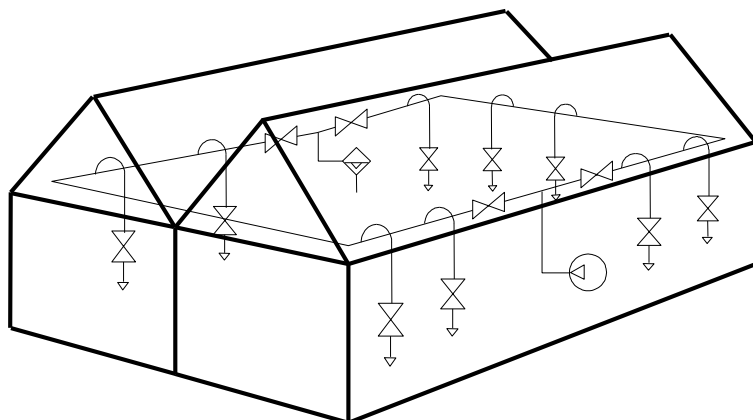




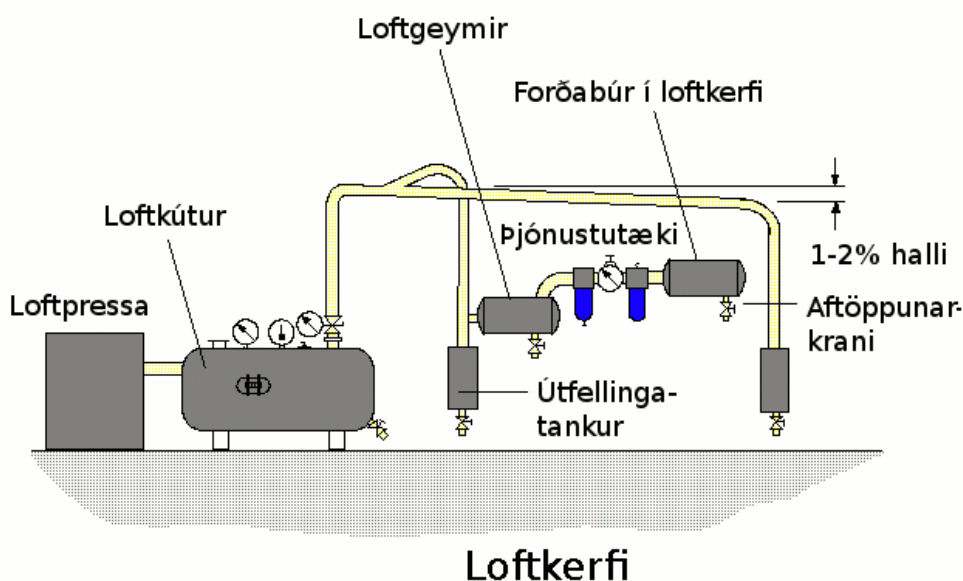
Meðfeð lofts í loftkerfi



Hringtenging á loftkerfi - dæla á öðrumegin í húsinu en vatnaftöppun hinumegin. Hægt er að loka fyrir hluta kerfisins.

STÝ 102 og RÖKV2L

Útg. 2016



1. Mynd

Meðfeð lofts í loftkerfi

Þrýstiloftið sem kemur frá pressunni er venjulega ekki það hreint að hægt sé að leiða það beint inn á þau tæki sem ætlunin er að láta það knýja. Fyrst þarf að hreinsa það og eyða úr því vatni. Loft sem kemur frá pressu inniheldur ekki bara óhreinindi í föstu formi heldur einnig ákveðið magn af vatni sem komið er frá raka loftsins sem loftpressan tók inn á sig. Í pressunni hitnar loftið og við það getur það haldið í sér meiri raka. Þegar loftið kólnar í loftlögninni frá pressunni þá þéttist rakinn í loftinu og verður að vatni. Vatnið sest að á ýmsum stöðum í loftkerfinu og fer með loftinu inn í þau tæki sem eru tengd við það. Þessi tæki eru yfirleitt ekki gerð til að þola vatn og verða því oft fyrir skemmdum.

