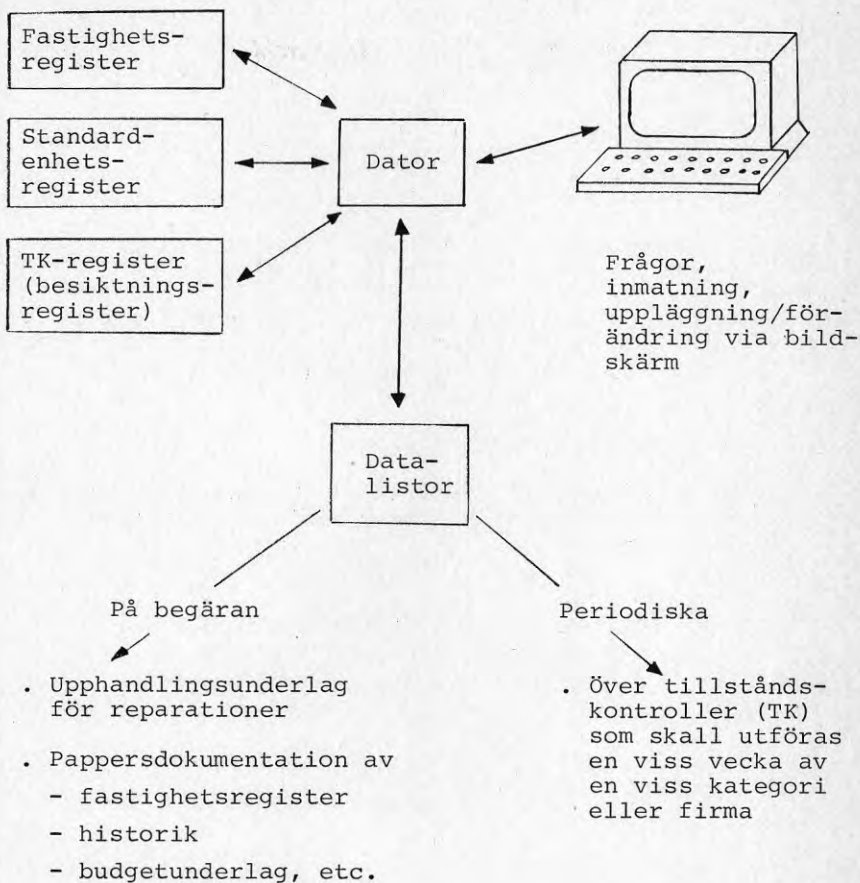
Vi har under forskningsprojektet även utvecklat en första del av ett komplett, datoriserat administrativt system för fastighetsunderhåll kallat KIT-systemet. I nedanstående figur 7.1 representeras denna första etapp av rutorna 1, 2 och 3 i sin helhet samt stora delar av rutorna 4, 5, 6 och 7.



Figur 7.1. Principlösning av ett komplett datoriserat administrativt system för fastighetsunderhåll.

## 7.1 Allmän systembeskrivning av KIT-systemet

Systemet kan illustreras med följande figur:



### 7.1.1 Arbetsmetodik

Att arbeta med systemet tillgår på följande sätt:

- a. En datalista utskrivs t ex per vecka för de tillståndskontroller som skall utföras av en viss person eller firma under denna tid.

Listan innehåller transport- och gångvägar. Vidare har besiktningsåtgärderna selekterats och sorterats på ett sådan sätt att förflyttnings- och spilltiden minimerats.

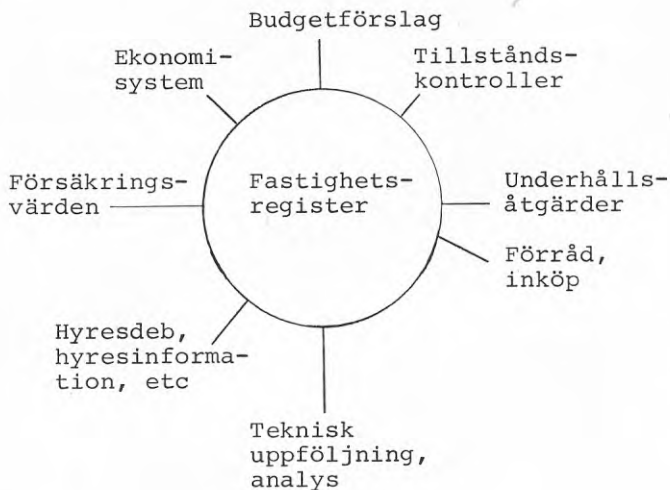
Samordning har även gjorts med årstider, större avställningar (t ex panncentral), förvarning av hyresgäster, etc.

- b. Tillståndskontrollen utförs i enlighet med specifikationerna på listan. Behov av åtgärder eller kompletterande besiktning/utredning antecknas på listan.
- c. Anteckningarna matas in i datorn via bildskärm.
- d. I dialog med datorn undersöks lämpliga handlingsalternativ (mängder, priser, budgetramar, etc). Beslut om lämplig nivå fattas.
- e. Upphandlingsunderlag utskrivs av dator.
- f. Reparationen upphandlas och utförs.
- g. Utfört arbete och kostnad inmatas i historikregistret (länk till fastighetsregistret).

Ovanstående tillvägagångssätt innebär ett enkelt handhavande för fastighetsägaren/-förvaltaren samtidigt som att ett gott planeringsunderlag erhålls.

#### 7.1.2 Utvecklingsmöjligheter

Systemets fastighetsregister har konstruerats så att det kan utgöra förbindelselänken till andra system inom företaget/förvaltningen.



Figur 7.2

Figuren 7.2 visar större delen av ett fastighetsregisters anknjytning till olika administrativa system inom fastighetsförvaltning.

### 7.1.3 ADB-teknisk lösning

I syfte att uppnå flexibilitet har vi under utvecklingen av KIT-systemet ställt följande krav på den ADB-tekniska lösningen:

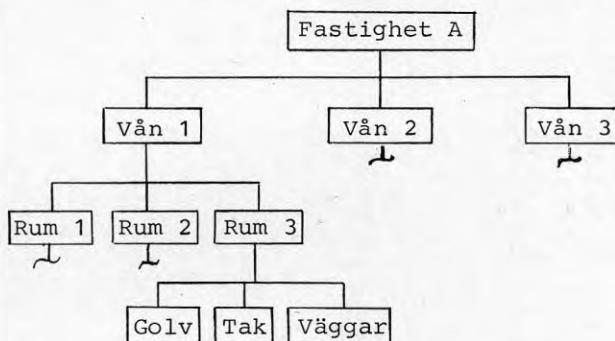
1. Samtliga data skall kunna lagras i en väl utvecklad "databas" så att kommande vidareutvecklingar och förändringar kan ske utan hinder.
2. Mot databasen skall finnas ett enkelt, användarevänligt frågespråk (rapportgenerator) som möjliggör för varje enskild användare att själv komponera rapporter och sammanställningar utan att speciellt skrivna program har utarbetats.
3. Modern datateknik skall användas så att all in- och utrapportering sker via bildskärmshantering hos användaren.
4. Systemet skall kunna användas över telefonnätet så att en användare inte behöver äga egen dator.
5. Systemet skall inte låsas till ett datorfabrikat utan vara anpassningsbart till de olika företagsbehoven.

För den programvara som har utvecklats för projektet har man använt programspråket COBOL och med en CODASYL - databas.

