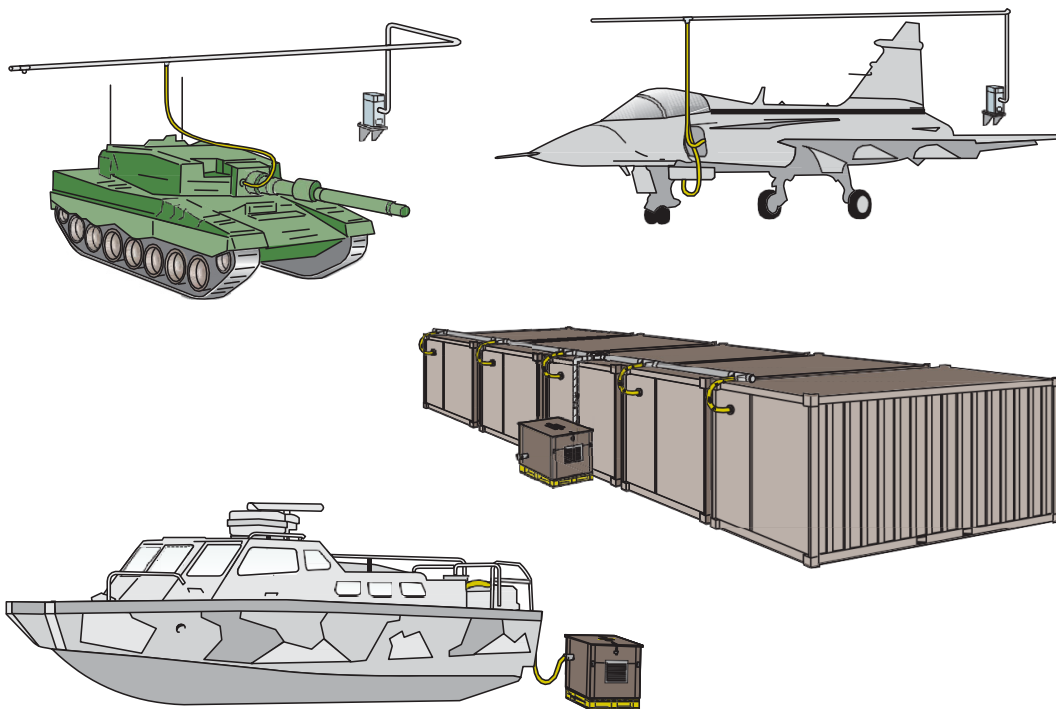




Avfuktningsteknisk materielhandbok (ATH)

Avfuktningsteknisk materiel- handbok (ATH)

M7786-010301

HDB AVFUKTNTEKNISK

Fastställd jämlikt: FMV Verko Log Logled 19FMV3511-1:1

Utgåva: 2019:1

Distribution via: MVIF Online (<http://www.mvif.se/>)

AVFUKTNINGSTEKNISK MATERIELHANDBOK

INNEHÅLL

1 Inledning	1
1.1 Sammanfattning - Avfuktning av materiel i förråd och i bruk	1
1.2 Bakgrund - Historik	3
2 Luftens fuktighet	5
2.1 Allmänt	5
2.1.1 Storheter i diagrammet	8
2.2 Mollierdiagrammet för fuktig luft (HX-diagrammet)	10
2.3 Exempel på användning av HX-diagrammet	12
3 Fuktens skadeverkningar	13
3.1 Allmänt	13
3.2 Korrosion	14
3.3 Försämrade egenskaper hos hygroskopiska material	17
3.4 Skadlig aktivitet hos mikroorganismer	19
3.5 Ozon	20
4 Ändring av fuktmiljön	21
4.1 Allmänt	21
4.2 Värmning	21
4.3 Avfuktning	21
4.3.1 Dynamisk avfuktning	21
4.3.2 Kondenseringsavfuktare	22
4.3.3 Sorptionsavfuktare	22
4.3.4 Statisk avfuktning	22
4.3.5 Luftens tillståndsförändring	23
5 Avfuktningsmetoder	25
5.1 Allmänt	25
5.2 Tillämpning	26
5.3 Slutet system	26
5.4 Öppet system	27
5.5 Statisk avfuktning	28
5.6 Val av system	28

6	Dynamisk avfuktning	29
6.1	Allmänt	29
6.2	Avfuktare	29
6.2.1	Grundutförande	29
6.2.2	Värmeåtervinnare, intern	30
6.2.3	Värmeåtervinnare, extern	30
6.2.4	Avfuktare med varmvattenregenerering	31
6.2.5	Luftkyld kondensor	31
6.2.6	Typer och storlekar	32
7	Statisk avfuktning	33
7.1	Allmänt	33
8	Instrument	37
8.1	Allmänt	37
8.1.1	Psykometer typ Assmann	37
8.1.2	Manometrar	38
8.1.3	U-rörsmanometer typ BG-2	38
8.1.4	Elektroniskt kombinationsinstrument	39
8.1.5	Mätvärdessamlare	41
8.1.6	Mätutrustning för luftmiljö	42
9	Reglerutrustning	47
9.1	Allmänt	47
9.2	Hygrostat	47
9.2.1	Allmänt	47
9.2.2	Hygrostat typ HMM M 2805-104010	47
9.2.3	Hygrostat typ RH-15 M2805-106010	48
9.2.4	Elektronisk hygrostat	50
9.2.5	Elektronisk hygrostat RH-4000 M2805-205010	51
9.2.6	Elektronisk hygrostat RH-98	51
9.3	Elektronisk proportionell fuktreglering	52
9.3.1	Allmänt	52
9.4	Fuktindikatorer	53
9.4.1	Allmänt	53
9.5	Indikerpapper	54
9.6	Indikerkort	55
9.7	Torkpatron	55
10	Avfuktningsanläggningar	57
10.1	Dynamisk avfuktning	57
10.1.1	Allmänt	57
10.1.2	Slutet system	63

10.1.3	Öppet system	70
10.1.4	Statisk avfuktning	78
10.1.5	Exempel på avfuktningssystem	79
11	Materiel i bruk	83
11.1	Allmänt	83
11.2	Projektering	86
11.2.1	Dimensionering	86
11.2.2	Utförande	88
11.2.3	Utförande för anläggningar med större effektanslutningar	97
12	Byggnation och underhåll av avfuktningssystem	101
12.1	Tekniskt utförande	102
12.2	Dokumentation	102
12.3	Leveranskontroll	102
12.4	Helavfuktade förråd	103
12.5	Avfuktning i ventilationssystem	104
12.6	Objektsvis avfuktning i skärmtak och i helavfuktade förråd	105
12.7	Kassunavfuktning	109
12.8	Säkerhetsgodkännande	110
13	Krav vid utveckling av materiel som ska avfuktas .	111
13.1	Krav vid upphandling - avfuktning och förvaring	111
13.1.1	MARKMATERIEL - Stridsfordon - Stabsfordon - Tunga vapen	111
13.1.2	SJÖMATERIEL - Ytfartyg - Undervattensbåtar	112
13.1.3	FLYGMATERIEL - Flygplan - Helikoptrar	113
14	Ekonomi	115
14.1	Allmänt	115
14.2	Besparingar	116
14.3	Fördelar	116
14.4	Kostnader	117
14.4.1	Driftskostnad	117
14.4.2	Underhållskostnader	121
14.5	Sammanfattning	121
15	Instruktion för packning vid internationella insatser - Korrosionsskydd - Beställning av materiel	123
15.1	Inledning	123
15.1.1	Exempel på materiel som ska korrosionsskyddas - Avfuktas	124

15.1.2	Ångfasinhibitorer och statisk avfuktning ska användas enligt följande:	125
15.1.3	Statisk avfuktning	126
15.1.4	Vpcl material, ångfasinhibitorer	126
15.1.5	Beställning	127
15.1.6	Avfuktningssatser	127
1	Fuktigheten utomhus	1
2	Fuktigheten utomhus	1
3	Storheter i beräkningsformler	1
4	Årlig översyn avfuktningssystem	1
4.1	Avfuktare	1
4.2	Avfuktningssystem	1
4.3	Reglersystem	2
4.4	Mätresultat	2
5	Avfuktningssystem öppet system	1
5.1	Erforderliga komponenter	1
6	Avfuktningssystem slutet system	1
6.1	Erforderliga komponenter	1
7	Beräkning via PC	1
7.1	Avfuktare i slutet system	1
7.1.1	Med 1-stegs hygrostaterreglering	1
7.1.2	Med proportionell reglering	2
8	Bruksanvisning för avfuktningssats	1
8.1	Allmänt	1
8.2	Monteringsanvisningar	2
8.2.1	Montering av satsen för avfuktning av containrar	2
8.2.2	Montering av satsen för avfuktning av fordon	5
8.3	Tillsyn av avfuktningssystem	8
8.3.1	Fortlöpande tillsyn	8
8.3.2	Översynsintervall	8
8.4	Materielförteckning för sats M8236-111010 AVFUKTNING 5 CONT/S	9

AVFUKTNINGSTEKNISK MATERIELHANDBOK

1 Inledning

I denna handbok beskrivs betydelsen av korrekt förvaring av materiel samt dess fördelar, verksamhetsmässigt och ekonomiskt. Det framgår även vilken materiel som ska avfuktas.

Denna handbok vänder sig i första hand till den personal inom Försvarsmakten och Fortifikationsverket, som skall medverka vid projektering och byggnation av nya avfuktningssystem och som arbetar med kontroll av avfuktningssystem.

Den vänder sig också till dem som har det övergripande tekniska eller ekonomiska ansvaret för försvarets materiel och anläggningar, samt i viss mån till övriga i Försvarsmakten som använder materiel och medverkar vid förvaring av denna.

1.1 Sammanfattning - Avfuktning av materiel i förråd och i bruk

Mer detaljrik information framgår i första hand av kapitel 10 och 11.

Långtidsförvarad materiel (>1 år) och som förvaras i s.k. mobiliseringsförråd, förvaras i helavfuktade förråd, eller i förråd med objektvis avfuktning. Endast enklare skrymmande materiel, såsom delar för broar, förvaras utomhus utan avfuktning.

Materiel i bruk vid utbildning och korttidsförvarad materiel, som har en torrluftsanslutning ska torrluftsas (avfuktas). Förvaringen sker under s.k. skärmtak med avfuktningssystem. Container och motsvarande kan även avfuktas vid s.k. avfuktningssystem som saknar tak. Torrluftsförvaring gäller även för materiel utan torrluftsanslutning som innehåller elektronik- och optikkomponenter vilka är känsliga för fuktpåverkan. Förvaringen kan ske i plutonsförråd och i container.

Följande materiel ska avfuktas vid förvaring:

- Hjälpfordon med sambandsutrustning i personalutrymmet eller i påbyggnader för strids- och eldledning, radar eller motsvarande.
- Bandvagnar.
- Hytter på lastbilar och arbetsmaskiner med moderna elektroniska styrsystem eller motsvarande.
- Funktions- och standardcontainer (även tomma standardcontainer).
- Stridsfordon

- Vapen
 - handvapen, lätta och tunga pjäser, robotar
- Sambandsmateriel:
 - monterade i ovanstående fordon
 - bärbara materiel
- Strids- och eldledningsmateriel:
 - monterade i fordon
 - bärbar materiel
- Elkraftsmateriel
- Fältarbetsmateriel (med motorer och elektronik)
- Skydds- och säkerhetsmateriel
- Reparations-, underhålls- och hanteringsmateriel
- Förläggings- och tältmateriel
- Minor och minmateriel
- Utombordsmotorer
- Sjukvårdsmateriel - instrument och apparater.
- Flygfarkoster - vissa flygplan, helikoptrar och UAV
- Fartyg och båtar, helt eller delvis
- Mekaniska verktyg
- Elektriska verktyg
- Mätverktyg
- Tryckluftverktyg
- Elektriska hjälppaggregat
- Elektronik
- Optik och Optronik
- Hydraulik
- Pneumatik Vapenmateriel
- Gummi
- Plast,
- Färg
- Fibermaterial

För materiel som förvaras i emballage märkt "T", "Tluft" eller "4", av typen Pelicase eller motsvarande krävs att lådan öppnas på glänt i syfte att möjliggöra luftcirkulation förutsatt att materielen förvaras i helavfuktad miljö.

En del större emballage har även anslutning för avfuktning, t.ex. motorer för fordon.

Elektrooptisk materiel ska förvaras med uttagna batterier.

Även om det beslutats om reduceringar av materielunderhållet för materiel, ska materiel i förråd och i bruk alltid avfuktas.

Ett långsiktigt mål är att all materiel förvaras i helavfuktade förråd, varvid tyngre materiel dessutom avfuktas objektsvis.

Materiel vid internationella insatser

Samma regler gäller vid internationella insatser som vid brukande och förvaring av materiel i Sverige. Utöver detta kan det finnas särskild regler, beroende på i vilket land som materielen används. Anpassning av dessa regler beslutas av FMV avfuktningsexperter.

Förvaring sker enligt direktiv i TO UF/UHP alt MVIF, kompletterat med de materielspecifika direktiv som finns i materielvårdsscheman för Förrådsställd materiel och materielvårdsscheman för Daglig- och Särskild tillsyn.

För flygsäkerhetspåverkande materiel finns krav på förrådsmiljö i LFL/LFU/LMF som måste följas.

1.2 Bakgrund - Historik

Sambandet mellan relativ fuktighet och korrosion påvisades redan under 1930-talet. Andra skadeverkningar orsakade av för hög relativ fuktighet blev också allt mer kända, till exempel mögel och försämrade egenskaper hos elektronisk utrustning.

Inom Försvaret insåg man då nödvändigheten av att hålla en låg relativ fuktighet vid långtidsförvaring av materiel. Man försökte att värma förråden.

Med hjälp av en hygrostat reglerade man uppvärmningen, så att den relativa fuktigheten i förråden var 45%. Metoden var i fler avseenden olämplig. Den var energikrävande, samtidigt som den relativa fuktigheten inne i materielen under lång tid hade för hög nivå. Man sökte då nya metoder och studerade bland annat möjligheten att avfukta förråden i stället för att värma upp dem.

Försvaret började använda i avfuktare i bergrumsanläggningar. Inom näringslivet fanns avfuktare främst inom läkemedel och kemisk-tekniska industrin.

Svenska marinen började redan 1947 att avfukta upplagda fartyg invändig. Metoden kom att benämnas som det "slutna systemet". Det visade sig emellertid vara svårt att på liknande sätt avfukta försvarets förråd och materiel, bl.a. på grund av brist på lämpliga förråd för avfuktning och brist på medel för att bygga lämpliga förråd.

Inom dåvarande Kungl. Armétygförvaltningen, föregångaren till Försvarets Materielverk, startades därför ett utvecklingsarbete som år 1955 resulterade i en ny metod, det "öppna avfuktningssystemet".

Den nya avfuktningstekniken, kallad "Torrluftsmetoden", introducerades som en standardmetod inom det svenska Försvaret 1958. Det slutna avfuktningssystemet och tekniken för statisk avfuktning vidareutvecklades.

Användningsområden för avfuktning, avfuktare med tillhörande tillbehör, reglersystem och beräkningsmetoder utökades och vidareutvecklades, dels i förhållande till ny teknik och dels i förhållande till att mer kvalificerat materiel används inom försvaret. Metoderna för förrådsställning krävde också förändringar av avfuktningstekniken.

Från 1960-talet fram till mitten på 1990-talet kom allt mer av den tekniskt kvalificerade materielen att förvaras i flera tusen förråd som var delvis avfuktade, genom det slutna systemet och genom det öppna systemet för tung materiel. Beroende på att mängden stridande enheter började reduceras, beslöt Försvarsmakten - FM, att förrådsställningen skulle vara fredsrationell, vilket gjorde att en stor mängd små förråd, för ett eller två kompanier, ersattes med stora helavfuktade förråd.

Genom de goda erfarenheterna av avfuktning för förrådsställd materiel beslöt HKV, att den materiel som används för utbildning ska avfuktas under övningsuppehåll, t.ex. under nätter och veckoslut.

FM internationella uppdrag i flera världsdelar, har visat att materielen utsätts för både höga och låga temperaturer, likväl som hög luftfuktighet. FM materiel behöver därför avfuktas både på s.k. basområden och observationsplatser.

Under de senaste åren har energibesparingen kommit i fokus, så även inom detta område kan avfuktare med utrustning för energibesparing och kombinerade avfuktningssystem och ventilationssystem bidra till kraftig reduktion av energiförbrukningen.

Denna handbok vänder sig i första hand till den personal inom Försvarsmakten och Fortifikationsverket, som skall medverka vid projektering och byggnation av nya avfuktningssystem och som arbetar med kontroll av avfuktningssystem. Den vänder sig också till dem som har det övergripande tekniska eller ekonomiska ansvaret för försvarets materiel och anläggningar.

Regler för avfuktningsteknikens tillämpning vid förvaring av olika slags materiel, återfinns på MVIF online (www.mvif.se) och PRIO.

2 Luftens fuktighet

2.1 Allmänt

Luft är en blandning av olika gaser. Denna gasblandning har som huvudkomponenter ca 77% kväve, 21% syre, 1% argon och 0.03% koldioxid men innehåller även ett flertal andra gaser. Några av dessa, t ex vattenånga, vars mängd varierar mellan 0.001-0.1% beroende på årstid och ozon är trots sin ringa mängd av stor betydelse.

Vattenångan är en av de viktigaste. Den är bl a fundamental för de atmosfäriska processerna och dess roll i tekniska sammanhang är påtaglig.

Denna gasblandning kallas fuktig luft. Fuktighet tillförs atmosfären oavbrutet genom vattnets avdunstning från jordytan. Denna avdunstning sker huvudsakligen från hav, sjöar, vattendrag och vegetation. Genom nederbörd och kondensation återförs sedan vatten till jordytan. Vattnet beskriver således ett ständigt kretslopp och atmosfären innehåller därför alltid vattenånga i varierande mängd. I luften förekommer dessutom fuktighet i form av små vattendroppar eller iskristaller synliga såsom moln, dimma eller dis.

Genom tyngdkraften utövar luften ett tryck som avtar med höjden över jordytan. Lufttrycket är lika med summan av de enskilda gasernas deltryck.

Vattenångans tryck är beroende av mängden vattenånga i luften. Ju högre temperatur luften har, desto mer vattenånga kan den innehålla. Vid varje temperatur kan luften innehålla en maximal mängd vattenånga - mättningsmängd - och ha ett högsta ångtryck - mättningstryck.

Vanligen innehåller luften inte så mycket vattenånga att mättnad och mättningstryck råder. Luftens fuktighetsgrad uttrycks då i "relativ fuktighet".

Relativ fuktighet (RF) definieras som förhållandet mellan det rådande ångtrycket och mättningstrycket vid samma temperatur och uttrycks vanligen i procent.

j

$$= 100 \cdot \frac{p}{p_s}$$

 j = relativ fuktighet p = vattenångans tryck p_s = vattenångans mättningstryck

För varje lufttillstånd finns en viss temperatur, “daggpunktstemperaturen”, vid vilken vattenången kondenserar och relativa fuktigheten är 100%. Daggpunkten definieras som den temperatur till vilken luften måste kylas för att kondensation skall ske.

Temp. -5° till +70°C. Fuktig luft av 101 Pa. 760 mm Hg.

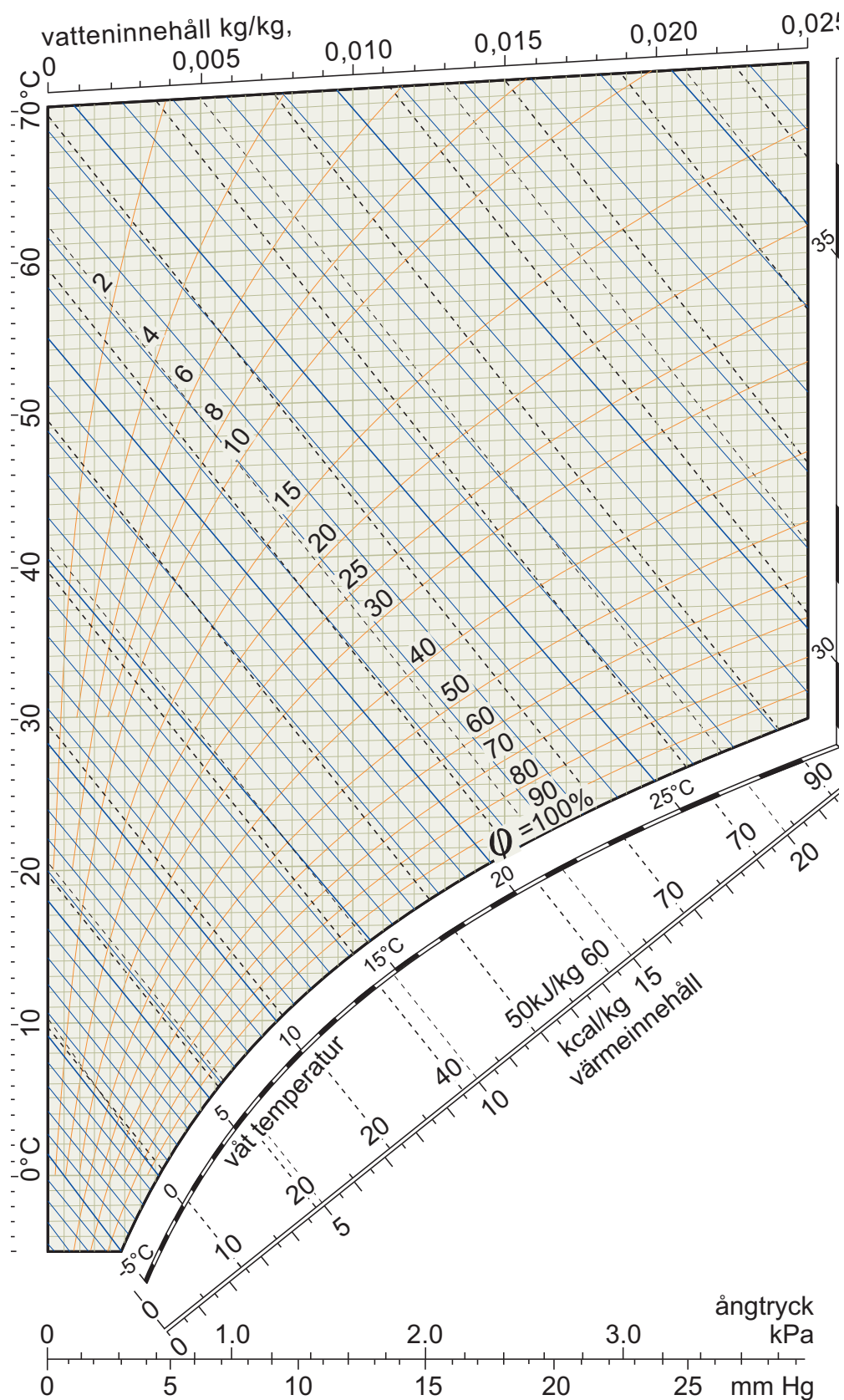


Bild 1. HX-diagram

2.1.1 Storheter i diagrammet

Bild 2 till Bild 7 visar de olika storheterna i HX-diagrammet var för sig.

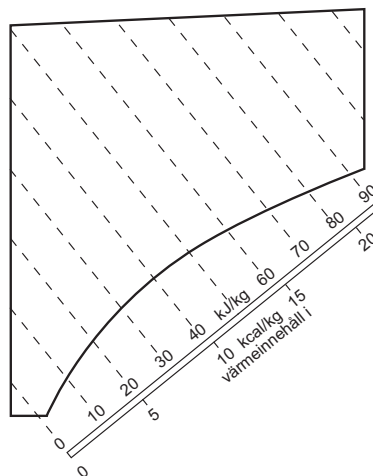


Bild 2. Värmeinnehåll, kJ/kg torr luft

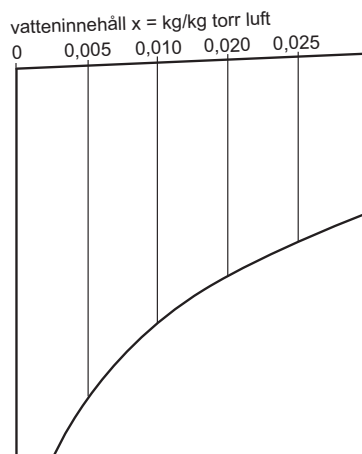


Bild 3. Vatteninnehåll, kg/kg torrluft

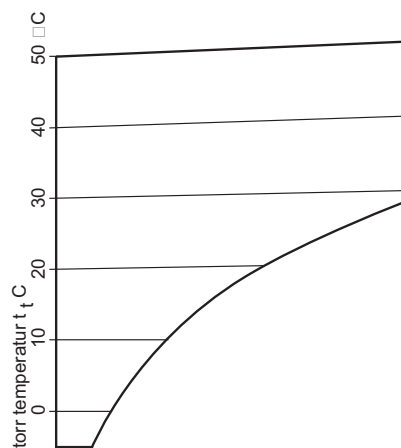
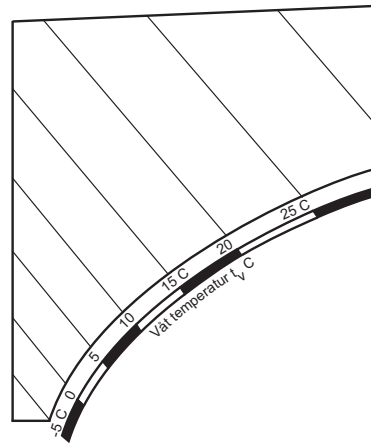
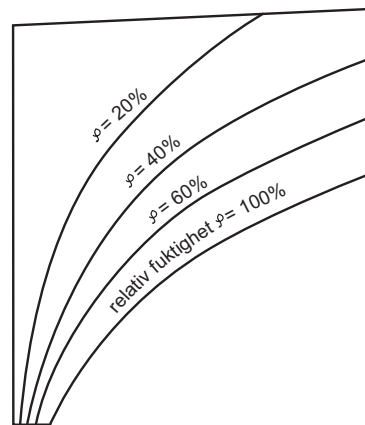
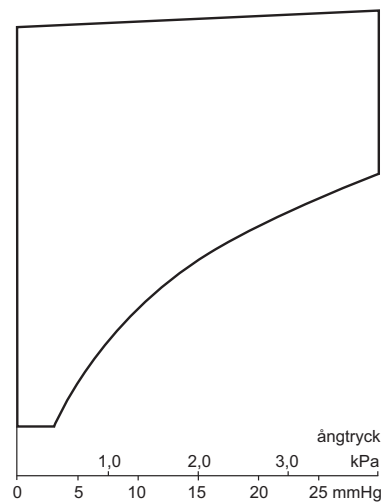


Bild 4. Torr temperatur, °C

*Bild 5. Våt temperatur, °C**Bild 6. Relativ fuktighet, %**Bild 7. Ångtryck, kPa*

2.2 Mollierdiagrammet för fuktig luft (HX-diagrammet)

Inom tekniken används ett flertal diagram som kallas Mollierdiagram. Diagrammet skisserades först av tysken Rickard Mollier 1923 och finns i olika versioner. Diagrammet är ett av de viktigaste hjälpmedlen inom luftbehandlingstekniken och kallas även HX-diagram, där "i" representerar värmeinnehållet och "x" vatteninnehållet i luften. Diagrammet (*Bild 1*) är konstruerat för ett konstant lufttryck av 101 kPa.

Storheterna i diagrammet är:

- i = värmeinnehåll, kJ/kg torr luft
- x = vatteninnehåll, kg/kg torrluft
- t_t = torr temperatur, °C
- t_v = våt temperatur, °C
- j = relativ fuktighet, %
- p = ångtryck, kPa

Om vi för ett visst lufttillstånd känner värdet på två storheter, kan vi avläsa värdet på de övriga i diagrammet.

Torr och våt temperatur är ett sätt att mäta och därför vanliga ingångsvärdena. Även Torr temperatur i kombination med Relativ fuktighet är ett vanligt sätt att få nödvändiga ingångsvärden.

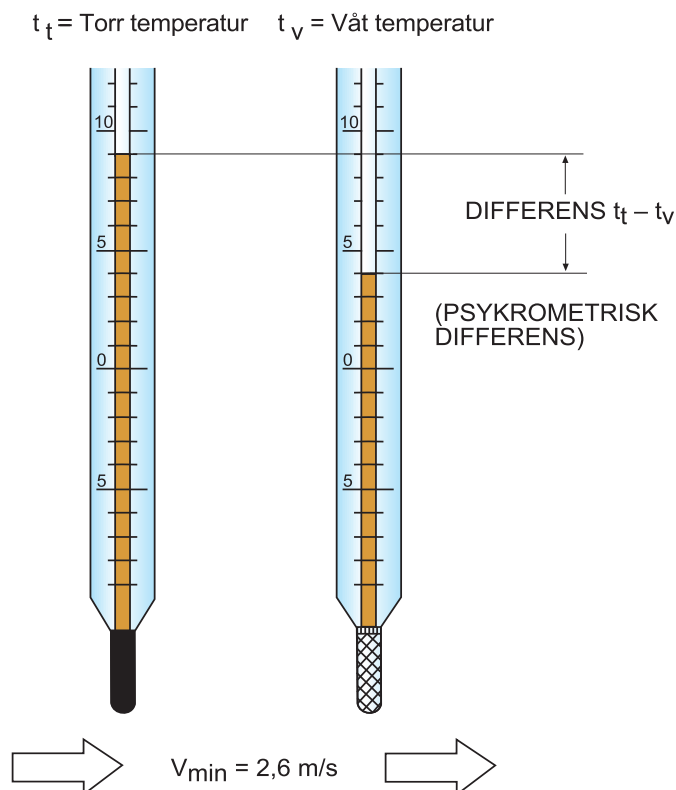


Bild 8. Torr och våt temperatur

Mätningen av torr och våt temperatur utförs med två kvicksilvertermometrar placerade bredvid varandra (*Bild 8*). För att mätningen skall bli tillförlitlig måste termometrarna skyddas mot värmestrålning och omspolas av luft, varvid lufthastigheten för den våta termometern bör vara min 2,6 m/s. Den torra temperaturen t_t framgår av den vänstra termometern på *Bild 8*. Den högra termometers kvicksilverkula är försedd med en gasväv (strumpa), som fuktats med destillerat vatten. När luften passerar den fuktiga strumpan kommer vatten att avdunsta till luften. För avdunstningen åtgår värme som i första hand tas från vattnet i strumpan. Den våta termometern kommer då att kylas och visa en lägre temperatur än den omgivande luftens. Senare när ett jämviktsstillstånd inträtt tas värme från den förbiströmmande luften.

Ju torrare den förbiströmmande luften är desto mer vatten avdunstar och desto lägre temperatur kommer den våta termometern att visa.

Är luften mättad med vattenånga sker ingen avdunstning, den torra och våta termometern kommer då att visa samma temperatur.

Med de uppmätta värdena t_t och t_v erhålls en skärningspunkt i diagrammet. Från denna skärningspunkt kan värdet av de andra storheterna för det aktuella lufttillståndet bestämmas.

HX-diagrammet har konstruerats med hänsyn till att mätningstrycket är lägre över is än över vatten. HX-diagrammet kan därför användas även när mätning med våt termometer utförs vid temperaturer under fryspunkten, då termometern är isbelagd.

Mätnoggrannheten blir mindre än vid mätning över fryspunkten. Vid mycket låga temperaturer blir värdena mycket osäkra.

Mätning av torr och våt temperatur utförs bäst med en Assmann Psykrometer. I psykrometern får man en tillräcklig hög och konstant lufthastighet över termometrarna med hjälp av en fjäderdriven fläkt.

Ett annat sätt är att mäta den torra temperaturen t_t och den relativa fuktigheten. Det görs lättast med ett modernt handinstrument typ Svema, Vaisala eller Nordtec. Tillförlitligheten är idag stor på dessa instrument under förutsättning att man kalibrerar dem enligt tillverkarens anvisningar. Se exempel på bägge metoderna nedan.

2.3 Exempel på användning av HX-diagrammet

Uppmätt	Uppmätt
$t_t = 17\text{ °C}$	$t_t = 25,2\text{ °C}$
$t_v = 13\text{ °C}$	$j = 50\%$
Avläst i diagrammet	Avläst i diagrammet
$i = 36\text{ kJ/kg}$	$i = 51\text{ kJ/kg}$
$x = 7,6\text{ g/kg}$	$x = 10\text{ g/kg}$
$j = 64\%$	$t_v = 18\text{ °C}$
$p = 1,2\text{ kPa}$	$p = 1,6\text{ kPa}$
$t_d = 10\text{ °C}$	

I litteraturen förekommer olika benämningar på storheterna inom ämnet luftens fuktighet. I Svensk Standard SS 01 61 56 har benämningar fastställts för de viktigaste storheterna. Dessa standardiserade benämningar är dock inte särskilt välkända. I föreliggande text har därför med avvikelse från standard vissa vedertagna benämningar använts. I texten hänvisas till nedanstående benämningar enligt Svensk Standard och Tekniska nomenklaturcentralens luftbehandlingsordlista TNC 69.

1)	Mättningsångkvot	här benämnt mättningsmängd
2)	Mättningsdeltryck	här benämnt mättningstryck
3)	Relativt ångtryck	här benämnt relativ fuktighet
4)	xh-diagram	här benämnt HX-diagram
5)	“h” Specifik entalpi	här benämnt värmeinnehåll
6)	Ångkvot	här benämnt vatteninnehåll

3 Fuktens skadeverkningar

3.1 Allmänt

När materiel är förrådsställd utsätts den inte för samma slags påkänningar som under användning. I förråd är det i huvudsak förvaringsmiljön som kan inverka på materielen så att denna försämras eller förstörs om inga åtgärder vidtas.

Följande miljöfaktorer, vilka var för sig och särskilt i samverkan, kan ha skadlig inverkan på huvuddelen av den förrådsställda materielen:

- Fuktighet - vatten och vattenånga
- Luftföroreningar fasta och gasformiga
- Värme och kyla
- Solljus
- Ozon
- Föroreningar på materielen
- Mikroorganismer
- Skadedjur

I detta kapitel behandlas i huvudsak endast verkningar, som direkt eller indirekt, orsakas av för hög luftfuktighet.

Studerar man hur materielen kan försämras och förstörs av för hög luftfuktighet finner man att det är den relativa fuktigheten som är avgörande för om fuktmiljön är skadlig eller inte. De skador som kan förorsakas av för hög relativ fuktighet är främst följande:

- korrosion på stål och andra metaller
- oxidation och korrosion på elektronisk utrustning
- försämrade egenskaper hos hygroskopiska material
- ökad skadlig aktivitet hos mikroorganismer
- Försämrade egenskaper på ammunition - ökade säkerhetsrisker.

3.2 Korrosion

I närvaro av vatten på metallytor sker korrosionsangrepp genom elektrokemisk korrosion. För att korrosionen skall ske med nämnvärd hastighet fordras att vattnet har förmåga att leda elektrisk ström t ex genom förekomsten av salter. Praktiskt taget all korrosion som sker i de vanligaste miljöerna för metaller - i luft, i vatten eller i jord - är av detta slag. Dessa miljöer innehåller vatten i större eller mindre mängd och dessutom salter eller andra ämnen, som gör vattnet elektriskt ledande. Dessutom finns syre som är en annan viktig förutsättning för rostangrepp på stål och andra metaller.

I stål eller på stålytor finns områden mellan vilka en elektrisk spänningsskillnad uppstår, som tillsammans med vatten och syre bildar korrosionsceller.

För att elektrokemisk korrosion i luft - atmosfärskorrosion - skall uppstå, måste kombinationen spänningsskillnad - vatten - syre föreligga.

Att det finns områden med elektriska spänningsskillnader i metallytor kan inte undvikas. Genom att hålla ytorna rena kan man reducera förekomsten av fasta föroreningar, vilket motverkar uppkomsten av ytterligare korrosionsceller.

Korrosionscellernas verksamhet kan bromsas genom katodiskt skydd eller genom användning av korrosionsinhibitorer.

Genom ytbehandling eller ytbeläggningar av olika slag kan man temporärt utestänga fuktighet från metallytan. Effekten och varaktigheten hos ett sådant skydd beror på vilken metod som väljs.

Vid förvaring av materiel kan metallytorna skyddas mot korrosion genom en ändring av fuktmiljön. Luftens relativa fuktighet måste då sänkas under ett visst värde för att korrosion skall förhindras. Det kritiska värdet för stål ligger vid ca 60%, men i praktiken bör 50% inte överskridas. I kapitel 2 Luftens fuktighet konstaterades, att kondensation inträffar först vid en relativ fuktighet av 100%.

Metallytor har emellertid en mängd porer - kapillärer - i vilka kondensation kan ske även när relativa fuktigheten intill ytan är lägre än 100%, s k kapillärkondensation. Bild 9 visar korrosionshastigheten på stål och Bild 10 för andra metaller som funktion av relativa fuktigheten.