Til að koma í veg fyrir myndun raka er komið fyrir kæli á loftlögninni eftir pressuna. Kælirinn kælir loftið áður en það heldur áfram eftir lögninni. Því kaldara sem loftið er þeim mun minna vatni getur það haldið í sér og er því þá safnað saman í geymi við kælirinn og tappað af ýmist sjálfkrafa eða með handstýrðum krana.

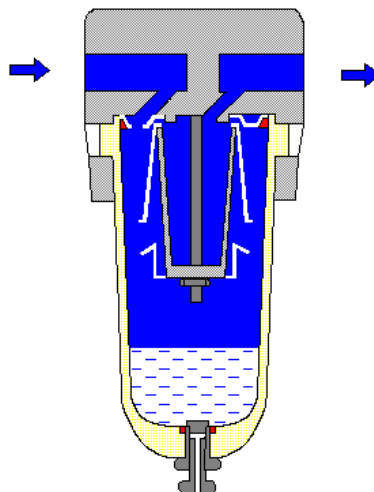
Óhreinindi eru oftast ryk og skítur sem hefur komist inn í pressuna með loftinu og ryð og gjall úr pípunum sem loftið fer eftir. Þessi óhreinindi eru ekkert síður skaðleg fyrir tækin en vatnið. Þau eru sérstaklega skaðleg fyrir pakkningar í tækjunum og þegar þær eru farnar að gefa sig þá eru tækin ekki lengur fær um að útfæra það verkefni sem þeim var ætlað.

Síur

Til að forðast óhreinindi í föstu og fljótandi formi eru settar síur á loftlögnina við pressuna og einnig við öll tæki sem tengd eru við kerfið.

Mynd 2 sýnir þverskurð af síu sem notuð er til að hreinsa óhreinindi í föstu og fljótandi formi úr loftinu. Eftir að loftið er komið inn í síuna rekst það á skófluhjól sem fær loftið til að snúast. Við það þeytast stærri agnir og vatn í loftinu út í vegg síunnar og falla til botns. Minni agnir festast í sjálfri síunni sem oftast er gerð úr næloni eða öðrum gertifnum. 2. Mynd - þverskurður af síu

Möskvastærð dúksins er yfirleitt 64 mikrón (0,064 mm). Með þessum búnaði má reikna með því að loftið sé nægjanlega hreint til að vera skaðlaust fyrir þau tæki og vélar sem það fer til. Við sérstök verk eins og t. d. málningavinnu þarf þó að setja viðbótar síur og ef til vill sérstakann loftþurrkara.



Mynd 3 - Sía

Síuna verður að hreinsa með réttu millibili og oft er á síum merki eða mælir sem sýnir hvenær þörf er á hreinsun eða tími kominn til að hleypa út vatni. Sumar vinnuvélar eru útbúnar með ljósi í mælaborði sem kviknar þegar skipta þarf um síu.

Sían á myndinni hefur krana sem skrúfa þarf frá til að hleypa vatninu út en hægt er að fá sjálfvirkan búnað sem hleypir loftinu út þegar það hefur náð ákveðnu hámarki.

Sjálfvirk vatnsaftöppun

Margar síur eru með innbyggðri sjálfvirkri vatnsaftöppun en aðrar ekki. Hægt er að fá sjálfvirka vatnsaftöppun á þær síur sem ekki hafa hana innbyggða. Þannig aftöppunartæki er líka hægt að setja á fleiri staði í loftkerfinu ef hætta er á því að vatn safnist þar fyrir.

Yfirleitt er vatnsaftöppun sett þar sem loft er leitt frá stofnlögn að tækjum eða tækjasamstæðum og á enda stofnlagnar. Best er að

setja aftöppunina á lægsta punkt lagnarinnar því þar safnast vatnið helst fyrir eins og gefur að skilja.