## 7.2 Registerkonstruktion

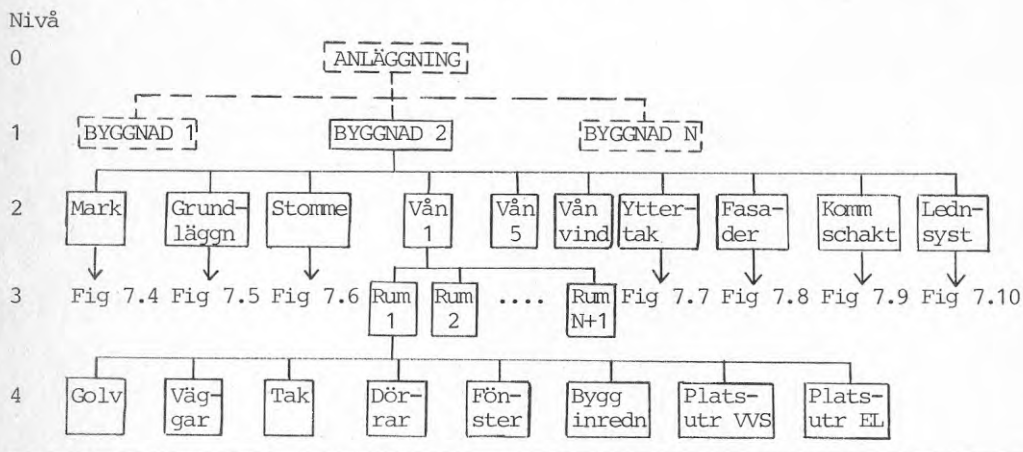
### 7.2.1 Fastighetsregister

Fastighetsregistret har utformats på ett sådant sätt att en systematisk nedbrytning kan göras i en hierarkisk struktur helt utan begränsningar.

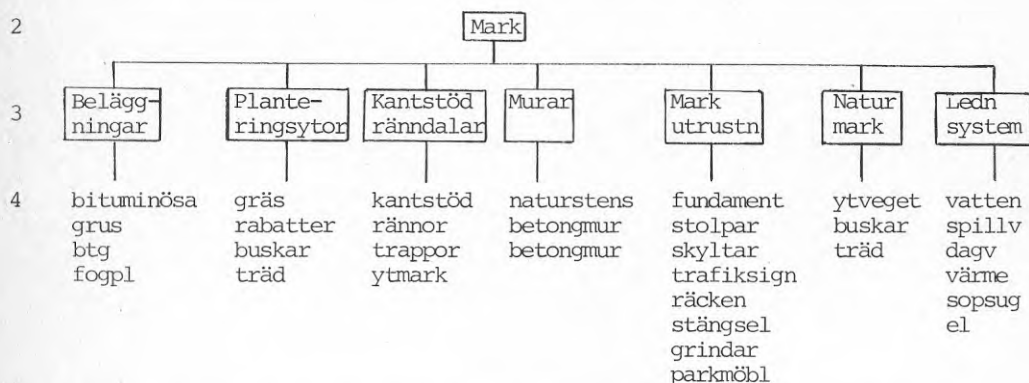


Fullständiga "består av" och "ingår i" sökningar kan göras via bildskärm.

Vi har i föreliggande projekt valt en hierarkisk struktur i 4 eller 5 nivåer enligt figurerna 7.3 - 7.10. Strukturen startar på nivå 0 eller 1, anläggning eller byggnad, förgrenar sig på nivå 2 ("våningsnivån") i de övergripande byggnadsdelarna, på nivå 3 ("rumsnivån") i våningsnivåns delar, rummen, eller motsvarande och på nivå 4 ("rumsdelnivån") på rummens från underhållsynpunkt intressanta komponenter.



Figur 7.3 Registreringssystem. Allmänt och uppdelning våning

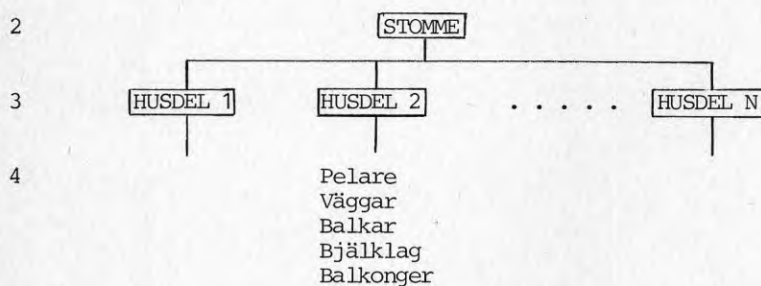


Figur 7.4 Registreringssystem. Uppdelning mark  
Förenklad representation av nivå 4

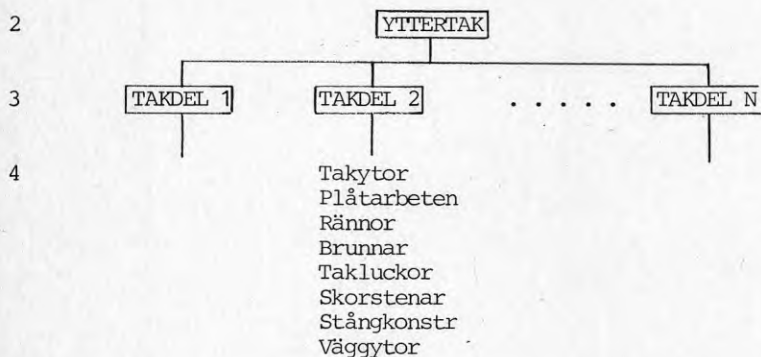




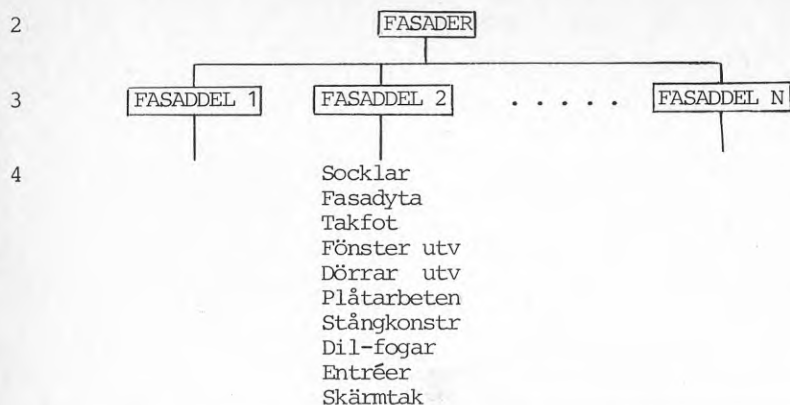
Figur 7.5 Registreringssystem. Uppdelning grundläggning



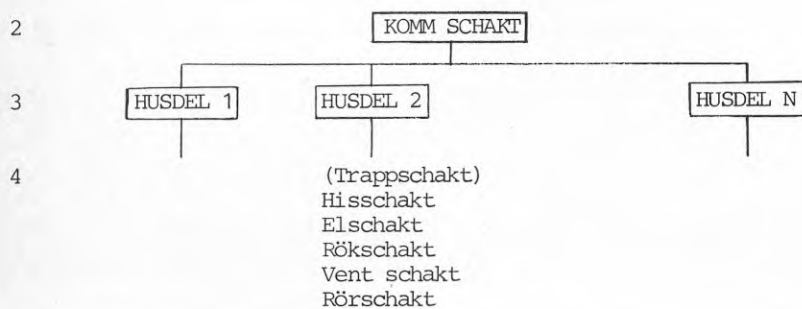
Figur 7.6 Registreringssystem. Uppdelning stomme



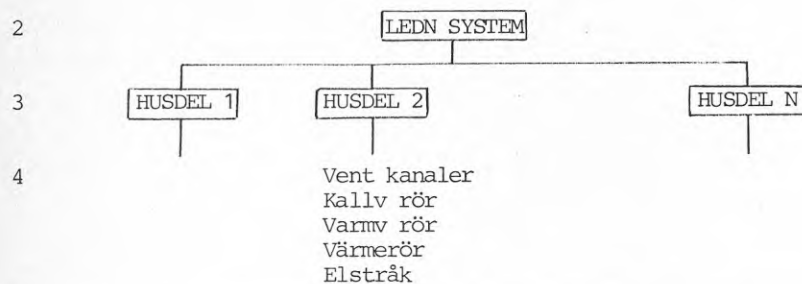
Figur 7.7 Registreringssystem. Uppdelning yttertak



Figur 7.8 Registreringssystem. Uppdelning fasader



Figur 7.9 Registreringssystem. Uppdelning kommunikationsschakt



Figur 7.10 Registreringssystem. Uppdelning ledningssystem

Fastighetsregistret innehåller följande information för varje registrerad enhet:

- enhetskod (sökbar unik kod för enheten)
- beskrivning
- mängd och sort (läs- och summerbara)
- klassificeringskoder (sökbara), max 4 st
- rondvägsnummer (placering i rondväg).