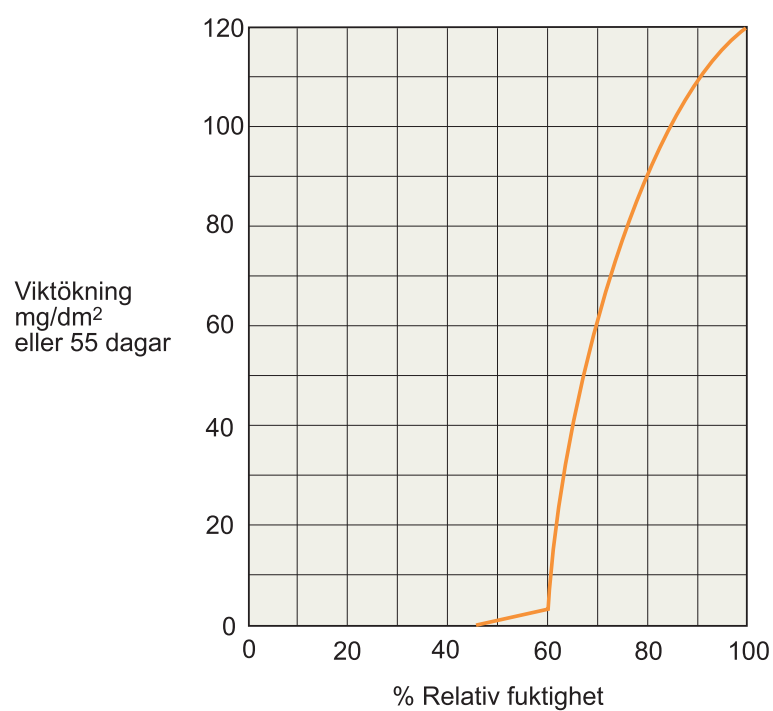


Bild 9. Relativa fuktighetens inverkan på stål

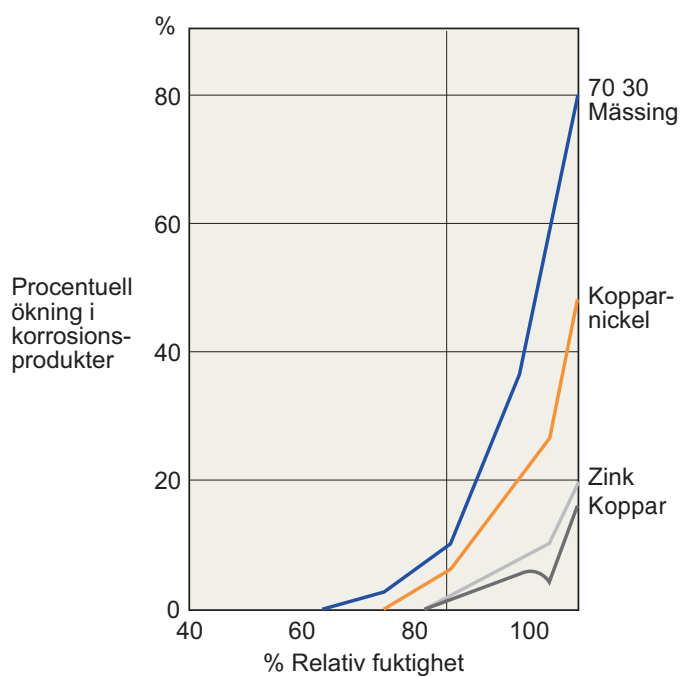


Bild 10. Relativa fuktighetens inverkan på andra metaller

Bild 11 visar antalet korrosionsattacker per ytenhet som en funktion av den relativa luftfuktigheten.

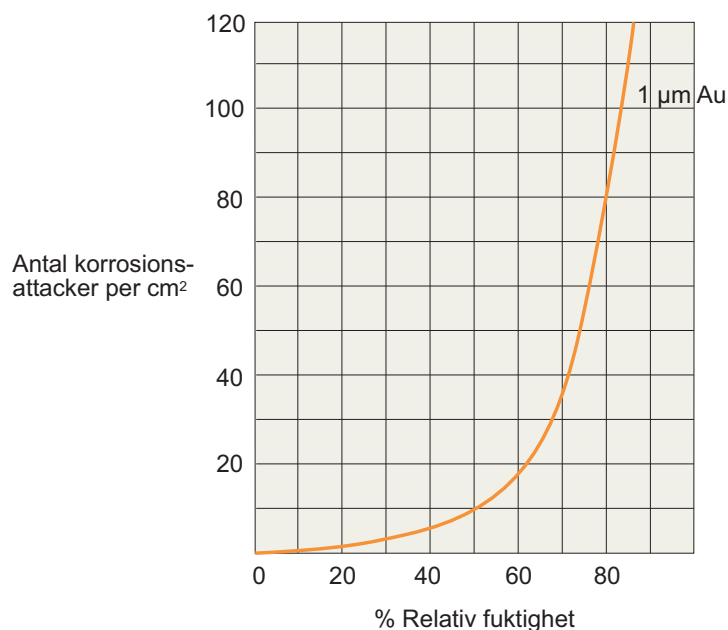


Bild 11. Korrosionsattacker som en följd av relativa fuktigheten

Det kritiska värdet för den relativa fuktighetsgränsen för begynnande korrosion på järn är densamma i ren och förorenad luft. Först när metallytor utsätts för extrema föroreningar av salter måste dock den relativa fuktigheten hållas vid ett lägre värde för att korrosion inte skall uppstå.

Bild 12 visar att havsalt på ytan ökar korrosionen i förhållande till ren luft och som funktion av den relativa luftfuktigheten.

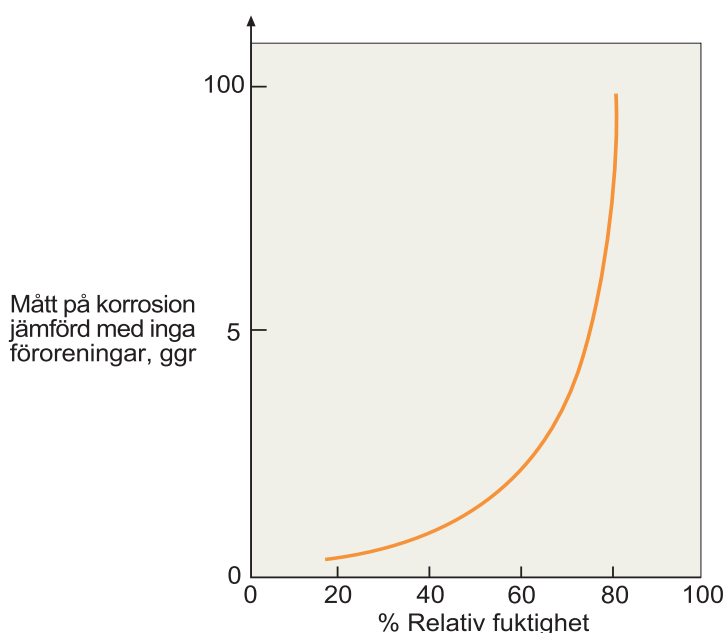


Bild 12. Relativ fuktighet för stål med havsvattensaltbeläggning

Korrosionshastigheten är temperaturberoende och ökar med högre temperatur. Korrosionen minskar när temperaturen sjunker och vid ca -2°C har den i det närmaste upphört. Detta faktum förändrar inte korrosionsproblemet i nämnvärd grad. Den tid som temperaturen i norra Sverige är över -2°C utgör ca 60% av hela året, i södra Sverige utgör den ca 85%.

3.3 Försämrade egenskaper hos hygroskopiska material

Hygroskopiska material har förmåga att ta upp och avge fuktighet. Drivkraften för denna fuktupptagning och fuktavgivning är skillnaden i ångtryck mellan vattenången i luften och materialet. När ångtrycket är lika i material och luft har materialet ett vatteninnehåll som står i jämvikt med den omgivande luftens relativa fuktighet. Materialets vatteninnehåll, "fuktkvot", anges i viktprocent av det torra materialets vikt.

Bild 13 visar fuktkvoten hos några hygroskopiska material som funktion av den relativa fuktigheten.

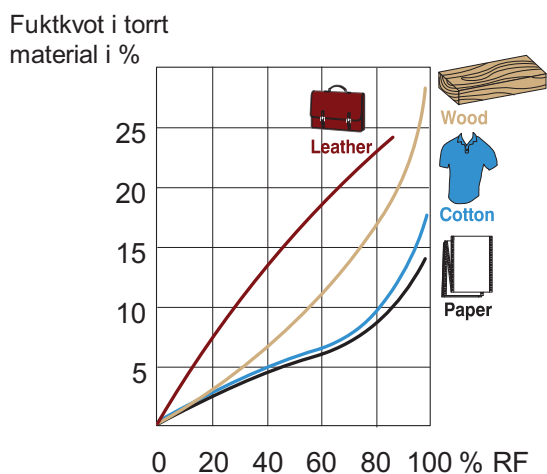


Bild 13. Fuktkvoten hos hygroskopiska material

Vissa material kräver extremt låga eller höga fuktkvoter, men de flesta hygroskopiska material har optimala eller acceptabla egenskaper i jämvikt med ca 50% relativ fuktighet. Som exempel på försämrade egenskaper på grund av för hög relativ fuktighet kan nämnas reduceringen av resistansen hos elektriska isolationsmaterial.

Bild 14 visar Resistans hos elektriska isolationsmaterial.

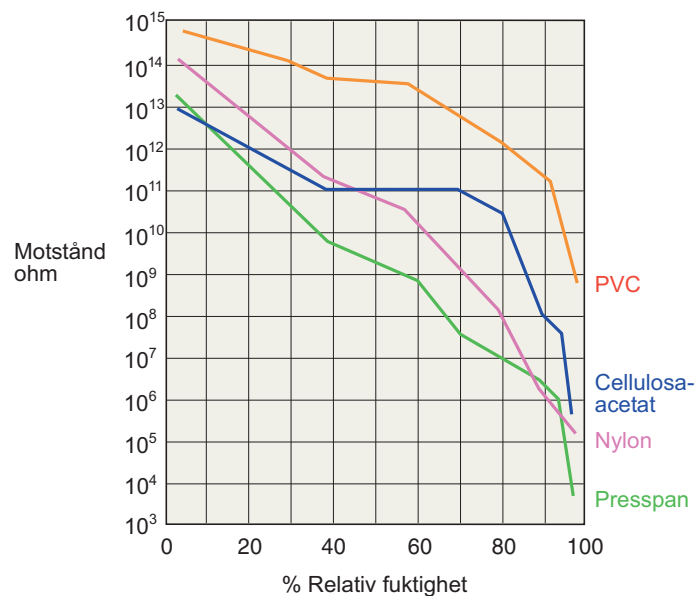


Bild 14. Resistans hos elektriska isolationsmaterial

Den mekaniska hållfastheten hos många material, t ex papper, försämras också vid för hög relativ fuktighet. En för hög relativ fuktighet inverkar negativt på explosivämnen.

En rad andra ämnen och produkter förändrar sin konsistens eller koncentration genom utspädning.

För hög fuktkvot hos ett material kan ge upphov till dimensionsförändringar som t ex hos trä och vissa plaster.

Vatten i material kan frysa till is, varvid materialen blir spröda eller formförändras. Indirekt medverkar en för hög fuktkvot till förstörelse av organiska material genom ökad mikrobiell aktivitet.

3.4 Skadlig aktivitet hos mikroorganismer

De mikroorganismer som vanligen orsakar skador är mögel- och jästsvampar samt bakterier av olika slag. Då mögelorganismerna ställer de minsta kraven på näring blir följden att mögel dominerar på sådana material som t ex textilier och läder.

Hög relativ fuktighet gynnar utvecklingen av mikroorganismer och ökar deras skadliga aktivitet.

Under 70% relativ fuktighet och på hygroskopiska material, med motsvarande eller lägre fuktkvot, förekommer inte mögelangrepp. Mikrobiell förstörelse innebär inte bara förruttnelse, dålig lukt etc utan även mekanisk försvagning av t ex textilier, trä och läder.

Hög temperatur ökar mikroorganismernas aktivitet men viss aktivitet förekommer även vid mycket låga temperaturer. Bild 15 visar mögeltillväxt som funktion av relativa luftfuktigheten och luftens temperatur.

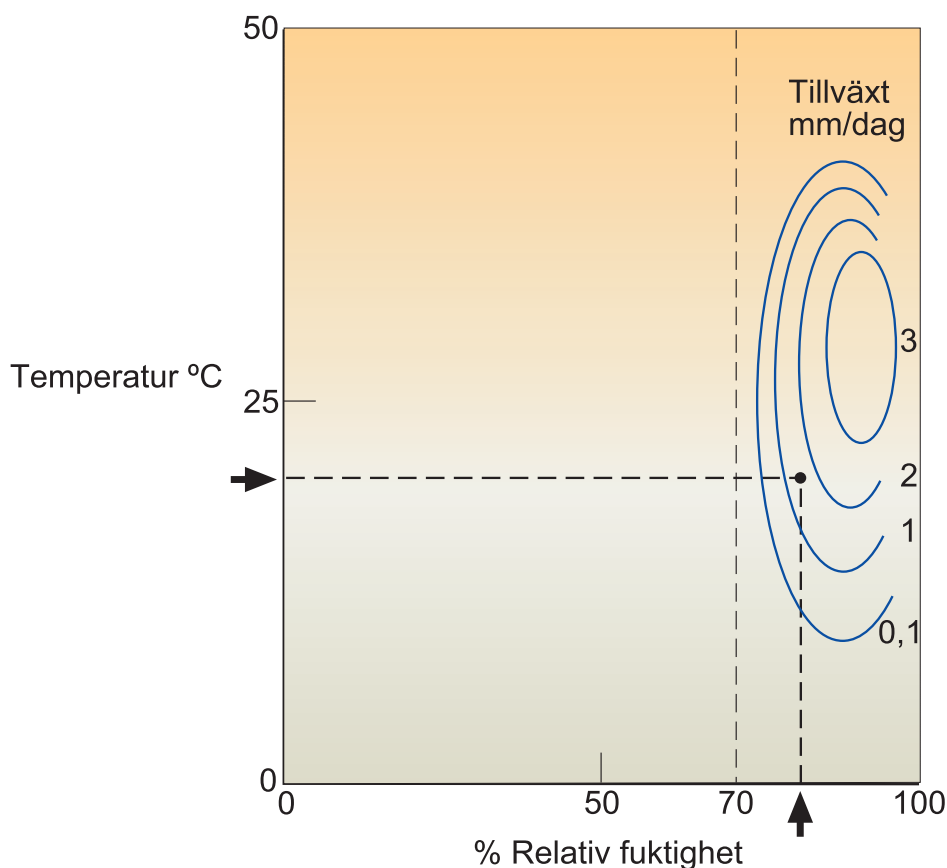


Bild 15. Typisk mögeltillväxt som funktion av relativ luftfuktighet och temperatur

Om man inte ansluter materiel till ett avfuktningssystem, kan det snabbt bli mögeltillväxt, som dels försämrar materiels egenskaper, dels kan orsaka hälsoproblem för den som använder materielen.

Bild 16 nedan visar mögeltillväxten inne i ett stridsfordon, som av misstag inte var anslutet till avfuktningssystem under ca 2 veckor.



Bild 16. Mögel i stridsfordon som man glömt att ansluta till avfuktning.

Lägg märke till att det finns mögel på alla ytor, såsom textil och stål

Det är inte möjligt att låta en soldat, eller en förrådsman torka bort möglet. Dessa kan då inandas mögelsporer som kan medföra bestående skador på lungorna.

Man måste låta sanera stridsfordon, med hjälp av specialister på mögelbekämpning. Detta är ett tidsödande och svårt och dyrbart arbete. I det här visade stridsfordonet, kostade det ca 100.000 kronor!

3.5 Ozon

Ozon finns naturligt i vår miljö, i form av ett skyddande skikt runt jorden för att skydda oss mot den farliga ultraviolette strålningen. Ozon alstras också av människan själv. Den bildas t.ex i elverk och andra system med elektronik.

Ozon skadar många material, t.ex gummi, plast och läder. Ozonet gör att dessa material hårdnar och det bildas sprickor, som kan göra materielen obrukbar, eller farlig att använda. Många har under årens lopp sagt att däck får torrsprickor, det är inte torrsprickor, utan det är ozonsprickor. När man säger att dessa material åldras, så är en orsak att de utsetts för ozon.

4 Ändring av fuktmiljön

4.1 Allmänt

För att undvika de skadeverkningar som redovisats i kapitel Fuktens skadeverkningar måste fuktmiljön ändras så att man får en miljö med kontrollerad låg relativ fuktighet. Vid uppvärmning förblir luftens vatteninnehåll och daggpunkt oförändrade medan vatteninnehållet reduceras och daggpunkten sänks vid avfuktning. Denna principiella skillnad är betydelsefull från förvaringsteknisk synpunkt.

4.2 Värmning

För att hålla 50% relativ fuktighet i en förrådslokal genom uppvärmning måste inomhusluften i genomsnitt värmas 7 °C över utomhustemperaturen under hela året.

Även om inomhusluftens temperatur kan anpassas till den varierande utomhustemperaturen, så tar det lång tid att förändra den tyngre materielens temperatur.

De finns alltså stor risk för att materielens temperatur tidvis blir lägre än den omgivande luftens. Luften kommer då att kylas intill materielytorna, varvid det kritiska värdet för relativ fuktighet kan komma att överskridas.

Det tar också lång tid för luften i ett förråd, eller en verkstad, som har en RF på 50%, att komma in i slutna utrymmen, t.ex. elektronikboxar i ett sambandsystem, eller in i apparatutrymmen in i ett flygplan, vilket gör att viktiga komponenter kan få korrosionsskador, eller oxideras, vilket påverkar materielens funktion.

4.3 Avfuktning

4.3.1 Dynamisk avfuktning

Dynamisk avfuktning innebär att man åstadkommer ett flöde av luft genom en avfuktare som reducerar luftens vatteninnehåll.

Med dynamisk avfuktning kan man åstadkomma en förvaringsatmosfär med konstant låg relativ fuktighet oberoende av temperaturens växlingar. Avfuktning av luft kan i princip ske på två olika sätt, genom kondensering eller sorption. Därför utförs dynamisk avfuktning i praktiken endast med två typer av avfuktare; kondenseringsavfuktare som avfuktar ett luftflöde genom kondensation av luftens vattenånga på en kall yta, och sorptionsavfuktare som avfuktar ett luftflöde med hjälp av ett fuktupptagande ämne.

4.3.2 Kondenseringsavfuktare

I kondenseringsavfuktare utfälls och bortförs luftfuktigheten som vatten. Detta begränsar temperaturområdet inom vilket aggregaten kan arbeta utan komplikationer. Vid temperaturer under 10 °C av kylytorna börjar dessa få påfrysning av frost, vilket gör att funktionen som avfuktare uteblir. En kondensavfuktare måste också ha avlopp som leder bort vattnet som kondenserat., vilket kan vara komplicerat att ordna. Avloppet måste ju dessutom vara frostfritt.

4.3.3 Sorptionsavfuktare

I sorptionsavfuktare upptas och bortförs luftfuktigheten som vattenånga. Sorptionsavfuktare kan därför arbeta utan komplikationer vid alla förekommande utomhustemperaturer, vilket gör att de kan användas i oisolerade och ouppvärmade lokaler, samt utomhus även vintertid.

4.3.4 Statisk avfuktning

Sorptionsavfuktning kan också utföras som "statisk avfuktning", vilket innebär att ett torkmedel upptar fukt i ett slutet utrymme. Fukten diffunderar då genom stillastående luft till torkmedlet. Statisk avfuktning är därför en långsammare process än dynamisk, där fuktöverföringen till torkmedlet sker i kontakt med strömmande luft.

Oftast utförs statisk avfuktning i ett hölje som omsluter den förvarade materielen och fungerar som fuktbarriärer mot omgivande luft. Torkmedlet tar upp fukt från den inneslutna luften och reducerar successivt fukttinnehållet hos den förvarade materielen. Torkmedlets förmåga att absorbera fukt minskar allteftersom dess fukttinnehållet ökar. Fuktmiljön i höljet ändras därför under förvaringstiden. I initialskedet kan relativa fuktigheten vara så låg som 10%, för att successivt stiga till 50%. Efter en tid har det fuktupptagande medlet mättats med fukt, varefter den relativa fuktigheten blir högre än den önskade högsta nivån, d.v.s. 50%. Man måste byta ut det fuktiga torkmedlet då fuktindikatorerna visar att den relativa fuktigheten överstiger 50%. Fuktmiljön i höljet kan också variera genom att den omgivande luftens temperatur, ångtryck eller totaltryck ändras.

Med statisk avfuktning får man således inte en förvaringsatmosfär med så konstant relativ fuktighet som med dynamisk avfuktning.

Statisk avfuktning kan som sorptionsavfuktning ske utan komplikationer även vid låga temperaturer.

Statisk avfuktning har varierande, låg och kortvarig funktion, vilket gör att den i princip bara ska ses som ett komplement till dynamisk avfuktning, när man inte har tillgång till elektrisk ström. Den kan användas vid långa sjötransporter och långa marktransporter under FM internationella insatser.

4.3.5 Luftens tillståndsförändring

I HX-diagrammet, se *Bild 17*, visas exempel på luftens principiella tillståndsförändringar vid uppvärmning samt vid avfuktning genom kondensering och sorptionsavfuktning. Exemplet utgår från ett lufttillstånd i en förvaringslokal av 20 °C och 68% relativ fuktighet. Vatteninnehållet är då 10g/kg och luftens daggpunkt 14 °C. Vid uppvärmning får lokalluften en lägre relativ fuktighet men vatteninnehållet och luftens daggpunkt är oförändrad

Exemplet visar även maximal kondensering av fuktighet genom kylning av luften till lägsta möjliga temperatur utan risk för frostbildning på kylelementen. Efter kylningen uppvärms luften till utgångstillståndet 20 °C. Vatteninnehållet har reducerats och därmed också luftens daggpunkt och relativa fuktighet. Lägre daggpunkt än ca 5 °C kan inte uppnås med denna metod utan risk för påfrostning.

Av exemplet framgår också luftens tillståndsförändring vid sorptionsavfuktning. Vatteninnehållet kan t ex reduceras från 10 till 4 g. Luftens daggpunkt blir då 1 °C och den relativa fuktigheten 28%. Avfuktning kan ske till ännu lägre vatteninnehåll om så erfordras. Daggpunkter av -50 °C och lägre kan uppnås.

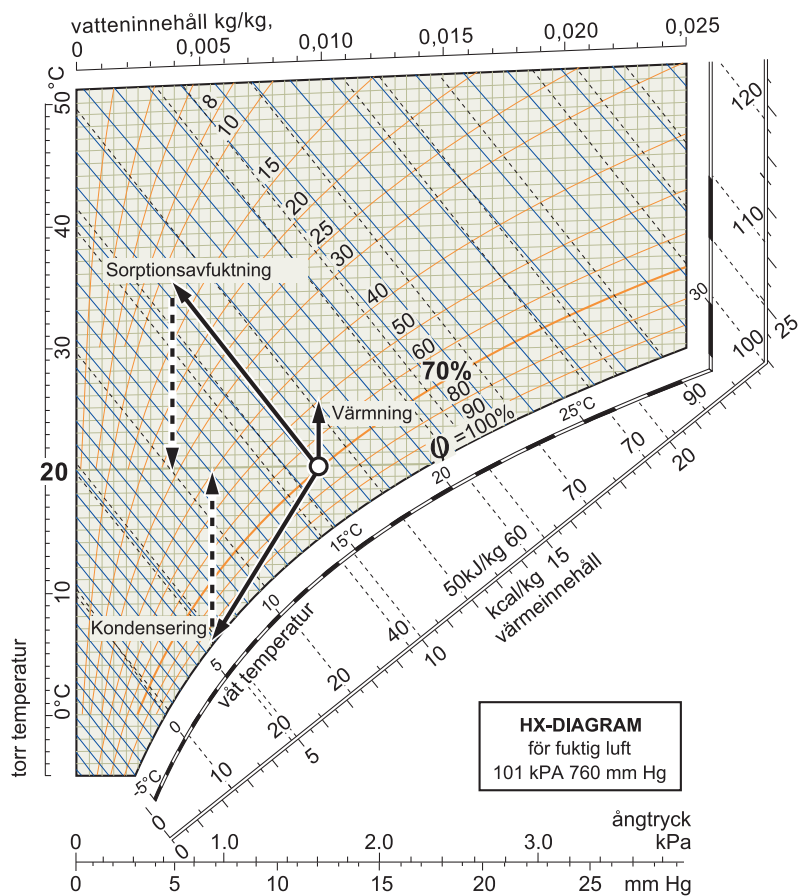


Bild 17. Exempel på luftens tillståndsförändringar

5 Avfuktningsmetoder

5.1 Allmänt

Med hjälp av avfuktning skyddas fuktkänsliga material, materiel och anläggningar, mot skador som kan orsakas av för hög luftfuktighet. Metoden baserar sig på att atmosfärkorrosion och fuktskador inte uppstår i luft med låg relativ fuktighet. Försvarsmakten har valt att använda dynamisk avfuktning, genom sorptionsmetoden, då denna fungerar utan problem mellan temperaturerna +40 °C och -40 °C. En kondensationsavfuktare fungerar inte tillfredsställande vid temperaturer under +10 °C.

Materiel tar ej skada av låg relativ fuktighet, med låg fuktighet menas så lågt som 10-20%. Det sker ingen sprickbildning p.g.a. låg relativ fuktighet. Sprickor i plast och gummi orsakas av ozon gas, som alltid finns i luften.

Vid avfuktning används vanligen dynamisk avfuktning och i begränsad omfattning statisk avfuktning med hjälp av torkpatroner, eller med påsar med fuktupptagande material.

Dynamisk avfuktning kan utföras med recirkulation av den avfuktade luften i ett "slutet system", eller med objektvis avfuktning, som sker i ett "öppet system". Alternativt kan systemen kombineras för att få en optimal lösning, för tung materiel, t.ex. stridsfordon och containrar. För avfuktning av materiel i bruk används vanligen objektsvis avfuktning. Mindre bärbar materiel, t.ex. bärbara radiostationer och kikare förvaras i avfuktade lokaler, medan handvapen förvaras i vapenkassuner.

Fördelarna med dynamisk avfuktning kan summeras i följande punkter:

- Effektiv avfuktning under alla klimatförhållanden
- Låg investeringskostnad
- Ingen korrosion på metaller
- Inga skador på optik, elektronik
- Livstidsförlänger gummi, plast och textilier
- Inga skador och säkerhetsproblem vid förvaring av ammunition
- Längre förvaringsperioder med begränsat underhåll
- Ökad tillgänglighet
- Mer tid för utbildning, tack vare minskad tid för reparationer
- Minskade underhållskostnader
 - Förrådsställd materiel - reducereing 25%
 - Materiel i bruk - reducereing 10%

5.2 Tillämpning

Avfuktningstekniken tillämpas för huvuddelen av materielen när den är förvarad i mobiliseringsförråd, s.k. långtidsförvaring och under kortare perioder när den inte brukas vid utbildning och under insatser, såsom fordon, vapen, båtar, flygplan, elektroniska utrustningar samt ammunition.

Avfuktningstekniken används också för skydd av fortifikatoriska anläggningar samt för beredskapslagring av vissa livsmedel och råvaror.

5.3 Slutet system

Det slutna avfuktningssystemet, se *Bild 18*, används företrädesvis vid helavfuktning av nybyggda förråd, eller del av ett förråd och bergtrum om de är så täta att hela luftvolymen med fördel kan avfuktas.

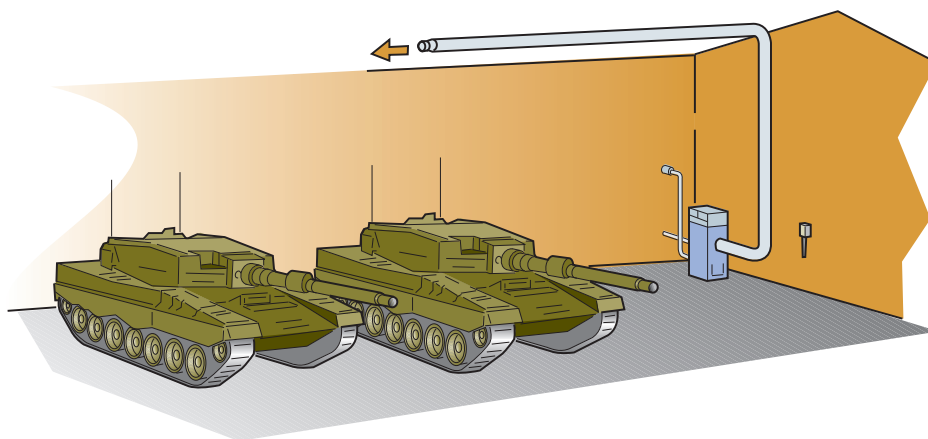


Bild 18. Slutet system

5.4 Öppet system

För större komplexa objekt såsom stridsvagnar, mobila radarstationer och stabsfordon etc tillämpas alltid det öppna avfuktningssystemet, även om lokalen är lämpad för helavfuktning. Anledningen är att det öppna systemet på kort sikt ger förvaringstekniska fördelar genom att primärt påverka och säkerställa den invändiga fuktmiljön i objekten. Alternativt används båda systemen. Vid avfuktning av materiel i bruk som normalt sker utomhus under skärmtak, tillämpas det öppna systemet.

Det öppna systemet används också för mindre materiel mängder, när torrlufts-förvaring sker i enkla otäta förrådslokaler. Materielen innesluts då i höljen eller boxar av plastfolie som ansluts till avfuktningsanläggningen, se *Bild 19*.

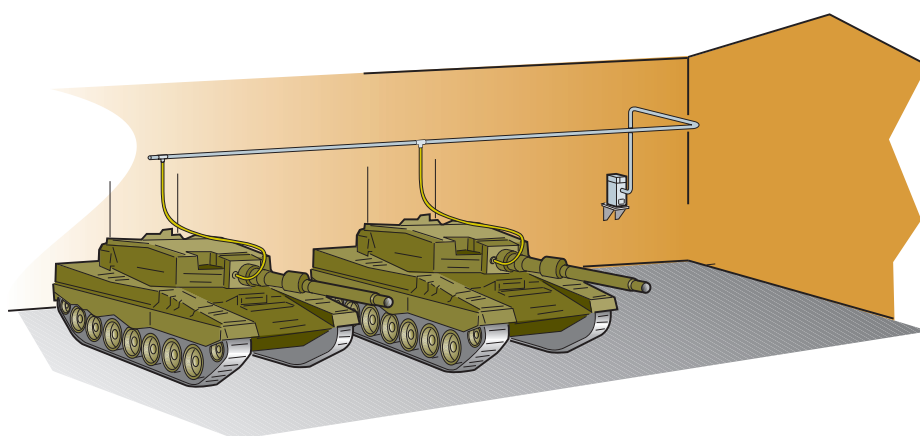


Bild 19. Öppet system

De båda systemen används ofta i kombination, se *Bild 20*. Man kan då avfukta små enheter i samma utrymme som stora enheter som kräver slutna avfuktning. Man kan på detta sätt minska gångtid för det slutna systemet, vilket sänker energikostnaden.

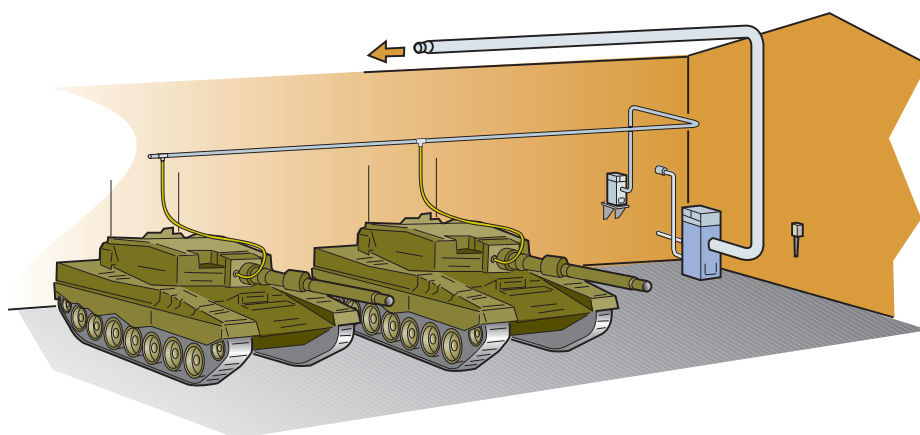


Bild 20. Kombinerat system

5.5 Statisk avfuktning

Statisk avfuktning används före 1980-talet i stor omfattning. Numera används den bara i för några få applikationer, t.ex. vid internationella insatser, när det är brist på elektricitet, samt som s.k. torkpatroner i vissa materielsystem.

Statisk avfuktning används också vid transport av förband och utrustning i samband med internationella missioner. Statisk avfuktning används då ofta i kombination med s.k. ångfasinhibitorer.

Se mer information i kapitel 7 Statisk avfuktning.

5.6 Val av system

Målsättningen med förrådsavfuktning bör i möjligaste mån vara att helavfukta förråd. Efterhand som en stor mängd äldre små förråd ersätts med färre, men stora täta förråd, ges möjlighet att förvara materielen i helavfuktade förråd. Vid samförvaring av både stora komplexa objekt t ex stridsvagnar och annan materiel i samma förråd är en kombination av både slutet och öppet system lämplig.

6 Dynamisk avfuktning

6.1 Allmänt

Dynamisk avfuktning av luft kan i praktiken utföras med kondenseringsavfuktare eller sorptionsavfuktare så som beskrivits i avsnittet Ändring av fuktmiljön.

Avfuktning enligt sorptionsprincipen ger önskad fuktmiljö vid alla förekommande utomhustemperaturer.

6.2 Avfuktare

6.2.1 Grundutförande

Avfuktarens sorptionsdel utgörs av en fuktabsorberande rotor, se *Bild 21*. Sorptionsrotorn innehåller många små kanaler genom vilka luften strömmar. På så sätt uppnås en mycket stor kontaktyta för den genomströmmande luften. Rotorn är impregnerad med ett hygroskopiskt ämne, oftast kiselgel.

Sorptionsrotorn är normalt indelad i två zoner:

- en arbetszon, där rotorn tar upp fukt från processluften
- en regenereringszon, där uppvärmd regenereringsluft tar upp fukt från rotorn och lämnar avfuktaren som varm våt luft.

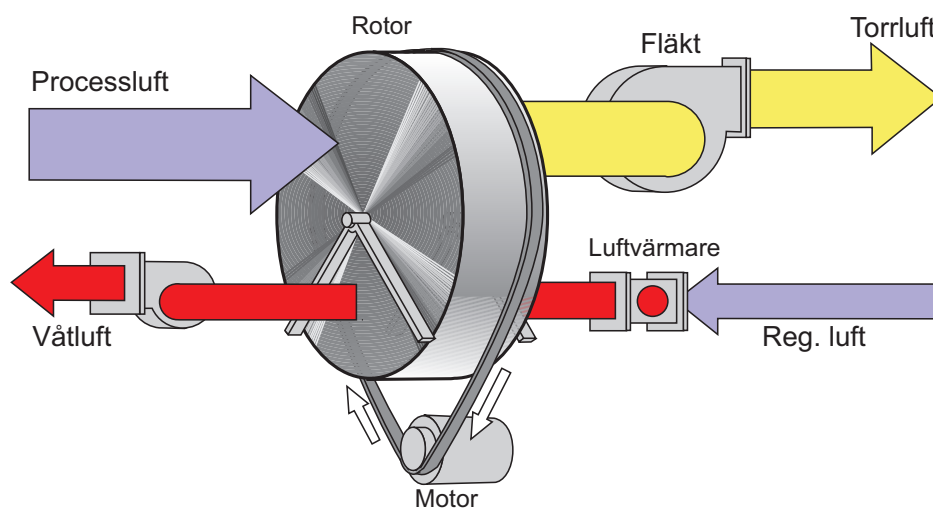


Bild 21. Avfuktare, grundutförande

6.2.2 Värmeåtervinnare, intern

Avfuktare med större anslutningseffekter, oftast mer än 2 kW, förses med inbyggd värmeåtervinnare för att enkelt och utan extra kanaldragning kunna återvinna energin i rotorn direkt efter regenereringssektorn och förvärma regenereringsluften, se *Bild 22*. Inbyggda värmeåtervinnaren ger en energibesparing av 15-25% beroende på driftfall.

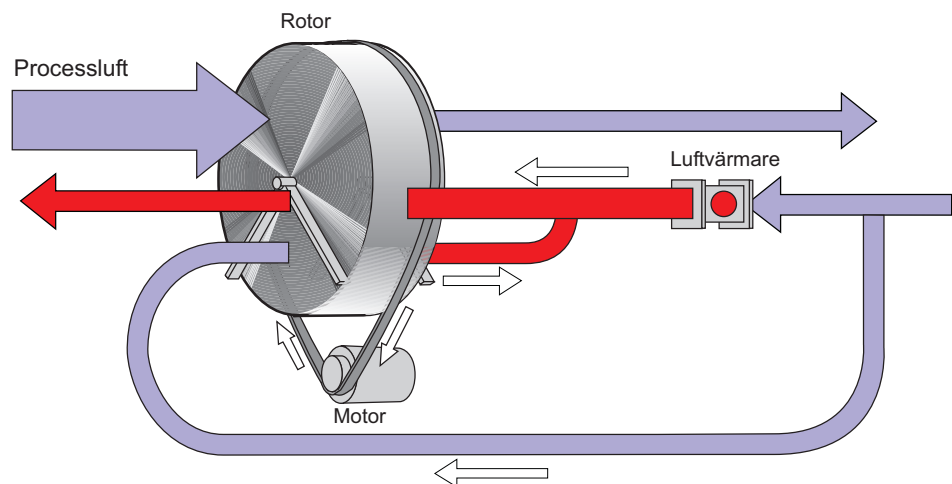


Bild 22. Avfuktare med inbyggd värmeåtervinnare

6.2.3 Värmeåtervinnare, extern

Ännu större avfuktare, oftast mer än 25 kW i anslutningseffekt, förses vanligen med en värmeåtervinnare som förvärmer inkommande regenereringsluft med värmen från utgående varm våtluft, se *Bild 23*. Värmeåtervinnaren ger en energibesparing av 20-30% beroende på driftfall.