Sjálfvirkur vatnsaftöppunarloki er venjulega lokaður. Þegar vatnsyfirborðið hefur hækkað nægjanlega, lyftist flotholtið og vatnið rennur út. Þegar vatnið hefur runnið út þá lokar flotholtið aftur fyrir vatnsrennslið. Loftþrýstingurinn í kerfinu heldur flotholtinu við lokann. Rörið inni í flotholtinu hleypir vatni úr því í hvert skipti sem þrýstingur fellur.

Smurtæki

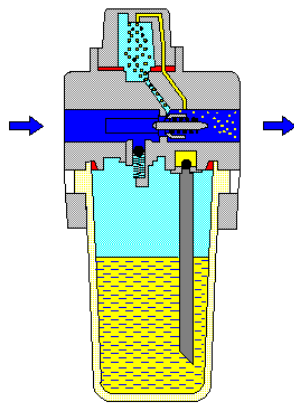
Nauðsynlegur hlutur í öllum loftkerfum er smurtæki. Hlutverk þess er að smyrja pakkningar og hreyfanlega hluti.

Á mynd 4 er þokusmurtæki og á mynd 5 er þverskurður af sama tæki. Þokusmurtækið virkar þannig að olía sogast upp í gengum rör og lekur niður í loftganginn þar sem hún verður að fínum úða og blandast loftinu. Með því fer hún áfram að tækjum sem ætlunin er að smyrja.



4. Mynd - smurtæki

Loftið streymir í þá átt sem örvarnar sína og lendir fyrst á þrengslum sem mynda undirþrýsting í loftstraumnum. Mest af loftinu fer áfram út



Mynd 5 - Þverskurður af þokusmurtæki

úr tækinu og út í loftlognina frá því, en lítill hluti þess fer inn í lítið op og þaðan niður að olíunni sem er neðst í tækinu. Frá olíuhólfinu liggur rör upp í efri hluta tækisins og gegnum það sogast loft vegna undirþrýstings við þrengslin. Lágur þrýstingur í olíuhólfinu veldur því að olía sogast upp í gegnum bogna rörið og drýpur niður í loftganginn gegnum rörið. Í loftganginum klofnar olían í stóra og litla dropa þegar hún lendir í loftstraumnum. Olíudropar sem eru stærri en 2 míkrón ná ekki að fylgja loftstraumnum upp og út úr smurtækin heldur hrapa niður í olíugeyminn. Um 10 % af olíunni blandast loftinu sem fer framhjá spjaldinu og fer með því út í lögnina frá smurtækinu.

Hægt er að stilla loftmagnið og hversu olíurík blandan er með skrúfum sem eru á smurtækinu. Með stilliskrúfun er stillt magn af olíu sem sogast upp í gegnum rörið. Þegar opnunin er mikil þá jafnast þrýstimunurinn milli efri og neðri hluta tæksins og afleiðingin

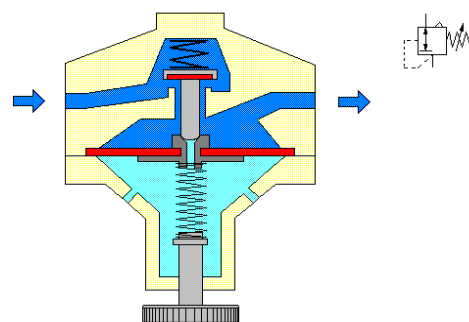
er að lítil olía streymir upp í efra hólfíð. Ef opið er lítið þá minnkar þrýstingurinn efst í tækinu og meiri olía streymir þangað og blandast loftinu.

Olía hefur tilhneygingu til þess að loða við veggj loftröranna. Þess vegna á aldrei að hafa smurtæki lengra en 10 m frá vélunum, sem á að smyrja. Þessi lengd verður að vera minni ef skarpar beygjur eru á lögninni. Af þeirri ástæðu verður að minnka lengdina um 1 m fyrir hvert horn sem er á lögninni frá smurtæki að vél.