Beskrivningen skall utgöra en sammanfattande information, som på de övre nivåerna kan avse funktion, innehåll, adress, byggår, förvaltande enhet etc, på mellannivåer funktion och innehåll och på lägsta nivå beskrivning av material eller komponent som kan bli föremål för underhåll liksom bakomvarande konstruktion eller anslutande komponenter. I slutet på beskrivningen refereras lämpligen till aktuellt ritningsnummer.

Vid planering av större underhållsåtgärder kan maskinellt beräknas samtliga erforderliga mängder t ex antal kvadratmeter linoleummatta som skall bytas, antal kvadratmeter väggyta eller puts som skall målas, antal fönster som skall behandlas osv.

Fastighetsregistret har vidare konstruerats på så sätt att det till samtliga nivåer i en strukturbedbrytning kan länkas segment med annan information, t ex:

1. Information om lägenhetsinnehavare kan länkas till lägenhet.
2. Information om utfört underhåll kan länkas till enskild enhet eller till grupper av densamma.
3. Ekonomidata för redovisning, taxering och försäkringsbedömningar kan länkas till önskad nivå.
4. Vattenförbrukning, elförbrukning och dylikt kan länkas till rum, lägenhet, våningsplan eller dylikt efter önskemål.

#### 7.2.2 Standardenhetsregistret (standardiserade byggelement och dylikt)

Detta register är till för såväl uppläggningsarbetet som det löpande analysarbetet under driftsperioden. Man har fyra olika sökmöjligheter som ingång till systemet:

1. Klartext
2. Egen klassificering
3. BSAB, produkttabell 1, material
4. BSAB, produkttabell 2, byggnadsdel.

Registret kan bestå av enskilda element eller vara upp-  
lagt i små strukturer av samma typ som objektregistret.  
Enheter kan läggas upp på olika nivåer t ex:

1. Standardenheter av typen fönster, golv, dörrar  
etc.
2. Typrum
3. Typlägenhet
4. Typvåning
5. Typhus

Sambandsposter finns som talar om vilka typenheter som  
ingår i vilka enskilda objekt (fastigheter).

Registret kan användas i följande syften:

1. Repetera uppläggning

Det är ett stort manuellt arbete att lägga upp  
ett fastighetsregister. Särskilda överförings-  
och kopieringsprogram har utarbetats så att  
standardenheter bara antecknas och fastighets-  
registret produceras då automatiskt.

Detta gäller även stora nivåer som t ex hela  
hyresfastigheter. Det är även lätt att förändra  
efteråt om husen inte är alldeles lika varandra  
till konstruktion och utformning.

2. Uppläggning av underhållsprogram

I standardenhetsregistret lagras data som hela  
tiden uppdateras med driftserfarenheter avseende  
vilket underhåll som olika enheter kräver i  
olika miljöer. Detta gäller såväl tillstånds-  
kontrollmetoder som korrekta åtgärder. Under-  
hållsprogrammet kan därför läggas upp relativt  
enkelt för standardiserade fastigheter.

3. Erfarenhetsåtermatning/analys

Standardenhetsregistret kopplas till det enskil-  
da fastighetsregistret, vilket innebär att det  
blir möjligt att analysera huruvida en viss typ-  
enhet (komponent) är lämplig eller olämplig i  
vissa miljöer t ex dörrkonstruktioner i skolor  
osv.

### 7.2.3 Tillståndskontrollregister

För lagring av tillståndskontrollinstruktioner (TK-in-  
struktioner) skapas ett speciellt register. Registret  
innehåller typinstruktioner för alla kontroller man  
anser erforderliga, dvs normalt en kontroll för varje

typ av byggnads- eller installationskomponent på lägsta nivå i registreringsstrukturen. En TK-instruktion kan, beroende på ambitionsnivå och möjligheter till differentiering av uppträdande fenomen och tillgång till objektiva mätmetoder, vara gemensam för flera materialtyper (exempelvis samma instruktion för alla golvytor eller för alla ytskikt i ett rum) eller uppdelas efter material (exempelvis olika instruktioner för vinylplast- och textilgolv).

TK-instruktionerna lagras i registret i form av en unik kod och en text som i korta ordalag beskriver vad som skall kontrolleras, hur kontrollen skall göras samt vilka referenser eller toleransgränser för tillståndet (om sådana kan definieras) besiktningsmannen har att beakta.

Instruktionens kod tjänar i aktuella fall även som referens till motsvarande avsnitt i en TK-handbok enligt kapitel 7.4, i vilken utförligare anvisningar kan läggas in.

I samband med att TK-instruktioner kopplas till aktuell enhet i fastighetsregistret definieras ett antal styrparametrar för kontrollen. Dessa är:

- datum för senast utförd TK
- intervall mellan kontroller
- företag eller organisation ansvarig för kontrollen
- kategori eller kompetensnivå för kontrollant
- tidsåtgång för kontroll av aktuell enhet
- kostnad för kontrollen (alt till tidsåtgången)
- planeringstyp, dvs kod angivande eventuella restriktioner för kontrollen.

### 7.3 Utdata

#### 7.3.1 Bildskärmsinformation

En lång rad bilder har utformats så att användaren "i dialog" med datorn kan hitta den information som önskas i varje enskilt fall.

Två exempel på dialog visas här nedan (antalet möjligheter är obegränsade):

#### Exempel 1

- a. Utgångspunkten är att i samband med byte av hyresgäst bedöms omläggning av linoleummatta som nödvändigt.
- b. Fråga till datorn: Vad säger kontraktet med respektive hyresgäst avseende betalningsansvar för reparationer?



- c. Följdfråga: Vilket år/datum inmonterades mattan?
- d. Följdfråga: Hur många andra rum finns med motsvarande matta?
- e. Följdfråga: Hur många av dessa är äldre än 10 år?
- f. Följdfråga: Hur många kvadratmeter tillsammans?
- g. Order till datorn: Skriv ut alla aktuella rum i rondföljd på papper.

#### Exempel 2

- a. Utgångspunkten är att vi i samband med tillståndskontroll har fått rapport om fyra trasiga tvättställsblandare i en skola.
- b. Fråga till datorn: Hur många blandare av denna typ har vi i aktuell skola?
- c. Följdfråga: Vilken felfrekvens har vi?
- d. Följdfråga: Finns blandaren i andra skolor?
- e. Följdfråga: Hur mycket fel finns där?
- f. Följdfråga: I andra typer av lokaler?
- g. Följdfråga: Felfrekvens där?

osv

#### 7.3.2 Listutskrifter på begäran

All information i registren kan selekteras och sorteras för utskrift på olika sätt.

Fastighetsregistret kan t ex utskrivas enbart med de delar som används vid kontroll av elektriska installationer. Sorteringsordning kan t ex vara gångväg.

Standardenhetsregistret kan t ex utskrivas i sin helhet med en summering över det totala antal som finns avseende berörd enhet osv.

#### 7.3.3 Periodiska listor, s k rondlistor

Rondlistorna är en sammanställning av systemets fasta, planerade tillståndskontroller. En selektering har gjorts på aktuell kategori, tidsintervall och planeringstyp. Listan har sorterats i rondtyp.

Denna lista är berörd besiktningsmans aktuella dokumentation.

I det följande skisseras utformningen av rondlistorna i det datoriserade KIT-systemet. För mindre fastigheter kan motsvarande utföras manuellt med datorns sökning i registret ersatt av speciella sök-listor och de av datorn tryckta rond-listorna ersatta av färdigtryckta typblad. Det viktiga i båda fallen är att "adressera" besiktningsmannen till rätt plats vid rätt tidpunkt.