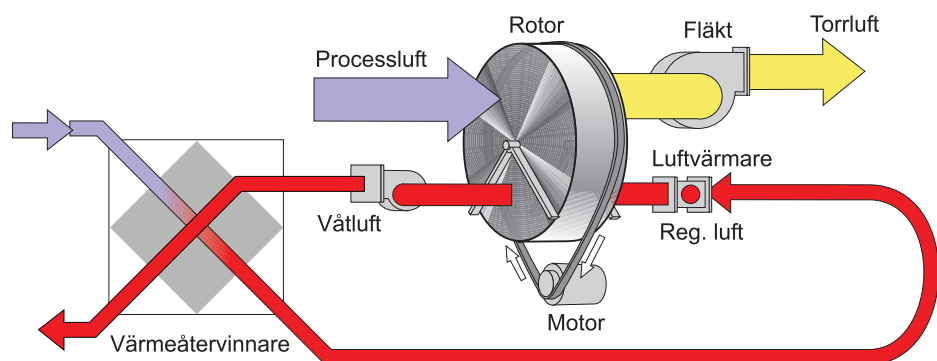


Bild 23. Avfuktare med extern värmeåtervinnare

6.2.4 Avfuktare med varmvattenregenerering

Större avfuktare utan inbyggd värmeåtervinnare kan även regenereras med varmvatten för att spara energi, se *Bild 24*. Med varmvattentemperaturer på upp mot 90 °C kan hela regenereringsbehovet täckas med varmvatten.

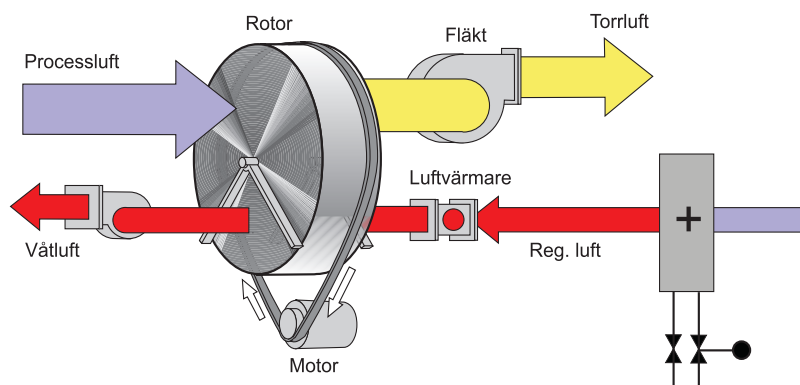


Bild 24. Avfuktare som regenereras med varmvatten

6.2.5 Luftkyld kondensor

Om det är besvärligt att leda ut våtluften i det fria - t ex i utrymmen under mark - förses avfuktaren med en luftkyld kondensor, se *Bild 25*.

Den varma våtluften leds genom kondensorn - en värmeåtervinnare våtluft/kylluft - där vattenångan i våtluften kondenserar och leds bort i en dränerledning. Med hänsyn till det kondenserade vattnet kan kondensorn bara användas i utrymmen med temperatur över fryspunkten.

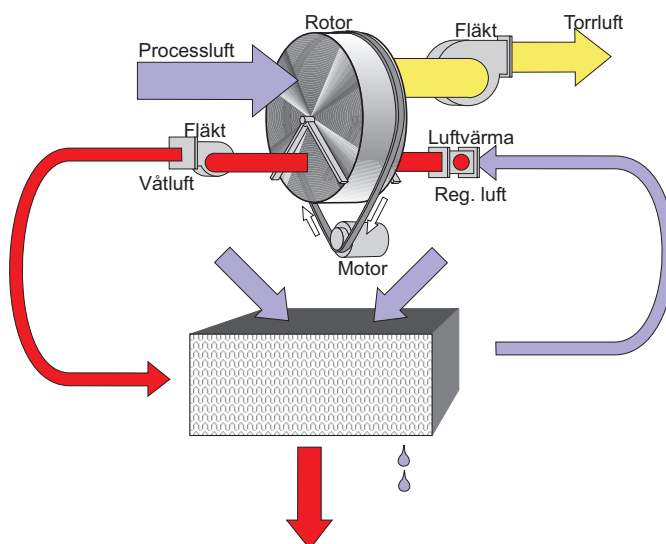


Bild 25. Avfuktare med luftkyld kondensor

6.2.6 Typer och storlekar

Försvarsmakten använder avfuktare av många olika storlekar. Alla avfuktare är s.k. dynamiska avfuktare av sorptionstyp, som beskrivs i kapitel 4. De minsta avfuktarna producerar 50m³ torrluft per timme. Dessa placeras ofta i ett litet utrymme som ska avfuktas, t.ex. en funktionscontainer, eller en förrådscontainer. I förråd och skärmtak är en vanlig storlek som producerar 3000m³/timme.

Ibland kan de vara placerade i slutna utrymmen, vilket gör att våtluften inte kan ledas ut genom ett rör. Då förser man avfuktaren med en kondensor, som omvandlar våtluften till vatten, som sedan kan ledas ut från det avfuktade utrymmet via ett avlopp. Moderna avfuktare är ofta utrustade med värmeväxlare, som gör att förbrukningen av elenergi kan minskas avsevärt.

För att ytterligare spara energi, bygger man ofta ihop avfuktningssystemet med uppvärmningssystemet för en lokal.

7 Statisk avfuktning

7.1 Allmänt

Målet är att i princip all materiel ska avfuktas dynamiskt, vare sig materielen används i Sverige, eller vid utlandsmissioner. Detta är ej alltid möjligt, p.g.a. att man inte alltid har tillgång till elektricitet. Då måste man använda andra korrosionsskydd, t.ex. statisk avfuktning och ångfasinhibitorer.

Statisk avfuktning användes tidigare i stor omfattning i försvaret. Metoden användes där man inte ansåg det ekonomiskt att installera dynamiska avfuktare, t.ex. för avfuktning i små utrymmen, eller för avfuktning inne i instrument, komponentutrymmen och olika slag av förpackningar.

En vanlig applikation var att avfukta vapenkassuner. Man placerade sex kassetter, med fuktupptagande material, vanligtvis av kiselgeltyp i form av glasliknande hårda korn. Dessa korn hade en porös struktur, som tog upp fukten i luften. Kiselgelen blev mycket snabbt mättad med fukt. Man var då tvungen att sända kassetterna till vissa förråd för regenerering. Denna metod har dålig effekt och är ineffektiv och skall avvecklas.

Teknikkontor Mark har i sitt regelverk beslutat att vapen ska förvaras i dynamiskt avfuktade kassuner, eller i kassuner som förvaras i uppvärmda lokaler.

Skulle man inte kunna ansluta en kassun till dynamisk avfuktning, finns det idag effektivare material för statisk avfuktning än de gamla kiselgelkassetterna. Idag används vanligen påsar med en vikt på ca 1kg, vilka innehåller ett mycket effektivt fuktupptagande material. Kombinerar man dessa påsar för statisk avfuktning, med s.k. ångfasinhibitorer, behöver man ej byta ut påsarna för statisk avfuktning av vapen kassuner oftare än vart annat år, även om man öppnar kassunerna 30 minuter varje vecka, för att ta ut, eller lägga in materiel i kassunen.

Ett antal påsar placeras i det utrymme som ska avfuktas. Antalet varierar med storleken på utrymmet. Se *Bild 26*. Påsarna innehåller 1kg torkmedel. Förrådsbenämningen: Torkmedel 1kg. Förrådsbeteckning: M7059-029100. Se vidare Teknisk Order AF UHMAT 650 015711 - Korrosionsskydd vid internationella insatser.

Det fuktupptagande materialet börjar inte ta upp fukt ur lyften förrän den relativa fukthalten i luften överstiger 40%. Materialet kan också ta upp 75% av sin egen vikt i form av fukt.



Bild 26. Påse med fuktupptagande material

Ångfasinhibitorerna finns i form av dukar, som placeras i lådor, fordon och containrar med känslig materiel. Det kan vara verktygs- och reservdelsatser, elektriska instrument mm. Se *Bild 27*. Dukarna beställs per löpmeter och delas därefter i lämpliga storlekar. Se mer information i ovan angiven Teknisk Order. Förrådsbenämning: Korrosionsskyddsduk. Förrådsbeteckning: M1024-844010.

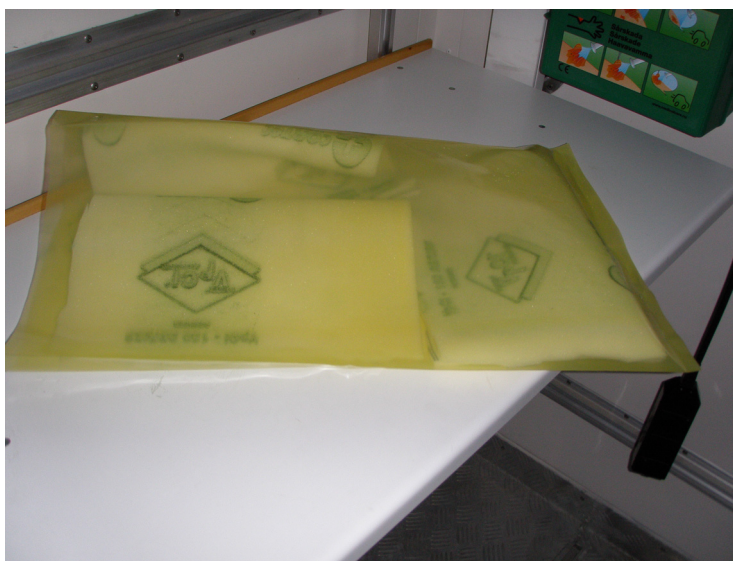


Bild 27. Ångfasinhibitor i form av en duk

Ångfasinhibitorerna fungerar på så sätt att den miljömässigt ofarliga gasen som fyller ett utrymme förhindrar kemisk jonvandring. Genom detta uppstår ingen korrosion eller oxidation.

Ofta används en kombination av statisk avfuktning och ångfasinhibitorer. Ångfasinhibitorerna förhindrar korrosion, samtidigt som den statiska avfuktningen förhindrar att det uppstår mögel. Se *Bild 28*, exempel på en container med statisk avfuktning och ångfasinhibitorer.



Bild 28. Container med statisk avfuktning.

Bild 28 visar de gröna påsarna med statisk avfuktning. På bänken finns en ångfasinhibiterer, liksom ovanpå avfuktaren på containerns främre vägg. Ytterligare dukar finns på hyllorna i de fack som ses på containerns högra sida.

För stora utrustningar, t.ex. en hel helikopter, kan man täcka hela helikoptern med plast, som samtidigt är en ångfasinhibitor. Platen är samtidigt skydd mot finkornig sand under en transport på fartyg mm. Se Bild 29.



Bild 29. Helikopter täckt med plast med ångfasinhibitorer.

För att inte minska ångfasinhibitorernas och den statiska avfuktningens funktion under transporter, ska de helavfuktade förråden och den objektvisa avfuktningen ha en relativ fuktighet på 40% under packningsarbetet, samt när de är färdigpackade i väntan på transport.

Mer information om statisk avfuktning av materiel för utlandsmissioner finns i M7784-013638 Teknisk Order Allmän AF UHMAT 650 - Korrosionsskydd vid internationella insatser.

Det finns dock ytterligare en form av statisk avfuktning i försvaret. I vissa utrustningar finns det s.k. torkpatroner, som ska ta hand om fukten t.ex. i ett sikte, radar, eller i en robot. Problemet är att torkpatronerna snabbt blir mättade med fukt och mister då sin funktion. Torkpatronerna måste då bytas ut. Tiden kan vara så kort som någon dag innan de behöver bytas. Logistiskt sätt är avfuktning med torkpatroner inte praktiskt under militära operationer, vare sig i Sverige, eller under operationer utomlands och ska därför undvikas.

När man konstruerar ny materiel för försvarsmakten i framtiden, ska man beakta att all kvalificerad materiel ansluts till avfuktningssystem när den inte används. Det gäller även materiel som används vid fredsutbildning och vid internationella insatser.

8 Instrument

8.1 Allmänt

För trimning och kontroll av avfuktningsanläggningar används instrument med vilka man dels mäter luftflöden och tryck, dels mäter och registrerar luftens temperatur och relativa fuktighet.

Personal som har avfuktningsteknisk utbildning och har till uppgift att installera, trimma och kontrollera avfuktningsanläggningar har kompetens för att kunna använda de instrument som vanligen används inom luftbehandlingstekniken. Dessa instrument plus några till är de som vanligen används inom luftbehandlingstekniken. Här beskrivs kortfattat några av de instrument som tidigare användes och instrument som numera används av avfuktningsteknikerna. För detaljerad beskrivning och handhavande hänvisas till respektive instruments manualer.

8.1.1 Psykrometer typ Assmann

Allmänt

Med psykrometer mäter man torr och våt temperatur. Principen för denna mätning har redovisats i kapitel 2, Luftens fuktighet.

Assman Psykrometern består i huvudsak av två termometrar och en fläkt. Termometrarna är skyddade mot värmestrålning och fläkten suger luft förbi termometerbulberna med en konstant hastighet av 2,6 m/s. Strålningsskyddet och den konstanta lufthastigheten ger god mät noggrannhet.

Med psykrometern och ett HX-diagram kan man fastställa luftens tillstånd.

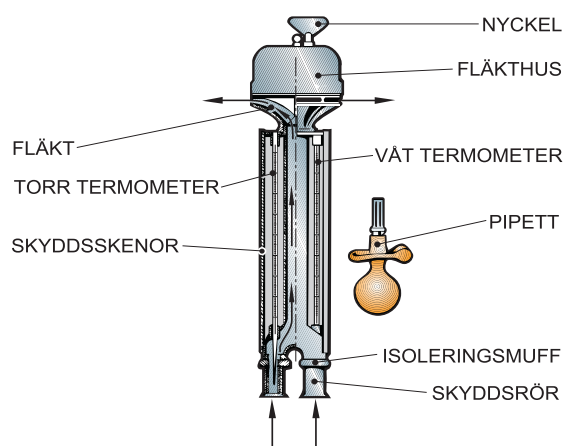


Bild 30. Assmans Psykrometer

8.1.2 Manometrar

Allmänt

Manometrar används i huvudsak för att mäta tryckskillnader mellan omgivande luft och ett luftbehandlingssystem eller tryckskillnader - tryckfall - inom ett luftbehandlingssystem.

Manometrar ansluts ofta till en mätanordning t ex ett prandtlrör (pitotrör) eller som i vissa avfuktningssystem till ett mätrör eller mätidon. På så sätt kan manometrarna användas för att indirekt mäta lufthastigheter och luftflöden.

8.1.3 U-rörsmanometer typ BG-2

Allmänt

Manometern är en vätskemanometer för mätning av låga tryck. Mätning kan utföras med manometern i vertikalläge eller i två olika horisontallägen. Som manometervätska används T-sprit.

Manometers utförande framgår av *Bild 31*. Manometern består av en lättmetallstomme med en metallskala indelad i 170 delstreck. Manometern har två justerskruvar, en för inställning av vätskeytorna på samma delstreck, en för inställning av de två horisontallägena. På stommens översida finns två vattenpass för horisontalläge $K=0,10$ och $K=0,05$. Vattenpassen är försedda med skyltar som anger hur man skall läsa av vid de båda horisontallägena, antingen i Pa eller i mm vp.

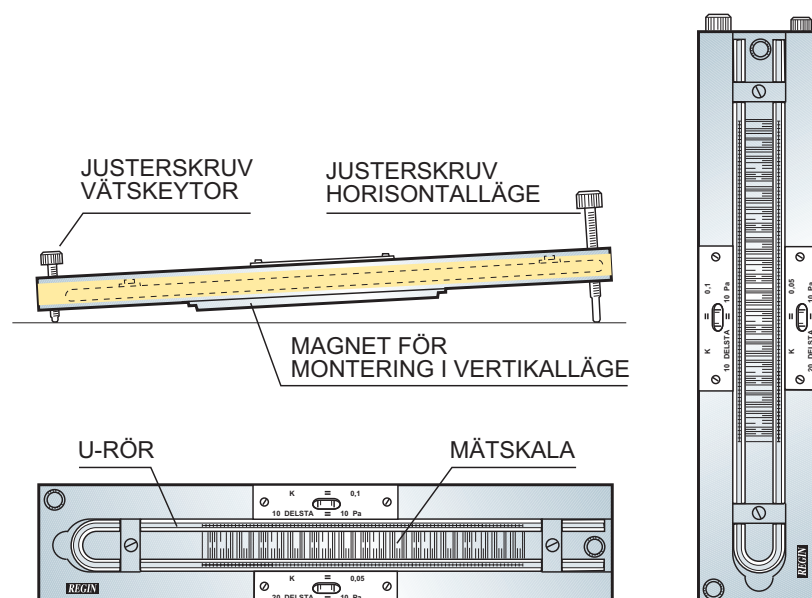


Bild 31. U-rörsmanometer

8.1.4 Elektroniskt kombinationsinstrument

Allmänt

SWEMA AIR 300 är ett av flera elektroniska mikroprocessbaserade kombinationsinstrument, som med en och samma centralinstrumentdel kopplad till olika givare kan mäta temperatur, relativ fuktighet och tryck. Dessa enheter visas med aktuella mätvärden i en display på centralinstrumentet samt beräknar och visar luftens daggpunkt, våta temperatur, luftens vatteninnehåll, lufthastighet och luftflöde med god noggrannhet. I instrumentet finns möjlighet att förvalja kanal- eller rördimensioner, få ut medelvärden vid luftflödesmätning samt att lagra mätvärden.

Det finns enklare elektroniska instrument som endast har en funktion. Exempel på sådant, är instrument som visar relativ luftfuktighet.

Vid anslutning av aktuell givare identifierar centralinstrumentet givartyp och mikroprocessorn ställer in rätt enhet och beräkningsmode.

Givare för relativ fukt är av kapacitiv tunnfilmstyp med stor noggrannhet över hela mätområdet och givare för temperatur är av typ PT100.

Givare för fukt och temperatur är skyddade mot beröring, smuts och damm med ett filter. För att visa t ex luftens vatteninnehåll beräknar mikroprocessorn detta i den inbyggda kalkylatorfunktionen.

Givare för tryck är en aneroid, för lufthastighet en varmtrådsgivare och vid luftflöde förväljes antal mätpunkter, kanal- eller rördimension varvid processorn kalkylerar luftflöde med utgångspunkt ifrån luftflödesgivaren och korregerar för temperatur vid mätstället. Aktuellt lufttryck kan läggas in för korrigering av luftflöde. Luftflöde presenteras mätpunkt för mätpunkt och som ett medelvärde.

Alla mätvärden kan samlas i den inbyggda mätvärdessamlaren för att avläsas senare eller för utskrift på en tillhörande skrivare. Mätvärdena kan överföras till PC.

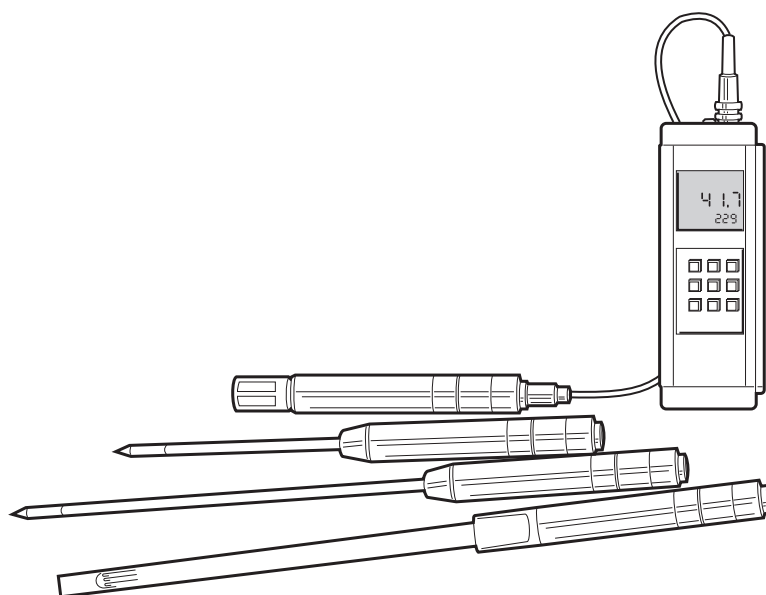


Bild 32. SWEMA AIR 300 med givare för temperatur och fukt

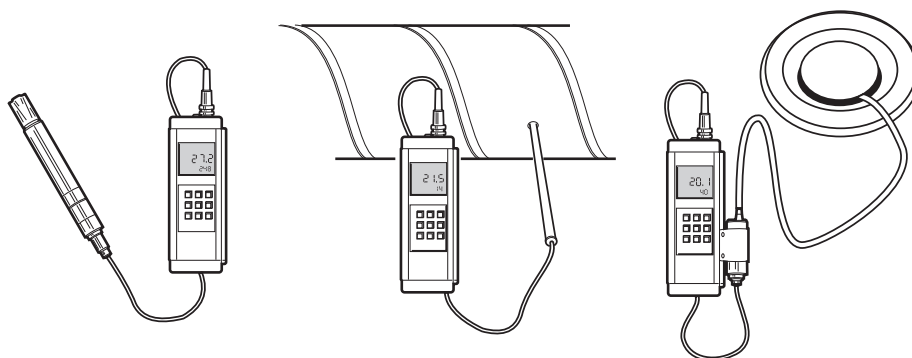


Bild 33. Olika givare till SWEMA AIR 300

Fukt och temperatur

Aneroid för tryck

Lufthastighet och luftflöde

8.1.5 Mätvärdessamlare

Allmänt

För att undersöka om en avfuktningsanläggning fungerar måste man mäta relativa fuktigheten och temperaturen under en längre tid. Detta gjordes förr med s.k. termohygrografer, som rent mekaniskt ritade kurvor med för relativ fuktighet och temperatur. Registreringen kunde göras under en vecka eller en månad.

Mätningen var inte så exakt. Man kunde inte enkelt mäta inne i t.ex. en stridsvagn, eller ett flygplan.

Numera används elektroniska mätvärdessamlare för registrering av temperatur och eller fukt.

Gemensamt för dessa mätvärdessamlare, ibland benämnd logger, är att de har stor mätkapacitet och uthållighet. Man kan t.ex. registrera mätvärden var 15:e minut under 3 månader, eller en gång per timme under 1 år.

Efter mätperiodens slut ska det inbyggda minnet tömmas via en interface till skrivare eller PC för bearbetning.

Loggern kan var mycket liten, t.ex. som en normal tändsticksask. Man kan då enkelt placera en logger inne i en elektronikbox, som finns inne i ett fordon, flygplan eller ett fartyg.

Bild 34 visar en logger som användes för mätning i ett fpl 39 Gripen.

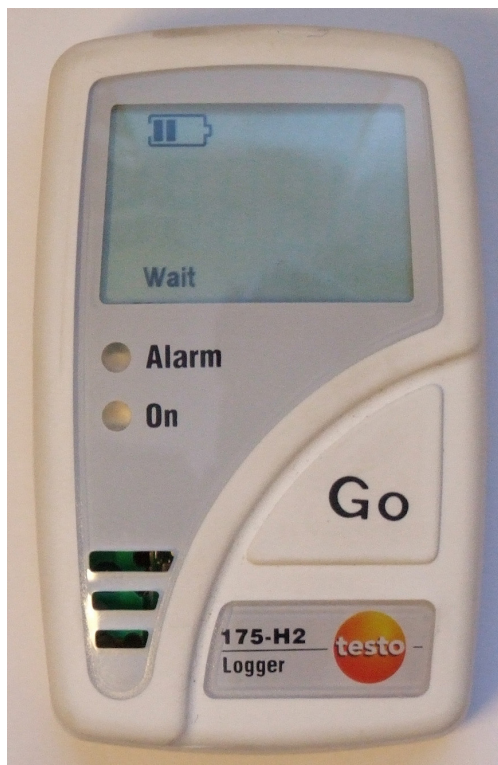


Bild 34. Logger

Det finns också en enkel registreringsutrustning för relativ fuktighet, i form av en enkel sensor.

Den liknar ett papper som behandlats kemiskt. Om man placerar en sådan sensor i ett emballage för en kvalificerad elektronikutrustning, så kan man efter t.ex. en månad se under hur stor del av denna månad som relativa fuktigheten var över 50%. Man kan kombinera denna sensor som registrerar relativa fuktigheten 50%, med andra sensorer som registrerar mätvärden över 60% eller 70%.

Dessa indikatorer kan vara ett bra hjälpmedel, för att få kunskap om vilken miljö, som utrustningen varit utsatt för under transport till svenska förband som verkar långt borta från Sverige under internationella insatser.

Den blå färgen på *Bild 35* visar hur stor del av tiden som den relativa fuktigheten varit över det gränsvärde som kan accepteras.

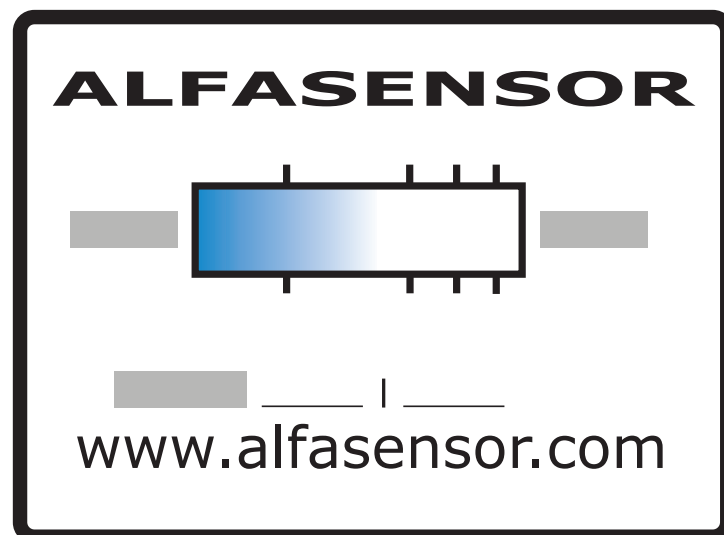


Bild 35. Sensorvärde för relativ fuktighet

8.1.6 Mätutrustning för luftmiljö

För grundtillsyn av avfuktare och avfuktningssystem finns en speciell utrustning, M8368-205110 UTR GT LUFTMILJÖ /S.

Utrustningen innehåller ett antal mätinstrument. Alla ingående delar i satsen finns i satslistan M7777-473460.

Lådans övre plan

På lådans övre plan finns följande utrustning:

- mätrör och strypbrickor
- testutrustning för avfuktare (lådan till vänster)
- röktestutrustning för värmare (lådan till höger).



Bild 36. Mätutrustning för luftmiljö - övre lådplan



Bild 37. Multi-instrument för temperatur, fukt och tryck

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
| 1 | Multi-instrument för temperatur, fukt och tryck | 2 | Fukt- och temperaturgivare |
| | | 3 | Värmtrådgivare med teleskop |



Bild 38. Rökgasmätutrustning

- | | |
|----------------------|----------------|
| 1 Sotspump | 3 Sotskala |
| 2 Olja till sotspump | 4 Rökgasmätare |

Lådans nedre plan

På lådans nedre plan finns följande utrustning:

- termo eltermometer
- temperaturmätkroppar
- dataloggrar - för temperatur och luftfuktighet
- dator - för utvärdering av mätresultat.



Bild 39. Mätutrustning - nedre lådplan



Bild 40. Dataloggrar

1 Adapter

2 Dataloggrar, 6 st

3 Mjukvarupaket

9 Reglerutrustning

9.1 Allmänt

För styrning av den relativa fuktigheten behövs en reglerutrustning, som känner av den relativa fuktigheten inom det temperaturområde som förekommer för en avfuktningssystemanläggning.

En avfuktningssystemanläggning har olika krav på reglerutrustning beroende på storlek och typ på anläggning. De mindre anläggningarna och mest förekommande skall ha en enkel, säker och noggrann reglerutrustning medan de större anläggningarna också skall ta hänsyn till att reglerutrustningen tillsammans med avfuktare och anläggningens utförande reglerar avfuktningen så att en låg energiförbrukning erhålls.

Här beskrivs endast reglerutrustningar för att styra den relativa fuktigheten för de vanligast förekommande avfuktningssystemanläggningarna.

9.2 Hygrostat

9.2.1 Allmänt

Hygrostaten används för reglering av luftens relativa fuktighet. Funktionen baserar sig på att hygroskopiska material ändrar sina egenskaper när luftens relativa fuktighet ändras. En del hygrostater utnyttjar ändringen av materialens mekaniska egenskaper, andra de ändrade elektriska egenskaperna.

Den mekaniska hygrostaten består oftast av en sammansatt enhet bestående av känselkroppen, kopplingshuset och en börvärdesratt.

Den elektroniska hygrostaten består oftast av två enheter bestående av fuktgivare och kontrollenhet. Fuktgivaren är förbunden med kontrollenheten med en ledning och den elektriska spänningen och strömmen till givaren är låg. Kontrollenheten har display för visning av den relativa fuktigheten samt är försedd med Knappar för inställning av börvärdet.

I avsnittet Avfuktningssystemanläggningar lämnas anvisningar om lämplig placering av hygrostaten i olika anläggningar.

9.2.2 Hygrostat typ HMM M 2805-104010

Hygrostat typ HMM, se *Bild 41*, utnyttjar längdförändringen hos ett eller två hårelement. Hårelementen blir längre när den relativa fuktigheten ökar och kortare när fuktigheten minskar. Längdförändringen överförs till en mikrobrytare, som sluter och bryter en elektrisk strömkrets.

Då hygrostaten används i luft med konstant låg relativ fuktighet under längre tid förlorar håren sin elasticitet. Om håren fuktas upp - regenereras - återfår de sin elasticitet.

Hårelementen är fjäderbelastade, vilket ger en successiv förlängning av håren speciellt när elasticiteten reducerats. Hårelementen måste därför regenereras, bytas eller hygrostaten kalibreras med viss intervall.

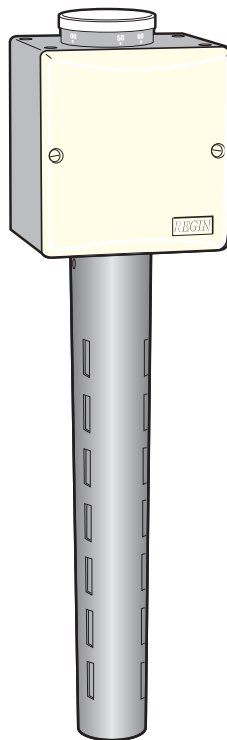


Bild 41. Hygrostat HMH

Hygrostaten fungerar på så sätt att mikrobrytaren sluter en strömkrets om den relativa fuktigheten överstiger det inställda värdet, varvid avfuktaren startar. När den relativa fuktigheten understiger det inställda börvärdet bryts strömkretsen och avfuktaren stannar.

Hygrostaten måste kalibreras regelbundet.

Hygrostat HMH skall successivt fasas ut mot modernare och stabilare hygrostater, varav några nämns nedan.

9.2.3 Hygrostat typ RH-15 M2805-106010

RH-15 är precis som HMH en mekanisk hygrostat och fungerar på i stort sett samma sätt. Skillnaden är att hårelementen är utbytta mot syntetiskt material vars beständighet vida överstiger hårelementen. Detta ger en väsentligare högre noggrannhet och behovet och vikten av kalibrering är väsentligt lägre, se *Bild 42*.

RH-15 är lämplig att använda tillsammans med små, enklare avfuktare på max ca 1,5 kW anslutningseffekt.



Bild 42. Hygrostat RH-15

9.2.4 Elektronisk hygrostat

Den mekaniska hygrostaten ersätts numera i allt större utsträckning med en elektronisk hygrostat och följande fördelar erhålls:

- Digital visning av relativa fuktigheten
- Avfuktningen kan styras i flera steg
- Regulatorfunktion för att ta hand om svängningar i regleringen
- Larmutgångar för distansövervakning

Kontrollenheten där visning av fuktigheten sker kan placeras långt ifrån mätstället. Stabiliteten för givaren i % relativ fuktighet är mycket god och givarens mätkropp kan skyddas väl mot olika föroreningar vilket gör att tillsynsintervallen kan utökas med ett eller flera år.

När elektronik användes i uppvärmda lokaler måste en kontroll göras i de tekniska data så att funktionen kan erhållas även under den kalla årstiden för den valda reglerutrustningen.

9.2.5 Elektronisk hygrostat RH-4000 M2805-205010

Det elektroniska fuktreglersystemet användes för reglering av luftens relativa fuktighet i två steg samt för larm vid för hög fuktighet. Funktionen baserar sig på att en elektronisk väggivare placeras i den aktuella lokalen. Givaren är en kapacitiv tunnfilmsgivare med en förkalibrerad utbytbar känselkropp. Stabiliteten mot avvikelse är ca 1% relativ fuktighet per år. RH-4000, se *Bild 43*, är färdigkopplad med både nätkabel och styrkablar. Med ett enkelt handgrepp kan man flytta kontrollenhetens framsida och på det sättet få möjlighet att placera kontrollenheten 25 m bort från avfuktaren. RH-4000 är lämplig till alla 1-fas avfuktare. Kontrollenhetens börvärde är förprogrammerad från fabrik med inställt värde på 50% relativ fuktighet. Steg ett är inställt på börvärde plus 1% relativ fuktighet, steg två på börvärde plus 5% samt larm på börvärde plus 10%. Reglernoggrannheten är $\pm 2\%$ relativ fuktighet vid $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ och $\pm 3,5\%$ vid $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

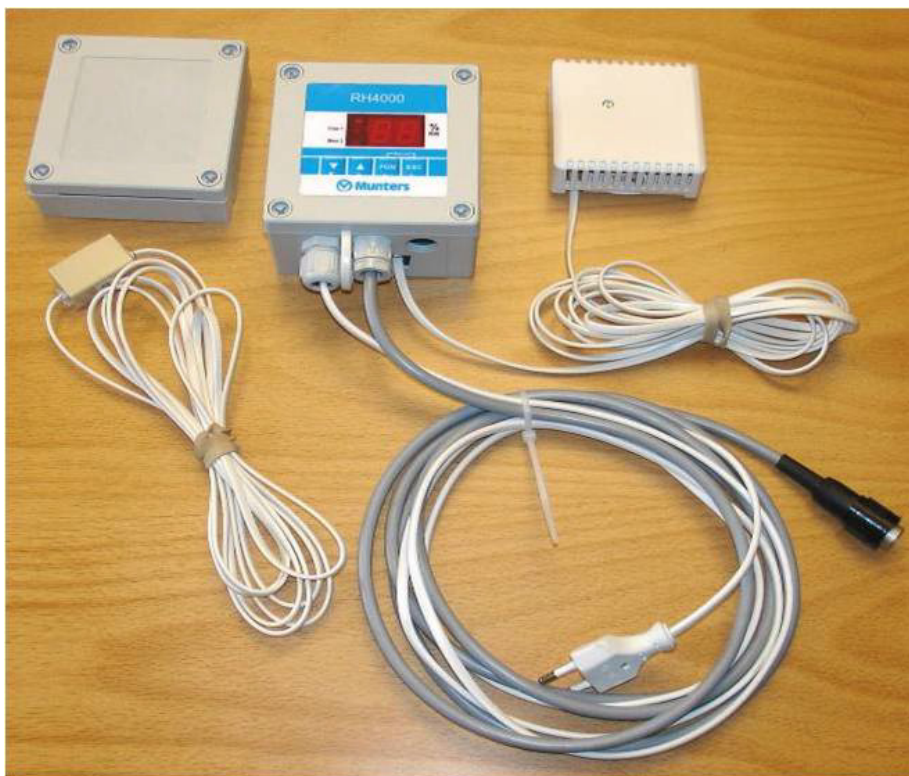


Bild 43. Hygrostat RH-4000

9.2.6 Elektronisk hygrostat RH-98

Det elektroniska fuktreglersystemet användes för reglering av luftens relativa fuktighet i två steg samt för larm vid för hög fuktighet. Funktionen baserar sig på att en elektronisk givare placeras i den aktuella lokalen (rumsgivare) eller direkt i luftkanalen (kanalgivare). Givaren är en kapacitiv tunnfilmsgivare med en förkalibrerad utbytbar känselkropp. Stabiliteten mot avvikelse är ca 1% relativ fuktighet per år. Kanalgivaren är försedd med ett luftfilter över känselkroppen. Givaren är kopplad via en kabel till en kontrollenhet som digitalt visar den relativa fuktigheten och är inbyggd direkt i avfuktaren. Alternativt

kan givaren kopplas till en väggmonterad kontrollenhet med en display för visning av relativa fuktigheten. Kontrollenhetens börvärde är förprogrammerad från fabrik med inställt värde på 50% relativ fuktighet. Steg ett är inställt på börvärde plus 1% relativ fuktighet, steg två på börvärde plus 5% samt larm på börvärde plus 10%. Reglernoggrannheten är $\pm 2\%$ relativ fuktighet vid $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ och $\pm 3,5\%$ vid $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Maximal längd mellan kontrollenheten och givare är 100m.