Til að síur og smurtæki vinni eðlilega má hraði loftsins ekki vera of lítill. Þess vegna er nauðsynlegt að velja saman réttan búnað þegar loftkerfi er sett upp.

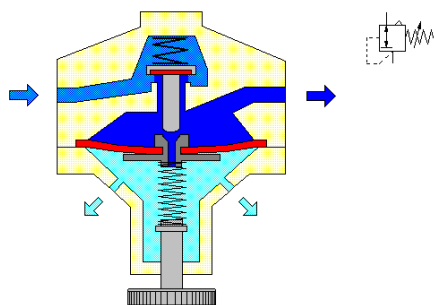
Þrýstistillir

Venjulega er þrýstingur loftsins frá pressunni minnkaður áður en það er leitt inn á vélarnar og tækin sem það á að knýja. Það er gert með svokölluðum þrýstistilli en hlutverk hans er einnig að halda þrýstingnum jöfnum. Með þrýstistillinum er stilltur sá þrýstingur sem best hentar fyrir tækið sem gengur fyrir loftinu og með því er hægt að fá sem besta nýtni út úr tækinu og verja það skemmdum sem stafað geta af of háum þrýstingi



Mynd 6 - Þrýstistillir við eðlilegt loftstreymi

Mynd 6 sýnir þrýstistilli af svokallaðri þyndargerð. Þegar stilliskrúfan neðst á þrýstistillinum er skrúfuð til þá slaknar eða strekkist á gorminum sem tengist þyndinni sem merkt er með. Milli tengiopanna vinstra og hægra megin er loki sem liggur í sæti og opnar og lokar fyrir samgang milli þeirra. Lokinn er tengdur við þyndina. Þegar stilliskrúfan er skrúfuð upp þá herðist á gorminum og hann þrýstist að þyndinni og lokinn opnar leið fyrir loftið gegnum þrýstistillinn.



Mynd 7 - Þrýstingu vex og þrýstistillirinn hlypir út lofti til að jafna streymið

Þegar loftið streymir í gegn þá þrýstir það jafnframt á þyndina og vinnur á móti krafti gormsins. Við mikinn hraða á loftinu lækkar þessi þrýstingur og gormurinn opnar lokann meira. Þegar hraði loftsins minnkar þá vex þrýstingurinn ofan á þyndina, gormurinn þrýstist saman og lokinn minnkar loftstreymið. Á þennan hátt vinnur þrýstistillirinn og heldur þrýstingi

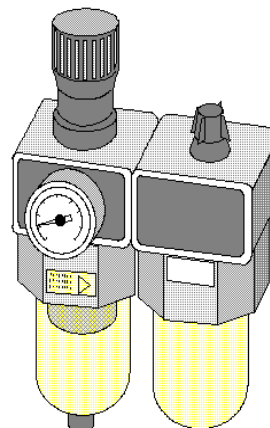
loftsins jöfnum þó að hraði þess þ. e. a. s. loftnotkunin breytist. Þegar notkun loftsins er hætt þá lokast fyrir streymið vegna þess að þá vinnur fullur þrýstingur ofan á þyndina. Við þetta ýtist þyndin frá spindlinum á lokanum og loft streymir gegn um op á þyndinni miðri og út um op fyrir neðan hana (mynd 7). Loftið sem streymir út er umframloft og er því hleypt þarna út vegna þess að ekki er um aðra leið að ræða þegar lokað er fyrir loftið sem fer út í rásina til hægri.

Þurrkarar

Þar sem þörf er á að loftið í kerfinu sé mjög þurrt eins og t. d. í reglunarkerfum (reglunartækni/stillitækni) eru settir þurrkarar í kerfið og loftið látið fara í gegnum þá áður en það fer inn á tækin. Ein gerð af þurrkara er svokallaður ísogsþurrkari en í honum er efni sem dregur í sig rakann úr loftinu.