Rondlistornas utskrift styrs av de i avsnitt 7.2.3 beskrivna parametrarna. I exemplet, bilaga 1, har parametrarna "Kategori", "vecka" och "Rondnr", dvs besiktningsmannakategori, vecka för besiktningen och område som skall besiktigas, definierats. De två övriga parametrarna, planeringstyp och företag har lämnats odefinierade. I bilaga 1 redovisas en rondlista gällande kontroll av hela taket vecka 46 att utföras av en besiktningsman med god erfarenhet av plåttak samt en rondlista vecka 51 gällande kontroll av installationer i ett våningsplan.

Rondlistan ger besked om vilka enheter kontrollen gäller, mängden för denna enhet samt en kortfattad beskrivning av de tillståndskontroller som skall utföras. Ett nummer för kontrollen ger en koppling till handboken där en utförligare beskrivning finns. Dessutom anges kontrollens intervall, dvs antalet veckor mellan tillämpningen av den aktuella kontrollen. Normalt skall besiktningsmannen endast behöva registrera fel och brister som måste åtgärdas inom detta intervall.

Till höger på rondlistan har lämnats utrymme för kontrollresultatet. Jämför exemplet i bilaga 1, där resultat från en försökskontroll fyllts i.

Rondlistan i exemplet, bilaga 1, är baserad på en registreringsstruktur där tillståndskontrollerna kopplats till rumsnivå (motsvarande takdel). I detta fall har utskriften begränsats till de enheter till vilka kontrollerna kopplats, rummen eller takdelarna. I vissa fall kan det vara lämpligt att även ta fram enheterna på nivån närmast under, rumsdelarna eller enskilda detaljer på takdelen. Därmed erhålls möjlighet att direkt adressera besiktningsmannens anmärkning till rätt enhet samtidigt som mängduppgifter finns tillgängliga för dessa enheter. Nackdelen kan bli en alltför ohanterlig rondlista.

## 7.4 Ej datorlagrad information

### 7.4.1 Allmänt

Rondlistorna innehåller anvisningar om tillståndskontrollernas omfattning. Av praktiska skäl är dessa kortfattade och avses nyttjas huvudsakligen som check-listor för genomförandet.

Det är av betydelse att kontrollerna ej blir väsentligt olika utförda beroende på vem som utför dem. För att i detalj styra arbetet utöver rondlistornas anvisningar utarbetas därför handböcker med mer detaljerade anvisningar för de tillståndskontroller som kräver mer ingående beskrivning. Handböckerna skall innehålla erforderliga anvisningar för arbetets bedrivande samt uppgifter om vilka kontrollinstrument som erfordras samt definitioner av vid vilka mätvärden åtgärd måste vidtagas.

Denna extra information ges endast om klartexten i rondlistornas TK-text ej är tillräcklig.

Handböckerna föreslås utformas som ringpärmar i A4-format där man enkelt kan byta eller komplettera innehållet.

Varje tillståndskontroll beskrivs på en sida. I de enskilda fall då utrymmet är otillräckligt används kompletteringssidor.

I "huvudet" på handbokssidorna anges "TEXT NR" och "TEXT" som utgör kopior av motsvarande innehåll i rondlistorna. Det är sålunda enkelt att finna rätt handbokstext till rondlistorna.

Då personer som genomför tillståndskontroller efter ett antal ronder har fått erfarenhet av anläggningen och tillståndskontrollerna är sannolikt rondlistorna tillräckliga som arbetsanvisningar. Vid upplärning av ny personal och vid genomförande av lågfrekventa specialkontroller kommer däremot handböckerna till användning.

#### 7.4.2 Handbok för tillståndskontroll av byggelement

Största delen av tillståndskontrollerna kommer att avse ytskikt invändigt (golv, vägg, tak) och utvändigt (tak och fasad). Med hänsyn till de i kapitel 5 beskrivna svårigheterna att i dag med objektiva metoder definiera tillstånd för ytskikt kommer handbokens instruktioner till större delen att gälla vad som skall beaktas vid kontrollen och hur den skall utföras. I mindre grad kan man i handboken för byggelement definiera när ett tillstånd passerat gränsen för att vara acceptabelt, den så kallade toleransgränsen. Som tidigare sagts måste besiktningsmannens erfarenhet kopplad med för alla besiktningsmän gemensam utbildning vara de främsta verktygen att styra toleransgränsbedömningarna mot en enhetlig och lämplig nivå.

De i avsnitt 5.3.2 nämnda relativt sällan återkommande specialistkontrollerna kommer ej att kunna behandlas i detalj då deras omfattning och metodik, liksom den eventuella användningen av mätmetoder, kommer att bero av det aktuella tillståndet.

#### 7.4.3 Handbok för tillståndskontroller av byggin- stallationer

En målsättning är att handboken skall innehålla samtliga uppgifter som krävs för kontrollernas genomförande. Hänvisning till fabrikanter instruktionsböcker o dyl görs endast i undantagsfall.

Arbetsanvisningarnas omfattning anpassas till respektive anläggning, varvid hänsyn tas till fabrikat, miljöpåverkan och driftssäkerhetskrav.

En fördel med relativt detaljerade anvisningar är att handboken kan vara till hjälp vid reglering av ansvarsförhållandena på anläggningarna. Personalen som utför tillståndskontrollerna och därmed kopplade åtgärder skall följa anvisningarna i handboken, vilka därför kan utgöra underlag för lönesättning m m. I bilaga 2 redovisas exempel på förslag till utformning av anvisningar i handboken:

Anvisning 5/6.3 avser platsutrustning i allmänt utrymme i sjukhus.

Anvisning 58.01 avser styrutrustning för tilluftsaggregat.

#### 7.5 Uppläggningsarbetet

Fastighetsregistrets konstruktion medger en mycket långt gången detaljinformation om så önskas.

Vi har också under projektet utvecklat speciella uppläggningsmetoder (std.enheter, repetering, kopiering o dyl), som rationaliserar det manuella arbetet avsevärt.

Man bör emellertid, som en generell regel, aldrig registrera mer än vad som man enkelt klarar att hålla å jour.

Vår erfarenhet av projektet ger följande riktlinjer:

1. Tillståndskontrollen kopplas till vånings- eller rumsnivå (eller motsvarande för installations-system).
2. En nivå därunder medtages i de fall där information om material, mängder, etc anses nödvändig.

Detta innebär en generell nedbrytning i 2-3 nivåer och enbart i undantagsfall en mera detaljerad nedbrytning.

Uppläggningsarbetet blir nu av en acceptabel storleksordning.

## 7.6 Nyttjarens underhållsorganisation

Ett stort antal fastighetsägare i Sverige idag har inga egna resurser för att utföra underhåll.

När vi talar om att dimensionera underhåll i egen regi är det viktigt att vi skiljer på

1. Administration, ledning och styrning
2. Utförande av tillståndskontroller
3. Utförande av underhållsåtgärder.

Om en fastighetsägare önskar att få ett effektivare underhåll i framtiden och därigenom lägre förvaltningskostnader, är det nödvändigt att själv förfoga över kunskap och resurser avseende administration, ledning och styrning. Om all förvaltning sköts av ett förvaltningsbolag är det lika nödvändigt att tillse att detta förvaltningsbolag förfogar över motsvarande resurser.

Det är emellertid icke nödvändigt att själv förfoga över någon kategori utförandepersonal. Dimensioneringen av sådana resurser kan göras med vanliga lönsamhetskalkyler som används för resursdimensionering och köp av tjänster. Kravet på servicenivå måste emellertid alltid vara fastlagt så att eventuella hyrsgäster eller produktion inte blir lidande på grund av för låg service.

Det är vidare viktigt att köpa tillståndskontroller och utförande av reparationer och andra underhållsåtgärder som i separata arbeten. Besiktningresultatet skall rapporteras in till den egna förvaltningen som därefter själv skall besluta om åtgärd skall vidtas och i vilken omfattning.

Om man önskar att utföra tillståndskontroll med egen anställd personal, innebär detta ett flertal fördelar avseende såväl planering som utförande. Det bör emellertid poängteras att besiktningsmannen måste vara väsentligt mera kvalificerad än vad kontrollen skenbart kräver. Orsaken till detta är att det vid avvikelse från gränsvärde krävs en bedömning av vilka underhållsåtgärder som kan förekomma i det aktuella fallet, och vilken av dessa som bör väljas.