Givaren är en tvåtråds standardtyp, 4-20 mA och får sin spänning 10-35 V DC ifrån regulatordelen.

Den inbyggda kontrollenheten strömförsörjs direkt från avfuktaren medan den väggmonterade kontrollenheten skall anslutas till 230V.

Vid förrådsställning med objektsvis avfuktning (öppet system) där avfuktaren styrs med hygrostat, liggande i ett av objekten, bör RH-98:ans kanalgivare användas beroende på dess robustare konstruktion.



Bild 44. Elektronisk hygrostat RH-98

9.3 Elektronisk proportionell fuktreglering

9.3.1 Allmänt

Elektronisk proportionell fuktreglering användes när kravet på noggrannhet är stort eller när en låg energiförbrukning eftersträvas. Proportionell fuktreglering är standard på avfuktare med högre effektanslutning än 25 kW.

En sådan består av fuktgivare, regulator, tyristor, stegkopplare eller ventilställning beroende på om el, ånga eller varmvatten användes för regenerering.

Funktionen för proportionell reglering är att fuktgivaren ger signal till regulatorn som jämför börvärde (inställt värde) och ärvärde (det aktuella värdet) med varandra varefter regulatorn styr tyristordonet, stegkopplare eller ventilställning att öka effekten i proportion till ökad fuktavvikelse mellan börvärde och ärvärde. Sjunker fukten minskar avvikelsen. Regulator har inställning för börvärde, trimpotensiometrar för justering av reglernoggrannhet och reglerförlopp s k PID-regulator.

Är avfuktaren försedd med elvärme styr regulatorn ett tyristordon för hela elvärmeeffekten eller med en uppdelning på ett eller flera grundsteg och tyristorreglering av ett toppsteg. Detta kan arrangeras så att en steglös avfuktning kan erhållas. Är avfuktaren försedd med ång- eller het- alternativt pumpvattnenvärmare styr regulatorn ett ventilställdon att börja öppna med stigande fukt. Visning av den relativa fuktigheten kan vara på regulatorn, givaren eller panelen.

Inställning av börvärde och avläsning av ärvärdet görs på panel på avfuktare eller via överordnat system.

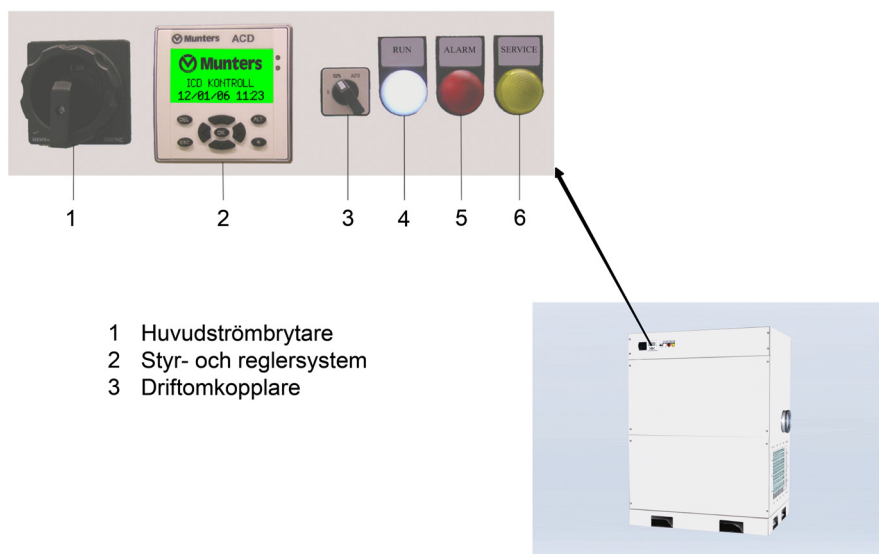


Bild 45. Avfuktare med proportionell reglering av fukt

9.4 Fuktindikatorer

9.4.1 Allmänt

Fuktindikatorer används för att visa vilken ungefärlig relativ fuktighet luften har. Indikatorerna består av koboltklorid och ett hygroskopiskt material, t ex kiselgel eller papper.

När vatteninnehållet i luften är lågt, har indikatorn blå färg.

När vatteninnehållet ökat något blir indikatorn gråviolett. Nu kan det ökade vatteninnehållet i luften börja skada materielen.

När vatteninnehållet ökat ytterligare, färgas indikatorn röd. Nu ökar risken snabbt för korrosionsskador och mögel.

Hur mycket vatten som binds och vilken färg indikatorn visar beror på mängden koboltklorid och mängden vatten i det hygroskopiska material som koboltkloriden är förenad med. Det hygroskopiska materialets vatteninnehåll bestäms i sin tur av den omgivande luftens relativa fuktighet.

Genom att t ex blanda kiselgel och koboltklorid i olika proportioner kan man få indikatorer med olika omslagspunkter, dvs indikatorerna visar olika färg vid samma relativa fuktighet eller samma färg vid olika relativa fuktighet.

Det finns olika typer av fuktindikatorer. Den vanligaste består av ett papper som behandlats med koboltklorid. Vid låg relativ fuktighet visar indikerpapperet blå färg, vid ca 60% relativ fuktighet gråviolett och vid högre relativ fuktighet rosaröd färg. Denna indikator kompletteras ibland med en fast färgskala.

Relativa fuktigheten anges för olika färger på färgskalan som kan jämföras med indikatorns färgskiftningar.

En annan typ av indikatorer består av ett kort av kraftigt papper med små behållare eller punkter fyllda med en blandning av kiselgel och koboltklorid i olika proportioner. För varje punkt finns en bestämd relativ fuktighet angiven.

Kortets kanter har en fast gråviolett referensfärg. Den omgivande luftens relativa fuktighet indikeras av den punkt vars färg närmast överensstämmer med referensfärgen.

Känsligheten hos indikatorerna är 5% relativ fuktighet. Indikatorerna är avsedda att användas vid rumstemperatur. Ändras temperaturen 10 °C får man ett avläsningsfel av ca 5% relativ fuktighet. Vid lägre temperatur än rumstemperatur läser man således av en skenbart högre relativ fuktighet än den verkliga. Vid t ex -10 °C läser man av 65%, när den relativa fuktigheten i verkligheten är 50%.

Indikatorerna skadas om de kommer i direkt kontakt med vatten eller används i luft med hög relativ fuktighet under lång tid. Skadade indikatorer kan inte regenereras utan måste bytas. Indikatorerna skall förvaras torrt.

Inom försvaret används indikerpapper, indikerkort och torkpatroner med fuktindikator.

9.5 Indikerpapper

I luft med rumstemperatur visar indikerpapperet:

- blå färg när den relativa fuktigheten är lägre än 50%
- gråviolett färg när den relativa fuktigheten är ca 60%
- rosaröd färg när den relativa fuktigheten är högre än ca 60%.

Indikerpapper används företrädesvis i torrluftförvarade objekt och i utrymmen, där den relativa fuktigheten inte får överstiga 50%, se *Bild 46*.

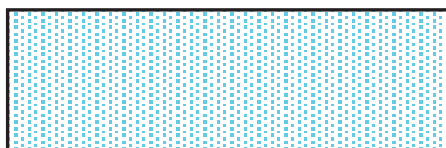


Bild 46. Indikerpapper

9.6 Indikerkort

I luft med rumstemperatur indikerar kortet relativa fuktigheter från 10 till 70%. Riktlinjer för avläsning finns på kortet, se *Bild 47*.

Indikerkort används företrädesvis i utrymmen, där den relativa fuktigheten regleras vid lägre värde än 50%.

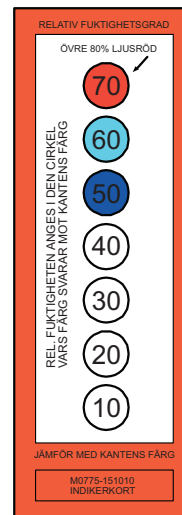


Bild 47. Indikerkort

9.7 Torkpatron

Instrument- och komponentutrymmen kan vara försedda med s k torkpatroner. Dessa innehåller ett torkmedel för statisk avfuktning och är ibland försedda med en indikator. Indikatorn utgörs oftast av ett indikerpapper som är insatt bakom ett fönster i torkpatronen.

10 Avfuktningssystem

10.1 Dynamisk avfuktning

10.1.1 Allmänt

Dynamisk avfuktning används vid:

- förvaring av materiel i bruk och vid långtidsförvaring
- skydd av bergrum
- avfuktning vid tillverkning och transport
- torkning av material, gummi, plast, textil
- Ammunition och robotar

Vid projektering av avfuktningssystem för materiel ställs man först inför valet mellan det slutna och öppna avfuktningssystemet, eller alternativt en kombination av de båda.

Valet av system bestäms bland annat av materielen och kraven på hantering.

Ekonomiska avväganden mellan investerings- och driftkostnader för systemen måste göras. Skall en befintlig förrådslokal disponeras kan lokalens kvalitet avgöra valet av system.

I kapitel 5 Avfuktningssystem nämndes att det slutna systemet företrädesvis används vid helavfuktning av nybyggda mobförråd eller gamla förråd och bergrum som är så täta att hela luftvolymen kan avfuktas, medan större komplexa objekt t.ex. stridsvagnar, mobila radarstationer och containrar etc. avfuktas i ett öppet system om ej lokalen är lämpad för helavfuktning. För att utnyttja de förvaringstekniska fördelar som ett öppet system erbjuder genom att det primärt påverkar den invändiga fuktmiljön i objekten samt att slutet system avfuktar all materiel som finns i ett förråd, kombinerar man de båda systemen.

Vid projektering får man ta hänsyn till hur ofta materielen tas ut ur förrådet för övningar, kontroller eller översyn. När materielen tas in i förrådet igen innehåller den ofta så stora fuktmängder att en avfuktning bör utföras så snabbt som möjligt. Ansluts materielen till ett öppet avfuktningssystem kommer torr luft att genomspola objekten och man får då omedelbar kontroll över fuktmiljön inuti materielen. Ställs däremot materielen in i ett förråd där hela förrådsvolymen avfuktas i ett slutet system tar det längre tid innan fukten inuti objekten har avdunstat och diffunderat till den omgivande torra luften.

Temperaturförändringar under dygnet och vid övergången från kallare till varmare klimat medför ofta temperatureftersläpning hos tyngre materiel. Risken för att den relativa fuktigheten intill materielytorna då blir högre än i den omgivande luften är större i ett slutet system än i ett öppet. För att komma till rätta med temperatureftersläpningar samt önskan att uppnå snabb genomspolning av torr luft i nyinställda objekt, samtidigt som man vill utnyttja de bonusvinster som helavfuktade förråd ger på övrig materiel kan lösningen vara en kombination av systemen som de beskrivs nedan.

Bild 48 visar tänkbara temperatur- och fuktighetsförhållanden vid avfuktningförvaring av fordon i slutet system. Exemplet förutsätter att utomhustemperaturen under dygnet eller efter en period med lägre temperatur snabbt stigit till 10 °C, vilket resulterat i en temperatureftersläpning hos fordonet med 5 °C.

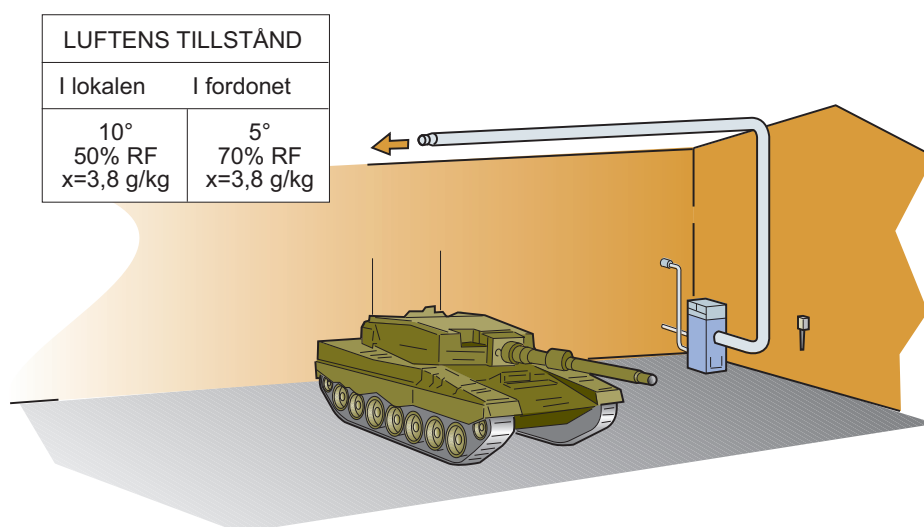


Bild 48. Slutet system

I det slutna systemet recirkuleras lokalluften genom avfuktaren som styrs av en hygrostat i lokalen inställd på 50% RF. Lokalluften avfuktas på så sätt till 10 °C, 50% RF, $x = 3,8$ g/kg. Luften i lokalen och i fordonen har samma ångtryck men på grund av temperatureftersläpningen blir tillståndet inne i fordonen 5 °C 70% RF, $x = 3,8$ g/kg.

När fordonen ventileras, t ex genom att man öppnar luckor eller dörrar, så kan luften inne i fordonen anta ett tillstånd som närmar sig lokalluften men så länge temperatureftersläpningen varar kommer den relativa fuktigheten intill materielytorna att vara högre än 50%RF.

Man kan minska effekten av temperatureftersläpningen i ett slutet avfuktningssystem genom att styra avfuktaren med två eller flera parallellkopplade hygrostaterna. Kompletteras t ex hygrostaten i lokalen med en hygrostat inuti ett av fordonen, som känner av relativa fuktigheten vid en temperatur som så nära som möjligt överensstämmer med fordonets, kan relativa fuktigheten intill materielytorna hållas vid ca 50% RF. Detta innebär dock att avfuktarens drifttid och därmed energikostnaderna initialt ökar och att relativa fuktigheten i lokalen blir lägre än 50% RF. Att använda två eller flera hygrostaterna är inte att rekommendera, dels beroende på ökad energiförbrukning eftersom lokalens RF kommer att bli onödigt lågt, dels med hänsyn till risken att hygrostaten åker iväg med objektet eller att den inte hamnar i det senast inkörda och därigenom fuktigaste objektet. Ett säkrare och energisnålare sätt är en kombination av systemen enligt nedan och att placera fuktgivaren i torrluftskanalen i det öppna systemet.

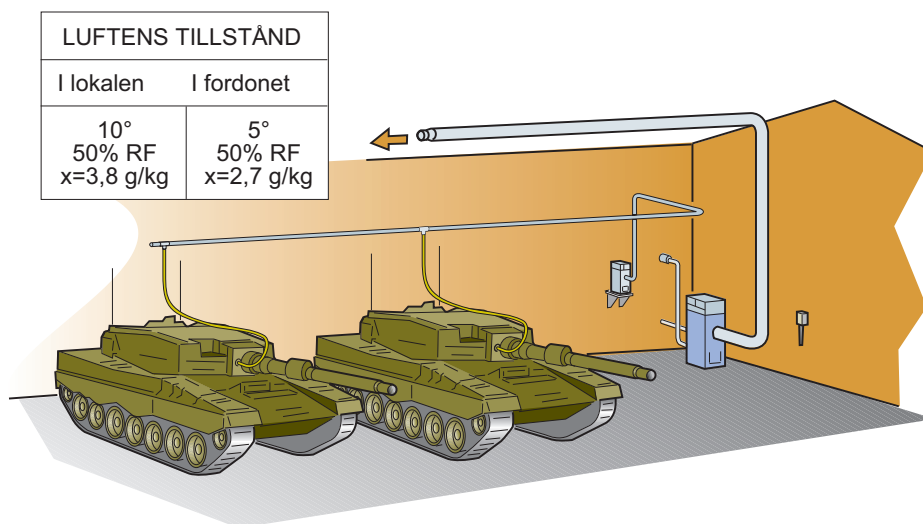


Bild 49. Kombination av slutet och öppet system

Vid en kombination av de två systemen låter man två avfuktare oberoende av varandra avfukta dels objekten dels förrådet. En hygrostat styr varje avfuktare. Med modern reglerutrustning och speciella förrådsavfuktare, med stora processflöden, blir energikostnaden lägre jämfört med traditionella avfuktare. Vidare kan avfuktningen enkelt anpassas vid ett förändrat utnyttjande av förrådet. Vid en totalekonomisk sammanställning där man väger in dels investeringskostnaden och energikostnaden men även bonusvinster på övrig materiel samt reduktion av underhållskostnaderna, så är helavfuktade förråd, antingen med slutet system eller om förrådet även innehåller tyngre materiel ett kombinerat system, totalt sett över en längre tidsperiod det mest ekonomiska.

Vid kombinerat system, där varje avfuktare styrs av en egen hygrostat, är det lämpligt att köra avfuktaren i det öppna systemet med kontinuerlig processfläkt drift. Detta innebär att hygrostaten (lämpligtvis kanalgivaren till RH98, se kapitel 9 Reglerutrustning) enbart styr avfuktarens regenerering. Fördelen med denna kontinuerliga spolning av luft genom objekten är jämnare relativ fuktighet i alla objekt. Luften som spolats genom objekten är ju lokalens kontrollerade och avfuktade luft som håller 50% relativ fuktighet. Den energiförbrukning som blir av kontinuerlig processfläkt drift är försumbar.

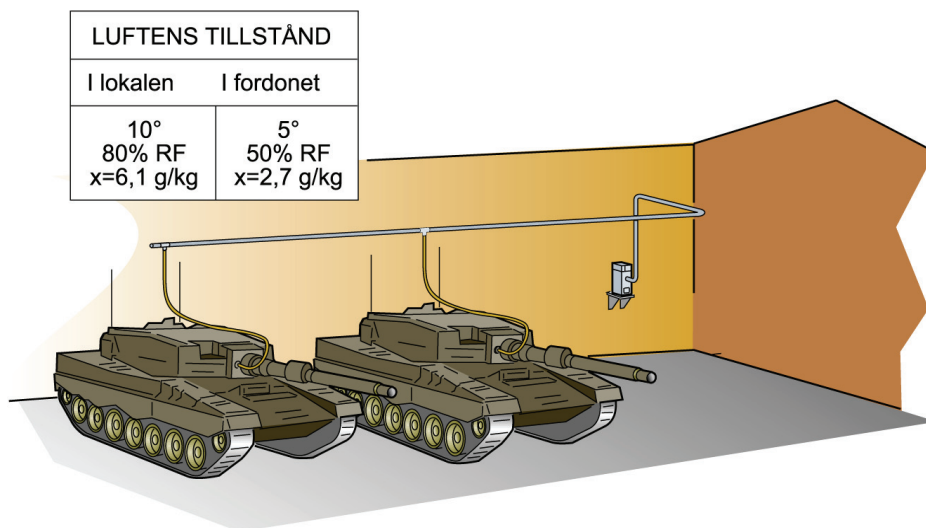


Bild 50. Öppet system

I det öppna systemet, tillförs avfuktaren uteluft eller luft från lokalen med i det närmaste samma tillstånd som uteluftens, dvs. med ett vatteninnehåll av $x = 6,1$ g/kg. Luften avfuktas i ett steg till ett vatteninnehåll av $t \text{ ex } x = 1$ g/kg. Den avfuktade luften distribueras genom ett rörsystem och anslutningsslangar till fordonen. Med bibehållande av ett mindre övertryck i fordonen får sedan luften läcka ut genom befintliga eller arrangerade läcköppningar. Sedan några år byggs dessa system med steglös tyristorreglering av avfuktarens värmare och en kanalgivare placeras i torrluftskanalen. Som grundvärde ställs den in på 35% RF för att upprätthålla 50% RF i objekten. Detta ger en stor energibesparing och en säkerhet då ingen hygrostat behövs i objekten och man undviker risken att hygrostaten åker iväg med objektet eller att den inte hamnar i det senast inkörda och därigenom fuktigaste objektet. Tidigare placerades en hygrostat representativ plats i ett av fordonen. Hygrostaten styr avfuktningen så att den relativa fuktigheten vid 5 °C blir högst 50% intill materielytorna. Luftens vatteninnehåll är då $x = 2,7$ g/kg. Eftersom vatteninnehållet hos den inblåsta torra luften är $x = 1$ g/kg, kan en temperatureftersläpning av 18 °C tillåtas utan att den relativa fuktigheten blir för hög. Detta förutsätter som beskrivits ovan att hygrostaten inte åker iväg av misstag eller inte hamnar i det fuktigaste objektet.

I det öppna systemet avfuktas materielen snabbt då den ventileras (genomspolas) med torr luft. Med riktigt arrangerade läcköppningar kan den torra luften styras till alla delar och alla viktiga komponenter i objekten.

Jämfört med det slutna systemet, då hela luftvolymen i förrådet måste avfuktas, behöver endast ett litet effektivt luftflöde behandlas i det öppna systemet. Objekten skyddas dock inte utvändigt vid enbart ett öppet system och bonusvinster som t ex skydd av gummiband, tätningar och andra gummidetaljer uteblir. Vidare skyddas inte materiel, som kan finnas på objektet i utanpåliggande fack. Dock kan vissa utvändiga ytor av annat material skyddas genom insmörjning, målning eller annan ytbehandling.

I ett öppet system kan materielen förses med tätningar eller torrluftskapell och anslutningsanordningar för den torra luften. Dessa måste dock tas bort när materielen skall tas ut ur förrådet och den taktiska tillgängligheten blir något lägre.

All övrig materiel som eventuellt finns i förrådet lämnas också helt utan skydd vid öppna system. Ozonets påverkan på t ex gummi, korrosion och mögel, kan inte förhindras vid öppna system. Inte heller skydd av övrig materiel, som inte ligger i torrluftsbox, kan uppnås.

Krävs både ett fullgott invändigt och utvändigt skydd och bara öppet system finns att tillgå måste materielen helt inneslutas i ett kapell. Luften från avfuktaren tillförs då på vanligt sätt, så att ett övertryck uppstår inuti materielen. Den torra luften får läcka ut till utrymmet mellan materielen och kapellet och sedan genom läcköppningar ut i förrådslokalen.

Den totala investeringskostnaden för det öppna systemet inklusive tätningar, kapell, rörsystem och avfuktare är av samma storleksordning som för det slutna systemet.

De förvaringstekniska fördelarna med ett kombinerat system är så stora att detta system rekommenderas om förrådet innehåller både tyngre materiel och övrig materiel.

Utöver dessa allmänna synpunkter framgår av den fortsatta redogörelsen i detta avsnitt och i kapitlet om ekonomi vad som i övrigt måste beaktas vid val av system för avfuktning av materiel.

Vilket system som än väljs bör man vid projekteringen så långt möjligt skilja på olika temperaturzoner. Anläggningar som t ex består av både en underjords- och en överjordsdel bör inte avfuktas med samma avfuktare. Samma sak gäller för materiel som t ex förvaras i skilda våningsplan i ett förråd. Temperaturskillnaden mellan under- och överjordsdelen och mellan de olika våningsplanen blir ofta så stor att det med hänsyn till fuktregleringen och avfuktarens kapacitet är svårt att hålla den önskade relativa fuktigheten med en och samma avfuktare. Även när materiel förvaras inom en och samma temperaturzon kan temperaturskillnaden mellan tung och lätt materiel och därmed skillnaden i relativ fuktighet mellan objekten tidvis bli för stor. Man bör beakta såväl skillnader i medeltemperatur som temperaturvariationernas karaktär vid projekteringen och eftersträva att få så likartade temperaturförhållanden som möjligt i en och samma avfuktningssystem. När stora temperaturskillnader inte kan undvikas inom ett och samma avfuktningssystem och endast en avfuktare disponeras måste den dimensioneras för detta och regleringen utförs med två eller flera parallellkopplade hygrostater placerade i de olika temperaturzonerna eller objekten.

Vid projektering av anläggningar för dynamisk avfuktning är givetvis fuktbelastningen den dimensionerande faktorn.

Bild 51 nedan åskådliggör vad som orsakar fuktbelastningar som man vanligen måste ta hänsyn till.

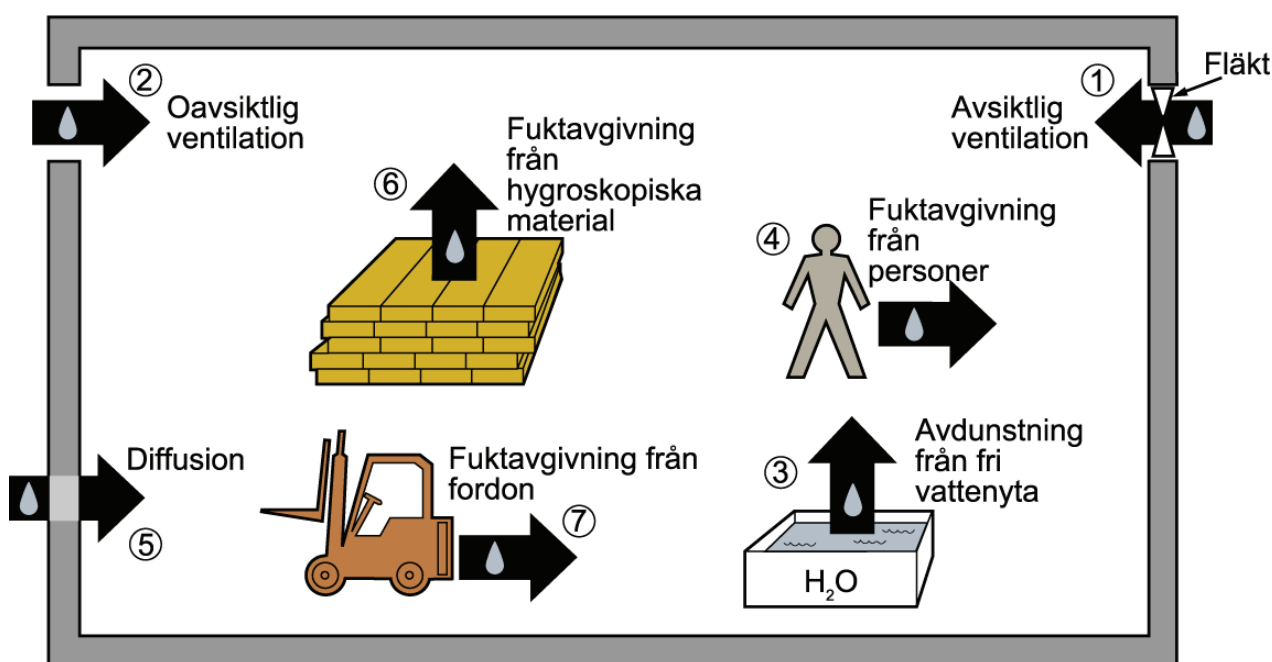


Bild 51. Fuktbelastningar av olika slag

10.1.2 Slutet system

Projektering

Dimensionering

Den huvudsakliga fuktbelastningen vid förvaring av materiel orsakas i de flesta fall av oavsiktlig ventilation. När avsiktlig ventilation förekommer är det dock den som vanligen är dimensionerande.

Fuktavgivningen från hygroskopiskt material påverkar som regel inte dimensioneringen när materielomsättningen i förrådet är liten. När materielomsättningen är stor och fuktig materiel tillförs regelbundet måste man dock ta hänsyn till denna mer eller mindre konstanta fuktbelastning.

Även om materielen innehåller stora fuktmängder så sker fuktavgivningen så långsamt att fuktmängden som tillförs förrådsluften per tidsenhet blir relativt liten.

Vid långtidsförvaring av materiel förekommer denna fuktbelastning endast under ett kort initialskede. Kan man acceptera att den relativa fuktigheten i förrådet under denna period blir något högre, behöver man inte ta hänsyn till detta tillfälliga behov av större avfuktningskapacitet. Fuktavgivningen från det hygroskopiska materialet ökar dock avfuktarens drifttid, vilket ger en högre energikostnad i början av förvaringstiden.

När andra fuktbelastningar förekommer är dessa oftast marginella jämfört med belastningen på grund av oavsiktlig och avsiktlig ventilation.

Vid projektering skall man dock förvissa sig om vilka belastningar som förekommer och i tveksamma fall göra en fullständig fuktbelastningsberäkning.

Det är alltså i första hand den oavsiktliga ventilationen man skall ta hänsyn till vid dimensionering och denna kan beräknas enligt formeln, *Bild 49*.

För begränsning av fukten i t ex förråd, där slutet system används, och krav på låg energikostnad finns i kombination med hög avfuktningskapacitet bör speciella avfuktare med förhöjda processluftflöden väljas.

I en förrådsbyggnad konstruerad för avfuktning kan tillflödet av ytterluft begränsas så att det högst motsvarar 0,1-0,3 luftomsättningar per timme, beroende på förrådets storlek. Små förråd får den större läckfaktorn. En hög portöppningsfrekvens kan dock påverka resultatet. Golv i förråd konstruerade för helavfuktning ska vara hårdgjorda, t.ex. betong eller asfalt.

I en förrådsbyggnad som inte konstruerats för att vara så lufttät som möjligt får man räkna med 0,4-1,0 luftomsättningar per timme och i ogynnsamma fall mera.

Eftersom den oavsiktliga ventilationen är avgörande för dimensioneringen så är uteluftens tillstånd av stor betydelse. I vårt klimatområde är 20 °C 80% RF, $x = 11,7$ g/kg, ett vanligt dimensionerande värde. Med hjälp av klimatdata för olika orter i landet kan rättvisande värden väljas för varje ort.

Dimensioneringen av aggregat för avfuktning kan göras mycket enkel när det gäller långtidsförvaring som t ex inom försvaret. I en lagerlokal inom industrin omsätts materielen snabbare, portöppningsfrekvensen är hög och dessutom arbetar ofta flera personer kontinuerligt i lagerlokalen, vilket komplicerar dimensioneringen.

Följande exempel visar ett enkelt dimensioneringsfall.

Förutsättning:

- Oisolerad förrådsbyggnad av korrugerad plåt med fogtätningar och asfaltgolv. Förrådsvolym 5000 m³.
- Dimensionerande utetillstånd 20 °C 80% RF, $x = 11,7$ g/kg
- Dimensionerande innetillstånd 20 °C 50% RF, $x = 7,3$ g/kg
- Oavsiktlig ventilation - 0,1 luftomsättning/tim
 - $q_v = 0,1 \cdot 5000 \text{ m}^3/\text{h}$
 - $q_v = 500 \text{ m}^3/\text{h}$
- Hygroskopiskt material - trälådor 2000 kg torr vikt.

Vid förvaringens början står trälådorna i jämvikt med 80% RF. Kurvan i *Bild 13, 3.3 Försämrade egenskaper hos hygroskopiska material*, visar att trä i jämvikt med 80% RF har fuktkvot av 17%, vilket ger ett vatteninnehåll $u_1 = 340$ kg. I jämvikt med det dimensionerande innetillståndet 50% RF blir fuktkvoten 9% och $u_2 = 180$ kg. Fuktavgivningen beräknas pågå under 200 tim.

Beräkning:

- Oavsiktlig ventilation
 - $q_m = q_v \cdot \delta \cdot (x_1 - x_2)$
 - $q_m = 500 \cdot 1,2 \cdot (11,7 - 7,3) / 1000$
 - $q_m = 2,64 \text{ kg/h}$
- Hygroskopiskt material
 - $q_m = (u_1 - u_2)$
 - $q_m = (340 - 180) / 200$
 - $q_m = 0,8 \text{ kg/h}$
 - $q_{mtot} = 2,64 + 0,8 = 3,44 \text{ kg/h}$

Efter 200 tim beräknas det hygroskopiska materialet stå i jämvikt med förrådsluften. Fuktbelastningen minskar då med 0,8 kg/h.

En fuktbelastning som inte nämnts och som man inte regelmässigt måste räkna med är byggfukt. I nyuppförda förrådsbyggnader, speciellt av betong eller lättbetong, innehåller byggnadsmaterialet stora fuktmängder, som avger sin fuktighet under lång tid. Fuktavgivningen sker i början såväl till uteluften

som till den torra förrådsluften och kan beräknas på samma sätt som fuktavgivningen från material. Då denna fuktlast är av engångskaraktär, kan man bortse från den. Ett sätt att enkelt komma ifrån denna problematik är att låta avfuktaren torka ur förrådet innan materiel fylls på.

Utförande:

Planering och konstruktion omfattar bland annat:

- avfuktarens placering och anslutning
- kanalsystemets utformning
- hygrostatens placering och anslutning.

Följande väsentliga krav och önskemål bör vägas mot varandra och tillgodoses på bästa möjliga sätt vid avfuktarens placering:

- Obehindrad hantering samt ut- och intransport av materiel
- Effektiv distribution och fördelning av den torra luften med enklast möjliga kanalsystem
- Enkel kanaldragning för bortledning av kondensvatten eller våtluft samt tillförsel av regenereringsluft
- Enkel elanslutning
- Plats och tillgänglighet för service

I den instruktion som medföljer avfuktaren vid leverans finns utförliga anvisningar om avfuktarens uppställning, elanslutning och kanalanslutning, o.s.v. Se även mer grundläggande information i kapitel 6 - Dynamisk avfuktning.

Bild 52 visar i princip hur en anläggning för avfuktning i ett slutet system kan vara utförd.

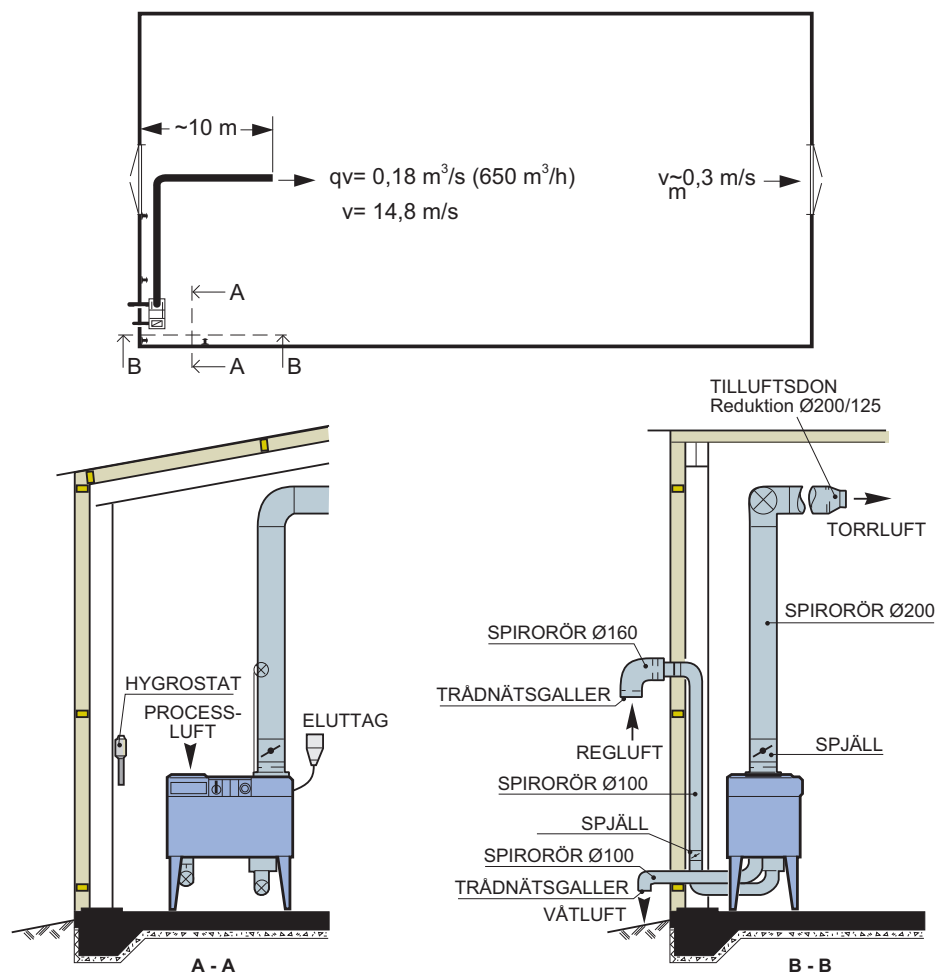


Bild 52. Avfuktning - slutet system

Förrådsbyggnaden har samma utförande och dimensioner som i det föregående dimensioneringsexemplet. Bredden är 20 m, längden 40 m och medelhöjden 6,25 m, vilket ger en volym av 5000 m^3 . Förrådet har en port på vardera gaveln med en transportgång i förrådets längdriktning. På ena gaveln vid sidan av porten finns förrådets elcentral med uttag för elförsörjning av avfuktaren. En avfuktare har placerats vid gaveln intill eluttaget. Rörsystemet har konstruerats av plåtrör, s k spirorör. Den torra luften tillförs lokalen genom ett tilluftsdon, ca 10 m från gavelväggen och 0,5 m under taknocken mitt i transportgången. Tilluftsdonet ger luften en utloppshastighet av ca 15 m/s och en kastlängd av 30 m. Lufthastigheten i luftstrålens centrum 30 m från tilluftsdonet blir då ca 0,3 m/s. Denna distribution ger erfarenhetsmässigt en tillfredsställande spridning av den torra luften.

