

- ✓ Valið 7/8" rör sem gaf streymishraðann $c = 14,8 \text{ m / s}$
- ✓ Þrýstifall í rörum $\Delta P = 0,357 \text{ bör}$
- ✓ Heildarþrýstifall með beigum $\Delta P = 0,58 \text{ bör}$
- ✓ Þrýstifall vegna hæðarmismunar $\Delta P = 0,017 \text{ bör}$
- ✓ Heildarþrýstifall $\Delta P = 0,597 \text{ bör} \cong 0,6 \text{ bör} \cong 4,17 \text{ K}$

Kröfu um mesta þrýstifall sem samsvarar 1 K er ekki fullnægt, þrýstifallið er of mikið.

Lofthjúpur

Gufuhvolf – lofthjúpur:

Lofthjúpur sem þyngdaraflið heldur að reikistjörnum og flestum tunglum sólkerfisins.

Í gufuhvolfi jarðar (andrúmslofti) eru 78% köfnunarefni, 21% súrefni, 1% argon, dálítið óson, köfnunarefnis- og súrefnissambönd og mýrargas, auk snefils af freoni af mannavöldum.

Í gufuhvolfinu er breytilegt magn raka og vaxandi koltvísýringur, en einnig brennisteinstvísýringur frá eldfjöllum og iðnaði.

Hver og ein lofttegund fyllir út í allt það rými sem hún er í. Þrýstingurinn sem við mælum er summan af þrýstingnum sem hver lofttegund mundi hafa ef hún væri ein í rýminu. Það sama á við um vatnseim ef hitastig hans er hærra en þéttunarhitastig eimsins. Þrýstingur vatnseimsins er því hluti af heildarþrýstingnum.

Rakaþétting

Til að raki komist síður inn í einangrun er rakaþétt lag haft á utanverðum klefaveggjum eða þeim megin sem veggurinn er yfirleitt heitari.

Þegar gengið er um klefann kemst hlýtt loft inn vegna loftskipta og rakinn sem kemur inn með hlýja loftinu sest á eimarann sem hrím. Hrímið sest á þynnurnar, „lamellurnar“, og dregur úr varmaleiðni þeirra.

Hrímið þarf að fjarlægja reglulega og til þess þarf orku. Til þess að draga úr þessu álagi er því rétt að lágmarka loftskipti og pakka vörunum vel inn. Í frystiklefanum er loftið tiltölulega þurr og leitast því við að taka til sín raka úr umhverfinu, sem m.a. veldur því að vörur í klefanum þorna með tímanum, gæðin rýrna. Í lofttemprunarkerfum og kælikerfum skiptir rakinn í loftinu miklu máli, og þess vegna er mikilvægt að þekkja samhengið milli eimþrýstings, vatnsinnihalds og hitastigs loftsins.

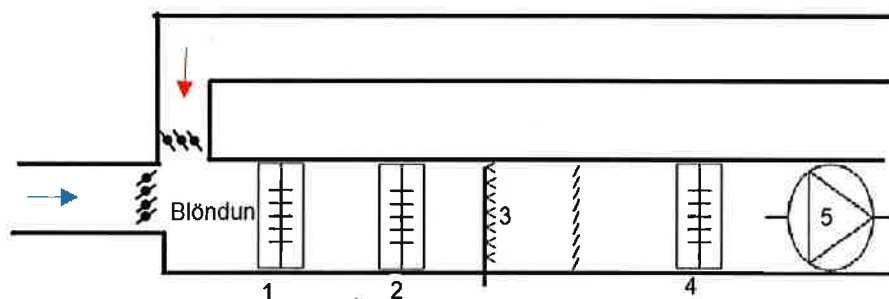
Heitt loft getur innihaldið meira vatn en kalt loft. Þrýstingur eims lýtur sama lögmáli, þ.e. eimþrýstingur verður hærri við hækkandi hitastig og að sama skapi lækkar þrýstingurinn við lækkandi hitastig. Þetta gerir það að verkum að þrýstingur inni í kæli- og frystiklefum verður lægri en í loftinu sem umlykur klefann. Þrýstimunurinn gerir það að verkum að vatnseimur þrýstist inn í einangrunina þar sem hann kólnar og þéttist. Þegar vatn kemst inn í einangrun þá minnkar varmaviðnám hennar og meiri varmi streymir inn í klefann. Þetta hefur í för með sér meiri vinnu fyrir þjöppuna, gangtími hennar lengist.

Ef um frystiklefa er að ræða þá frýs vatnið í einangruninni, en við það minnkar einangrunargildið enn frekar og veggurinn skemmist. Dæmi er um að loft í frystiklefum hafi fallið niður af þessum sökum.