Ovanstående innebär att fastighetsägarens minimum av arbete i egen regi bör vara att ha kapacitet till planering, upphandling, styrning och uppföljning av underhåll. Detta innebär även viss besiktningskompetens.

Egna resurser utöver ovanstående anskaffas i de fall det bedöms mera ekonomiskt än att köpa tjänsten eller arbetet.



## 8. TESTOBJEKT HÖGDALENS SJUKHUS

## 8.1 Registrering av byggelement och bygginstallationer

Registrering av byggnaden och utförande av tillståndskontroller har för testobjekt Högdalen begränsats till invändigt halva byggnaden med några undantag samt utvändigt yttertak och fasader. Registreringen som normalt skulle omfatta de i figur 7.3 - 7.10 beskrivna delarna har sålunda begränsats enligt figur 8.1.

Som testområde för tillståndskontrollernas genomförande valdes rum 3001 - 3055 i våning 1, yttertaket och fasaderna, varför registrering till nivå 4 genomförts endast för dessa.

Som klassificeringsbegrepp har för testobjektet valts de tre koderna

- 1 - utrymme/användning/material (klartext)
- 2 - byggnadsdel (BSAB, tabellgrupp 2)
- 3 - material ( " , " 1)

Kod 3 är i princip användbar endast på nivå 4, medan kod 1 och 2 är mer generellt användbara men samtidigt mindre differentierade.

Exempel på byggnadskomponenter på nivå 4 som är föremål för tillståndskontroller framgår av tabell 8.1.

Som rondvägsnummer har i tillämpliga fall valts rumsnumret.

Platsutrustningen är registrerad för en av sjukhusets vårdavdelningar på våning 1. Denna innehåller rum 3001-3055.

Den i den aktuella avdelningen registrerade platsutrustningen framgår av tabell 8.2. I tabellen redovisas även de tre klassifikationsbegreppen för respektive komponent.

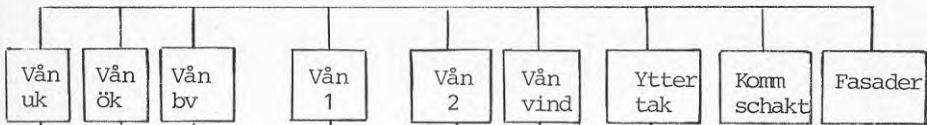
Centralutrustningen är registrerad för hela byggnaden. Tabell 8.3 redovisar styrutrustning med klassifikationsbegreppen.

Nivå

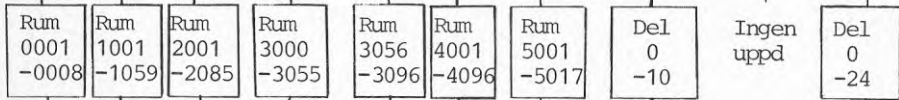
1

Högdalens sjukhus

2



3



4

End uppd i  
centralutrustn  
tab 8.3

Golv  
Tak  
Vägg  
Föns  
Dörr  
Plats-  
utr enl  
tab 8.2

Ingen upp-  
delning

End  
uppd  
i centr  
utrustn  
tab 8.3

T-beklädnad  
Rännor  
Brunnar  
Skorst  
Luckor  
Kupoler

Sockel  
F-yta  
Takfot  
Ventiler  
Stuprör

Figur 8.1 Registreringssystem för testobjekt Högdalens sjukhus

Tabell 8.1 Exempel på byggnadskomponenter registrerade på nivå 4 i Högdalens sjukhus

Komponent	Klassifikation		
	1 (klartext)	2 (BSAB, tabell 2)	3 (BSAB, tabell 1)
Golv, linoleum	Golv	35/5	Q3.51
, plastmatta	Golv	35/5	Q3.721
, keramiska plattor	Golv	35/5	Q1.412
, cementmosaik	Golv	35/5	Q4.111
Undertak, aluminium	Undertak	37/5	X2.71
, gips	Undertak	37/5	P2.221
Tak, målat	Tak		P2.221
Vägg, målad	Vägg	36/3	P2.221
, plastplattor	Vägg	36/3	Q3.713
, keramiska plattor	Vägg	36/3	Q1.432
Fönster, typ F1	Fönster	33/3	X3.12
Dörr, typ E3	Dörr	33/3	P2.226
, typ D4.1	Dörr	33/3	X3.422
Skorsten	Skorsten	34/8	M4.272
Takbeklädnad	Takbeklädnad	34/7	M1.11
Ränna	Standardränna	34/7	M4.211
Brunn	Takbrunn	33/7	M4.832
Lucka	Taklucka	33/7	M1.262
Ventilationsintag	Vent skorsten	33/7	M1.278
Rörstosar	Stosar	33/7	M1.261
Röklucka	Röklucka	33/7	X3.5383
Ädelputs, fasad	Fasad	34/3	P1.1
Sockelputs	Fasad	34/3	P1.1
Takfot, eternit	Fasad	34/3	N3.2
Stuprör	Stuprör	34/8	M1.82
Dilatationsfog, vägg	Dilat fog	34/8	L7.11

Tabell 8.2 Platsutrustning i rum 3001-3055 som registrerats i testobjektet Högdalens sjukhus.

Komponent	Klassifikation		
	1 (klartext)	2 (BSAB, tabell 2)	3 (BSAB, tabell 1)
Avloppsträtt	Avloppst	52/8	S3.6
Badkar	Badkar	52/8	S2.1
Bäckenspolare	Bäckensp	52/8	S3.3
Blandare	Blandare	52/8	S4.2
Diskbänk	Diskbänk	52/8	S3.1
Diskmaskin	Diskmask	52/8	S3.4
Dragskåp	Dragskåp	57/8	T0.24
Dricksfontän	Dricksf	52/8	S2.6
Elkopplare	Elkopplare	63/8	V2.1
Eluttag	Eluttag	63/8	V2.7
Elradiator	Elrad	56/8	R6.62
Frånluftdon	F-don	57/8	T2
Glödljusarmaturer	Glöd arm	63/8	V3
Golvbrunn	Golvbrunn	52/8	S1.1
Vattenklosett	Klosett	52/8	S2.5
Lysrörsarmatur	Lysr arm	63/8	V3
Oxygenuttag	Oxuttag	54/8	U4.4
Vattenradiator	Vatrad	56/8	R6.6
Radiatorventil	Radventil	56/8	U4.23
Radiatortermostat	Radterm	56/8	U4.3
Spygatt	Spygatt	52/8	S1.2
Tappventil	Tappvent	52/8	S4.1
Tilluftdon	T-don	57/8	T2
Torkskåp	Torkskåp	57/8	S4.3
Tvättställ	Tvättst	52/1	S2.3
Tvättmaskin	Tvättmask	52/8	S3.4
Urinal	Urinal	52/8	S2.5
Utslagsback	Utslagsb	52/8	S3.5
Överluftdon	Ö-don	57/8	T2

Tabell 8.3 Centralutrustning som registrerats i test-objektet Högdalens sjukhus

Komponent	Klassifikation		
	1 (klartext)	2 (BSAB, tabell 2)	3 (BSAB, tabell 1)
Brandspjäll	Brandsp	57/5	T4.5
Bränsledistributionsystem	Bränsdist	56/2	R5.46
Elektrisk vattenberedare	Elberedare	56/2	R6.523
Expansionskärl	Exp kärl	56/2	R1.07
Axialfläkt	Fläkt	57/2	T6.2
Radialfläkt	Fläkt	57/2	T0.2/T6.1
Kallvattenmätare	Kallvm	52/2	U5.6
Kylaggregat	Kylagg	55/2	R7.1
Oljebrännare	Oljebränn	56/2	R5.12
Oljetank	Oljetank	56/2	R1.4
Oljepanna	Oljepanna	56/2	R4.2
Cirkulationspump, värme	Pump	56/2	R3.121
Spillvattenpump	Pump	52/2	R3.131
Reservkraftaggregat	Reserva	62/2	V1.8
Röklucka	Rökluck	57/2	T1.6
Styrustrustning för ventilationsvärme	Styrustr	58/2	U0.1414
Styrustrustning för radiatorvärme	Styrustr	58/2	U0.1331
Styrustrustning för vattenvärmare	Styrustr	58/2	U0.1414
Tillufttaggregat	Tilluftagg	57/2	T0.1
Tryckluftkompressor	Trlkompres	54/2	R3.21
Tryckluftcistern	Trycklcist	54/2	R1.5
Varmvattenackumulatör	Varmv ack	56/2	R6.52
Varmvattenberedare	Varmv ber	56/2	R6.521
Värmeväxlare	Vvx	56/2	R6.3
Värmebatteri	V-batteri	57/2	T5.1

I bilaga 3 ges exempel på redovisningen på bildskärmen av fastighetsregistret Högdalens sjukhus.