Regenereringsluften tillförs avfuktaren genom en kanal med diametern 100 mm. Inloppet har dock diametern 160 mm för att reducera luftens inloppshastighet till max 3 m/s. Man förhindrar på så sätt att vattendroppar rycks med regenereringsluften när det regnar.

För att åstadkomma önskad luftdistribution måste rörsystemet dimensioneras med hänsyn till det disponibla totaltryck som avfuktaren ger för transport av luften och det motstånd - tryckfall - kanalsystemet erbjuder.

I instruktionsboken, som medföljer avfuktarna, finns kapacitets-, tryck- och flödesdiagram.

Tillverkare av spirorör kan tillhandahålla diagram eller uppgifter om tryckfall i rör och rördetaljer.

Tillluftsdonets utloppsdiаметer, torrluftens utloppshastighet, kastlängd och lufthastigheten i luftstrålen kan beräknas enligt nedanstående formel. Formeln gäller för en "fri luftstråle" som inte störs av väggar, tak eller materiel:

$$v_m = 5 \cdot v_0 \cdot d / l$$

där

- v_m = lufthastighet i strålens centrum på avståndet l från tilluftsdonet, m/s
- 5 = en konstant
- v_0 = luftens utloppshastighet, m/s
- d = utloppsdiаметer, m
- l = kastlängd, m

Eftersom man eftersträvar en lufthastighet av ca 0,3 m/s längst bort från tilluftsöppningen och man för varje anläggning känner luftflödet och kan bestämma kastlängden så är dessa tal givna och formeln kan skrivas:

$$d = 21,2 \cdot q_v / l$$

där

- d = utloppsdiаметer, m
- 21,2 = en konstant
- q_v = torrluftsflöde, m³ /s
- l = kastlängd, m

Om rörsystemet utformas med många förgreningar eller på sådant sätt att stora tryckfall kan uppstå, måste en beräkning utföras.

Bild 53 visar en avfuktare försedd med luftkyld kondensor. Kondensor används när det är komplicerat, dyrbart eller praktiskt omöjligt att tillföra regenereringsluft eller leda bort våtluft från den lokal som skall avfuktas, t ex i en underjordsanläggning. Kostnaden för kondensorn är större än för det enkla rörsystem för regenereringsluft och våtluft som *Bild 50* visar. I underjordsanläggningar är dock kondensoralternativet ofta billigare än installationen av långa rörledningar för regenereringsluft och våtluft.

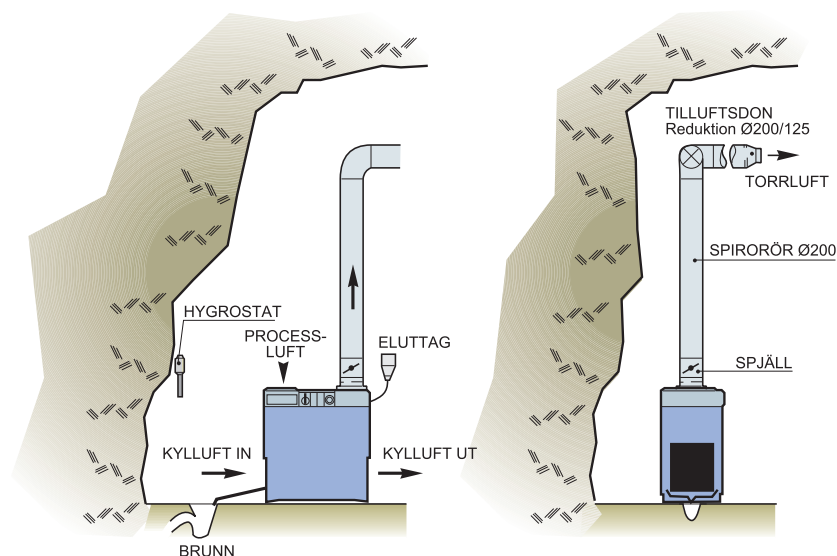


Bild 53. Avfuktare med luftkyld kondensor - slutet system

På grund av frysrisk kan kondensor endast användas i utrymmen med temperaturer över 0 °C. Frostfritt avlopp för kondensvattnet måste arrangeras.

Kondensorn minskar normalt avfuktarens kapacitet med upptill 10%. Avfuktningskapaciteten är bland annat beroende av temperaturen på kyl luften till kondensorn. I rumstemperaturer över 25 °C och i lokal med en fuktighet som är lägre än 45% RF bör kondensorn inte användas. Vid kondensoralternativ är det lämpligt att sammanföra kyl luften och torrluften till en gemensam kanal ut till anläggningen.

Mindre avfuktare styrs vanligen on/off av en hygroskop, placerad intill avfuktaren så som Bild 52 visar. I större anläggningar bör 2-stegshygroskop anslutas så att avfuktarens regenerering styrs i två steg eller att avfuktaren har steglös tyristorreglering. Med förfinad utrustning kan regleringen utföras så att man uppnår lägsta möjliga energikostnad.

Om avfuktaren är placerad i ett särskilt aggregatrum skall hygroskopet placeras i förrådslokalen intill öppningen för tillförsel av processluft till avfuktaren.

Förekommer stora temperaturskillnader inom avfuktningssystemet kan regleringen utföras med en kanalgivare i torrluften och steglös tyristorreglering av avfuktaren.

Avfuktningen av luft som innehåller explosiv gas eller explosiva ämnen kräver avfuktare och reglerutrustning i explosionsskyddat utförande. Vissa storlekar av avfuktare kan levereras i detta utförande. Varje anläggning kräver dock speciell projektering för att få ett korrekt utförande. Billigast blir att försöka placera avfuktaren utanför det Ex-klassade utrymmet. Dock måste systemet förses med brandspjäll.

Installation och intrimning

Avfuktare, hygrostat, rör och rördetaljer mm som vanligen ingår i avfuktningssystem finns upptagna i Försvarets Materielverks katalog Materiel för avfuktningssystem.

I instruktionsboken för avfuktarna finns anvisningar för installation och trimning av avfuktarna. Utöver dessa anvisningar, som är specifika för varje typ av avfuktare, kan följande allmänna anvisningar lämnas:

- Avfuktarnas specifika kapacitet är bland annat beroende av processluftens relativa fuktighet. Kapaciteten ökar med ökande relativ fuktighet. Då luften i förrådet som regel har den lägsta temperaturen och därmed den högsta relativa fuktigheten nära golvet, bör avfuktaren tillföras denna luft som processluft. Mindre avfuktare monteras, lämpligen på en väggkonsol ca 1 m över golvet. Monteras avfuktaren på större höjd, bör ett rör som får mynna ca 1 m från golvet anslutas till intaget för processluft.
- För att förhindra att våtluft återförs till avfuktaren skall kanalinstallationen utföras så att avståndet mellan utloppet för våtluft och inloppet för regenereringsluft är minst 1,5 m.
- Utloppet för våtluft bör mynna minst 0,5 m över marken.
- Inloppsöppningen för regenereringsluft skall dimensioneras för en högsta lufthastighet, $v = 3 \text{ m/s}$.
- Utloppsöppningen för våtluft och inloppsöppningen för regenereringsluft skall vara försedda med trådnätsgaller, maskvidd 10 mm.
- Hygrostaten skall placeras nära avfuktarens intag för processluft ca 1 m över golvet.
- Avfuktaren skall vara ansluten till ett fast skyddsjordat eluttag, som strömförsörjer avfuktaren även om elströmmen till annan elektrisk installation i förrådet bryts. Säkringsskåpet skall vara tillgängligt för personal som kontrollerar avfuktningssystemet.
- I förrådet placeras ett eller flera indikerkort eller indikerpapper.
- Intill avfuktaren uppsätts kontrollkort (journal) för avfuktningssystemet. På kortet noteras datum för installationen samt övriga data om anläggningen som kan vara av intresse.
- Anläggningen trimmas genom kontroll och eventuell justering av luftflöden, luftens kastlängd och hastighet samt hygrostatsens kalibrering och inställning. Kontrollera att kanalsystemet är tätt och att det inte finns vattenläckning i våtluftkanalen.
- Anläggningen kontrolleras efter någon eller några dagars drift. Är den relativa fuktigheten för hög i förrådet och avfuktaren går kontinuerligt, kan detta bero på fuktbelastning i initialskedet. Kontrollera installationen och avfuktarens funktion. Om inga fel upptäcks, kan kontroll utföras med hjälp av datalogger ytterligare några dagar, varefter ny kontroll utförs.

Normalt skall hygrostaten börja reglera avfuktningen efter att anläggningen varit i drift under 1-2 dagar. Byggfukt eller annan speciell fuktbelastning kan dock förlänga tiden för initialavfuktningen.

Registrering av temperatur och relativ fuktighet och upprepade kontroller av anläggningen bör inte upphöra förrän hygrostaten reglerar avfuktningen vid den önskade relativa fuktigheten.

Kontrollera med mätinstrument att den relativa fuktigheten i olika delar av lokalen överensstämmer med det värde hygrostaten är inställd att reglera vid.

Kontrollera fuktindikatorerna och byt ut felaktiga indikatorer.

10.1.3 Öppet system

Projektering

Dimensionering

Vid avfuktning i ett öppet system isoleras materielen från den omgivande fukt miljön med torrluftkapell eller genom att materielen i sig själv utgör en sluten isolerad enhet. Avfuktningen påverkar primärt endast fukt miljön inuti kapellen eller inuti materielen.

I ett öppet system måste avfuktaren ha stor specifik kapacitet, dvs. ha förmåga att vid en enda passage av luften genom avfuktaren i hög grad minska luftens vatteninnehåll. Avfuktaren måste med andra ord åstadkomma ett stort Δx . (I ett slutet system med recirkulation av luften genom avfuktaren kan vatteninnehållet successivt minskas.)

Den stora specifika kapaciteten erfordras för att åstadkomma en låg relativ fuktighet inuti objekten även när materielen har en temperatureftersläpning och när avfuktarna tillförs mycket luft. En dimensionerande faktor i ett öppet system blir därför processluftens tillstånd, vilket i de flesta fall blir detsamma som uteluftens tillstånd.

Fuktbelastning orsakad av oavsiktlig ventilation kan i praktiken helt eller delvis undvikas i ett öppet system. Genom kontinuerlig tillförsel av torr luft kan ett övertryck upprätthållas i objekten, vilken hindrar inläckage av fuktig luft. En sådan kontinuerlig avfuktning kan medföra att den relativa fuktigheten blir lägre än vad som är önskvärt och nödvändigt. För att undvika detta kan man låta hygrostaten enbart styra avfuktarens regenerering, vilket indirekt ger en reglering av den relativa fuktigheten.

Vanligen styrs mindre avfuktare on/off, dvs. hygrostaten startar och stoppar avfuktaren. När avfuktaren stannar kommer först - på grund av övertrycket i objekten - torrluft att läcka ut genom de avsiktliga läcköppningar som finns. När övertrycket upphört, kommer fuktig luft att successivt läcka in genom öppningarna. Vid större avfuktare låter man processfläkten gå kontinuerligt och så styr man kvalitén på torrluften med en kanalgivare i torrluften. Större avfuktare har steglös tyristorreglering som standard varvid en låg energiför-

brukning kan kombineras med ett konstant övertryck i objekten och problem enligt nedan med inläckage av fuktig luft undvikas. Är kapell och tätningar rätt utförda tar det flera timmar innan den relativa fuktigheten i objekten på grund av inläckage blivit så hög att hygrostaten startar avfuktaren igen. Fukttillskottet under stilleståndsperioderna kan försummas vid dimensioneringen, men påverkar givetvis drifttiden och därmed energikostnaden.

Vid dimensionering av ett öppet avfuktningssystem måste man beakta fuktavgivningen från hygroskopiskt material. Den avgivna fuktmängden per tidsenhet blir ofta relativt liten i förhållande till omsättningen av torr luft i objektet. Vid långtidsförvaring med låg materielomsättning förekommer denna fuktbelastning endast under ett initialske. Om man kan acceptera något högre relativ fuktighet under denna period, så kan belastningen försummas. Man får dock en längre drifttid och därmed ökad energikostnad i början av förvaringen. Om materielomsättningen är hög, så att fuktavgivningen från materielen ger en mer eller mindre konstant fuktbelastning, måste avfuktarens kapacitet anpassas därefter.

Övriga fuktbelastningar som man vanligen tar hänsyn till - avdunstning från fri vattenyta, fuktavgivning från personer och diffusion av vattenånga - förekommer inte eller kan försummas vid dimensionering av ett öppet avfuktningssystem. Någon direkt påverkan av byggfukt behöver man inte heller räkna med.

Genom erfarenhet har man kommit fram till att avfuktningssystem med öppet system bör dimensioneras för ett torrluftsflöde motsvarande minst en luftomsättning per timme och ett övertryck av 1-10 Pa.

Det är alltså kravet på specifik kapacitet samt luftomsättning och övertryck i objekten som avgör vilken avfuktare som skall installeras.

Exempel

Förutsättning:

- Oisolerad otät förrådsbyggnad.
- Långtidsförvaring av tio större objekt.
- Varje objekt skall tillföras 2,8 l/s torr luft. Övertryck 1-10 Pa.
- Fuktagivningen från hygroskopiskt material i objekten kan försummas.
- Dimensionerande tillstånd hos processluften 20 °C, 80% RF, $x = 11,7$ g/kg.
- Dimensionerande tillstånd i objekten vid 3 °C temperatureftersläpning 17 °C, 50% RF, $x = 6,0$ g/kg.

Beräkning:

Luftflöde

- $q_{v\text{tot}} = n \cdot q_v$

där

- $q_{v\text{tot}}$ = totalt luftflöde, m³/s
- n = antal objekt
- q_v = luftflöde per objekt, m³/s
- $q_{v\text{tot}} = 10 \cdot 10$
- $q_{v\text{tot}} = 100$ m³/h

Specifik kapacitet

- $\Delta x = x_1 - x_2$

där

- x = specifik kapacitet, g/kg torr luft
- x_1 = processluftens vatteninnehåll, g/kg torr luft
- x_2 = torrluftens vatteninnehåll, g/kg torr luft
- $\Delta x = 11,7 - 6,0$
- $\Delta x = 5,7$ g/kg torr luft

Utförande:

Planering och konstruktion omfattar bland annat:

- avfuktarens placering och anslutning
- kanalsystemets utformning
- hygrostatens placering och anslutning.

Öppna avfuktningssystem installeras vanligen i förrådsbyggnader av mycket enkelt utförande (taket skall dock vara värmeisolerat för att förhindra kondens och takdropp). Ofta används förhyrda f d industri - eller lantbruksbyggnader. Luften i dessa förrådslokaler har ungefär samma temperatur och relativ fuktighet som utomhus men med en viss tidsfördröjning.

Avfuktaren tillförs vanligen regenereringsluft och processluft från lokalen. Våtluften påverkar lokalluftens tillstånd och kan utgöra en olägenhet och skall därför ledas ut ur lokalen. I relativt täta byggnader kan ett öppet system indirekt påverka fuktmiljön på ett gynnsamt sätt varför våtluften även av detta skäl skall ledas ut ur lokal.

Avfuktare i öppna avfuktningssystem är som regel inte försedda med luftkylda kondensorer dels på grund av frysrisken, dels därför att det oftast är enkelt att leda ut våtluften från lokalen. När öppna avfuktningssystem installeras i underjordsanläggningar och våtluften av olika skäl inte kan tillföras lokalen eller enkelt ledas ut från anläggningen, kan avfuktaren förses med kondensor.

Följande väsentliga krav och önskemål bör vägas mot varandra och tillgodoses på bästa sätt vid avfuktarens placering:

- Obehindrad hantering och fördelning av den torra luften med enklast möjliga kanalsystem
- Enkel rördragning för bortledning av våtluften
- Enkel elanslutning
- Plats och tillgänglighet för service

I den instruktion som medföljer avfuktaren vid leverans finns utförliga anvisningar om avfuktarens uppställning och anslutning, o.s.v. Se kapitel 6 Dynamisk avfuktning.

De flesta objekt som avfuktas i ett öppet system har varit föremål för undersökning, mätningar och praktiska prov. Man har för varje typ av objekt bestämt var luften skall tillföras, vilka luckor som skall öppnas och var hygrostaten skall placeras etc. Kapell, tätningar och läcköppningar har avpassats till kravet på minst en luftomsättning per timme vid ett övertryck i objektet av 1-10 Pa.

CDMVIF:s riktlinjer gällande avfuktning baseras bland annat på dessa undersökningar, mätningar och prov.

I CDMVIF anges vilken avfuktningsutrustning som skall användas och vilket luftflöde som skall tillföras objektet.

Många äldre avfuktningsanläggningar med öppet system har ett totalt luftflöde som är mindre än $120 \text{ m}^3/\text{h}$. Kanalsystemet för dessa anläggningar kan dimensioneras så som *Bild 54* visar, dvs. med en huvudkanal 100 mm och en fördelningskanal 80 mm. Tryckfallet i ett sådant kanalsystem framgår av diagrammet *Bild 54*.

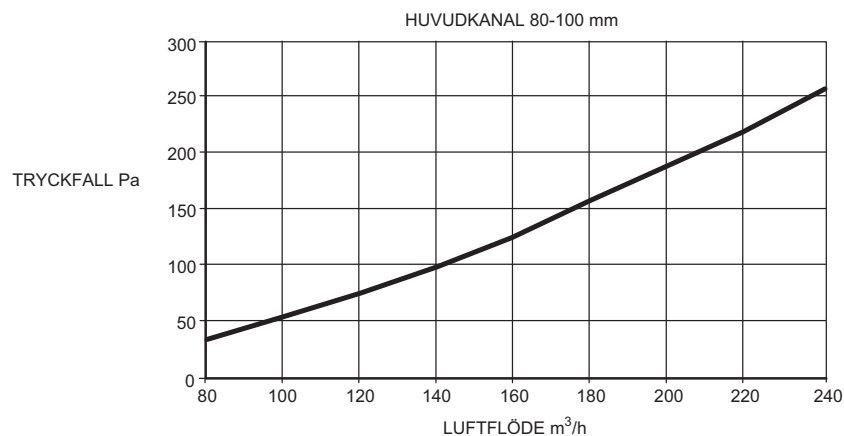


Bild 54. Tryckfall i kanalsystem

För större luftflöden måste kanalsystemet dimensioneras på basis av tryckfallsberäkningar. I huvudsak utgörs tryckfallet av ett antal engångsmotstånd i huvudkanalen såsom mätrör, böjar etc. Kanallängden är av underordnad betydelse. Tryckfallet i fördelningskanalen kan som regel försummas, eftersom tryckförlusten vid varje tappställe ofta kompenseras av en tryckvinst genom luftens hastighetsminskning efter tappstället.

Övertrycket i kanalsystemet utnyttjas för att fördela den torra luften till objekten med hjälp av stryplock uppe vid fördelningskanalernas anslutningspunkt för slangen.

Minskas avfuktarens disponibla tryck med tryckfallet i kanalsystemet får man det disponibla trycket i fördelningskanalen.

Med detta tryck och de kända luftflödesbehoven kan man i diagrammet *Bild 55* bestämma vilka håldiametrar strypflänsarna skall ha.

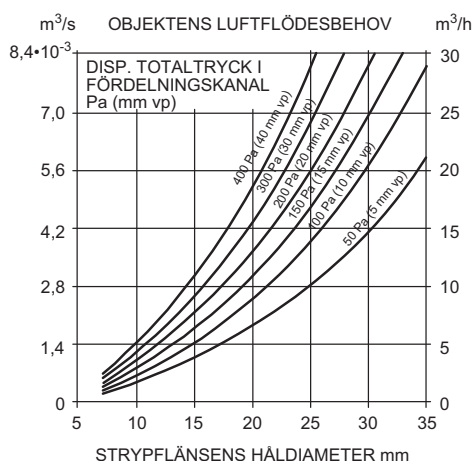


Bild 55. Diagram för bestämning av håldiameter i strypfläns

Exempel

Ett totalt luftflöde av 100 m³/h skall fördelas till följande 7 objekt:

Objekt nr	Luftflöde
1	25 m ³ /h
2	25 m ³ /h
3	15 m ³ /h
4	15 m ³ /h
5	10 m ³ /h
6	5 m ³ /h
7	5 m ³ /h

Det totala luftflödet motsvarar närmast luftflödet hos en avfuktare M 120 m³/h. Vid 100 m³/h har avfuktare M120 enligt instruktionsboken ett disponibelt totaltryck av 280 Pa

Tryckfallet i kanalsystemet vid det aktuella luftflödet är enligt diagrammet, *Bild 54*, 50 Pa.

Det disponibla totaltrycket i fördelningskanalen blir då 280-50 = 230 Pa.

Enligt diagrammet *Bild 55* skall strypflänsarna i de olika anslutningsslangarnas munstycken ha följande håldiametrar:

Objekt nr	Håldiameter
1	Ø 27 mm
2	Ø 27 mm
3	Ø 21 mm
4	Ø 21 mm
5	Ø 17 mm
6	Ø 12 mm
7	Ø 12 mm

I avsnittet Installation och trimning lämnas praktiska anvisningar om hur fördelning och trimning av luftflöden bör utföras.

I ett öppet system regleras den relativa fuktigheten med en hygrostat placerad i ett av objekten. I många anläggningar ingår enbart eller i huvudsak en typ av objekt, t ex samma slags fordon, pjäser, o.s.v. Hygrostaten placeras då i det objekt som bedöms vara fuktigast. Vid större anläggningar regleras fuktigheten med en kanalgivare i torrluftskanalen som styr avfuktaren steglöst och processluftfläkten går kontinuerligt.

När olika slag av materiel förvaras i samma anläggning, väljer man det objekt som bedöms vara mest fuktkänsligt.

Förekommer stora temperaturskillnader mellan objekten är det ännu viktigare att fuktigheten regleras med kanalgivare i torrluften och objekten får kontinuerlig lufttillförsel.

Kontinuerlig lufttillförsel kan också vara ett krav eller önskemål vid avfuktning av materiel eller utrymmen som är så otäta att en intermittent tillförsel ger för stora fuktvariationer och tidvis för hög relativ fuktighet.

Om hygrostater i objekten används bör regleringen ske från den del av objektet som beräknas ha den i genomsnitt lägsta temperaturen, dvs. där den relativa fuktigheten kan förväntas bli som högst. Hygrostaten får inte placeras intill inblåsningsöppningen för torrluft eller i själva torrluftsstrålen, och skall vara lätt tillgänglig för kontroll och kalibrering.

Installation och trimning

I Försvarets Materielverks katalog "Materiel för avfuktningsanläggningar" finns huvuddelen av den materiel upptagen som ingår i avfuktningsanläggningar.

I instruktionsboken för avfuktarna finns riktlinjer för installation och trimning av avfuktare. Utöver dessa anvisningar, som är specifika för varje avfuktare, kan följande allmänna anvisningar lämnas:

- Avfuktarnas specifika kapacitet är bland annat beroende av processluftens relativa fuktighet. Kapaciteten ökar med ökande relativ fuktighet. Då luften i förrådet som regel har den lägsta temperaturen och därmed den högsta relativa fuktigheten nära golvet, bör avfuktaren tillföras denna luft som processluft. Mindre avfuktare monteras lämpligen på en väggkonsol ca 1 m över golvet. Monteras avfuktaren på större höjd, bör ett rör som får mynna ca 1 m från golvet, anslutas till intaget för processluft.
- Utloppet för våtluft bör mynna minst 0,5 m över marken och vara försett med trådnätsgaller, maskvidd 10 mm.
- Avfuktaren skall vara ansluten till ett fast skyddsjordat eluttag, som strömförsörjer avfuktaren även om elströmmen till annan elektrisk installation i förrådet bryts. Säkringsskåpet skall vara tillgängligt för personal som kontrollerar avfuktningsanläggningen.
- I CDMVIF finns för varje aktuellt materielslag anvisningar om avfuktning som bland annat anger var hygrostaten skall placeras, hur torrluftskapell, tätningar och anslutningsanordningar skall monteras och vilka åtgärder som skall vidtas med materielen.
- Anläggningen trimmas på följande sätt:

Bestäm stryplockens håldiameter. Se även *Bild 55*. Se exemplet tidigare:

 - a Ta upp hål i strypflänsarna (stryplocken).
 - b Montera stryplocken uppe vid slangens fästpunkt i kanalsystemet.

- c Skruva fast munstycken med strypflänsar i anslutningsslangarna.
 - d Mät det totala luftflödet. Mätningen utförs med stös eller mätdon, som installeras omedelbart efter avfuktaren. Se 4 Årlig översyn avfuktningens anläggning.
 - e Är totalluftflödet för litet måste strypflänsarnas håldiameter ökas. Om totalflödet är för stort reduceras flödet med hjälp av ett spjäll i utloppet för torrluft. Se 4 Årlig översyn avfuktningens anläggning.
 - f Anläggningen skall trimmas så att luftflödena minst motsvarar de luftflödesbehov som fastställts för varje objekt.
 - g Under förutsättning att avfuktarens specifika kapacitet kan innehållas och att övertrycken i objekten inte kommer att överstiga 10 Pa kan större luftflöden tillåtas.
 - h Anslut objekten och mät övertrycket i varje objekt. Är trycket högre än 10 Pa och objektet tillförs det fastställda luftflödet, ökas objektets läckarea. Är trycket lägre än 1 Pa vid rätt tilluftsflöde, minskas objektets läckflöde, antingen genom att den avsiktliga läckarean (M-kodifierade torrluftskapell får ej ändras) minskas eller genom att objektets tätas bättre. Har avfuktaren tillräcklig specifik kapacitet, kan man försöka åstadkomma ett högre tryck genom att öka tilluftsflödet.
- Intill avfuktaren uppsätts kontrollkort (journal) för avfuktningens anläggningar. På kortet noteras datum för installation samt övriga data om anläggningen, som kan vara av intresse.
 - När installationen och trimningen avslutas placeras en datalogger i samma objekt som hygrostaten för registrering av temperatur och relativ fuktighet.
 - Anläggningen kontrolleras efter någon eller några dagars drift. Är relativa fuktigheten för hög i objekten och avfuktaren går kontinuerligt, kan detta bero på hög fuktbelastning i initialskedet. Vid behov kontrollera installationen och avfuktarens funktion. Ny kontroll utföres efter ytterligare några dagar.

Normalt skall hygrostaten börja reglera avfuktningen efter att anläggningen varit i drift under 1-2 dagar. Om materielen är mycket fuktig vid förvaringens början tar initialavfuktningen längre tid.

Registreringen av temperatur och relativ fuktighet och upprepade kontroller av anläggningen bör inte upphöra förrän hygrostaten reglerar avfuktningen vid den önskade relativa fuktigheten.

Kontrollera med psykrometer att relativa fuktigheten i objekten överensstämmer med det värde som hygrostaten är inställd att reglera vid. Registrera temperatur och relativ fuktighet med termohygrograf i några olika objekt.

Kontrollera fuktindikatorerna och byt ut felaktiga indikatorer.

10.1.4 Statisk avfuktning

Allmänt

Statisk avfuktning används bl a vid:

- avfuktning av materiel
- skydd av anläggningar
- avfuktning under transport.

Försvaret använder statisk avfuktning i huvudsak för avfuktning av materiel och för skydd av värnanläggningar, där det inte är enkelt att ordna elektricitet för dynamisk avfuktning.

I sitt enklaste utförande kan en avfuktningsanläggning bestå av en påse eller kassett med torkmedel placerad i ett tätt utrymme av något slag. Oftast består dock en anläggning av ett speciellt hölje, speciella tätningsanordningar, torkmedelskassetter och fuktindikatorer.

Metoden att använda torkmedel som förvaras i s.k. torkmedelskassetter är under avveckling. Denna metod ersätts av påsar med fuktupptagande material, tillsammans med ångfasinhibitorer.

Kassettstationer finns vid regionala och lokala produktionsställen, vilka har till uppgift att regenerera och tillhandahålla torkmedel för kassetter.

Dimensionering och utförande av avfuktningsanläggningar med statisk avfuktning har behandlats i kapitel 7 Statisk avfuktning.

Bilder på ett flertal avfuktningsanläggningar följer.

10.1.5 Exempel på avfuktningssystem

Slutet system

En gammal fabrik som är ouppvärmd, förutom den del där förrådsmännen kontrollerar och packar materielen., se *Bild 56*.



Bild 56.

Bild 57 visar ett slutet system, d.v.s.ett helavfuktat förråd, som samtidigt har ett öppet system för att samtidigt avfukta stridsfordon och containrar invändigt.



Bild 57. Slutet system

Ett annat exempel på det slutna systemet är avfuktning av vapenkassuner. Tidigare förvarades bl.a. eldhandvapen i statiskt avfuktade vapenkassuner. Denna metod kräver mycket arbete för att den ska fungera. Man har därför utvecklat en metod för att förse kassunerna med torrluft, genom ett inbrottsäkert system. Detta spar mycket tid och pengar.

Ett större antal kassuner kan kopplas till en avfuktare. Se *Bild 58*.



Bild 58. Avfuktade vapenkassuner

Kombination av slutet och öppet system

Bild 59 nedan är ett exempel på en kombination av ett öppet och ett slutet system. Hela garaget är helavfuktat genom torrluft från en avfuktare.

Den andra avfuktaren avfuktar stridsfordonen invändigt.



Bild 59. Kombination av öppet och slutet system

Bild 60 visar de två avfuktare som installerats till förrådet ovan. Den vänstra avfuktaren avfuktar stridsfordonen invändigt. Den högra avfuktaren avfuktar hela förrådet.



Bild 60. Avfuktare

11 Materiel i bruk

11.1 Allmänt

Teknisk komplicerad materiel, t.ex flygplan, fartyg, stridsfordon, radarstationer, sambandsfordon och centralinstrument är utrustade med avancerad elektronik och/eller optik. Denna materiel är känslig för fukt och de föroreningar som ingår i luften.

Redan efter kort tids uppställning utomhus med denna typ av materiel har fel på olika system, främst de elektroniska, konstaterats.

Avfuktning av känslig materiel ska ske vid varje tillfälle då materiel står:

- på ordinarie uppställningsplats (kompaniets parkering)
- i väntan på reparation
- i väntan på utlämning eller förrådsställning i förråd

Avfuktning av materiel i bruk resulterar i följande:

- ökad beredskap
- minskade underhållskostnader
- effektivare utbildningstid på grund av mindre antal fel, reparationer och undersökningar utan visad felorsak, s.k. UA - glapp
- minskat behov av materiel i bruk

Enligt beslut från HKV, CA 484:64527 1987-11-01, ska materiel som framgår av kapitel 1.1 alltid avfuktas både vid långtidsförvaring och korttidsförvaring när den är i bruk.

Större materiel i bruk, förvaras under s.k. skärmtak, eller avfuktningsramper utan tak. Avfuktning utan tak ska dock undvikas. Mindre utrustningar kan förvaras i avfuktade plutonsförråd, eller motsvarande.

Anläggningar för materiel i bruk finns utomhus utan tak, under skärmtak, i del av hangar, i del av utbildningslokaler eller oisolerade förråd för bärbar materiel och i s.k. vapenkassuner.

För förvaring av materiel i bruk eller i samband med flyttning av materiel används ibland containrar. Dessa skall avfuktas när materiel förvaras i dem.

Fasta anläggningar, t ex hangarer eller fredsförråd planeras och konstrueras av anläggningskonstruktörer i samverkan med den leverantör av avfuktningsutrustning som FM, Fortverket och FMV har ramavtal med. I dessa anläggningar ingår ofta större avfuktare med värmeåtervinnare, luftkylda eller vattenkylda kondensorer och elektroniska regelsystem för fukt.

Mindre anläggningar för materiel i bruk, t ex utomhus eller under skärmtak, planeras och projekteras av förband i samverkan med FMV:s avfuktningsexperter och/eller med den leverantör av avfuktningsutrustning som FM, Fortverket och FMV har ramavtal med.

Den metod som normalt används är det öppna systemet, se kapitel 5 Avfuktningssmetoder under öppet system samt Avfuktningssystem under Allmänt. I vissa fall, vid fartyg med stora inre volymer, kan man behöva en kombination av det öppna och slutna systemet. I ett sådant fall väljes en egen avfuktare för det slutna systemet inom fartyget och en annan avfuktare för det öppna systemet.

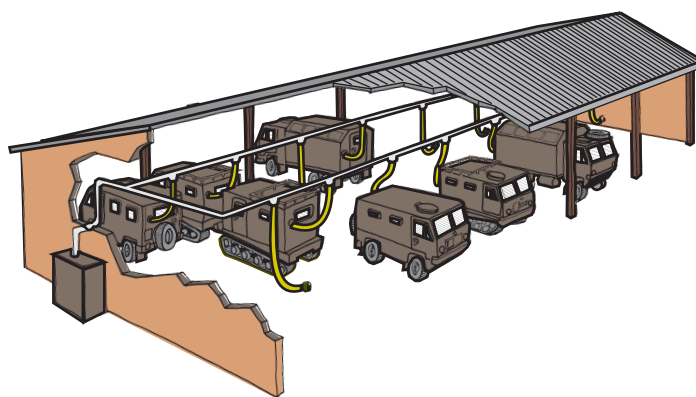
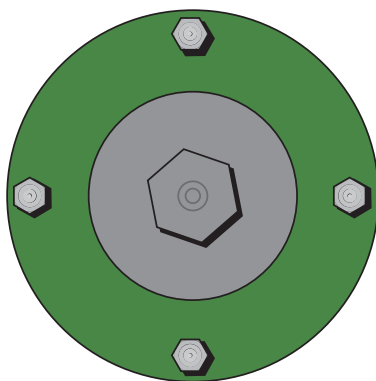
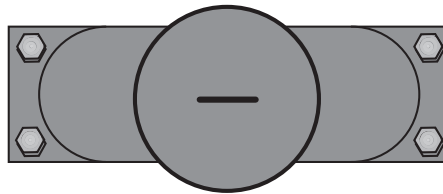


Bild 61. Princip - öppet system

För att det ska gå snabbt att ansluta slangen med torrluft till ett objekt, förses detta med hål för anslutning av slangen. Hålet är försett med lock som snabbt kan lossas och därefter hänger kvar vid hålet. Vissa objekt har två hål då det krävs för att avfukta alla viktiga delar av objektet. Containerar förses ofta med två hål, ett i respektive gavel. Detta gör man för att man enkelt ska kunna ansluta en slang, utan att behöva vända containern för att slangen ska nå fram till ett anslutningshål. Se *Bild 62*.



Torrluftsanslutning



Hygrostatanslutning

Bild 62. Hål för anslutning av slang med torrluft, samt hål för hygrosatkabel

Det finns en hålsats att beställa för att enkelt kunna montera torrluftsanslutningar, TORRLUFTSANSLUTNING M1536-738010.

Observera att man ofta inte följer monteringsanvisningarna för montering av hålsatsen! Metallringen ska monteras som bilden nedan visar, d.v.s. med den fasade kanten in mot den yta som den fästs emot. Detta för att stosen på slang-
en ska sitta fast ordentligt när den sätts in i hålet och vilar mot gummiringen. Se bilden nedan.

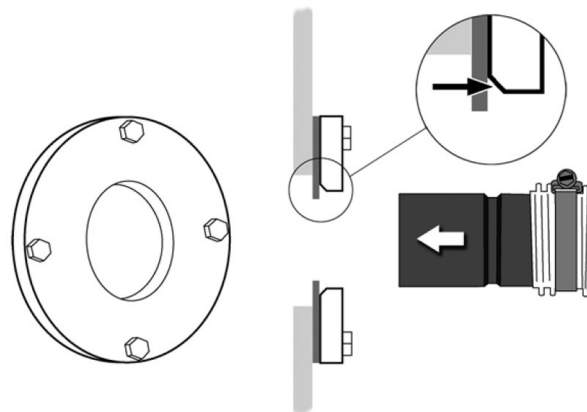


Bild 63. Hålsatsmontering

Bild 64 visar exempel på ett öppet system för materiel i bruk, med 120 anslutningsslangar.



Bild 64. Öppet system med 120 anslutningsslangar

Det öppna systemet tillämpas vid avfuktning av materiel i bruk. Materielen blir då ventilerad (genomspolad) med den torra luften. Vid materiel i bruk ökas mängden torr luft till objektet i jämförelse med när objektet är förrådsställt.

Om materielen inte har fast anslutning för torr luft eller en anslutningsskiva kan materielen inneslutas i ett kapell. Mindre materiel t ex sikten eller radio-stationer kan ställas upp i ett helavfuktat utrymme.

När flera fordon eller annan materiel står uppställda för avfuktning vid materiel i bruk kan materielen ha olika mängd fukt och olika temperatur beroende på hur länge fordonen eller objekten har varit anslutna med torr luft. Detta innebär att hygrostat inte ska användas på de anläggningar där fordon eller annan materiel är uppställd och vissa fordon lämnar och återansluts till anläggningen medan annan materiel står kvar vid anläggningen.