Vatnseimur sem kemur með loftinu inn í kæliklefa þegar gengið er um hann, hefur ekki áhrif á einangrunina en sest þess í stað á eimarann sem hrím. Hrímið lokar smám saman bilinu á milli álþynnanna (sjá byggingu eimara) og veldur jafnframt varmaviðnámi. Hrímið þarf því að fjarlægja reglulega með afbræðslu/afhrimingu og til þess þarf verulega orku. Þess vegna ætti að forðast loftskipti í klefanum og pakka vörum sérstaklega vel inn í frystiklefum.

Loftmeðhöndlun

Í lofttemprunarkerfi er útilofti blandað við innloft og því svo blásið inn í vistarverur. Loftið fer í gegnum síu og síðan er það ýmist kælt til að fella út raka eða hitað og bætt í það raka.



1 er forhitari, 2 er kæli, 3 vatnsýrir, 4 eftirhitari og 5 er blásari.

Hx-línurit – Mollierlínurit

Hx-línurit er notað til að finna út ástand lofts. Richard Mollier fann upp þetta línurit 1923. Línuritið gerir okkur mögulegt að reikna út og teikna inn á það breytingar á raka miðað við breytilegt hitastig. Einnig er hægt að lesa út varmbreytingu lofts, eðlismassa og vatnsmagn.

Allt þetta er hægt að teikna inn á línuritið og sjá ástandsbreytingar á myndrænan hátt.

Hx-línurit tilgreinir allar breytur sem þarf til að lýsa loftskilyrðum:

Hitastig = „t“ í °C

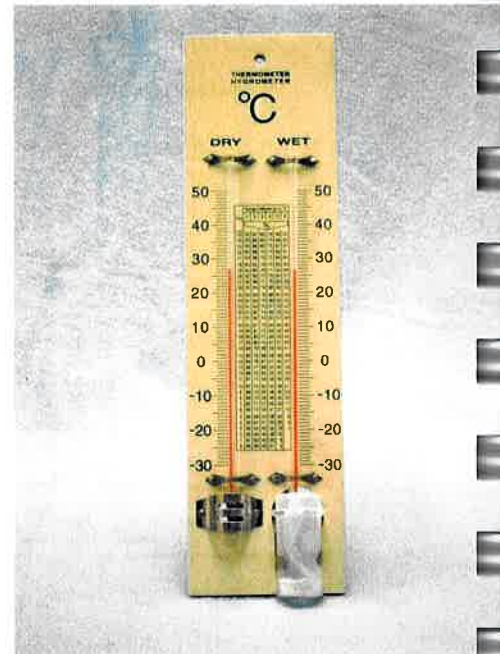
Algert rakastig = „x“ í g/kg

Hlutfallsrakastig = „φ“ í %

Enthalpy (varmi) = „h“ í kJ (1 + x) kg

Eðlismassi/þéttleiki = „ρ“ í (kg/m³)

Eimþrýstingur í millibörum = „mbar“



Hægt er að staðsetja punkt á línuritinu ef maður þekkir tvær af þeim stærðum sem taldar eru upp hér að ofan. Við getum t.d. verið með tvo hitamæla, annan sem mælir þurra hitastigið en um hinn er búið að vefja grisju sem er mettuð vatni (sjá mynd). Á myndinni er ekki búið að væta grisjuna og þess vegna sýna mælarnir sama hitastig.