Tenging á stillibúnaði fyrir loft

Þau tæki sem fjallað hefur verið um í greinunum hér á undan, síur, sjálfvirk vatnsaftöppun, smurtæki og þrýstistillir er best að tengja saman og hafa við úttak frá stofnlögn og sem næst vél eða tæki sem loftið á að knýja. Sían er höfð næst stofnlögn, því næst á að hafa þrýstistillinn og smurtækið næst tækinu sem notar loftið.



Mælt er með því að þessi tæki séu tengd **Mynd 8** saman með union eða stuttu röri því þá er auðveldara að ná einu þeirra frá hinum heldur en ef þau eru tengd með brjóstnipplum.

Ef þessi samstæða er sett þar sem erfitt er að komast að henni þá verður sían að vera með sjálfvirkum vatns aftöppunarbúnaði.

Ef þrýstistillir snýr þannig að stilliskrúfan snýr upp þá er hætta á því að vatn sem þéttist í loftlögninni setjist að í neðsta hluta hans og hindri að hann vinni eðlilega. Hægt er að koma í veg fyrir þetta með því að snúa þrýstistillinum þannig að stilliskrúfan vísi niður.

Smurtækið verður að staðsetja þannig að það sé sjáanlegt og gott að komast að því. Annars er hætt á því að gleymist að bæta olíu á það.

Þar sem fleiri en eitt tæki, með mismunandi loftþörf, eru tengd við sama úttak frá stofnlögn þarf að hafa smurtæki fyrir hvert þeirra.

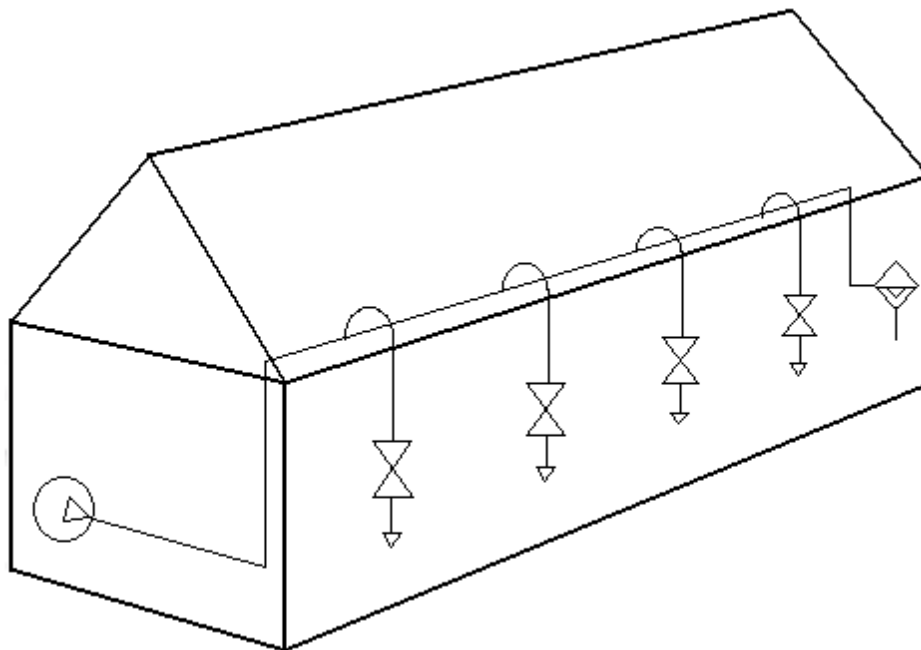
Hvert þessara smurtækja þarf að vera af heppilegri stærð fyrir það tæki sem það á að smyrja.

Þegar tæki með nákvæmum lokum er tengt við loftlögnina þarf að bæta auka síu við kerfislögnina til að hreinsa enn frekar raka og ryk úr loftinu. Þessi sía er venjulega finni en sú sem fyrir er.

Loftsiur, sjálfvirk vatnsaftöppunartæki, smurtæki og þrýstistillar fást sambyggð í eitt tæki ef óskað er. Þetta er oftast ódýrara heldur en að kaupa tækin hvert fyrir sig og festa þau saman á staðnum.