Exemplet redovisar nedbrytning av yttertaget till nivån 4 till vilken tillståndskontroll 34.75 finns kopplad.



## 8.2 Genomförande av tillståndskontroller

För de komponenter som enligt kapitel 8.1 valts som ingående i testen definierades de i TK-registret ingående tillståndskontrollerna med nummer och text. Kontrollerna kopplades sedan till aktuell komponent med angivande av styrparametrarna enligt 7.2.3. I fig 9.4 bilaga 3 redovisas ett exempel på TK 34.75 kopplad till takbeklädnad, plåt.

Med ledning av de rondlistor som därefter kunde tryckas genomfördes i testsyfte tillståndskontroller av typ regelbunden översyn av tre delar av Högdalens sjukhus, nämligen:

- invändigt, våning 1, rum 3001 till 3055
- utvändigt, tak
- utvändigt, fasader
- platsutrustning, våning 1, rum 3001 till 3055.

Utdrag ur rondlista framgår av bilaga 1. På rondlistan har antecknats de observationer som kontrollanten bedömt vara av intresse för underhållsplaneringen.

## 8.3 Erfarenheter från pilotprojektet

Totalt sett har pilotprojektet i stor utsträckning bekräftat att tillståndsbaserat underhåll kan tillämpas för fastigheter och att detta sannolikt är en väsentligt mer ekonomisk metod än de som tillämpas idag.

Därutöver har projektet givit oss följande praktiska erfarenheter:

1. En stor del av tillståndskontrollerna kan klaras med enkla, visuella metoder av en besiktningsman.
2. Kraven på besiktningsmannens kunskap och erfarenhet är högre än vad vi förväntade oss vid projektets start.
3. Utbildning av olika besiktningsmän erfordras för att ge en enhetlig bedömning.
4. Det administrativa systemets uppgift blir primärt att "adressera" besiktningsmannen till rätt plats vid rätt tidpunkt.
5. Objektiva, kvantifierbara mätmetoder erfordras ej i lika hög grad som i industrin och är samtidigt svårare att applicera.
6. Det krävs sannolikt smärre ändringar i organisation och arbetsmönster hos fastighetsförvaltningarna vid införandet av tillståndsbaserat underhåll.

## LITTERATUR

Adamson, B, Ahlgren, L, Bergström, S G & Nevander, L E, 1970 Byggnadstekniska fuktproblem. (Statens råd för byggnadsforskning) Programskrift 12, Stockholm.

Adamson, B, Ahlgren, L, Bergström, S G, Larsson, P-G & Mattsson, P-O, 1973, Fukt i golv och väggar. (Statens råd för byggnadsforskning) R11:1973, Stockholm.

Alberts, C & Strömberg, U, 1980, Skador på betongbalkonger. Uppföljning av tidigare utförda lagningar. CBI, rapport 2:80, Stockholm.

Alm, B, Eriksson, M & Lundberg, K, 1973, Stomska-  
dor på timmerhus. (Instit för konstruktionslära,  
KTH) Rapport nr 2 1973, Stockholm.

Ancker Holst, A & H, 1978, Årskostnader, kommunala byggnader. (Statens råd för byggnadsforskning) Projekt 770270-6, Stockholm.

Axén, B & Pettersson, B, 1979, Termografering. Kontroll av byggnaders värmeisolering. (Statens råd för byggnadsforskning.) T1:1979. Stockholm.

Bellander, U, 1977, Hållfasthet i färdig konstruktion. (CBI, Cement och betonginstitutet) CBI forskning 3:77. Stockholm.

Billgren, G & Grönlund, A, 1977, Träfönsters beständighet. (Statens råd för byggnadsforskning) R12:1977. Stockholm.

BPA, 1973, Byggteknisk information, 2/73 Uttorkning av betongplattor på mark, 3/73 Felanmälningar i bostadshus (BPA Byggproduktion AB) Stockholm.

BPA, 1974, Byggteknisk information, 1/74 Underhåll av fasader. (BPA Byggproduktion AB) Stockholm.

Bydemar, B, 1973, Bostadens kostnad och livslängd. Byggforum nr 2, 1973, sid 25-27.

Bågevik, K, 1979, Inventering av mätmetoder för rörelser i hus och mark. (Statens råd för byggnadsforskning) R88:1979. Stockholm.

Dahlberg, B, 1972, Skötsel och underhåll av flerfamiljshus. Byggforum nr 7-8, 1972, sid 10-12.

Danielsson, S, Jacobsson, S, Lind, O & Sjöblom, O, 1976, Effektiva metoder för reparations- och ombyggnadsmålning. (Statens råd för byggnadsforskning) R48:1976. Stockholm.

Edvardsson, N, 1978, Variationer i årskostnader för installationer i kommunala byggnader. (Statens råd för byggnadsforskning) R45:1978. Stockholm. 98 s.

Edvardsson, N, Lindgren, S, 1972. Bedömning av installationer i moderniseringsfastigheter. (Statens råd för byggnadsforskning) Stockholm. 150 s (stencilutgåva)

Engström, L & Ström, U, 1979, Försöksverksamhet med besiktning av befintliga byggnader. (Avser energihushållning) (Statens råd för byggnadsforskning) R107:1979. Stockholm.

Eriksson, M & Hansson, T, 1974, Stenhus i Stockholm 1850 - 1920. (Instit för konstruktionslära, KTH) Rapport nr 4, 1974. Stockholm.

Eriksson, R, 1979, Förebyggande av vattensador. Byggnadsindustrin nr 8, 1979, sid 48-49. Stockholm.

Fredriksson, B, 1975, Minskade kostnader genom rationellare fastighetsskötsel. Byggmästaren nr 8, 1975, sid 26-29. Stockholm.

Hallquist, Å & Sneck, T, 1975, Byggteknisk undersökning ger underlag för sanering. Byggmästaren nr 8, 1975, sid 20-22. Stockholm.

Hedén, S, 1976, Drift och underhåll av fastigheter (Esselte Studium AB). 120 s

Hedén, S, 1978, Underhållsplanen företagets viktigaste styrinstrument. Byggmästaren nr 11, 1978, sid 9-11, Stockholm.

Holmberg, Å, 1980, Mottagningskontroll av färdiga byggnader. Nordisk Betong nr 2, 1980, sid 21-25.

Holmström, I & Sandström, C, 1972, Underhåll av gamla hus. (Statens råd för byggnadsforskning) B10:1972. Stockholm.

Jansson, J & Sjöström, C, 1979, Fabrikslackerad plåt, åldrande och provningsmetoder. (Statens institut för byggnadsforskning) M79:10. Gävle.

Johansson, L, 1977, Besiktning och lagning av betongbalkonger. Preliminära rekommendationer. CBI. Rekommendation 1:77. Stockholm.

Johansson, L & Petersons, N, 1980, Besiktning av betongbalkonger. CBI. Rekommendation 1:80. Stockholm.

Juhlin, L & Nyman, B, 1975, Långsiktplanering av fastighetsunderhåll. (Statens råd för byggnadsforskning) R33:1975. Stockholm.

Juhlin, L & Kylsten, L, 1979, Brukstider och livslängder. (Statens råd för byggnadsforskning) Förstudie för BPA, febr 1979. Stockholm.