11.2 Projektering

11.2.1 Dimensionering

Se dimensionering för Öppet system, med följande tillägg:

Vid dimensionering av materiel i bruk måste fuktinläckning genom öppningar t ex ventiler som ej stängs eller tätas, genomföringar mellan olika delar på materielen, beaktas. Fuktavgivningen från hygroskopiskt material samt avdunstning från fria vattenytor eller snö måste även beaktas vid dimensionering. De rekommenderade luftmängderna är av nämnda skäl väsentligt högre än för motsvarande materiel vid objektsvis avfuktning i mobförråd. För Sverige är det fastställt att varje objekt oavsett typ eller plats ska spolas med $20 \text{ m}^3/\text{h}$.

Anledningen till att man inte stänger ventiler eller tätar, som man gör vid förrådställning, är att åtgärderna måste vara snabba och enkla om de skall göras en eller flera gånger per dygn.

Val av avfuktare är lika som för öppet system, med den skillnaden att anläggningen kan vara placerad utomhus. Fukten i luften i en otät oisolerad förrådsbyggnad antas vara lika som utomhus.

11.2.2 Utförande

Se utförande för Öppet system med följande tillägg:

- anläggningens placering
- avfuktarens placering och elanslutning
- kanalsystemets utformning
- antal objekt och luftflöde

Materielen placeras i huvudsak under skärmtak för att minska fuktbelastningen. Avfuktaren skall placeras med hänsyn till anläggningens utformning, distribueras och fördelas med ett kanalsystem, som är enkelt att installera.

Avfuktare placeras nära eluttag och så att den är lätt att komma åt vid byte, service eller reparation.

För materiel i bruk installeras vanligen avfuktningssystemet under skärmtak, i garage, eller utomhus. Avfuktaren ska inte placeras utomhus utan väderskydd, så att inte regn och snö ska nå in på, eller i avfuktaren. Som regenererings- och processluft tas uteluft inuti väderskydd medan våtluft dras ut ur väderskydd. Som väderskydd ska en container användas. Avfuktare kan också placeras i vagn i de fall någon fast anläggningsplats ej kan anordnas.

För större skärmtak placeras avfuktaren och styrutrustning i en mindre container.



Bild 65. Container med avfuktningsutrustning

Bild 66 nedan visar avfuktning av fordon i skärmtak. Notera att om det finns ett lock, fäst på slangen, ska detta placeras på stosen på slangen, när inte någon materiel är kopplad till stosen. Orsaken till detta är att spara el-energi. Mer information om detta system återfinns i 11.2.3 *Utförande för anläggningar med större effektanslutningar*.



Bild 66. Avfuktat fordon under skärmtak

Det är möjligt att försörja flera skärmtak med avfuktning med hjälp av en avfuktare. Den avfuktade luften från avfuktaren leds genom nergrävda rör till samtliga skärmtak. På *Bild 67* ses en liten "stuga" vid det mellersta skärmtaket. I denna finns avfuktare och reglerutrustning.



Bild 67. Avfuktning vid skärmtak

Flygplan avfuktas som ett öppet system. Bild 68 visar ett flygplan, till vilket man anslutit två slangar. Den ena förser kabin, elektronik utrustning och luftsystem med torrluft. Den andra slangen förser motorn med torrluft.



Bild 68. Avfuktning av flygplan

När ett stort flygplan används vid utlandsmissioner sker avfuktning med hjälp av ett avfuktningsaggregat, som finns i en speciell vagn som innehåller avfuktare, slang för anslutning till flygplan och sladd för elektricitet. Se *Bild 69* nedan.



Bild 69. Vagn med avfuktare

För att få en rationell hantering av avfuktning av transportflygplan på dess ordinarie flygfält, så ansluts avfuktning till flygplanet från under banan placerad slang med torrluft, som finns vid respektive flygplans uppställningsplats. Se *Bild 70*.



Bild 70. Fast avfuktning på flygfält

Även fartyg och stridsbåtar avfuktas. Bild 71 visar en ramp vid vilket ett stort antal stridsbåtar är anslutna till avfuktning när de är upplagda på land.



Bild 71. Avfuktning av stridsbåtar

Ibland kan fartyg och containrar ha inbyggda avfuktare som kan vara i drift när dessa används, eller bara som skydd vid förvaring.

Bild 72 visar en svävare med den inbyggda avfuktaren, som används när svävaren ligger vid kaj. Avfuktaren försörjer känsliga utrymmen i svävaren med torrluft.



Bild 72. Svävare med inbyggd avfuktare

Om man inte har möjlighet att bygga skärmtak med avfuktningssystem, kan man även bygga upp en enkel anläggning utomhus, t.ex. för avfuktning av en stor mängd containrar.

Man har avfuktaren och styrsystem i ett väderskydd, t.ex. en container. Man kopplar ihop ett antal spirorör som monteras på ett trästativ för att minska risken för påkörning. Se *Bild 73*. Notera det korta gula röret, som är fäst på plankan. När inte en slang är anslutet till ett objekt, placeras slangen i det gula röret, som då fungerar som lock för stosen på slangen. Se vidare punkt 11.2.3



Bild 73. Avfuktningsramp

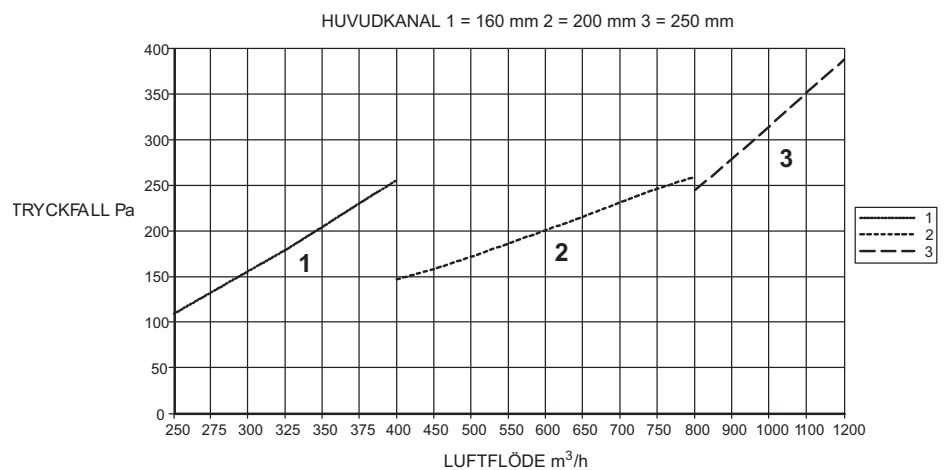
Vissa objekt kan ha två anslutningar för torr luft. Antingen används 2 slangar, objektet får då onödigt mycket torr luft, eller så används s.k. T-slangar.

*Bild 74. T-slangar*

Avfuktningssystem för ett större antal objekt eller med långa kanalsystem samt luftflöde mer än $230 \text{ m}^3/\text{h}$, kräver ett kanalsystem med större diame-ter. Kanalsystemet är uppbyggt med en huvudkanal, anpassad till avfuktarens torrluftsanslutning, och med en eller flera fördelningskanaler, se *Bild 64*.

Fördelningskanalerna har diametern 80 alt 100 mm, för maximalt $230 \text{ m}^3/\text{h}$ i varje kanal.

Tryckfallet i ett sådant rörsystem framgår av diagrammet i *Bild 75*.

*Bild 75. Tryckfall i kanalsystem*

Avfuktningssatser

För de internationella styrkornas containrar och/eller fordon har FMV tagit fram 3 speciella satser för avfuktning.

Avfuktningssats M8236-114010 AVFUKTNING 1 CONT/S

Det finns en mindre sats 1cont/S, den kan avfukta två objekt eller ett objekt med två anslutningar.



Bild 76. Avfuktningssats 1 cont/S

Avfuktningssats 5 CONT/S - M8236-111010 OCH AVFUKTNINGSSATS 5B - M8236-111020

Transportemballaget för avfuktare används som väderskydd när avfuktaren är i drift. Emballaget är försett med genomgångar för spirorören och har extra luftfilter för att förlänga intervallet för filterbyte på själva avfuktaren. Satslistan har förrådsbeteckning M7777-023690.

Satsen finns i två utföranden. I den äldre är avfuktaren placerad i en trälåda, medan den nya satsen finns i en plastlåda. Orsaken till att man inte vill ha en låda av trä är att trä är känsligt för angrepp från insekter och smådjur, vilket gör att man inte får återtransportera lådan till Sverige efter användning. Den nya satsen av plast är inte heller känslig för värme och solens strålning.

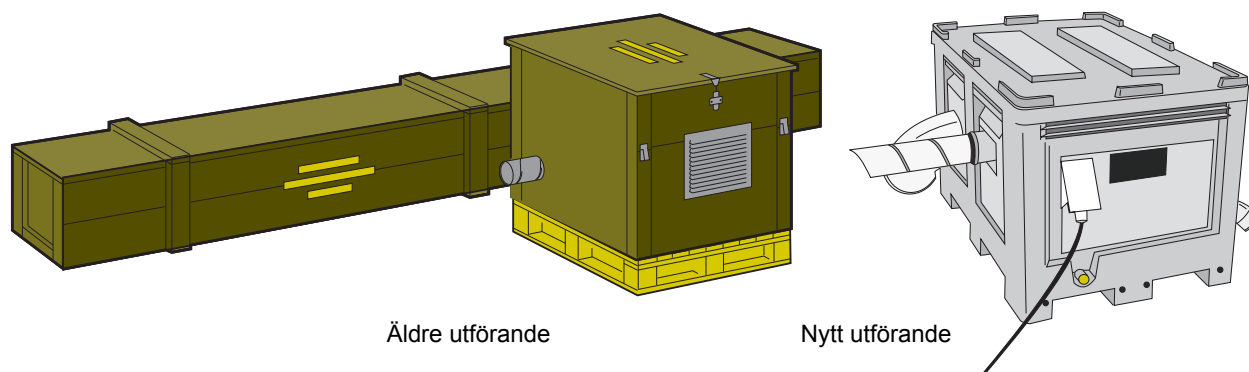


Bild 77. Avfuktningssats 5 cont/S

Satsen kan utgöra underlag för byggande av lokala varianter för att avfukta ISO containrar som används för lagring av materiel under längre eller kortare perioder, t ex vid flyttning av materiel mellan olika förrådsplatser eller i väntan på transport till mobförråd.

Bild 78 visar på hur satsen ser ut när den är monterad för avfuktning av 5 stycken containrar.

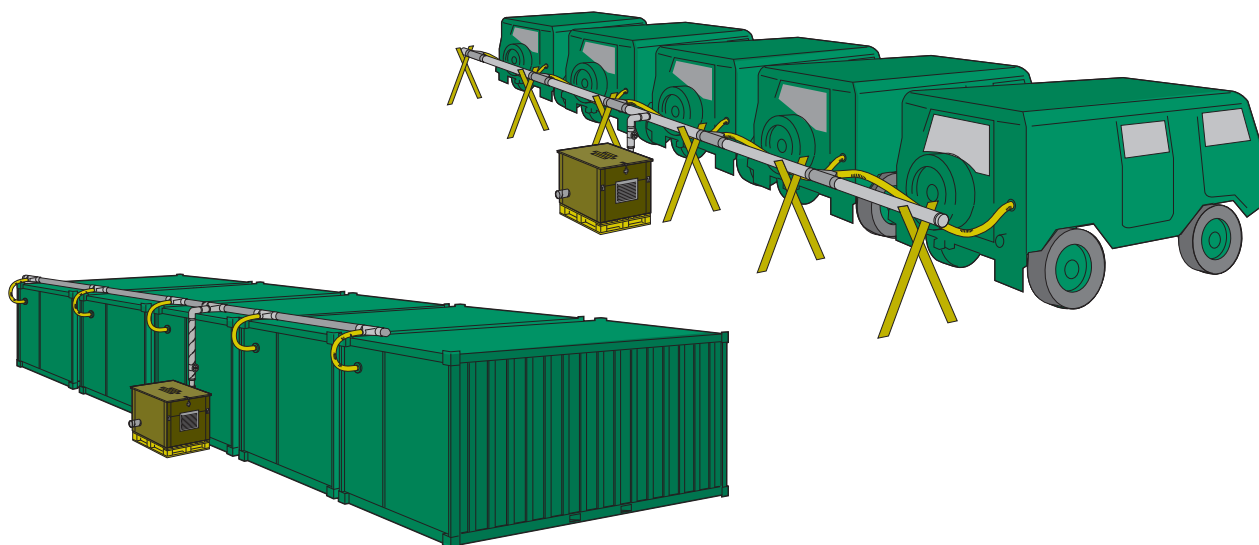


Bild 78. Exempel på användning av avfuktningssats 5 cont/S



Bild 79. Exempel på användning av avfuktningssatserna 5 cont/S och 5B

Avfuktningssats M8236-115010 AVFUKTNINGSUTR 35/S

Avfuktningssatsen består av en container med en avfuktare lämplig för 35 objekt. Containern används som väderskydd för avfuktaren som är komplett installerad och klar för anslutning av 35 objekt.

Avfuktaren och elskåp är fast monterade i containern. Se *Bild 80*.



Bild 80. Avfuktningsscontainer 35 Cont/S

I containern finns också alla rör, filter och stosas som krävs. Se *Bild 81*.



Bild 81. Rör för uppbyggnad av en avfuktningssystem

Extra förfilterlåda är monterad för att förlänga intervallet för filterbyte och alltid garantera ren luft till objekten. Avfuktaren är utrustad med P 4 styrning för att minimera energiförbrukningen. Containern innehåller all materiel som behövs för att bygga 35 anslutningar. Containern ansluts med utvändig handske och all el är färdigdragen i containern med egen elcentral, belysning mm. Containern är försett med genomgångar för spirorören.

Satsen kan utgöra underlag för byggande av lokala varianter för att avfukta all sorts av materiel såsom containrar och fordon, t.ex. förråds- eller funktionscontainrar, eller annan större utrustning, såsom stridsfordon. Satsen ska framförallt användas vid internationella insatser.

11.2.3 Utförande för anläggningar med större effektanslutningar

Eftersom en anläggning för Materiel i bruk går kontinuerligt så är möjligheten till energibesparing väsentlig. För system med 3~fas 400 V effektanslutning har ett system utvecklats, den s.k. P 4 modellen. Se *Bild 82*

Den är uppbyggd så att fukten hålls konstant i huvudkanalen genom att en fuktgivare, kopplad till en fuktregulator, styr avfuktarens regenerering steglöst samt att luftflödet anpassas till antalet anslutna objekt genom ett motordrivet bypass-spjäll som styrs av en tryckregulator för att hålla konstant tryck i huvudkanalen. Se *Bild 83* och *Bild 84*.

Fuktregulatorn ställs in på mellan 30-35% relativ fuktighet, beroende på storlek på anläggningen, varvid fukten i objekten inte överstiger 50% relativ fuktighet.

Tryckregulatorn ställs på det tryck i kanalsystemet som beräknas vid projekteringen av storleken på stryplock, i förhållande till önskat luftflöde, i anslutningsslangarnas munstycken. Detta bygger på att det finns lock vid varje munstycke och att locken sätts på plats när objektet inte längre är anslutet till avfuktingsanläggningen. Se Bild 85.

Efterhand som munstycken stängs, med hjälp av locket, kommer trycket i anläggningen att stiga varvid bypass-spjället öppnar så att motsvarande mängd luft går tillbaka till avfuktaren. Fuktigheten sjunker ju mer som går bypass i kanalsystemet varvid avfuktarens värme efterhand minskar för att vid helt tom anläggning helt stängas av.

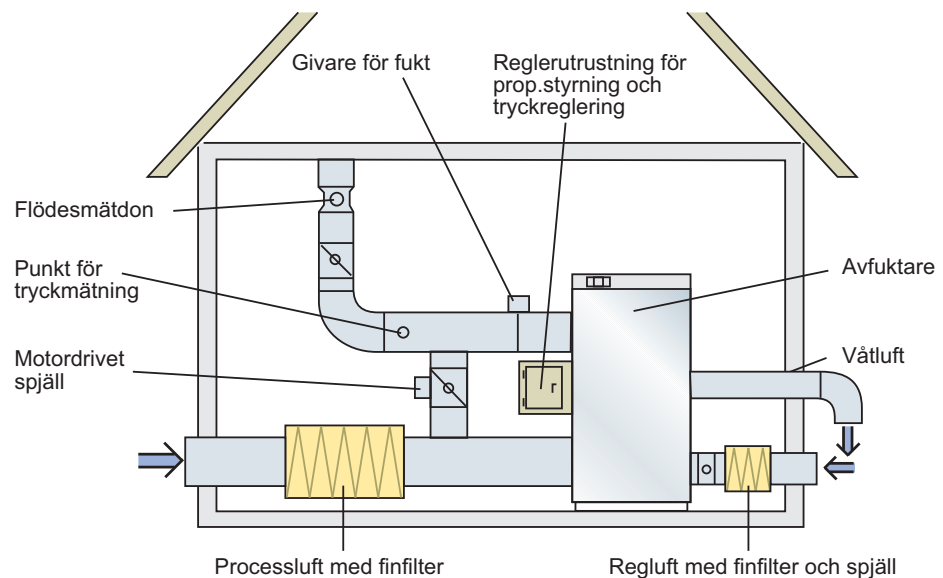


Bild 82. Installationsprincip proportionell styrning och by pass vid större anläggningar för avfuktning av mtrl i bruk



Bild 83. Bypass kanal för torrluft



Bild 84. Styrutrustning för energibesparing



Bild 85. Lock som placeras i slangens när inte ett objekt är anslutet till avfuktaren

Denna typ av reglering för materiel i bruk har visat sig sänka energiförbrukningen med ca 70%.

Installations- och projekteringsprincip för kanal- och slangsystem är densamma som för materiel i bruk med den skillnad att lock monteras vid varje munstycke. Avfuktaren bör placeras i egen enkel byggnad av plåt, eller en mindre container, vid ena kortsidan på utsidan skärmtaket/garaget. Se *Bild 86*.



Bild 86. Container med avfuktare och P 4 styrning

12 Byggnation och underhåll av avfuktningsanläggningar.

Avfuktningsutrustning i helavfuktade förråd, i skärmtak och avfuktningsramper, samt vapenkassuner.

Försvarmakten (FM) projekterade, byggde och underhöll Försvarmakten fasta avfuktningsanläggningar och mobila avfuktningsanläggningar med stöd av Försvarets Materielverk från 1950-talet, till och med utgången av år 2017.

Fortifikationsverket (FortF) övertog ägaransvar över fast monterade avfuktningsanläggningar och ej fast monterade avfuktningsutrustningar för ammunitions-kassuner från och med 2018-01-01.

Med fast monterat avfuktningsaggregat menas aggregat som är eller skall vara en del en av FORTV k-nummersatta objekt inklusive rörsystem, slangar och anslutningsstoser.

Flyttbara avfuktnings-satser, med avfuktningsaggregat, rör, slangar och anslutningsstoser och hygrostater som är M-nummersatta tillhör Försvarmakten och hanteras inom respektive materielsystems underhåll.

Projektering och byggnation ska följa vad som föreskrivs i Försvarets Materielverk publikation Avfuktnings teknisk handbok - ATH och Materielvårdsinstruktion för Försvarmakten - MVIF.

För flyg materiel finns generella krav vad gäller utformning av avfuktningsanläggningar för luftfartyg med utgångspunkt från luftvärdighetskrav, RML och säkerhet för personal

Försvarmakten som ägarföreträdare har i samverkan med Försvarets Materielverk, beslutat vilken materiel som ska avfuktas.

Det gäller dels materiel i bruk, vid s.k. korttidsförvaring vid utbildningsförband och vid internationella insatser, med hjälp av avfuktningsanläggningar, såsom avfuktningsramper och skärmtak, med fast monterad avfuktningsutrustning, dels materiel som avfuktas med hjälp av mobila avfuktnings-satser. Det gäller även materiel och ammunition, som ingår i krigsförband och som förvaras i förrådsbyggnader med fasta avfuktningsanläggningar under s.k. långtidsförvaring.

Försvarets Materielverk stödjer Försvarmakten genom att ansvara för att ta fram tekniska lösningar för avfuktning av materiel i bruk och materiel under långtidsförvaring.

Metoder och regler för avfuktning finns i ATH och Materielvårdsinstruktion för Försvarmakten (MVIF), som är en del av Vårdsystem FM. I MVIF finns allmänna krav och detaljkrav för avfuktning av all materiel inom Försvarmakten, som ska avfuktas.

FortV har ansvaret för att bygga och underhålla fasta avfuktningsanläggningar enligt de krav som Försvarmakten och Försvarets Materielverk angivit och som framgår av Vårdsystem Försvarmakten

MVIF och ATH.

12.1 Tekniskt utförande

Endast avfuktare, enligt FMV Ramavtal ska användas.

Ramavtalet omfattar:

- Avfuktare (hårdvara)
- Reservdelar
- Rörsystem, hygrostater
- Anslutningsslangar och stosar
- Energibesparingsystem som utvecklats av FM och Försvarets Materieleverk
- Service och underhåll såväl i Sverige som i utlands missioner ska tillgodoses i Sverige inom 3 dagar och vid utlandsmission inom en vecka
- Utbildning
- Miljö
- Garantier

12.2 Dokumentation

Följande dokumentation skall tas fram och överlämnande till det förband och motsvarande, som nyttjar avfuktningssystemet:

Funktionsbeskrivning	Av anläggningen
Besiktningssprotokoll	Omfattande kanaldragning(Vid anslutning till Flyg)
Användarhandbok	Eller instruktionsbok för avfuktningssystemet
Injusteringsprotokoll	Redovisning av mängden torrluft per timme, som levereras till ett objektet samt aggregatets prestanda och inställningar
Förbindningsdiagram	Elschema för avfuktaren
Systemsäkerhetsrapport	Med kravuppfyllnad ska upprättas av FMV, för viss materiel

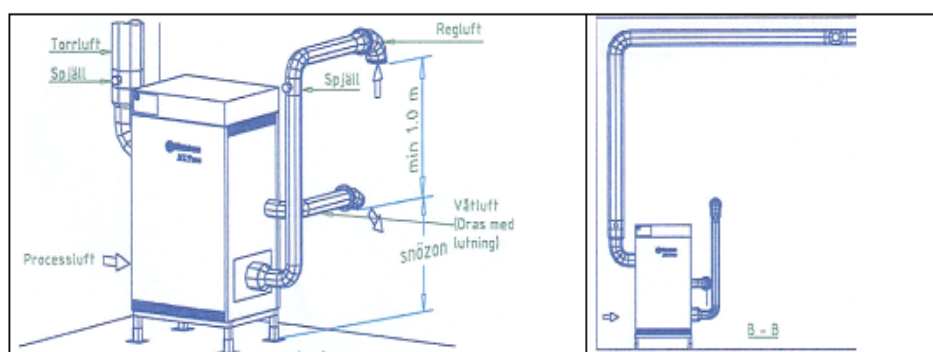
12.3 Leveranskontroll

När entreprenör som byggt en anläggning och meddelat att denna är klar för användning, ska FortV och FMV gemensamt utföra leveranskontroll. En anläggning byggd av entreprenör ska alltid startas upp och injusteras av leverantören av avfuktaraggregatet enligt ramavtalet.

12.4 Helavfuktade förråd

Nya förråd som ska helavfuktas ska byggas i ett s.k. "ljustätt utförande" för att minimera inläckage av fuktig luft som kan påverka energiförbrukningen negativt. Gamla förråd tätas till samma standard. "Ljustätt utförande" innebär tätning vid taknock, takfot, väggfot samt extremt noga runt portar. Även långsgående plåtskarvar tätas med t ex tätningsband. En solig dag med stängda dörrar ska inget ljusinsläpp kunna anas.

Avfuktaren placeras på benstöd. Anledningen är att dels få upp våtluftsroret (snödjup), dels få upp sugsidan från golvet för att motverka "centraldammsugareffekt". Lämplig höjd är 0,3 - 0,5 m. Våt- och regluft dras enligt bifogad skiss med avstängningsspjäll på reglufte.



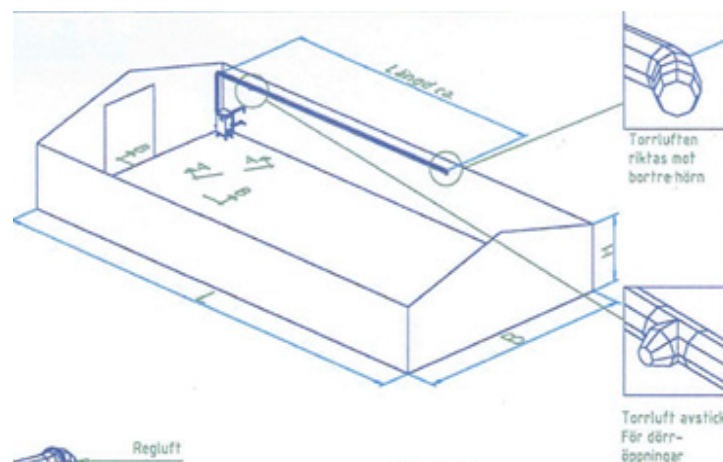
Torrluftskanalen med spjäll dras upp till tak och torrluften släpps högt och bort mot motsatta sidan av förrådet i förhållande till avfuktarens placering. I normalfall släpps all torrluft längst bort. Längden på torrluftskanalen är normalt drygt halva förrådet längd. Torrluftskanalen avslutas med en reducering för att få kastlängd. Kastlängden kan beräknas i enlighet med ATH.

I de fall förrådet består av avdelade skepp/fack kan man behöva släppa torrluften på fler ställen.

Större avfuktare har inbyggd fuktreglering. Mindre avfuktare utrustas med väggmonterad fuktreglering (RH-98 M2805-201010 FUKTREGLERENH DIG).

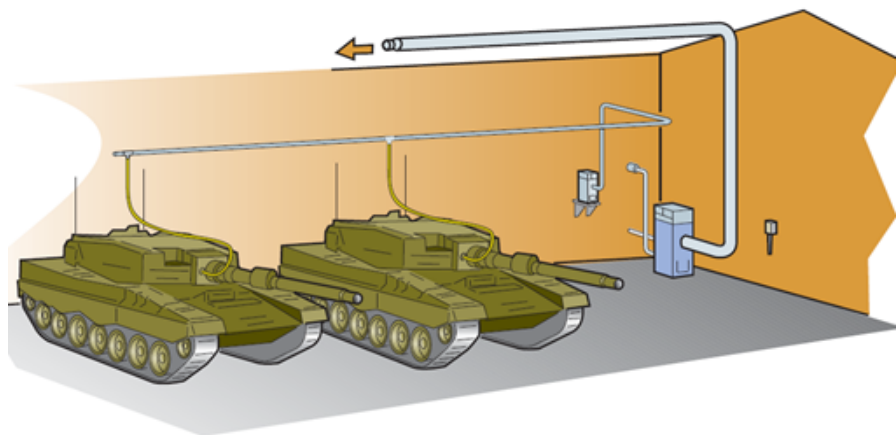
Fuktgivare ska placeras i närheten av avfuktaren på vägg (inom 1,5 m) eller i kanal om det är en kanalgivare.

Börvärde helavfuktning 50 % RF. Börvärde objektsvis avfuktning 35-50% RF beroende på kanalsystemets utformning och längd samt om det är utomhus eller inomhus.



I helavfuktade förråd, ska kvalificerad och tung materiel även avfuktas objektsvis.

Se krav på avfuktningssystem i ATH, VårdFM/MVIF och HKV årliga anvisningar för teknisk Tjänst.



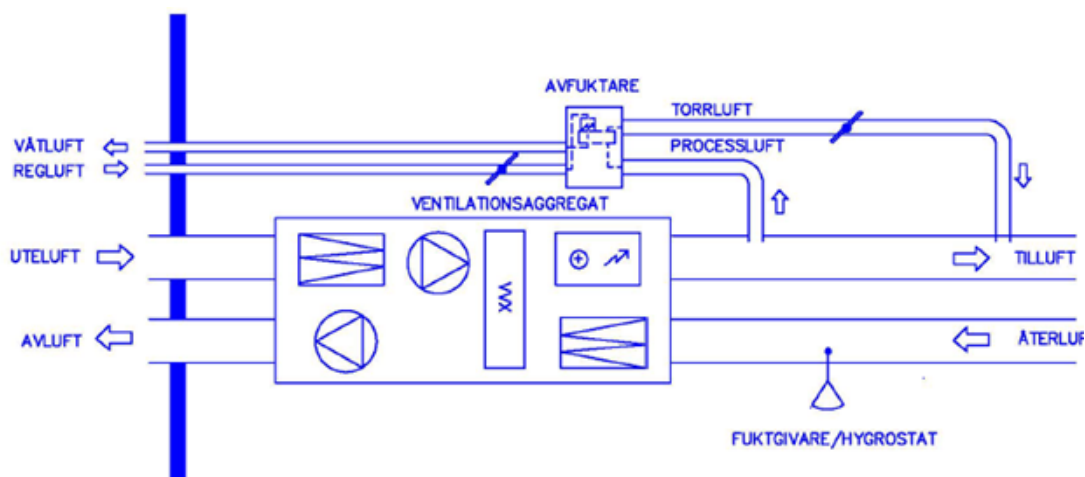
12.5 Avfuktning i ventilationssystem

I lokaler som har ventilation beroende på t ex Co2 krav eller personbelastning och samtidigt har krav på kontrollerat klimat är det lämpligt att ansluta avfuktaren till ventilationsaggregatet. På detta sätt kan befintligt kanalsystem utnyttjas och förbilliga installationen.

Avfuktaren ansluts på ventilationsaggregatets tilluft. Hela eller delar av tilluftflödet leds via avfuktaren beroende på förhållandet tilluft - torrluft.

Fuktgivaren placeras i ventilationsaggregatets frånluft. Börvärde 50 % RF.

Vid stigande fukt över inställt börvärde startar avfuktaren, tar hela eller delar av tilluftsflödet, avfuktar det och skickar tillbaka torrluften i tilluften. När är-värdet är lägre än inställt börvärde står hela avfuktaren stilla. Inga modulerande spjäll behövs beroende på det stora tryckfallet över avfuktaren rotor.



Exempel på avfuktare installerad till ventilationsaggregat

12.6 Objektvis avfuktning i skärmtak och i helavfuktade förråd

Mtrl i Bruk kan bestå av montage i skärmtak eller montage i garage. Oavsett detta så ska installationen utföras på samma sätt. Här utsätts kanalsystemet för stora påfrestningar i form av vindpåverkan (skärmtak) men framförallt av belastning från slangar, slanghantering och i värsta fall dragbelastning av kvarglömd slang i objekt vid avfärd.

Avfuktaren placeras i container (skärmtak) eller på benstöd (garage). Avfuktaren styrs här av M2805-203010 P 4 styrning dvs. styrning av både tryck och fukt för att få så låg energiförbrukning som möjligt. Detta gäller för system över 2 kW.

Detta för att mängden torrluft skall vara proportionerligt mot antalet anslutna objekt.

Är det över 70 fordon/slangar skall avfuktaren dessutom ha frekvensstyrning av processfläkten sk. P 4 Plus. Detta för att få lägsta energiåtgång.

Då avfuktare placeras i container (vid skärmtaksavfuktning) så ska containern anslutas via gummikabel med handske för att bibehålla mobiliteten om flytt av container behöver ske.

Vid montage av avfuktare i container ska installationen även inkludera förfilter med filtervakt för både regluft och processluft, bypaskanal med motorstyrt spjäll, P 4 styrning med eller utan frekvensstyrning, elcentral ansluten till handske på utsidan, belysning samt vägguttag, allt färdigkopplat och klart att starta så fort containern strömsätts, se exempel nedan.



Exempel på installation av avfuktare i container

Kanaler avseende våt- och regenereringsluft monteras i likhet med helavfuktade förråd.

Torrluftskanalen ska dras så att möjlighet till avlastning mot takstolar motsv. kan erhållas. Det innebär oftast att stamkanalen går längs skärmtaket/garaget och förgreningskanalerna (där slangarna hänger) går tvärs och därigenom kan förankras i takstolar.

Förgreningskanalerna bör förankras dikt an mot takstolarna med stag/fästband åtminstone vid varje påstick/slang. Är det långt mellan påstick/slangarna så ska förgreningskanalen förankras varannan meter. Man ska eftersträva att bara ha slangar hängande vid takstolar, dels ur stabilitetssynpunkt dels med hänsyn till risken att annars bli på- överkörda om de hänger mitt i. Se de två följande bilderna nedan.



Exempel på slangarnas placering och uppvik.



Exempel på förgreningskanalens fastsättning med stag mot takstol.



M1027-244190 PLASTSLANG 51MM (Slangarna) ska hängas med uppvik och vara försedda med F1064-901080 MUNSTYCKE och M1501-472051 SKYDDSPUGG (tillhör P 4 styrningen). Slangen ska hängas upp enligt bild. Eftersom slangen förlängs efter ett tag i upphängt läge ska den vara ca 0,5 m ovan mark vid installationstillfället.



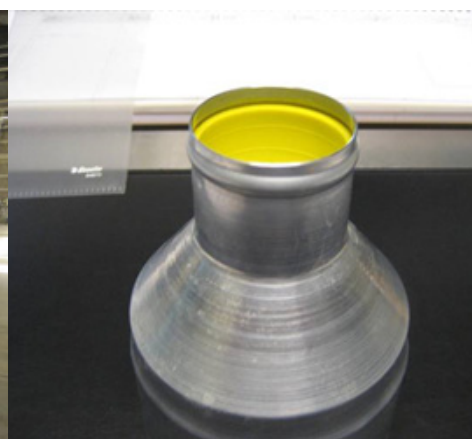
Plastslang med upphängning



Munstycke och skyddsplugg



Uppvik ca 0,5 meter över golvet



Specialreducering med stryplock

12.7 Kassunavfuktning

Vid kassun avfuktning skall främst följande kassuner nyttjas:

M7013-811120 VAPENKASSUN 67 TLA eller M7013-812120 VAPENKASSUN 83 TLA.

Om M7013-811110 VAPENKASSUN 67 eller M7013-812110 VAPENKASSUN 83 nyttjas måste de byggas om enligt.

HKV skrivelse 14920:73766 Dynamisk avfuktning, larmning och förankring av kassuner.

Om kassuner byggas om måste de registreras om till TLA modell.

Lutande tak måste tillföras så inte vatten blir stående på kassunens betongtak.

I varje reducering 100-50 mm mellan kanalsystem och slang ska strypbricka monteras. Se kapitel 10 skärmtak för hur håldiameter beräknas. Varje slang ska producera 10 m³/h torrluft.



Avfuktaren placeras i ett väderskyddet utrymme utanför kassunerna.

12.8 Säkerhetsgodkännande

Avfuktningssystemen i helavfuktade förråd, i skärmtak med objektvis avfuktning och vapenkassuner skall godkännas av FortF och FMV i samråd.

13 Krav vid utveckling av materiel som ska avfuktas

13.1 Krav vid upphandling - avfuktning och förvaring

Det är viktigt att man redan under projekteringsstadiet av ny materiel även tar hänsyn till avfuktning, både vad gäller när materielen i bruk och när materielen ska förrådsställas. Detta kan göra att underhållskostnaderna kan reduceras och tillgängligheten ökar.

Nedan redovisas några faktorer som ska beaktas vid utveckling av ny materiel.

Dessa krav ska framgå av TTEM - Taktisk Teknisk Ekonomisk Målsättning och underlag inför offert förfrågan från leverantörer.

Nedan redovisas krav för viss materiel som även ska tillämpas på liknande materiel.

13.1.1 MARKMATERIEL - Stridsfordon - Stabsfordon - Tunga vapen

Förrådsställningstid - 4 år

- Underhållsåtgärder ska ske före förvaring
- Inga åtgärder ska utföras under fyra års förvaring
- Förrådsställd tyngre materiel ska förvaras i helavfuktade förråd och samtidigt vara objektvis avfuktade. Det gäller t.ex. stridsfordon, stabsfordon, funktionscontainrar och övriga containrar som förvaras med utrustning.
- Övrig markmateriel ska förvaras i helavfuktade förråd.
- Materiel i bruk för utbildning ska vara ansluten till avfuktning vid övningsuppehåll (nätter, veckoslut mm)
- Materielen ska ha fasta anslutningar för avfuktning
- De fasta anslutningarna ska kunna nås av besättningen när de står på marken
- Materielen ska vara så konstruerad att den avfuktade luften ska kunna nå alla utrymmen
- Ventilationsöppningar ska vara så utformade att de enkelt kan täckas, eller stängas
- Vid objektvis avfuktning ska det finnas ett övertryck i objektet inom området 20-40 Pascal
- Vid förvaring i förråd, eller uppställning utomhus, ska den relativa luftfuktigheten ligga inom intervallet 45-55%.
- Packningar och tätningar ska vara av en sådan kvalité att de motstår påverkan från den yttre miljön, såsom ozon och syror som kan finnas i luften. FMV kan bistå med val av lämpliga material.