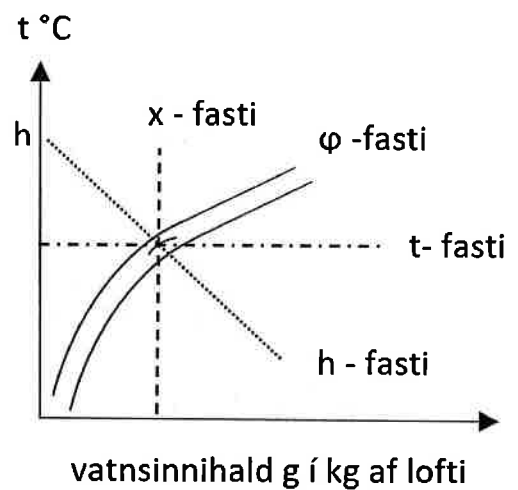
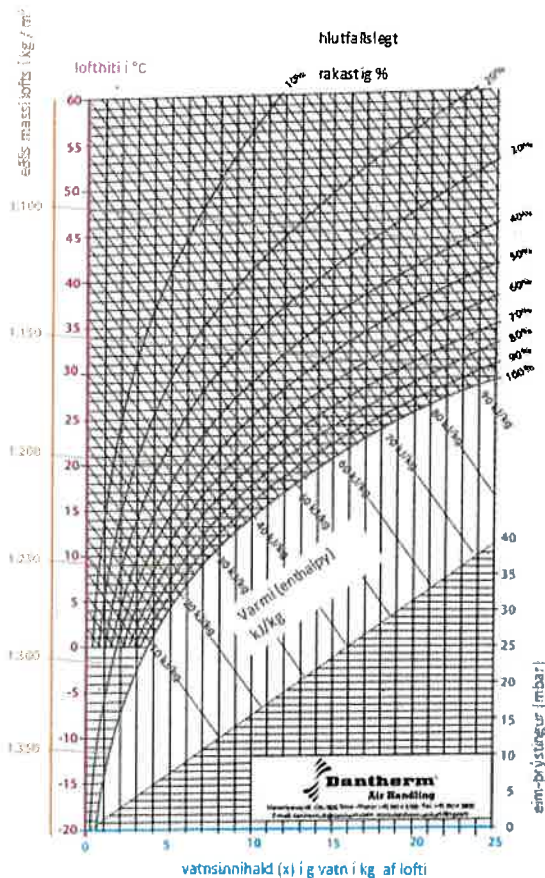
Raki í lofti skiptir máli bæði þegar verið er að fjalla um lofttemprunarkerfi eða kælikerfi og því er mikilvægt að þekkja sambengið milli eimþrýstings, hitastigs og vatnsinnihalds loftsins. Hitastig loftsins segir til um getu þess til að innihalda raka. Því heitara sem loftið er, þeim mun meiri raka getur það innihaldið. Eimþrýstingur er líka háður hitastiginu. Heitt loft þenst út og eykur þar með rúmtak sitt þó svo að massinn sé sá sami.

Ef loftið þenst út án þess að vatn bætist í það þá þornar það hlutfallslega og við segjum að rakaprósentan hafi minnkað – hlutfallslegur raki hefur minnkað.

Eimþrýstingur eykst með hækkandi hitastigi og lækkar því að sama skapi við lækkandi hitastig. Þrýstingsmunur verður því á lofti sem umleikur kæli/frystiklefa og loftinu sem er inni í klefanum. Þrýstingsmunurinn gerir það að verkum að vatnseimur þrýstist inn í einangrunina þar sem hann kólnar og þéttist uns hann verður að vatni sem sogast inn í hana.

Pegar vatn kemst inn í einangrun þá minnkar varmaviðnám hennar og meiri varmi streymir inn í klefann. Það hefur í för með sér meiri vinnu fyrir þjöppuna, gangtími hennar eykst.

Ef um frystiklefa er að ræða þá frýs vatnið í einangruninni, en við það minnkar einangrunargildið enn frekar og veggurinn skemmist, eins og áður var sagt.



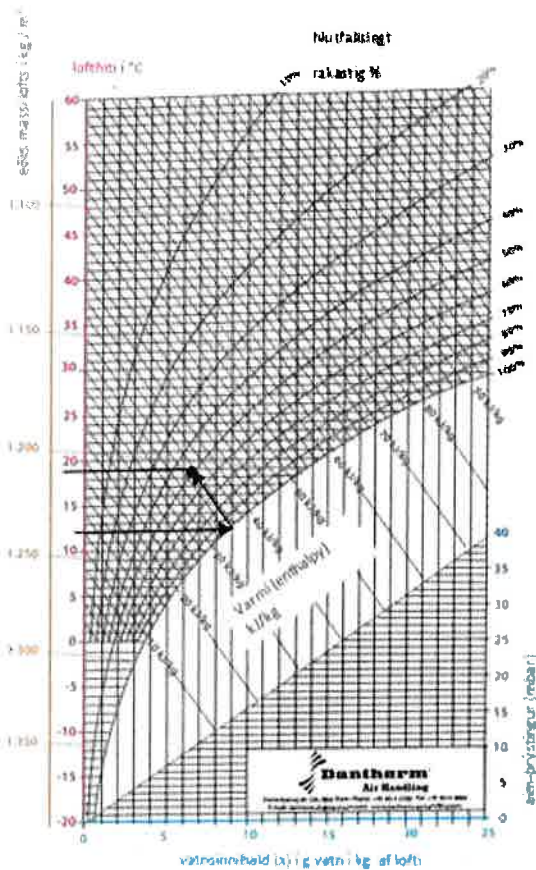
Lóðrétti ásinn sýnir hitastigið (t).