Juvén, K, 1973, Klassifikationssystem för periodiskt underhåll av fastigheter. (Statens råd för byggnadsforskning) R31:1973. Stockholm. 136 s

Juvén, K, 1977, Rationellare fastighetsunderhåll. (Statens råd för byggnadsforskning) R4:1977. Stockholm. 94 s

Juvén, K, 1978, Höga underhålls- och driftskostnader. Byggmästaren nr 5, 1978, sid 6-8. Stockholm.

Juvén, K, 1979, Visst kan vi bygga förvaltningsanpassat. Byggmästaren nr 7-8, 1979, sid 19-21. Stockholm.

Jönson, K, 1972, Mätmetoder för oförstörande skiktjockleksmätningar. Mekanresultat 72008.

Korrosionsinstitutet, 1979, Korrosion i byggnader. Bulletin nr 86, 1979. Stockholm.

Känngård, B, Jansson, H & Wennerblom, A, 1978, Val av material och konstruktionslösningar minskar drift- och underhållskostnader i barnstugor. (Statens råd för byggnadsforskning) R79:1979. Stockholm.

Lewowicki, K, 1977, Instrument och hjälpmedel för tillståndskontroll. (Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik, Tekniska Högskolan i Linköping). Linköping.

Lierud, S & Lind, O 1980, Utveckling av ett beskrivningssystem för ombyggnadsmålning. (Statens råd för byggnadsforskning). Pilotstudie. R40:1980, Stockholm.

Lindh, B m fl, 1978, Projektera för förvaltning.

Ett exempel på verksamhetssystem för ett bostadsföretag. (Statens råd för byggnadsforskning) R41:1978. Stockholm.

Lindén, A, 1979, Produktredovisning av byggvaror krav från fastighetsförvaltare. Byggmästaren nr 7-8, 1979, sid 14-17. Stockholm.

Nielsen, O, 1977, Operation and maintenance of the technical installations in building. SBI-rapport 100 (Statens byggeforskningsinstitut, Danish Building Research Institute) Köpenhamn. 246 s

Nilsson, C, 1979, Teknisk metod för mätning av nötningssegenskaper. (Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik. Sveriges lantbruksuniversitet) Rapport 7. Lund.

- Nilsson, L-O, 1977, Fuktproblem vid betonggolv. (Avd för byggnadsmateriallära, Lunds tekniska högskola) Rapport TVBM-3002, 1977. Lund.
- Nilsson, S, 1978, Papp som tätskikt. Byggmästaren nr 12, 1978, sid 20-22. Stockholm.
- Nuder, A, 1971, Byggnaders ekonomiska brukstid. Väg- och Vattenbyggaren nr 12, 1971, sid 463-466. Stockholm.
- RO-gruppen, 1978, Rationellare ombyggnad, 3-kalkylmetod för val av moderniseringsåtgärder. (Statens råd för byggnadsforskning) R69:1978. Stockholm.
- Saretok, V, 1976, Underhåll och reparation av putsade och oputsade murverksfasader. (Statens råd för byggnadsforskning) R14:1976. Stockholm.
- SIS 185111, Europeisk rostgradsskala för rostskyddsfärger.
- Sixtensson, R, 1978, Träfönster i gamla hus. (Statens råd för byggnadsforskning) T9:1978. Stockholm.
- SPRI, 1973, Principer för förebyggande underhåll av anläggningar och utrustning. (SPRI, Sjukvårdens och socialvårdens planerings- och rationaliseringsinstitut) Råd 7.1. Stockholm.
- SPRI, 1974, Markanläggningar vid sjukhus. Instruktioner för skötsel och underhåll. (SPRI) Råd 7.3. Stockholm.
- SPRI, 1975, Långtidsplanerat fastighetsunderhåll. (SPRI) Råd 7.4. Stockholm.
- SPRI, 1976, Långtidsplanerat fastighetsunderhåll. Provplanering vid Centrallasarettet i Eskilstuna. (SPRI). Stockholm.
- SPRI, 1977, Underhåll av anläggningar och utrustning. (SPRI) Råd 7.2. Stockholm.
- SPRI, 1977, Driftekonomi för installationer - periodisk funktionskontroll. Råd 7.7 (SPRI) Stockholm. 42 s
- SPRI, 1978, Genomförande av långtidsplanerat fastighetsunderhåll. S 114. (SPRI) Stockholm. 138 s
- Victorin, G, 1966, Fuktmätningar i trähus. (Statens institut för byggnadsforskning) Rapport 44:1966. Stockholm.



## BILAGA 1

Exempel ur rondlista

Bilaga 1:1

Rondlista vecka 197946

R O N D L I S T A

80-06-19 SID 1

VECKA: 197946 RONDNR: 6000 - 6009

MÄNGD SORT ANMÄRKNINGAR

4000 M2

YTTERTAK DEL 1-9, FALSAD MÅLAD PLÅT,  
I RÄNNOR CU-PLÅT

INNEH. SKORSTEN, VENT-HUVAR, RÖRSTOSAR,  
TAKLUCKOR, RÖKLUCKOR, BRUNNAR. R:A2.9, A13.1

INTERVALL

104

ÖVERSYN YTTERTAK ALLMÄNT: 104

PLÅTSKIKT: FLAGNING, KORROSION, TÄTHET FOGAR  
ANSLUTNING MOT RÄNNOR: TÄTHET, GALVANISK  
KORROSION

TAKLUCKOR: INFÄSTNING, TÄTHET, FUNKTION  
NOCKRÄCKE: INFÄSTNING, TÄTHET I INFÄSTNING,  
KORROSION

RÖRSTOSAR: TÄTHET

VÄGGPARTIER: INFÄSTNING, TÄTHET VIND OCH REGN  
RÄNNOR OCH BRUNNAR: UPPDÄMMNINGAR

6001 YTAK 6001

YTTERTAK DEL 1

INNEH. SKORSTEN, DELVIS TAKTÄCKNING MED CU-PLÅT

50 M2

SKORSTEN:

Överbeslag (bly): sluter ej  
tätt mot cu-plåt vid sidor  
tätas.

INTERVALL

ÖVERSYN SKORSTEN UTVÄNDIGT:

104

Infästning matepparater:  
Ötät. Packning och bly-  
skydd åtgärds.

PLÅT- OCH BLYAVTÄCKNING: YTSKIKT, INFÄSTNING,  
TÄTHET

APPARATSKÅP: INFÄSTNING, TÄTHET VID D:O

SKORSTENSBRYGGA: INFÄSTNING, ROSTSKYDD

SKORSTENSBRYGGA:

Kraftig gravrost  
Hålas om.

80-06-19 SID 2

## R O N D L I S T A

KIT

VECKA: 198146 RONDNR: 6000 - 6009

KAT: BTAK FÖRETAG:-

MÄNGD SORT ANMÄRKNINGAR

INTERVALL

104 Takyta:

Kraftigt rostangrepp östra  
hörn. Plåtar närmast  
3-6 plåtar närmast  
skrovet byts.