13.1.2 SJÖMATERIEL - Ytfartyg - Undervattensbåtar

Båtar som ej är i bruk

Följande utrymmen ska avfuktas:

- Kommandobrygga - styrhytt
- Stabs/lednings platser
- Radar
- Fasta vapen
- Lastutrymmen med last

Båtar i bruk

Följande utrymmen ska avfuktas:

- Kommandobrygga - styrhytt - vid kaj
- Stabs/lednings platser - vid kaj
- Radar - vid kaj
- Fasta vapen
- Lastutrymmen med last
- Ammunition - vapen

Förrådsställning - 4 år och korttidsförvaring

- Underhållsåtgärder ska ske före förvaring:
 - Inga åtgärder under 4 år.
- Förrådsställda båtar ska vara objektvis avfuktade.
- Båtar i bruk för utbildning ska vara anslutna till avfuktning vid övningsuppehåll (nätter, veckoslut mm). Kan vara båtens fasta avfuktare eller avfuktare på kaj.
- Båtarna ska ha fasta anslutningar för avfuktning.
- Båtarna ska vara så konstruerade att den avfuktade luften ska kunna nå alla utrymmen, såsom:
 - Kommandobrygga / styrhytt
 - Stabs- och ledningsutrymme
 - Radar
 - Vapen - även under gång
 - Lastutrymme - även under gång
 - Motorrum.

- Ventilationsöppningar ska vara så utformade att de enkelt kan täckas, eller stängas.
- Vid avfuktning ska det finnas ett övertryck i objektet inom området 20-40 Pascal.
- Den relativa luftfuktigheten ligga inom intervallet 40-50%.
- Packningar och tätningar ska vara av en sådan kvalitet att de motstår påverkan från den yttre miljön, såsom ozon och syror som kan finnas i luften. FMV kan bistå med val av lämpliga material.

13.1.3 FLYGMATERIEL - Flygplan - Helikoptrar

Förrådsställningstid - år

- Underhållsåtgärder ska ske före förvaring:
 - Inga åtgärder under 4 års förvaringstid.
- Förrådsställd flygfarkoster ska förvaras i helavfuktade förråd och samtidigt vara objektvis avfuktade.
- Långtidsförvaring - kan ske i bergrum, hangar eller s.k. jordkula.
- Flygfarkoster i bruk ska vara ansluten till avfuktning vid övningsuppehåll (nätter, veckoslut mm)
- Materielen ska ha fasta anslutningar för avfuktning.
- De fasta anslutningarna ska kunna nås av mekanikerna från marken
- Flygfarkosterna ska vara så konstruerade att den avfuktade luften ska kunna nå alla utrymmen, såsom:
 - Kabin
 - Luftintag
 - Instrumentutrymme
 - Lastutrymme
 - Skrov
 - Batteri
 - Pitotrör
 - Vingelektronik
 - Radar
- Ventilationsöppningar ska vara så utformade att de enkelt kan täckas, eller stängas.
- Vid objektvis avfuktning ska det finnas ett övertryck i objektet inom området 20-40 Pascal.
- Vid förvaring i förråd, eller uppställning utomhus, ska den relativa luftfuktigheten inne i flygfarkosten vara lägre än 50%.

- Packningar och tätningar ska vara av en sådan kvalité att de motstår påverkan från den yttre miljön, såsom ozon och syror som kan finnas i luften. FMV kan bistå med val av lämpliga material.
- Avfuktningssystem för flygfarkoster ska vara utformade enligt krav i Regler för Militär Luftfart -RML och TO AF för avfuktning av flygfarkoster.

14 Ekonomi

14.1 Allmänt

Avfuktning och avfuktningssystem med tillhörande reglersystem kan ge avsevärda fördelar för en stor variation olika användningsområden inom försvaret. För att uppnå fördelarna måste en investering göras. Konstruktörer, avfuktningstekniker, leverantörer och användaren av utrustningen kan var och en eller tillsammans beroende på anläggningens omfattning optimera investeringen för att få ut de bästa fördelarna. Kostnader och fördelar kommer att variera för de olika användningsområdena beroende på vilken materiel, objekt eller anläggning som skall skyddas eller förrådställas.

Den ekonomiska livslängden på en avfuktare eller avfuktningssystem med tillhörande reglersystem är med ett korrekt underhåll över 20 år. Det innebär att vid anläggningar för mobiliseringsuppställd materiel byggda för ett öppet system, materiel i bruk etc. kommer investeringen för avfuktning inte behöva göras varje gång en sådan anläggning skall byggas upp. En ny dimensionering visar kanske att samma avfuktare kan användas. Vid fast avfuktningssystem i förrådsbyggnad, anläggning i hangar eller vid anläggning i berggrum kan livslängden anses vara mer än 20 år.

Här kommer kostnader, fördelar och besparingar för avfuktare, avfuktningssystem med tillhörande reglersystem att jämföras med andra sätt att använda materielen eller åstadkomma liknande skydd.

14.2 Besparingar

Vid installation kommer avfuktningen att ge besparingar på sikt eller omedelbart jämfört med andra sätt att skydda materielen, t ex placering i ett så uppvärmt förråd att fuktigheten inte överstiger 50 % relativ fuktighet. Andra alternativ är att materielen skyddas med statisk avfuktning, eller genom konservering, insmörjning, förpackning i speciella behållare eller med ångfasinhibitorer, såsom VpCI och motsvarande.

En reduktion av materielens underhållskostnad kommer att ske i t ex följande:

- Minskade underhållskostnader för ej korrosionsskadad materiel, reservdelar mm.
- Förlängning av översynsintervall för materiel, reservdelar mm som förvaras i avfuktat utrymme.
- Reducerade underhållskostnader för funktionskontroll av att det ej är fel på materiel eller reservdel när den är på verkstaden, s.k. UA - glapp.
- De skadebegränsande åtgärderna minskas jämfört med förvaring i oavfuktat förråd.

En reduktion av förrådskostnaderna kommer att ske i t ex följande:

- Lägre investeringskostnad för förrådsbyggnad.
- Lägre energikostnad med avfuktning istället för uppvärmning.
- Reducerade förrådskostnader för bättre utnyttjande av hållfasthet i emballage, t ex wellpappkartonger.
- Ökad livslängd för vissa material, ammunition, gummi, plaster mm.

14.3 Fördelar

Högre tillgänglighet för avfuktad materiel t ex:

- Helavfuktade förråd ökar tillgängligheten på materiel, objekt och reservdelar då de blir mer åtkomliga för, inspektion, underhåll och uttagning.
- Kvalificerad materiel där den invändiga utrustningen har eller utsätts för olika temperaturzoner t ex ett flygplan efter landning och avstängning får i vissa fall avsevärt högre MTBF (medeltid mellan fel) om avfuktning användes under stillestånd.
- Kvalificerad materiel i t ex fartyg, Ubåtar eller tornautomatpjäser som är utsatta för två olika temperaturzoner, ovan och under vattenyta respektive ovan och under bergyta, får ökad tillgänglighet och drifttid vid avfuktning av de kalla utrymmena.
- Vid utbildning används uttagen materiel kortare eller längre perioder. Användes avfuktning enligt materiel i bruk kommer tillgängligheten att öka vilket ger effektivare utbildning och färre antal uttagen materiel.

14.4 Kostnader

Den totala kostnaden för avfuktning består av investering av t ex tätning av befintlig förrådsbyggnad, ny tät byggnad, inklädning av bergtunnel (betongsprutning eller plastduk), eller anslutningshåll eller motsvarande för anslutning av slangar för avfuktning. Ny materiel, är ofta från leverantören förberedd för avfuktning. Investering i avfuktare, kanalsystem och reglerutrustning samt montage i förråd eller anläggning. Därefter driftskostnad och underhållskostnad. Där driftkostnaden är den stora delen av livscykelkostnaden och visar på betydelsen att hellre investera i ett energisnålt alternativ än att bara titta på initialkostnaden.

Driftkostnaden per år kan beräknas till $\frac{1}{4}$ av vad ett uppvärmt tätat förråd kommer att behöva för att hålla samma korrosionsfria miljö som i det avfuktade förrådet. Då är också ett tätt förråd lämpligt för avfuktning väsentligt billigare att bygga än ett uppvärmt, ca 70 % billigare.

Ett uppvärmt förråd måste vara isolerat och tätt, vilket kräver stora kostnader. Det avfuktade förrådet behöver bara vara tätt, så det krävs ingen isolering av byggnaden.

Ett uppvärmt förråd utan avfuktning ger inte lika bra skydd mot korrosion och oxidation som ett avfuktat förråd, så uppvärmning är inget alternativ även om man bara ser till miljön i förrådet.

Om man jämför byggkostnader och driftskostnader för det uppvärmda förrådet, under en fyra års period, så kostar det uppvärmda förrådet fyra gånger mer än det förrådet med en kombination av det slutna systemet och det öppna systemet.

14.4.1 Driftskostnad

Beräkning av driftkostnad beror på vilket sätt avfuktningen användes. Nedan följer exakta formler för energikostnadsberäkning.

Inledningsvis kan konstateras att med en livslängd på 20-30 år så är driftkostnaden ca 90 % av livscykelkostnaden. Det visar vikten av att använda moderna reglersystem såsom:

- P 4 styrning (sänker energiförbrukningen med 70 %)
- Tyristorreglering av avfuktarens värmare (sänker energiförbrukningen med mellan 30-50 %)
- Regenerering av avfuktarens värmare med varmvatten (sänker energiförbrukningen med mellan 50-100 % beroende på vattnets temperatur)
- Värmeväxlare, extern eller inbyggd (sänker energiförbrukningen med mellan 15-30 %)
- Styrning av avfuktarens värmare i flera steg (sänker energiförbrukningen med 25 %)

Driftkostnad öppet system

Öppet system med reglersystem bestående av 1 - stegs hygrostat

$$K = P \cdot [(x^1 - x^2) / \Delta x] \cdot t \cdot m$$

där

K = årlig driftskostnad, kr

P = anslutningseffekt, kW

x^1 = medelfuktighet utomhus, g/kg

x^2 = fuktighet i objekt, g/kg

Δx = avfuktarens specifika kapacitet vid årsmedelfuktighet utomhus, g/kg

t = antal timmar för ett år (8736) eller för den tid beräkningen görs, tim

m = kostnad per kWh, kronor

Vid reglering med P 4 styrning skall alltså K reduceras med 70%. Användes ingen reglering, dvs. utan hygrostat blir kostnaden

$$K = P \cdot t \cdot m$$

Exempel 1. Baserat på 2009 års kostnadsläge

Skärmtak utan styrning

Ett skärmtak med 55 st. anslutningar med torrluft, baserat på 20 kbm torrluft/objekt och utan styrning.

Pos		Enhet
Investeringskostnad och periodiskt underhåll	:	92 700 kr
Energikostnad oavsett hur många objekt som är anslutna	:	2 890 800 kr
Energikostnad för fläktar	:	433 600 kr
Gångtid	:	8 760 timmar, dvs. hela året
Total kostnad utan styrning	:	3 417 100 kr

Skärmtak med P 4 styrning

Samma typ av skärmtak med 50 st anslutningar, men med P 4 styrning.

Pos		Enhet
Investeringskostnad och periodiskt underhåll	:	134 000 kr
Energikostnad vid 100% beläggning under 657 timmar	:	216 000 kr
Energikostnad vid 50% beläggning under 985 timmar	:	325 200 kr
Energikostnad för fläktar som alltid är i drift, dvs. 8 760 timmar	:	433 600 kr
Totalkostnad med P 4 styrning	:	1 109 600 kr

Exempel 2. Baserat på 2009 års kostnadsläge

Helikopterhangar utan styrning

Pos		Enhet
Investeringskostnad och periodiskt underhåll	:	75 300 kr
Energikostnad för avfuktarens värmare - helår - 8 760 timmar	:	1 103 700 kr
Energikostnad för fläktar - helår	:	97 300 kr
Totalkostnad utan styrning	:	1 276 300 kr

Helikopterhangar med proportionell fuktreglering

Avfuktarens värmare kommer bara att arbeta när vatteninnehållet i luften är mer än 5gr/kbm. Detta innebär att avfuktaren är i drift ca 180 dagar per år. Resten av året är vatteninnehållet lägre än 5gr under förutsättning att temperaturen i hangaren är 20°C.

Pos		Enhet
Investeringskostnad och periodiskt underhåll	:	95 300 kr
Energikostnad för avfuktarens värmare under 2 190 timmar	:	275 900 kr
Energikostnad för fläktarna som är drift hela året	:	97 300 kr
Totalkostnad med proportionell styrning	:	468 500 kr
Energibesparing	:	807 800 kr

Driftkostnad slutet system

Vid slutet system i förrådsbyggnad ovan mark

För en noggrann energiberäkning på en anläggning i en förrådsbyggnad ovan mark har leverantörer av avfuktare beräkningsprogram som tar hänsyn till byggnadens typ, storlek, placering, fukt, temperatur och vindförhållande för den aktuella delen av landet. Se 7 Beräkning via PC.

Vid en sådan beräkning kan olika tillbehör och reglersystem väljas varvid en optimering kan göras för att få en energisnål avfuktningssystem.

Se 7 Beräkning via PC, där samma avfuktningssystem som ovan dvs. 7 Beräkning via PC har gjorts med tillval för ett reglersystem med proportionell reglering.

Beräkningarna visar att energikostnaden i ett förråd med proportionell styrning, reduceras energikostnaden med ca 36%.

Vid slutet system i bergrum

I ett bergrum råder en kontinuerlig likartad fuktbelastning hela året från bergväggarna.

$$K = P \cdot A \cdot f / M / 1000 \cdot t \cdot m$$

där

K = årlig driftskostnad, kr

P = anslutningseffekt, kW

A = exponerade bergytor, m²

f = fuktavgivning ifrån bergyta, g/m² h

t = antal timmar för ett år (8736), h

m = kostnad per kWh, kronor

M = avfuktningsskapacitet, kg/h

Förekommer ventilation av det avfuktade utrymmet måste hänsyn tas till detta i förhållande till mängd ventilationsluft, tiden för ventilering och för fukt samt temperatur på utomhusluften.

14.4.2 Underhållskostnader

En avfuktningssystemanläggning kräver ett årligt underhåll av varierande omfattning beroende på storlek på avfuktare, tillbehör, typ av reglersystem samt storlek på anläggning.

Det årliga underhållet är en översyn för förebyggande underhåll på avfuktare, tillbehör, kanalsystem och reglersystem vilket normalt består av filterbyte, funktionskontroll och kalibrering av hygrostat.

Översynen ska minst bestå av åtgärder ovan och en funktionskontroll enligt 4 Årlig översyn avfuktningssystemanläggning.

Förebyggande underhåll på mindre avfuktare kan utföras regelbundet med avfuktare på verkstad eller hos leverantör efter ca 50 000 driftstimmar på avfuktare. Det motsvarar ca 8 års drift på anläggning. Vid en översyn hos leverantör kan avtal finnas där också uppgraderingar och modifieringar då blir utförda.

14.5 Sammanfattning

De jämförelser som gjorts visar, att såväl investerings- som energikostnaden är bara en fjärdedel av den totala kostnaden för avfuktningssystemet än för metoden att förvara materielen i uppvärmda förråd om man ser till en fyra års period.

I tidigare avsnitt har de tekniska fördelarna med avfuktning jämförts med uppvärmning redovisats.

Det har också nämnts att avfuktningssystemet ger högre materielberedskap och lägre tillsynsintervaller för materielen.

Försvarets beslut att införa avfuktningssystemet möjliggjorde att en decentraliserad förvaring av försvarsmaterielen kunde genomföras.

De stora centralförråd och arsenalförråd har kunnat byggas till en avsevärt lägre kostnad genom att avfuktning installerats.

Besparingar har också kunnat göras genom att arbete med materielen före och under förvaringen förenklats, vilket spar stora kostnader för det förebyggande underhållet.

I dagens energisituation är emellertid avfuktningssystemets låga energiförbrukning den kanske viktigaste besparingsfaktorn.

15 Instruktion för packning vid internationella insatser - Korrosionsskydd - Beställning av materiel

15.1 Inledning

I väntan på att en instruktion angående packning av materiel ur korrosionsskyddssynpunkt, kommer att ges ut som en Teknisk Order, redovisas åtgärder som ska vidtas enligt nedan.

För att de enheter som ska packa materiel, snabbt ska få det material, som erfordras, redovisas även var materielen ska beställas.

Målet är att i princip all materiel ska avfuktas dynamiskt, vare sig materielen används i Sverige, eller vid utlandsmissioner.

Detta är inte alltid möjligt, p.g.a. att man inte alltid har tillgång till elektricitet. Då måste man använda andra korrosionsskydd, t.ex. statisk avfuktning och ångfasinhibitorer.

Insatsförbanden kan komma att verka i Afrika, Asien, eller södra Europa

Dessa områden har högre Relativ Fuktighet (RF) än i Sverige, dvs mer än 85%.

Relativ Fuktigheten kan under vissa perioder, vara högre än 95%, vilket leder till extremt snabb mögeltillväxt.

Dagstemperaturerna är oftast högre än i Sverige, med större dygnsvariationer, vilket leder till ökad kondens.

Materielen ska ingå i varierande mängd i de olika enheterna och ska avfuktas, enligt följande:

- Vid utbildning i Sverige
- Före transport till missionsområden - I helavfuktade förråd, eller med objektvis avfuktning och i vissa fall en kombination av dessa metoder
- Under transporter
- Vid bakre grupperingsplatser
- Vid främre grupperingsplatser

15.1.1 Exempel på materiel som ska korrosionsskyddas - Avfuktas

PTGBIL MED RA-UTR	GRG, GRK	OPTIK	ELVERK	RESEDELSATSER
PBIL MED RA-UTR	PSKOTT	OPTRONIK	LUFTKONDAGG	UTR FÖR MEK
BV 309	AKAN	IR-FILTER	SKYDDSMASK	FUNKTIONS CONT
LEDNBV 309A	AMMUNITION, RB	IR-KAMERA	FILTER	FÖRRÅDS CONT
SJTPBV 309A	RA, RA LÄNK	IR-SIKTE	MEDICIN	HELIKOPTRAR
STRF 9040	ANTENNER, MAST	KRYAPP	SJV - INSTR, -APP	FLYGPLAN
EPBV 90	SAT-TFN, GPS	FÄLTARBMASK	DOSIMETER	BÅTAR
HANDVAPEN (ej buren)	DART	VARMLUFTAGG	VERKTYG	
KSP	DATORER	BATTLADD	MÄTINSTR	

Om det inte finns möjlighet att avfukta materielen med hjälp av dynamisk avfuktning, Avfuktningssats 5 cont/S, eller med Avfuktningssats 1 cont/s, under transporter och på främre grupperingsplats, måste man korrosionsskydda delar av utrustningen med hjälp av statisk avfuktning och i vissa fall kombinerat med s.k. ångfasinhibitorer.

Detta kan göras på flera sätt:

- Påsar med fuktupptagande material placeras i fordon och containrar.
- Ångfasinhibitorer som kan liknas med skumgummi, placeras i lådor med känslig materiel. Det gäller verktygs- och reservdelssatser, samt containrar.

En genomgång har gjorts av all materiel som ingår i internationell tjänst, vilken redovisar hur korrosionsskydd i form av Statisk avfuktning och Ångfasinhibitorer ska användas när materiel ska transporteras från förråd i Sverige till ett missionsområde.

— OBS —

VIKTIGT !

- För att inte minska ångfasinhibitorernas och den statiska avfuktningens funktion under transporter, ska de helavfuktade förråden och den objektvisa avfuktningen ha en relativ fuktighet på 40% under packningsarbetet, samt när materielen är färdigpackad i väntan på transport.
- Containrarna ska ha stått inne i avfuktad lokal ett dygn innan packning påbörjas. Om inte lokalen är avfuktad ska containern avfuktas med objektvis avfuktning före packning.

15.1.2 Ångfasinhibitorer och statisk avfuktning ska användas enligt följande:

Container

Statisk avfuktning - Dewpack, 14 påsar och VpCI-dukar

- 1 Placera påsarna med avfuktningsmedel i nätkassar
- 2 Häng upp påsarna i containern, i samband med lastningen. Högt och lågt i containern
- 3 Placera 3 st VpCI-dukar, 45x33cm, i en plastpåse som sluts och förvaras i containern
- 4 Om det är en reservdelscontainer, placera 1 duk, 27 x 33 cm, på vart 3:e hyllplan
- 5 Om containern har fasta lådor, placera 1 duk, 27 x 33 cm, i varje låda
- 6 Stäng dörren och anslut containern till dynamisk avfuktning.
- 7 Före transport:
 - a Koppla bort den dynamiska avfuktningen
 - b Tag ur de 3 VpCI-dukarna i plastpåsen och placera ut dem i containern.
- 8 Kontrollera att dörren inte är otät. Om den är otät, täta med bred tejp.

Hjulfordon och hjullastare - ej pansarfordon

Statisk avfuktning - Dewpack - 6 påsar

- 1 Placera påsarna med avfuktningsmedel i nätkassar
- 2 Häng upp påsarna på högt och lågt i personalutrymmet eller motsvarande
- 3 Stäng samtliga luckor, dörrar och ventiler
- 4 Anslut fordonet till objektvis avfuktning, eller garagera det i ett helavfuktat förråd

Pansarterrängbilar och stridsfordon 90

Statisk avfuktning - Dewpack - 6 påsar

- 1 Placera påsarna med avfuktningsmedel i nätkassar
- 2 Häng upp påsarna på högt och lågt i personalutrymmet eller motsvarande
- 3 Sätt på eventuella mynningsskydd och tillse att detta är tätt - om inte täta med tejp
- 4 Sätt i en plugg i eventuella hål för Ksp och motsvarande
- 5 Stäng samtliga luckor, dörrar och ventiler
- 6 Anslut fordonet till objektvis avfuktning

Bandvagnar

Statisk avfuktning - Dewpack - 8 påsar, 4+4

- 1 Placera påsarna med avfuktningsmedel i nätkassar
- 2 Häng upp påsarna på högt och lågt i personalutrymmet eller motsvarande
- 3 Sätt på eventuella mynningsskydd och tillse att detta är tätt - om inte täta med tejp
- 4 Stäng samtliga luckor, dörrar och ventiler
- 5 Anslut fordonet till objektvis avfuktning, eller garagera det i ett helavfuktat förråd

Verktägs- och reservdelslådor, samt annan utrustning som förvaras i lådor

VpCI-dukar -Ångfasinhibitorer

- 1 Klipp till dukar i formatet 27 cm x 33 cm
- 2 Placera 1 duk i varje låda, oavsett lådans storlek

15.1.3 Statisk avfuktning

Bet	Ben	Anteckning
M7059-029100	Torkmedel 1kg	Levereras i kartonger med 14 torkmedelspåsar
M7081-843010	Nätkasse	Torkmedlet placeras i en nätkasse för lättare upphängning

15.1.4 Vpcl material, ångfasinhibitorer

Bet	Ben	Anteckning
M1027-844020	Korrosionsskyddsduk	Beställs per löpmeter, 100cm x 135cm • En löpmeter delas i tre delar för placering i en container, 33cm x 45cm • En löpmeter delas femton delar, 33cm x 27 cm för placering i lådor

— OBS —

- När man klippt till dukar, ska dessa förvaras i en tillsluten plastpåse intill dess att dukarna placeras på den plats som de ska skydda.
- Den del av en rulle med korrosionsskyddsduk som blir över SKA förvaras i en sluten plastpåse.
- Gör man inte ovanstående åtgärder förlorar man ångfasinhibitorerna

15.1.5 Beställning

Intill dess att avfuktningsspåsar och ångfasinhibitorer läggs in i Delta, ska beställning göras vid:

Satssammansättningen
Markverkstad Götaland
Box 9
546 23 Karlsborg
Tel.0505-451760
Fax.0505-451763
Kontaktperson : Kent Carlsson

15.1.6 Avfuktningssatser

Avfuktningssats i form av avfuktningssats 5cont/S, fördelas till samtliga enheter. Satsen är komplett med all utrustning, som erfordras för att bygga upp avfuktningssystem, som kan försörja 5 fordon, eller 5 containrar. Några enheter utrustas med en mindre avfuktningssats, 1cont/S. En större sats, Avfuktningssats 35 är under produktion, den kan avfukta 35 objekt, t.ex containrar och fordon.

Härutöver har vissa containrar fast monterade avfuktare.

Följande avfuktningssats ska ingå i framtida missioner:

Bet	Ben	Anteckning
M8236-111010	Avfuktningssats 5cont/S	För 5 containrar eller fordon
M8236-114010	Avfuktningssats 1cont/S	För ett till två objekt
M8236-115010	Avfuktningssats 35	För 35 containrar eller fordon

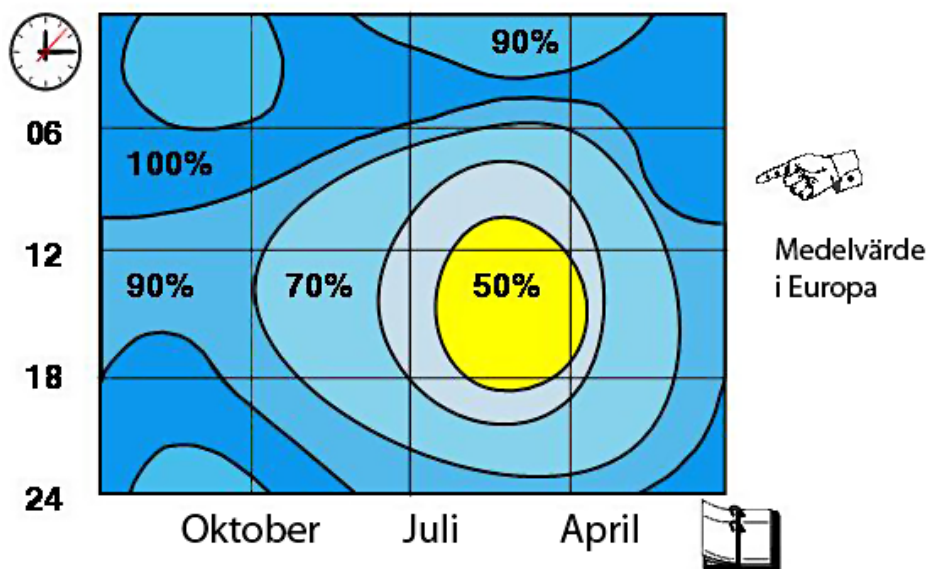
1 Fuktigheten utomhus

Månadsmedelvärden av relativ fuktighet, %, kl. 07, 13 och 19 samt under hela dygnet, 1931-1960.

Station	Årsmedel	JAN			FEB			MARS			APRIL			MAJ			JUNI								
		07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n				
Riksgränsen	82	84	85	84	84	84	84	84	84	85	83	84	84	84	83	85	84	83	80	81	82	82	74	77	80
Kiruna	76	83	82	83	78	82	82	81	68	77	77	75	62	72	71	66	54	63	64	64	52	59	61		
Stensele	80	87	85	87	87	86	81	86	85	86	73	83	82	82	66	76	76	70	56	64	67	70	57	64	67
Haparanda	81	88	87	88	88	87	84	87	86	85	77	83	83	82	71	81	79	69	59	70	70	69	60	68	68
Umeå	79	85	84	85	85	84	79	83	83	82	71	82	80	77	66	80	76	63	56	68	66	65	59	68	66
Härnösand	79	85	83	84	84	83	79	83	82	82	72	81	80	78	66	78	76	68	58	68	68	70	60	69	70
Gävle	80	89	85	87	87	86	78	85	84	85	68	81	80	77	60	75	73	67	56	68	68	67	57	67	67
Östersund	80	87	85	86	86	86	81	84	84	84	72	79	80	81	67	75	76	73	55	65	69	74	59	67	70
Sveg	77	86	83	83	84	84	74	83	82	83	62	78	77	77	56	70	70	67	46	58	62	69	52	61	65
Särna	80	89	86	88	88	89	79	86	86	87	67	81	81	84	60	72	74	72	49	59	66	73	55	63	68
Falun	76	85	81	84	84	83	75	82	81	83	64	76	76	78	55	68	69	69	49	59	64	72	55	62	67
Knön	79	85	83	86	85	84	76	84	82	82	61	77	76	79	56	71	71	70	50	61	66	72	55	64	68
Västerås	76	85	82	85	84	86	74	81	82	80	62	73	74	73	54	65	66	66	48	57	62	69	54	60	64
Stockholm	79	85	83	85	85	83	77	81	81	83	68	78	78	77	90	72	72	66	53	64	65	68	55	65	66
Örebro	80	85	84	86	85	83	80	84	83	84	71	80	80	81	59	71	73	72	53	62	67	75	57	65	70
Linköping	76	88	85	87	87	86	79	85	84	83	69	79	79	76	58	71	70	67	52	63	65	69	54	65	67
Karlstad flygplats	79	88	84	87	87	87	78	85	84	86	69	81	81	79	59	71	72	71	53	63	67	72	57	65	68
Skara	82	88	86	88	88	88	79	86	85	86	67	79	79	82	60	72	74	75	55	65	70	76	57	68	72
Göteborg	77	87	81	84	85	87	76	81	82	85	67	75	77	79	60	68	71	71	54	60	66	74	58	64	69
Halmstad F14	81	89	86	88	88	85	82	86	85	86	73	81	81	81	66	75	76	75	59	67	71	77	63	70	74
Kalmar	83	89	87	89	89	88	84	87	87	84	81	86	84	84	76	82	82	85	72	77	81	78	71	76	77
Västervik	81	88	84	87	87	87	78	84	84	85	70	82	81	80	63	76	75	73	59	70	72	73	60	69	71
Visby	81	85	85	85	85	84	81	84	83	84	77	83	82	80	71	78	77	75	67	71	73	77	69	72	74
Jönköping	80	87	84	87	86	87	80	85	85	87	72	82	82	81	63	71	73	76	59	66	71	75	60	66	70
Borås	81	88	87	88	88	87	81	86	85	87	69	81	81	83	60	73	74	74	54	64	69	76	58	68	72
Växjö	81	89	86	89	88	88	81	86	86	86	69	80	80	82	60	71	73	73	53	63	68	74	56	65	70
Malmö flygplats	81	88	85	88	87	89	82	86	86	88	74	83	83	82	65	75	76	76	60	70	73	77	62	71	74

Station	Årsmedel	JAN			FEB			MARS			APRIL			MAJ			JUNI								
		07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n	07	13	19	Dyg n				
Kristianstad	82	86	85	86	86	85	80	85	84	85	73	83	82	83	64	77	77	75	58	71	73	76	60	71	74
Karesuando	82	75	63	72	74	83	67	80	79	87	72	86	86	89	82	89	88	89	88	89	89	88	87	88	88
Kiruna	76	72	56	65	68	77	60	74	72	81	65	79	77	84	75	82	81	85	84	85	85	84	85	85	85
Stensele	80	76	61	69	73	85	66	73	76	89	71	85	84	90	79	88	87	90	88	90	90	89	88	89	89
Haparanda	81	74	62	72	73	82	68	81	79	88	73	86	84	90	82	82	85	91	89	90	90	89	89	89	89
Umeå	79	71	62	73	72	79	67	81	77	85	71	87	83	89	77	88	86	89	86	89	88	87	86	87	87
Härnösand	79	75	63	73	74	81	66	78	77	85	69	83	81	86	73	84	83	87	84	86	86	86	85	85	85
Gävle	80	74	61	72	73	81	63	79	77	88	66	86	83	89	72	86	84	90	85	89	89	90	88	90	90
Östersund	80	77	62	70	74	83	64	73	75	88	71	82	82	88	78	86	85	89	87	88	88	87	85	87	87
Sveg	77	77	56	66	72	85	59	74	75	88	63	81	80	88	81	85	85	86	84	89	87	87	86	88	87
Särna	80	80	58	68	74	87	62	75	77	91	68	82	83	91	76	87	86	92	87	91	91	91	89	90	90
Falun	76	76	58	66	71	85	63	75	77	89	67	84	83	88	73	85	84	88	84	87	87	87	85	87	87
Knön	79	78	59	69	74	86	63	79	79	92	67	87	85	91	75	90	87	90	86	90	89	88	87	89	88
Västerås	76	74	55	64	69	82	60	73	74	87	65	82	81	87	72	84	83	88	83	86	86	87	85	86	86
Stockholm	79	74	59	69	72	81	64	75	75	87	69	82	81	88	76	85	84	89	85	88	88	88	87	87	87
Örebro	80	80	59	69	74	87	63	76	78	90	68	81	82	90	76	87	86	91	87	90	90	88	88	89	88
Linköping	76	75	59	70	72	82	62	76	76	87	66	82	81	88	74	85	84	90	85	89	89	89	88	89	89
Karlstad flygplats	79	77	60	68	72	83	63	75	76	87	68	82	81	88	73	84	83	89	84	88	88	89	87	89	89
Skara	82	81	62	73	77	88	65	79	80	92	69	87	85	92	76	88	87	92	87	91	91	90	88	90	90
Göteborg	77	78	62	68	73	83	63	71	74	87	67	77	79	87	72	80	81	87	80	84	84	88	83	85	86
Halmstad F14	81	81	67	73	77	85	69	78	79	88	72	83	83	89	76	86	85	89	83	88	87	90	87	89	89
Kalmar	83	81	72	77	79	85	76	79	80	87	72	82	82	87	76	83	83	89	84	87	87	89	87	89	89
Västervik	81	77	63	74	76	81	65	78	77	88	68	84	82	89	74	85	84	90	84	89	88	90	87	89	89
Visby	81	79	71	75	77	83	73	80	80	86	75	84	83	86	78	84	84	87	84	86	86	87	85	87	87
Jönköping	80	81	65	72	76	85	66	76	78	90	70	84	84	86	73	86	83	89	82	88	87	89	86	88	88
Borås	81	82	63	73	78	87	65	79	79	93	70	86	86	91	76	88	87	91	86	90	90	90	86	90	89
Växjö	81	81	60	71	76	87	63	76	78	91	68	84	84	92	75	88	87	91	86	91	90	92	89	91	91
Malmö flygplats	81	81	66	74	78	85	67	75	77	88	70	83	82	89	76	86	85	89	83	88	87	89	87	89	89
Kristianstad	82	81	64	75	78	87	66	81	80	91	69	86	85	91	78	88	87	90	85	89	89	89	87	88	88

2 Fuktigheten utomhus



Bilden visar att det bara några timmar mitt på dagen på sommaren som relative fuktigheten är lägre än 50%.

3 Storheter i beräkningsformler

Nedanstående storheter är inte angivna i materielhandboken vid beräkningsformler.

ρ = luftens densitet vid 20 ° är 1,2 kg/m³

α = värmeövergångskoefficient W/m² · K är följande rekommenderade värden:

· vid stillastående vattenyta och låg lufthastighet över ytan = 1,75

· vid bad i t ex simhallar = 5,8

c_p = luftens specifika värmekapacitet är 1000 J/kg · K

λ = ångkonduktans, kg/m s Pa.

4 Årlig översyn avfuktningsanläggning

4.1 Avfuktare

Nedan redovisas en kortfattad sammanfattning av åtgärder på avfuktarna. Se dessutom detaljerade åtgärder för respektive avfukningstyp.

- 1 Byt filter. Har avfuktaren luftkyld kondensor, byt filter för kylfläkt.
- 2 Vid luftkyld kondensor, gör rent vattenlås och vid kondensatledning/slang spola igenom och vid behov rensa.
- 3 Starta avfuktare genom att vrida ned börvärde för fukt på hygrostatens börvärdesratt.
- 4 Kontrollera att avfuktningen är i drift genom visuell kontroll av att rotern går.
- 5 Vid kondensor att kylfläkt är i drift och att det kommer kondensatvatten ifrån vattenlåset.
- 6 Kontrollera att avfuktare går med korrekt regenereringstemperatur. Justera vid behov.
- 7 Mät processlufts- torrlufts- flödet.
- 8 Kontrollera avfuktningskapaciteten. Avfuktaren ska då ha varit i drift 1 timme.
- 9 Jämför i avfuktarens instruktion att kapaciteten är korrekt eller hur mycket den avviker.
- 10 Mät avfuktarens strömförbrukning.
- 11 Notera besök i aggregatkort i anläggningen och kontrollera inför nästa besök om avfuktaren ska bytas ut för en större översyn (se på timräknare eller på äganderättsskylt).

4.2 Avfuktningsanläggning

- 1 Kontrollera kanalsystem.
- 2 Förekommer slangar och munstycken kontrollera dessa.
- 3 Kontrollera in- och utlopp för regenererings- och våtluft. Rensa vid behov.
- 4 Förekommer brandspjäll kontrollera så att ingen lucka fallit ned.
- 5 Kontrollera byggnadens täthet speciellt gummilister vid dörrar och att inte plåtbeklädnaden är öppen i någon skarv eller skadad på annat sätt så luftläckage förekommer.

4.3 Reglersystem

- 1 Kontrollera hygrostat.
- 2 Kalibrera hygrostat.
- 3 Kontrollera att rätt börvärde är inställt.