Lárétti ásinn sýnir algert (absolut) rakastig (x) g af vatni í kg af lofti.

Varminn (isentalpi) er hallalínurnar (h) í kJ/kg.

Hlutfallslegt rakastig er bogalínurnar. Á þessum línunum sést vel hvernig hæfileiki lofts til að taka til sín vatn eykst með hækkandi hitastigi.

Teiknum inn ástand þar sem þurri hitamælirinn er 19°C og vota hitastigið er 12°C.



Þar sem punkturinn er á myndinni má lesa út ástand loftsins:

Hlutfallslegt rakastig er 50%,
varmáinnihald loftsins er 35 kJ/kg,
vatnsinnihaldið er 6,5 g/kg loft,
eimþrýstingur er 13 mbör og
eðlismassinn er u.þ.b. 1,1 kg/m³

Í töflum má finna hvernig ástand lofts er á mettunarlínunni eftir hitastigi og lesa hlutfallslegt rakastig.

Dæmi 1

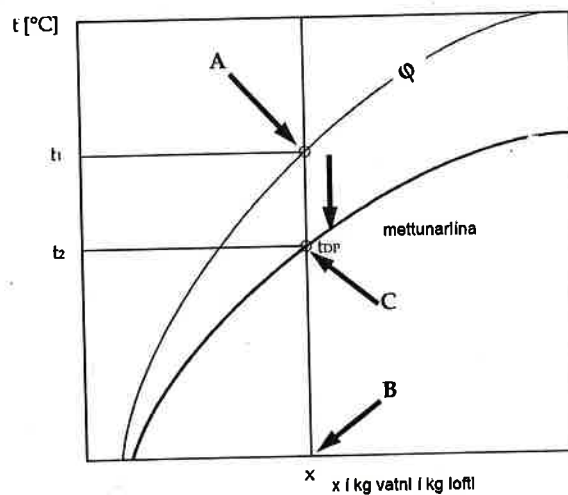
Þurra hitastigið er 15°C og vota hitastigið 8°C. Hvert verður hlutfallslegt rakastig?

Lausn: Hitastigsmunur er 7°C og rakastig er 37%.

Þurra hitastigið í °C	Þurra hitastigið – vota hitastigið í °C									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	88%	77	66	56	45	35	26	16	7	--
11	89	78	67	57	47	38	28	19	11	2
12	89	79	68	59	49	40	31	22	14	5
13	89	79	69	60	51	42	33	25	16	9
14	90	80	70	61	52	43	35	27	19	11
15	90	80	71	62	54	45	37	29	22	14
16	90	81	72	63	55	47	39	31	24	17
17	91	82	73	64	56	48	41	33	26	19
18	91	82	73	65	57	50	42	35	28	21
19	91	82	74	66	58	51	44	37	30	24
20	91	83	75	67	59	52	45	38	32	26
21	91	83	75	68	60	53	47	40	34	27
22	92	84	76	69	61	54	48	41	35	29
23	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
24	92	84	77	70	63	57	50	44	38	32
25	92	85	77	71	64	57	51	45	40	34
26	92	85	78	71	65	58	52	46	41	35
27	93	85	78	72	65	59	53	47	42	37
28	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
29	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39
30	93	86	80	73	67	61	56	50	45	40
31	93	86	80	74	68	62	57	51	46	41
32	93	87	80	74	68	63	57	52	47	42
33	93	87	81	75	69	63	58	53	48	43
34	93	87	81	75	69	64	59	54	49	44

Myndin hér fyrir neðan sýnir t_1 hitastig mælt með venjulegum hitamæli. Ef maður þekkir hlutfallslegt rakastig er hægt að staðsetja punkt A og finna út frá því ástand loftins.

Ef lóðrétt lína er dregin niður úr punkti A í punkt B má lesa vatnsmagnið í loftinu, og í punkti C er hægt að lesa daggarmörkin t_2 , en þarna er loftið mettað af vatnseim og getur ekki tekið í sig meira vatn. Ef hitastigið er lækkað undir mettnarlínuna þá fellur út vatn.



Dæmi 2

Eftirfarandi er þekkt varðandi ástand lofts:

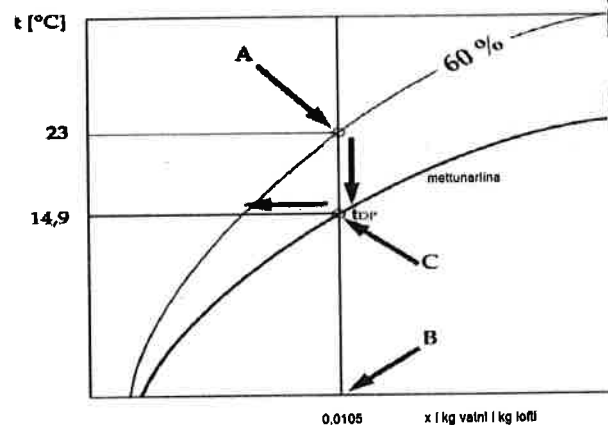
- Hlutfallslegt rakastig er 60%
- Hitastigið er 23°C (þurri hitamælirinn)

Hversu mikið vatn er í loftinu kg/kg?