BENÄMNING

TILLSTÅNDSKONTROLLER:

ÖVERSYN YTTERTAK ALLMÄNT:

PLÅTSKIKT: FLAGNING, KORROSION, TÄTHET FOGAR  
ANSLUTNING MOT RÄNNOR: TÄTHET, GALVANISK  
KORROSION  
TAKLUCOR: INFÄSTNING, TÄTHET, FUNKTION  
NOCKRÄCKE: INFÄSTNING, TÄTHET I INFÄSTNING,  
KORROSION  
RÖRSTOSAR: TÄTHET  
VÄGGPARTIER: INFÄSTNING, TÄTHET VIND OCH REGN  
RÄNNOR OCH BRUNNAR: UPPDÄMNINGAR

6002 YTAK 6002 YTTERTAK DEL 2

TILLSTÅNDSKONTROLLER:

ÖVERSYN YTTERTAK ALLMÄNT

INTERVALL

104

PLÅTSKIKT: FLAGNING, KORROSION, TÄTHET FOGAR  
ANSLUTNING MOT RÄNNOR: TÄTHET, GALVANISK  
KORROSION  
TAKLUCOR: INFÄSTNING, TÄTHET, FUNKTION  
NOCKRÄCKE: INFÄSTNING, TÄTHET I INFÄSTNING,  
KORROSION  
RÖRSTOSAR: TÄTHET  
VÄGGPARTIER: INFÄSTNING, TÄTHET VID VIND OCH REGN  
RÄNNOR OCH BRUNNAR: UPPDÄMNINGAR

6003 YTAK 6003 YTTERTAK DEL 3

425 M2

TILLSTÅNDSKONTROLLER SOM FÖR FÖREGÅENDE

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

40

42

44

46

48

50

80-06-19 SID 3

## R O N D L I S T A

KIT

6

VECKA: 198146 RONDNR: 6000 - 6009

KAT: BTAK FÖRETAG:-

2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
OBJEKT: HÖGDALEN	PLANTYP:-	KAT: BTAK FÖRETAG:-	VECKA: 198146 RONDNR: 6000 - 6009	BENÄMNING	MÄNGD SORT	ANMÄRKNINGAR																		
6004	YTAK 6004	YTERTAK DEL 4		765 M2		Eternitvägg; Vatten- färdig fasad del 17 vid tak. Denna kontroll in- tyllst. Yttertak vind, för ev. Yttertak.																		
6005	YTAK 6005	YTERTAK DEL 5		120 M2																				
6006	YTAK 6006	YTERTAK DEL 6		425 M2																				
6007	YTAK 6007	YTERTAK DEL 7		765 M2																				
6008	YTAK 6008	YTERTAK DEL 8		425 M2																				
6009	YTAK 6009	YTERTAK DEL 9		80 M2																				
LISTA SLUT																								









2	Bilaga 1:2				
4	Rondlista vecka 197951				
6	KIT		80-08-05	SID 4	
	R O N D L I S T A				
8	OBJEKT: HÖGDALEN	PLANTYP: -	KAT: F	FÖRETAG: -	VECKA: 197951 RONDNR: 3001 - 3055
10	RONDNR ENHET	BENÄMNING			MÄNGD SORT ANMÄRKNINGAR
12	3011 RUM 3011	TOALETT			3 M 2
14		INNEH. UTRUSTN. ENL xx (7) C			
		TH = 2,40 M R: A2.5, A3.10			
16	TILLSTÄNDSKONTROLLER SOM FÖREGÅENDE				
18					
20					
22					
24					
26					
28					
30					
32					
34					
36					
38					
40					
42					
44					
46					
48					
50					

*Jackströmning  
F-don just nu  
Fackningsskytte  
biff, i skåpet  
tillandane*

## BILAGA 2

Exempel ur handbok

## BILAGA 2.1 Exempel ur handbok

TEXT NR: 5/6.3

TEXT: Platsutrustning i allm.rum

Elkopplare, eluttag, elradiator, F-don, Glödlampsarmatur, lysr. armatur, vattenradiator, radiatorventil, radiatortermostat, T-don, Ö-don.

ANVISNINGAR: Mekaniska skador kontrolleras genom okulärbesiktning.

Fastsättning i vägg eller tak kontrolleras för elkopplare, eluttag, från-, till- och överluftdon, ljusarmaturer och radiatorer.

Tätheten mot vattenläckage kontrolleras för radiatorers anslutningar och ventiler.

Radiatorventilernas rörlighet kontrolleras.

Radiatortermostaternas funktion kontrolleras genom omställning. Eventuella känselkroppars fastsättning kontrolleras.

Ventilationsdonen kontrolleras med avseende på försmutsning.

Personalen intervjuas angående vvs-anläggningens funktion.

Rumstemperaturen mäts. Rumstemperaturen skall ej överstiga 23°C då värmebehov föreligger och den interna värmeutvecklingen är normal. Vid högre temperatur åtgärdas värmesystemet.



## BILAGA 2.2 Exempel ur handbok

TEXT NR: 58.01

TEXT: Kontrollera styrventilens funktion och kondition genom omställning av temperaturen. Kontrollera ventiler och rör m.a.p. läckage. Kontrollera att temperaturen på utgående luft är  $+18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

ANVISNINGAR: Kontakttermometer nyttjas för temperaturkontroll.

## BILAGA 3

Bildskärm, exempel ur fastighetsregistret

## BILAGA 3 Bildskärm, exempel på fastighetsregister

Nedan ges exempel på redovisningen på bildskärmen vid nedbrytning av yttertaget på Högdalens sjukhus (nivå 2, 3 och 4) till den nivå till vilken tillståndskontrollen finns kopplad (nivå 4).

```

REGISTRERA STRUKTUR                                K I T   RS010
RUTIN ..      NY ÄNDRA BORT  Å
OBJEKT H      BENÄMN HÖGDALENS SJUKHUS
ENHET         LANGVARD

BESTAR AV

ORD NR 08
ENHET  YTAK   BENÄMN YTTERTAK   SKORSTENAR VENT- SKORSTENAR RÖR-
STOSAR TAK- RÖK- LUCKOR RANNOR BRUNNAR
R: A2.9

MÄNGD 0000004000 SORT M2           KLASSIFICERING 1 -
                                           2 30
                                           3 -

TK-FINNS J           RONDVAG           006000

```

Fig 9:1 Text på bildskärm fastighetsregistret nivå 2 yttertak, jmf fig 8.1.

```

REGISTRERA STRUKTUR                                K I T   RS010
RUTIN ..      NY ÄNDRA BORT  Å
OBJEKT         BENÄMN YTTERTAK   SKORSTENAR VENT- SKORSTENAR RÖR-
ENHET  YTAK   STOSAR TAK- RÖK- LUCKOR RANNOR BRUNNAR
R: A2.9

BESTAR AV

ORD NR 08
ENHET  YTAK 6007 BENÄMN YTTERTAK

R: A2.10 A13.1

MÄNGD 0000000765 SORT M2           KLASSIFICERING 1 -
                                           2 -
                                           3 -

TK-FINNS N           RONDVAG           006007

```

Fig 9:2 Text på bildskärm fastighetsregistret nivå 3 yttertak del 07, jmf fig 8.1.

```

REGISTRERA STRUKTUR                                K I T   RS010
RUTIN ..      NY ANDRA BORT  Å
OBJEKT        BENÄMN YTTERTAK
ENHET  YTAK 6007
                                                    R: A2.10 A13.1

BESTAR AV

ORD NR 01
ENHET  TAK 6007  BENÄMN TAKBEKLÄDNAD  PLAT
                        KOPPARPLAT MELLAN STANDRANNA OCH YTTERTAKT TAK
                                                    R: A2.9

MANGD 0000000765 SORT  M2          KLASSIFICERING 1 TAKBEKL
                                                    2 34.7
                                                    3 M.11

                        TK-FINNS J          RONDVAG          006007

```

Fig 9.3 Text på bildskärm fastighetsregistret nivå 4 takbeklädnad, plåt, jmf fig 8.1.

```

TILLSTANDSKONTROLL  NY ANDRA BORT  Å                                K I T   RS030
ENHET  TAK 6007  BENÄMN TAKBEKLÄDNAD  PLAT
                        KOPPARPLAT MELLAN STANDRANNA OCH YTTERTAKT TAK
                                                    R: A2.9

TEXTNR 34.75      TEXT  ÖVERSYN AV YTTERTAKETS PLATYTOR

                        FLAGNING- MALNING
                        YT- OCH DJUPROST- PLAT
                        TÄTHET, INFÄSTNING- FALSAR, ANSLUTNINGAR
                        KORROSION AV RÖKGASER NÄRA SKORSTENEN
                        GALVANISK KORROSION- ANSLUTNING FU/CU

DATUM 197946      FÖRETAG UH
KATEG BTAK        INTERV 0104
TIDSATG 3         KOSTNAD 0          PLANTYP 2

```

Fig 9.4 Text på bildskärm, tillståndskontroll 34.75 kopplad till takbeklädnad, plåt.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780399-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till Kjessler &  
Mannerstråle AB, Stockholm.**

**R153: 1980**

**ISBN 91-540-3381-0**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700253**

**Abonnemangsgrupp:  
T. Fastighetsförvaltning**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**