4.4 Mätresultat

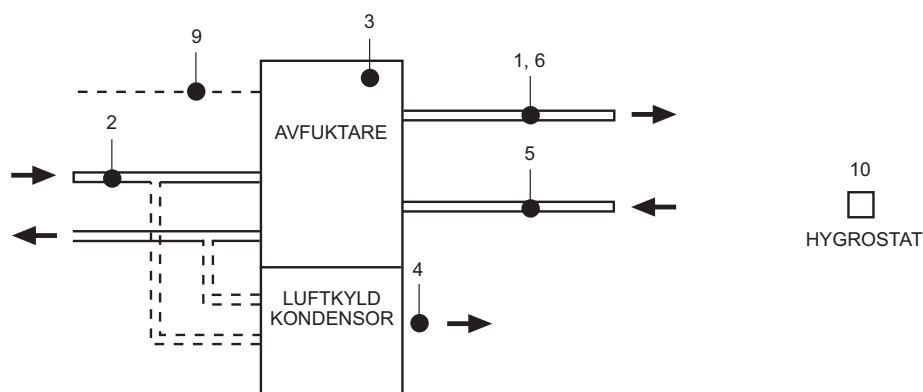
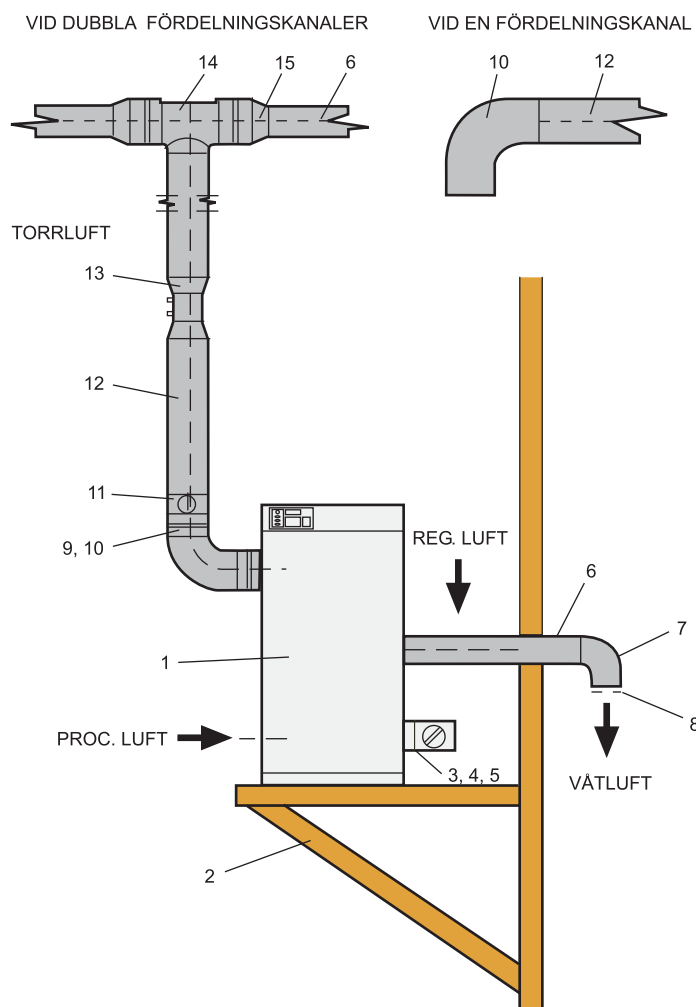


Bild 1. Flödesschema visar mätpunkter i anläggning

1.	Processluftsflöde/Torrluftsflöde	m³/h
2.	Regenereringsluftsflöde	m³/h
3.	Regenereringstemperatur	°C
4.	Kylluftsflöde	m³/h
5.	Vatteninnehåll, processluft	g/kg
6.	Vatteninnehåll, torrluft	g/kg
7.	Dx, avfuktare	g/kg ¹
8.	Avfuktningsprestanda	% ²
9.	Strömförbrukning (vid 3-fas ange för varje fas)	A
	L1	A
	L2	A
	L3	A
10.	Börvärde, hygrostat	%RF

1. Se prestanda i avfuktarens instruktionsbok.
2. Avfuktningsprestanda = uppmätt Dx/instruktionsbokens Dx · 100.

5 Avfuktningsanläggningar öppet system

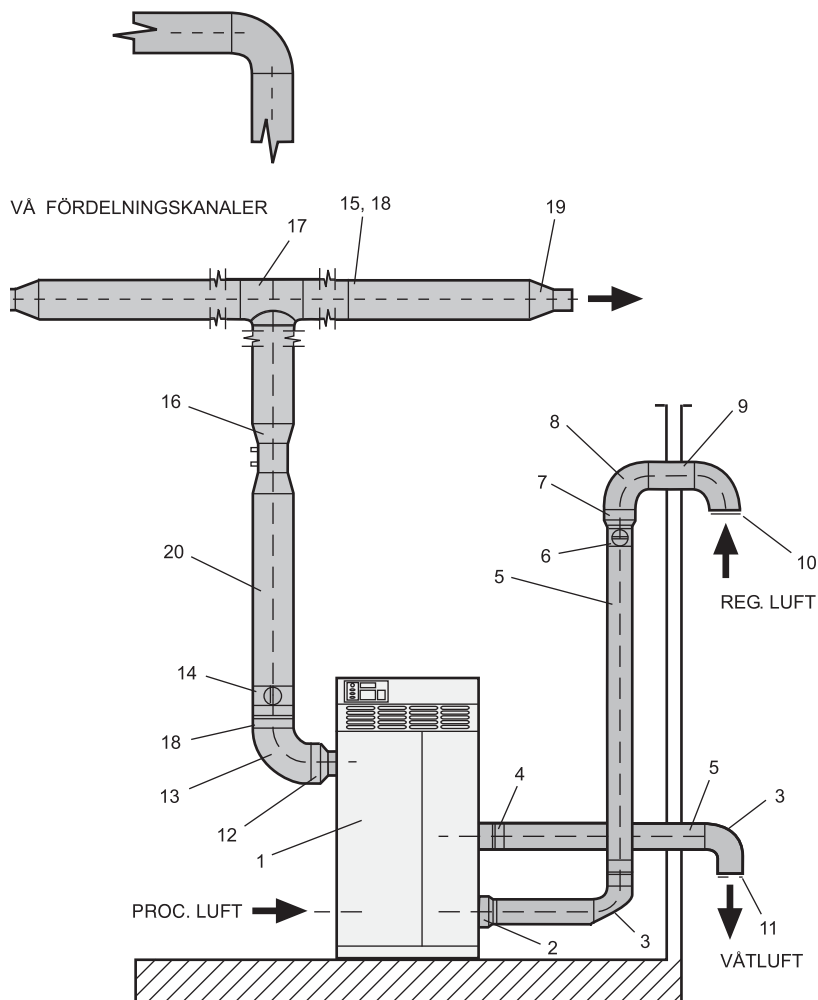


5.1 Erforderliga komponenter

Pos	Antal	Benämning	Dimension
1	1	Avfuktare	180 m ³ /h
2	1	Stativ	
3	1	Anslutningsstos	Ø80
4	1	Muff	Ø80
5	1	Spjäll	Ø80
6	Erf	Spirorör	Ø80
7	1	Böj	Ø80, 90 °
8	1	Trådnätsgaller	Ø80
9	2	Muff	Ø100
10	2	Böj	Ø100, 90 °
11	1	Spjäll	Ø100
12	Erf	Spirorör	Ø100
13	1	Mätstos	Ø100
14	1	T-rör	Ø80-100-80
15	1	Reduktion	Ø100-80

6 Avfuktningssystem slutet system

N FÖRDELNINGSKANAL



6.1 Erforderliga komponenter

Pos	Antal	Benämning	Dimension
1	1	Avfuktare	800 m ³ /h
2	1	Anslutningsstos	Ø100
3	4	Böj	Ø100, 90 °
4	3	Muff	Ø100
5	Erf	Spirorör	Ø100
6	1	Spjäll	Ø100
7	1	Reduktion	Ø125-100
8	1	Böj	Ø125, 90 °
9	Erf	Spirorör	Ø125
10	1	Trådnätsgaller	Ø125
11	1	Trådnätsgaller	Ø100
12	1	Reduktion	Ø250-160
13	2	Böj	Ø250, 90 °
14	1	Spjäll	Ø250
15	Erf	Spirorör	Ø250
16	1	Mätstos	Ø250
17	1	T-rör	Ø250-250-250
18	Erf	Muff	Ø250
19	2	Reduktion	Ø250-1)

7 Beräkning via PC

7.1 Avfuktare i slutet system

7.1.1 Med 1-steps hygrostatreglering

Val av Munters avfuktare, ouppvämt förråd, slutet system, PC-program Dry-Tech.

Ref: Förråd 23 Skoghall, 1996-05-02. Sign: Sgt Svensson

Indata

Klimatdata för:	Karlstad
dimensionerade utomhustemperatur	17,5 °
dimensionerade fuktighet	79,0%
dimensionerade vindstyrka	6,8 m/s
Driftsperiod	Jan-Dec
antal dagar per år	365 dagar

Indata för byggnad

Typ av hus	Stålplåt, avtätat
Läge för vind	Något skyddat
Längd	40,0 m
Bredd	20,0 m
Höjd	6,0 m
Öppen dörr	0,0 min/h
Önskad relativ fuktighet	50,0%

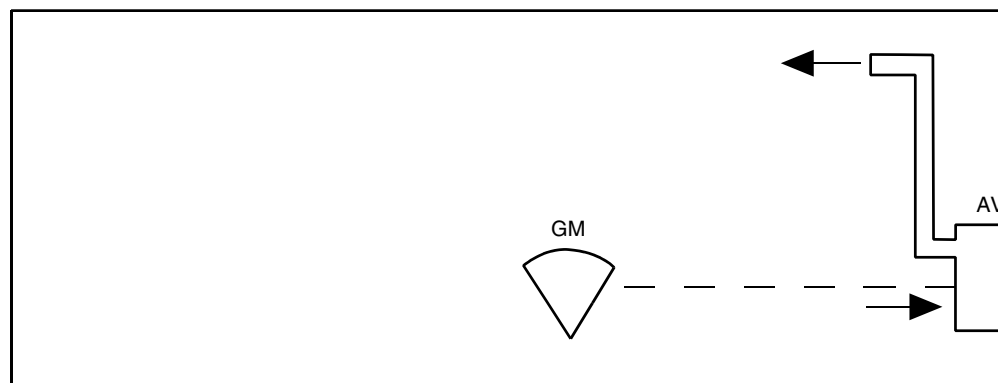


Bild 2. Flödesschema

Resultat

Avfuktningsbehov	Dimensionerande data	Årsmedel
Total fuktlast	2,8	0,7 kg/h
Utnyttjad kapacitet	89,1	32,6%
Val av avfuktare		
Storlek		MLT 800
Antal		1
Reglerutrustning		ON/OFF
Installerad effekt		5,1 kW
Energikonsumtion		14 568 kWh/år

7.1.2 Med proportionell reglering

Val av Munters avfuktare, ouppvämt förråd, slutet system, PC-program Dry-Tech.

Ref: Förråd 23 Skoghall, 1996-05-02. Sign: Sgt Svensson

Indata

Klimatdata för:

Karlstad

dimensionerade utomhustemperatur

17,5 °

dimensionerade fuktighet

79,0%

dimensionerade vindstyrka

6,8 m/s

Driftsperiod

Jan-Dec

antal dagar per år

365 dagar

Indata för byggnad

Typ av hus

Stålplåt, avtätat

Läge för vind

Något skyddat

Längd

40,0 m

Bredd

20,0 m

Höjd

6,0 m

Öppen dörr

0,0 min/h

Önskad relativ fuktighet

50,0%

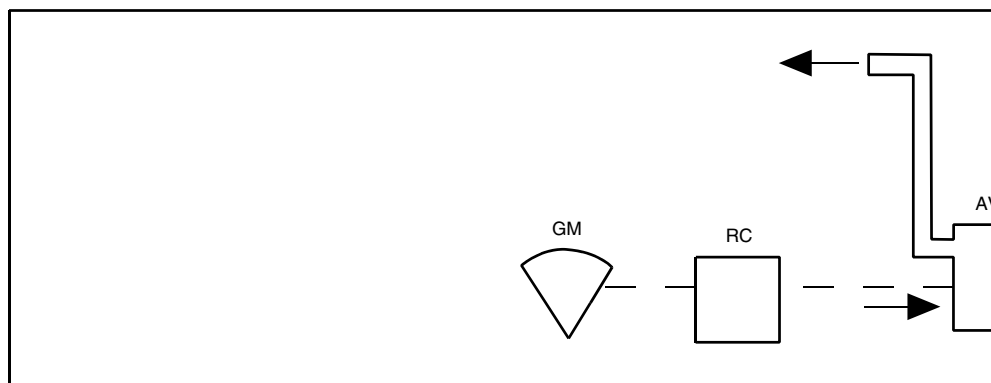


Bild 3. Flödesschema

Resultat

Avfuktningsbehov	Dimensionerande data	Årsmedel
Total fuktlast	2,8	0,7 kg/h
Utnyttjad kapacitet	89,1	32,6%
Val av avfuktare		
Storlek		MLT 800
Antal		1

Reglerutrustning	PROPORTIONELL
Installerad effekt	5,1 kW
Energikonsumtion	9 277 kWh/år
Energibesparing med reglerutrustning	5 290 kWh/år

8 Bruksanvisning för avfuktningssats

AVFUKTNING 5 CONT/S M8236-111010

Nedan återfinns bruksanvisning för den äldsta avfuktningssatsen 5 Cont/S. För de modernare satserna finns följande publikationer utgivna:

- 1 Cont/SBruksanvisning Avfukt 1 M7786-023981
- 5B Ibok Avfuktutr 5B M7786-027701
- 35 Ibok Avfuktutr 35/S M7786-024641

8.1 Allmänt

Avfuktningssatsen är dimensionerad för avfuktning av 5-6 containrar eller större fordon. Satsen är monter-/ demonterbar och transporteras samt förvaras i två kollin, enligt *Bild 4*.

Kolli 1 består av standardpall med fastskruvade kragar och löstagbart lock. I denna låda finns en Avfuktare M 120 fast monterad, samt hygrostat och en mängd monteringsdetaljer såsom gummislangar, slangklammer, rörböjar, täck- och stryplock, m.m.

Lådan är även ett väderskydd för avfuktaren när denna är i drift. För anslutning av torrlufts- och våtluftsror har lådan upptagna hål/genomföringar för anslutningar till/från avfuktaren.

Lådan är försedd med ett luftintag med utbytbart filter för avfuktarens tilluft-behov.

Kolli 2 innehåller spiroventrör och anslutningslangar av plast. Både rör och slangar är i 3-meters längder och kan vid behov kapas vid montering av satsen. Efterhand som avfuktningssatsen byggs och bryts behöver rör och slangar kompletteras.

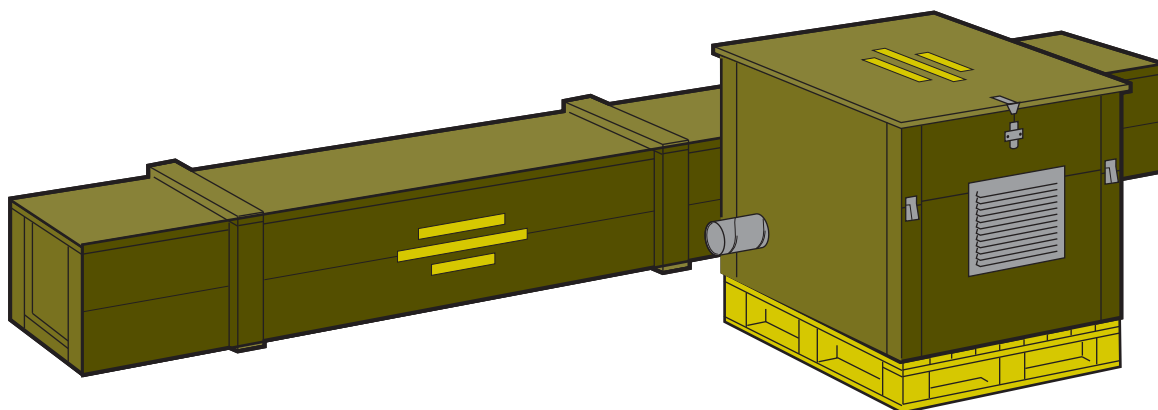


Bild 4.

8.2 Monteringsanvisningar

Kontrollera att all materiel finns enligt satslista M7777-023690.

För montering behövs följande verktyg:

Skruvmejsel alt. hylsa för standard slangklammer, kniv samt bågfil.

Montering av avfuktningssatsen kan naturligtvis ske i en mängd kombinationer för olika typer av objekt.

Nedanstående typfall beskriver endast två renodlade fall som underlag för egna innovationer.

8.2.1 Montering av satsen för avfuktning av containrar

Montering av satsen för avfuktning av containrar görs enligt följande:

- 1 Lådan med avfuktaren placeras i nära anslutning till de containrar som skall avfuktas. Hålet för genomföring av torrluftsror vänds mot containrarna, enligt *Bild 5* eller *Bild 6*. Vilket alternativ som väljs får avgöras med hänsyn till hur containrarna står uppställda.

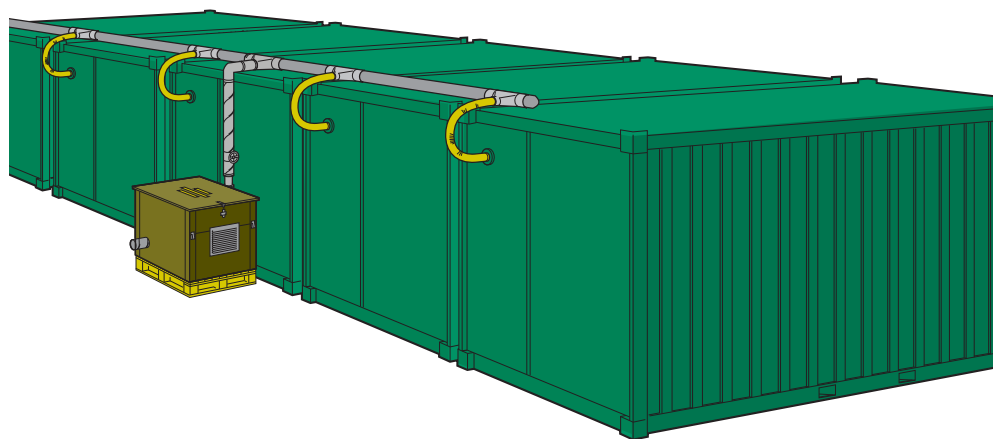
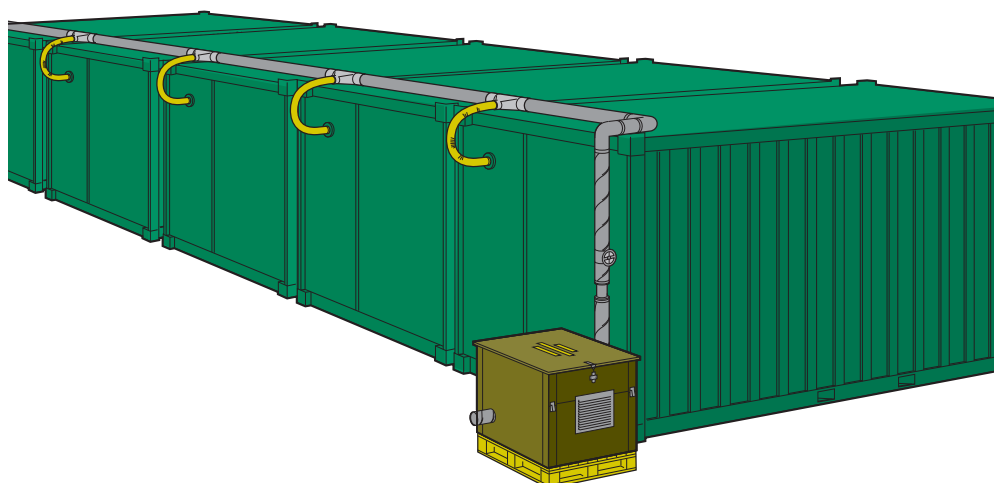


Bild 5.

*Bild 6.*

- 2 Montera torrluftsror Ø 100 mm med längden 400 mm, på avfuktarens torrluftsstos och fortsätt med rörböj Ø 100 mm, med böjen pekande uppåt.
- 3 Kapa till 1 m av spiroventrör Ø 100 mm och montera på rörböjen.

Anm

Vid sammanfogning av rör och rördetaljer används gummislang och slangklämmor. Ventilationstejp kan även behöva användas vid vissa skarvar.

- 4 Montera flödesmät donet med spjället i luftriktningen, dvs med spjälldelen uppåt.

OBS

Spjället skall stå i helt öppet läge.

- 5 Justera placeringen av lådan med avfuktaren så att röret och flödesmät donet nästan ligger intill containergaveln.
- 6 Montera en rörböj Ø 100 på resterande del av det kapade spiroventröret Ø 100. Håll upp röret med rörböjen så att huvudkanalen går in över containertaket. Kapa till huvudkanalen så att sammanfogning lätt kan göras på flödesmät donet.
- 7 Beroende på vilket uppställningsalternativ som valts monteras följande på huvudkanalen:
 - Vid alt enligt *Bild 5*: T-rör Ø 100-100-100.
 - Vid alt enligt *Bild 6*: Rörböj Ø 100 med riktning längs med containrar-na.

Anm

Fäst om möjligt T-röret alternativt rörböjen i containertaket med buntband.

- 8 Vid alt enligt *Bild 5*: Montera 2 st reduktioner 100-80 på T-röret.
Vid alt enligt *Bild 6*: Montera 1 st reduktion 100-80 på rörböjen.
- 9 Placera ut T-rör 80-80-50 på containertaken rakt ovanför de torrluftsanslutningar som finns monterade på containergavlarna.
- 10 Lägg ut spirorör Ø 80 på containertaken och sammanfoga T-rören 80-80-50 med spirorören, som eventuellt måste kapas något.

Anm

Vid sammanfogning av rör och rördetaljer används gummislang och slangklämmor. Ventilationstejp kan även behöva användas vid vissa skarvar.

- Se till att T-röret monteras så att dess Ø 50 del pekar utåt över containerns sida över dess torrluftsanslutning.
- Förankra rörsystemet med buntband i containertaket med hjälp av containerns lyftöglor.

OBS

Drag inte fast buntbanden för hårt. Rörsystemet skall kunna röra sig vid eventuella sättningar av containrarna.

- 11 Montera ändlock EPF 80 på de sista T-rören 80-80-50.
- 12 Kapa till lämpliga längder av plastslangen för anslutning mellan T-rör och containerns torrluftsanslutning.

OBS

Slangen skall vara tillräckligt lång för att kunna böjas i en mjuk båge.

- 13 Montera stryplock i munstycket. Montera munstycket med isatt stryplock i den avkapade plastslangen.

OBS

Munstycket skall monteras med stryplocket inåt i plastslangen. Stryplock med upptaget hål Ø 30 mm skall användas vid avfuktning av 5 containrar och stryplock med håldiameter Ø 27 mm vid avfuktning av 6 containrar.

- 14 Montera motsatt ända av plastslangen på T-röret.

- 15 Skruva loss locket på containerns "Anslutning torrluft" och tryck därefter in munstycket så långt att gummiflansen i anslutningen glider ner i munstyckets radiella spår.
- 16 Val av container i vilken hygrostaten skall placeras. Man bör härvid välja den container som innehåller mest fuktkänslig materiel, eller den container som öppnas mest ofta.
- 17 När val av container gjorts:
 - Skruva loss locket för "Hygrostatkabel genomföring".
 - Placera hygrostaten inuti containern.
 - Drag ut hygrostatkabeln med anslutningskontakt genom avsedd genomföring.

OBS

Placeringen bör väljas så att torrluftströmmen inte blåser direkt på hygrostaten. Hygrostaten skall heller inte fästas direkt mot vägg eller tak i containern, då indirekt soluppvärmning av den påverkar hygrostaten.

- Kontrollera att hygrostaten har rätt inställningsvärde, normalt 50% RF.
- 18 Anslut hygrostatkabelns anslutningskontakt till avfuktarens hygrostatanslutning. Lägg kabeln i ett av de kabelurtag som finns i lådans överkant.

OBS

Kontrollera att omkopplaren på avfuktaren står i läge "AUT".

- 19 Montera våtlufröret Ø 80, med längden 300 mm, på avfuktarens våtluftstos.
- 20 Montera nätgaller med maskvidd 10 mm, i utgående ända på våtlufröret.
- 21 Lägg avfuktarens elanslutningskabel i ett av de kabelurtag som finns i lådans överkant. Anslut stickproppen till ett skyddsjordat 220 V eluttag.
- 22 Nu skall anläggningen fungera och leverera torrluft in i containrarna!

8.2.2 Montering av satsen för avfuktning av fordon

Montering av satsen för avfuktning av fordon görs enligt följande:

- 1 Lådan med avfuktaren placeras i nära anslutning till de fordon som skall avfuktas. Hålet för genomföring av torrluftsrör vänds mot fordonen, enligt *Bild 7*. Vilket alternativ som väljs får avgöras med hänsyn till hur fordonen står uppställda.

Anm

Rörsystemet bör inte placeras direkt på marken bl a med hänsyn till att fordonen kan backa över densamma.

- Ett enkelt sätt att provisoriskt få upp rörsystemet från marken är att tillverka enkla krysstag som sammanbinds med tvärslåar. Krysset bör vara ca 1,5 m över marken. Alternativt kan rörsystemet hängas upp på vägg, staket eller liknande.

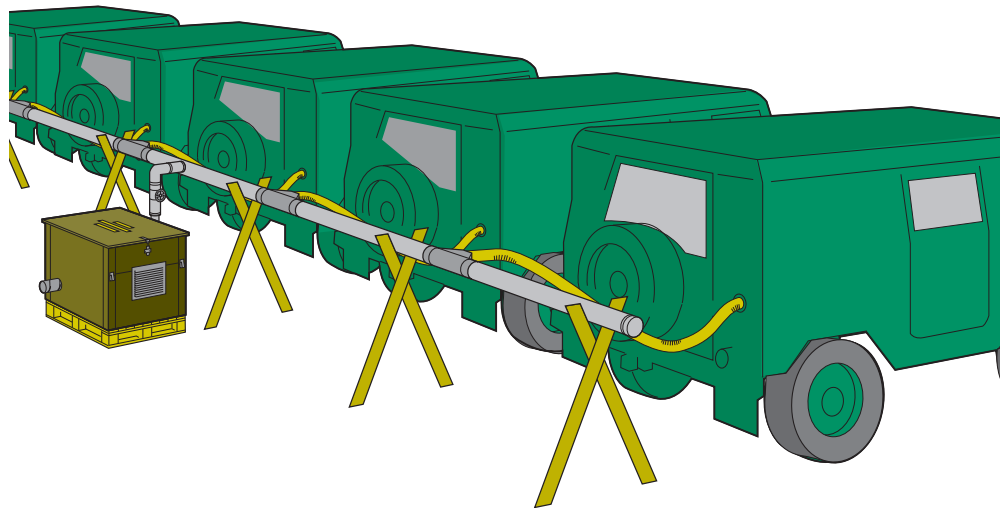


Bild 7.

- 2 Montera torrluftsror Ø 100 mm med längden 400 mm, på avfuktarens torrluftsstos och fortsätt med rörbøj Ø 100 mm, med böjen pekande uppåt.
- 3 Kapa till 0,5 m av spiroventrör Ø 100 mm och montera på rörböjen.

Anm

Vid sammanfogning av rör och rördetaljer används gummislang och slangklämmor. Ventilationstejp kan även behöva användas vid vissa skarvar.

- 4 Montera flödesmät donet med spjället i luftriktningen, dvs med spjälldelen uppåt.

OBS

Spjället skall stå i helt öppet läge.

- 5 Res upp krysstagen med lämpligt mellanrum ca 2 till 3 m och fäst ihop med tvärslåar.
- 6 Lagg ut spiroventrör Ø 80 i krysstagen.
- 7 Beroende på vilket uppställningsalternativ som valts monteras följande:
 - Avfuktare i mitten: Montera på 2 st reduktioner 100-80 på T-rör Ø 100-100-100.
 - Avfuktare i ena änden: Montera 1 st reduktion 100-80 på rörbøj Ø 100 med riktning längs med fordonsrampen.

- 8 Montera T-rör med reduktioner eller rörböj med reduktion på de utlagda spiroventrören i krysstagen.
- 9 Justera placeringen av lådan med avfuktaren så att torrlufts-röret med rörböj och flödesmät-donet pekar upp mot T-röret eller rörböjen på spirorör i krysstagen.
- 10 Kapa till rätt längd av spirorör Ø 100 och sammanfoga flödesmät-donet med T-röret eller rörböjen på spirorör Ø 80 i krysstagen.
- 11 Placera ut T-rör 80-80-50 framanför respektive fordons torrluftsanslutning.
- 12 Sammanfoga T-rören 80-80-50 med spirorör Ø 80, som kapas till i rätta längder.

Anm

Vid sammanfogning av rör och rördetaljer används gummislang och slangklämmor. Ventilationstejp kan även behöva användas vid vissa skarvar.

- Se till att T-röret monteras så att dess Ø 50 del pekar mot respektive fordons torrluftsanslutning.
- Förankra rörsystemet med buntband i krysstagen.

- 13 Montera ändlock EPF 80 på de sista T-rören 80-80-50.14.
- 14 Kapa till lämpliga längder av plastslangen för anslutning mellan T-rör och fordonens torrluftsanslutning.

OBS

Slangen skall vara tillräckligt lång så att den räcker till även om fordonet inte placeras på exakt samma ställe.

- 15 Montera stryplock i munstycket. Montera munstycket med isatt stryplock i den avkapade plastslangen.

OBS

Munstycket skall monteras med stryplocket inåt i plastslangen. Stryplock med upptaget hål Ø 30 mm skall användas vid avfuktning av 5 fordon och stryplock med håldiameter Ø 27 mm vid avfuktning av 6 fordon.

- 16 Montera motsatt ända av plastslangen på T-röret.
- 17 Skruva loss locket på fordonets "Anslutning torrluft" och tryck därefter in munstycket så långt att gummiflänsen i anslutningen glider ner i munstyckets radiella spår.
- 18 Montera våtluftröret Ø 80, med längden 300 mm, på avfuktarens våtluftstos.

19 Montera nätgaller med maskvidd 10 mm, i utgående ända på våtluftsroret.

— OBS —

Kontrollera att omkopplaren på avfuktaren står i läge "MAN".

20 Lägg avfuktarens elanslutningskabel i ett av de kabelurtag som finns i lådans överkant. Anslut stickproppen till ett skyddsjordat 220 V eluttag.

Hygrostatstyrning av avfuktaren används i regel inte vid avfuktning av fordon "Mtrl i bruk", avfuktaren går i kontinuerlig drift.

8.3 Tillsyn av avfuktningssystem

8.3.1 Fortlöpande tillsyn

Beroende i vilken miljö avfuktningssystemet är driftsatt, är behovet av tillsyn olika.

Kontroll av systemet skall göras så ofta i början att man får ett lämpligt tidsintervall för byte eller rengöring av filter. Trasiga anslutningsslangar skall bytas och sammanfogning av rörsystem kontrolleras.

Minst en gång per år skall hygrostaten rengöras/regenereras samt kalibreras. Om avfuktarens kapacitet misstänks ha minskat skall kapacitetskontroll utföras. Kapacitetsdata för avfuktaren finns i medföljande "Teknisk handbok Avfuktare M120".

Anvisningar för årskontroll, samt kapacitetskontroll se MVSCHF 290 01 samt M7786-010301 Avfuktningsteknisk materielhandbok (ATH).

8.3.2 Översynsintervall

När avfuktaren har varit i drift 50 000 registrerade drifttimmar enligt drifttidsmätare på avfuktaren eller varit i bruk 8 år, beroende på vilket som först uppnås, skall översyn utföras. Serviceavtal finns med leverantören, Munters Europe AB. Kostnader mm finns i tecknat ramavtal.

8.4 Materieförteckning för sats M8236-111010 AVFUKTNING 5 CONT/S

Pos	Förrådsbeteckning	Förrådsbenämning	Antal	Enhet	Anm
		Filter M120	4	st	I reserv
		Väderskydd avfuktare	1	st	
		Filter EU 3 400 x 400 mm	5	st	4 st i reserv
		Transportemballage rör, slang	1	st	
	M1710-122123	Rörbøj 80 BU 90	1	st	
		Ventilationstejp TP1510	1	rulle	
	M1503-171570	Skyddsplugg 171	2	st	Reserv för pos 11
1	M1037-822100	Rör SR 100	1	3 m	
2	M1027-713311	Slang 100	6	st	Längd 100 mm
3		Reduktion RCFU 100-80	2	st	
4	M1711-801410	T-rör TCPU 100-100-100	1	st	
5	M1710-122125	Rörbøj 100 BU 90	3	st	
6	M1027-713281	Slang 80	15	st	Längd 100 mm
7	M1037-822080	Rör SR 80	6	st	Längd 3000 mm
8	M1150-117010	Slangklämma 85 mm	30	st	
9	M1150-080440	Buntband 450 mm	20	st	
9	M1150-080450	Buntband 610 mm	10	st	
10	M1711-801110	T-rör 80-80-50	6	st	
11		Ändlock EPF 80	2	st	
12	M1027-244190	Plastslang 51 mm	6	st	Längd 3000 mm
13	F1064-901080	Munstycke	7	st	
14	M1150-114010	Slangklämma 56 mm	12	st	
15	M1503-842110	Stryplock	6	st	Ø 27 mm hål
			5	st	Ø 30 mm hål
			14	st	Utan hål
16	M2805-104010	Hygrostat HMH 10-100%	1	st	
17	M1063-210023	Elledn RDO 3 x 1,5	10	m	
18		Våtluftrör 80	1	st	Längd 300 mm
19		Nätgaller våtluftrör	1	st	Trådnät maskvidd 10 mm. Ø 150 mm
20	M6727-107010	Avfuktare M 120	1	st	
21		Torrluftsrör 100	1	st	Längd 400 mm
22	M1150-118020	Slangklämma 112 mm	12	st	
23		Flödesmät don FMDRU 100	1	st	
24	M1833-840041	Stiftpropp 3-p + jord	1	st	

Positionerna är utmärkta på *Bild 8*.

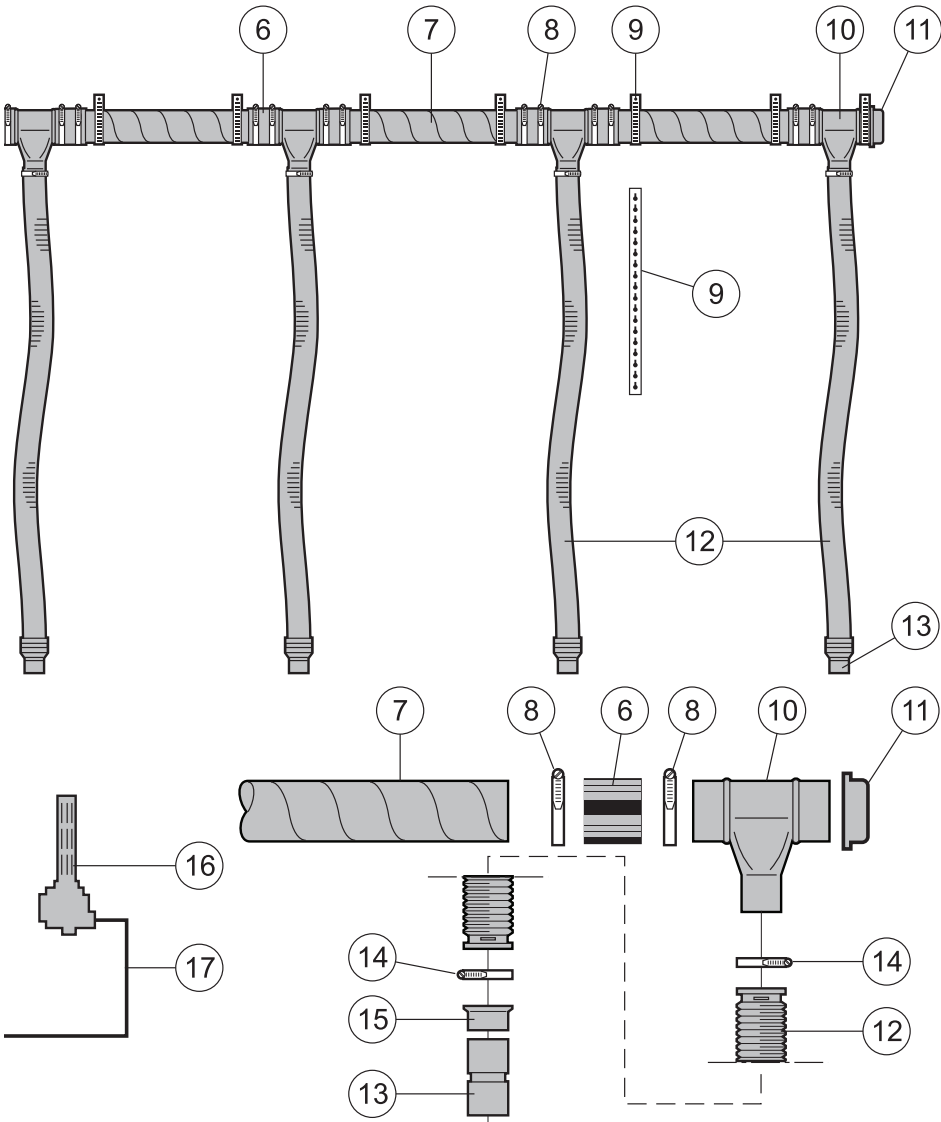


Bild 8.