Hvert er daggarmarkshitastigið?

Lausn. Vatnsinnihaldið er 0,0105 kg/kg og

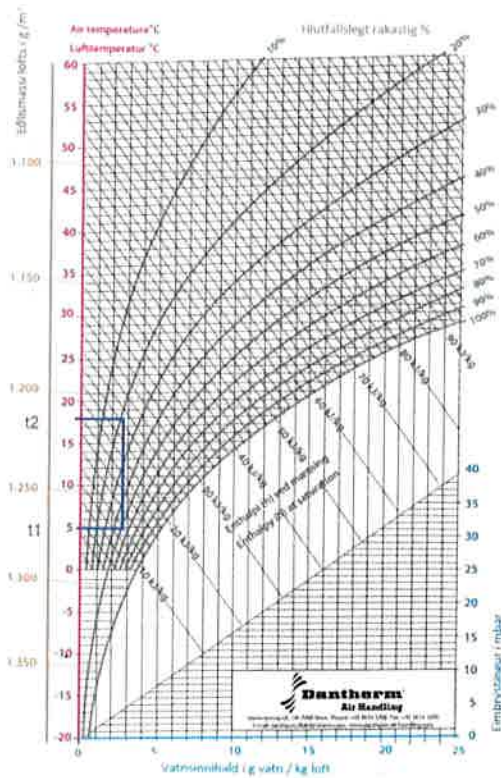
daggarmörkin eru $14,9^\circ\text{C}$.



Dæmi 3

Loft með hitastigið $+5^{\circ}\text{C}$ og hlutfallslegt rakastig $\varphi = 0,5$ er hitað upp í $+18^{\circ}\text{C}$.

Hvert verður hlutfallslegt rakastig eftir upphitunina?

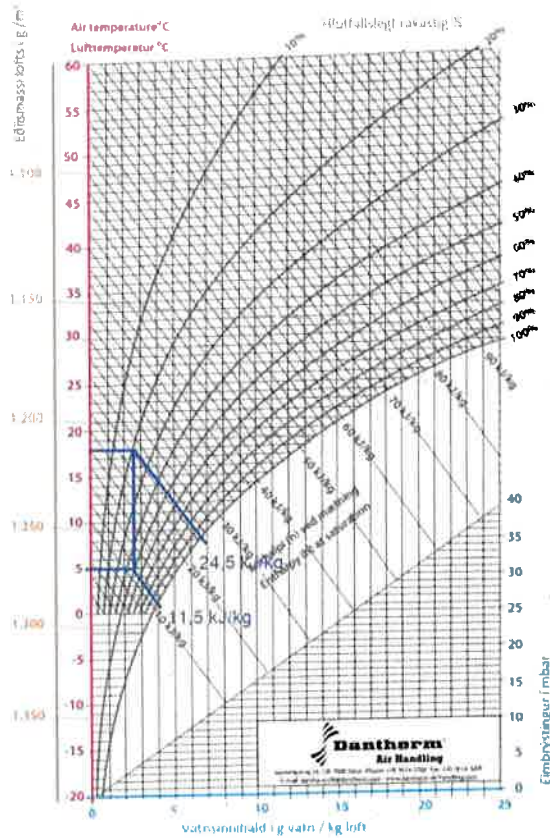


Lausn: Loftið hitnar frá t_1 í t_2 og $\varphi = 0,21$

Dæmi 4

4 kg af lofti með hitastigið $+5^{\circ}\text{C}$ og hlutfallslegt rakastig $\phi = 0,5$ er hitað upp í $+18^{\circ}\text{C}$ og við það verður hlutfallslegt rakastig $\phi = 0,2$.

Hversu miklum varma þarf að bæta í loftið til að hita það upp?



Lausn. Varminn $h_1 = 11,5 \text{ kJ/kg}$ og eftir upphitun er varminn $h_2 = 24,5 \text{ kJ/kg}$, þetta er mismunur upp á 13 kJ/kg .

$$13 \text{ kJ/kg} \cdot 4 \text{ kg} = \underline{52 \text{ kJ}}$$