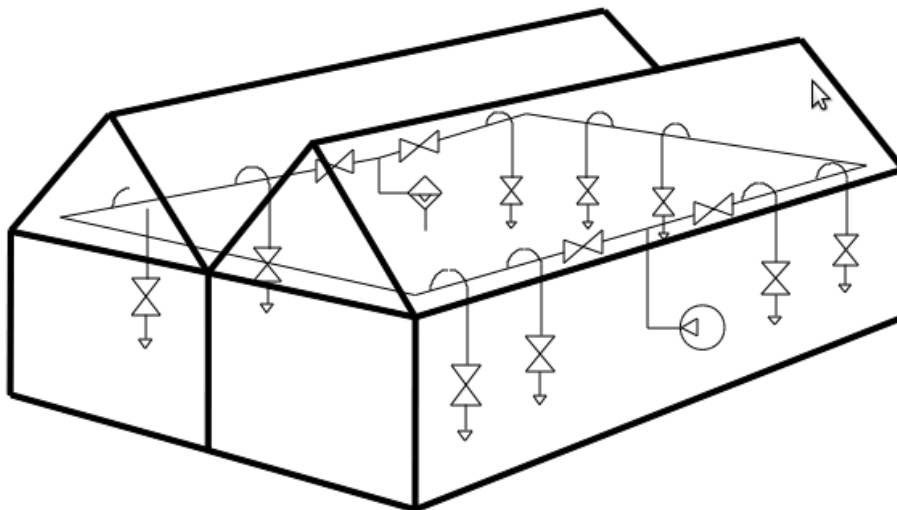
Stofnlögn

Flutningur loftsins frá dælunni til þeirra staða þar sem notkun þess á að fara fram er gerð með svokallaðri stofnlögn. Loftdælan er höfð á heppilegum stað í húsinu og best að hún sé í sérstöku herbergi, sem verður að vera vel loftræst.



Mynd 9 - stofnlögn lögð eftir endilöngu húsi

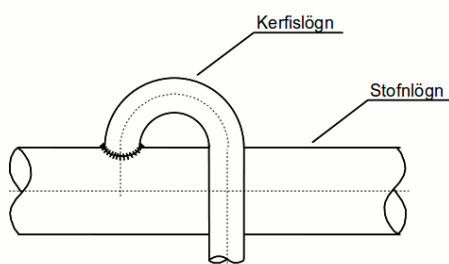
Á mynd 9 er stofnlögn sem lögð er eftir endilöngu húsi og úr henni eru lagðar kerfislagnir að einstökum vélum.



Mynd 10 - hringtenging stofnlagnar í húsi

Á mynd 10 er svokölluð hringtenging í stóru húsi. Þar eru lagðar tvær stofnlagnir frá dælu og endar þeirra tengdir saman í gagnstæðum hluta hússins. Kostur við svona lögn er að þrýstingur verður jafnari og vélarnar fá loft frá báðum hliðum. Annar kostur við svona lögn er að hægt er að loka fyrir hluta af stofnlögninni t.d. vegna bilana, en halda áfram að dæla lofti eftir hinum hluta lagnarinnar.

Best er að nota galvaniseruð rör í stofnlagnir. Aftöppun fyrir vatn er höfð á enda stofnlagnar, og á hringtengingu sem fjærst frá dælu. Vatnið fylgir loftstraumnum að aftöppunarstaðnum ef allt er rétt staðsett og nauðsynlegt er að láta stofnlögnina hallast örlítið að honum.



11. Mynd – tengin stofnlagnar og kerfislagnar

Úttak fyrir kerfislagnir á alltaf að liggja upp úr stofnlögn og þaðan með 180° beygju niður að úttaksstaðnum. Kerfilögnin á að enda í krana og tengi fyrir loftslönguna að tækinu. Best er að tengið sé hraðtengi sem lokar fyrir loftið þegar tekið er úr sambandi. Milli kranans og tengisins eru sett loftsúr, vatnsaftöppunartæki, smurtæki og þrýstistillar. Frá

tenginu og að tækinu er loftið oftast flutt með gúmí- nælon- eða plastslöngu.










Til að hægt sé að ákveða stærð röranna í stofnlögn þurfa eftirfarandi atriði að byggja fyrir:

1. Loftþörf tækjanna sem notuð eru á sama tíma.
2. Fræðileg lengd lagnarinnar.
3. Leyfilegt þrýstifall
4. Vinnuþrýstingur tækjanna

Til að ákveða atriði 1, loftþörf, má oft ganga út frá því loftmagni sem dælan sendir frá sér og áætla hvað hugsanlegt sé að þörfin aukist mikið á næstunni. Viturlagt er að gera ráð fyrir talsverðri aukningu á loftþörf því kostnaðarsamt er að skipta um lagnir eftir að búið er að ganga frá þeim. Reynslan hefur líka kennt mönnum að í fyrirtækjum vex loftþörfin hratt.

Ef verið er að setja upp nýtt loftkerfi þar sem dælan er ekki komin verður að leggja saman loftþörf tækjanna sem búast má við að séu notuð samtímis og reikna með viðbótum vegna fjölgunar á tækjum.

Lengd lagnarinnar er ákveðin út frá staðsetningu tækjanna og taka þarf tillit til allra beygja og hindrana sem verða á leið loftsins.

Armatur	Ekvivalent rörlengde i m.						
	Indre rördiameter i mm.						
	25	40	50	80	100	125	150
Seteventil 	6	10	15	25	30	50	60
Strömlinjeventil 	3	5	7	10	15	20	25
Sluseventil 	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5
Rørbend 	1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Rørbend 	1	2	2,5	4	6	7,5	10
Rørbend $r = d$ 	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5
Rørbend $r = 2d$ 	0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,5
Slangekopl., T-røf 	2	3	4	7	10	15	20
Forsnevring 	0,5	0,7	1	2	2,5	3,5	4

Hné, tengi og kranar tefja fyrir loftstreyminu og afleiðingin verður þrýstifall í lögninni. Fundin er fræðileg lengd lagnarinnar með því að mæla raunlengd hennar og bæta við hana lengd sem samsvarar þeim hnám, lokum og tengjum sem á henni eru, með hjálp töflunnar á mynd 12.

Mynd 12 -
Ýmsar tengingar og samsvarandi rörlengdir

Mesta leyfilega þrýstifall í stofnlögn, frá dælu að úttaki kerfislagar, er 0,01 MPa (megapaskal). Ef stofnlögn er sett saman úr mörgum

einingum verður að gæta þess að þrýstifallið gegnum allar einingarnar verði ekki meira en leyfilegt er.

Þrýstingur í stofnlögn er mesti þrýstingur sem dælan getur gefið.

Það er mikilvægt að öll loftlögnin sé þétt og laus við leka. Með eðlilegu viðhaldi á lögninni á lekinn ekki að vera meiri en 10%. Hafa verður í huga að tæki sem tengt er við loftkerfið notar ekki loft nema þann tíma sem það er í gangi en gat sem er á röri hleypir stöðugt út lofti með nokkurt loft er á kerfinu.

Til að sýna frekar orkutapið sem verður gegnum gat á loftlögn er hér látin fylgja með taflan á mynd 13. Á henni sést hve mikið loftmagn fer út um tiltölulega lítið gat á loftkerfinu og orkuna sem þarf til að uppfylla tapið. Gat sem er 14 mm í þvermál á röri sem flytur loft með 0,6 MPa þrýstingi er nógu stórt til að hleypa út öllu því lofti sem dæla með afköstin 10 m³/mín getur dælt. Aflþörfin er þá 50 wött.

Hulldiameter		Utströmmende luftmengder m ³ /mín.	Effektbehov for kompr.	
i naturlig størrelse	mm		kW	hk
•	1	0,06	0,3	0,4
●	3	0,58	2,9	3,9
●	5	1,5	8,1	11,0

Mynd 13 - Orkutap vegna leka á röri.

Á mynd 14. sést hvernig greining á einni stofnlögn í tvær er útfærð.

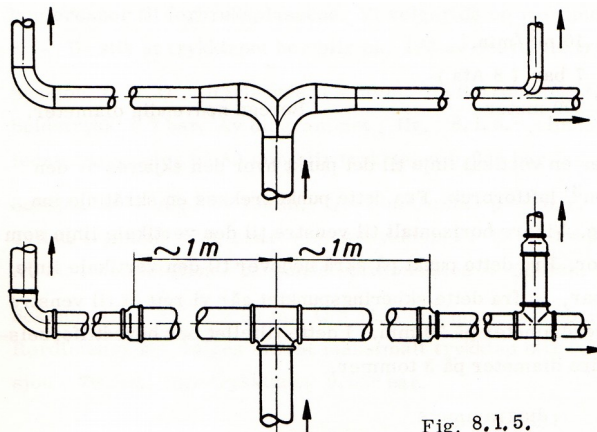
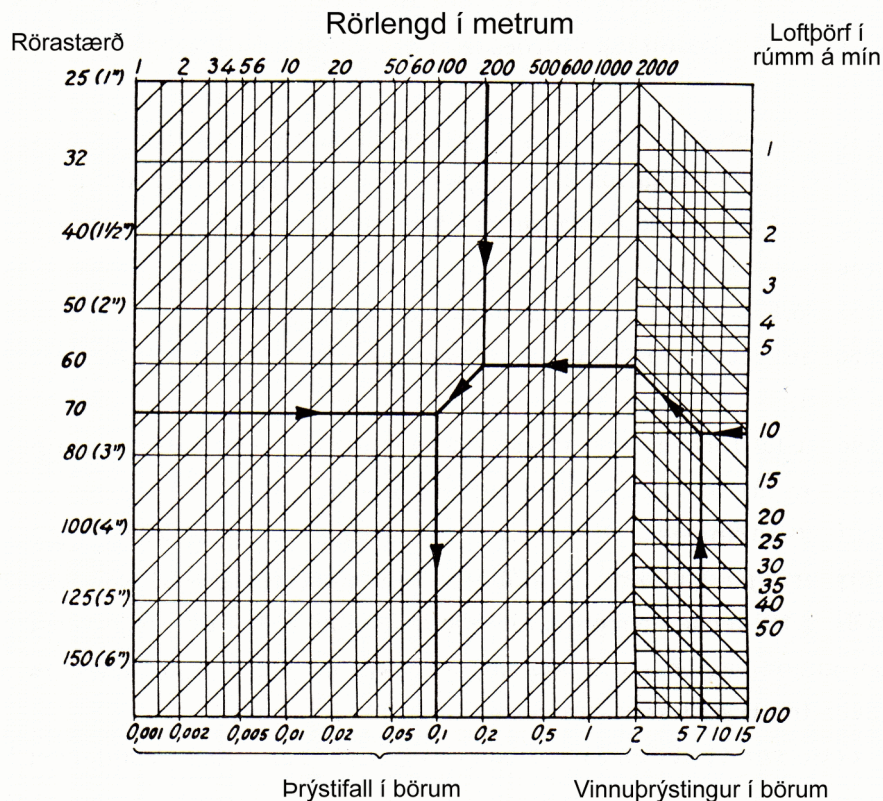


Fig. 8.1.5.

Mynd 14: - Mismunandi tengingar.

Soðnar tengingar eru sterkar og endingargóðar en stundum erfitt að koma við suðutækjum vegna þrengsla og eldhættu. Ef greining er gerð með T er nauðsynlegt að hafa rörin í T-inu óbreytt allt að 1 m frá tengingunni til að minnka viðnám.



Mynd 15 - línurit til að velja rétta stærð röra.

Til að reikna út vídd röra í stofnlögn er notað línurit eins og á mynd 15.

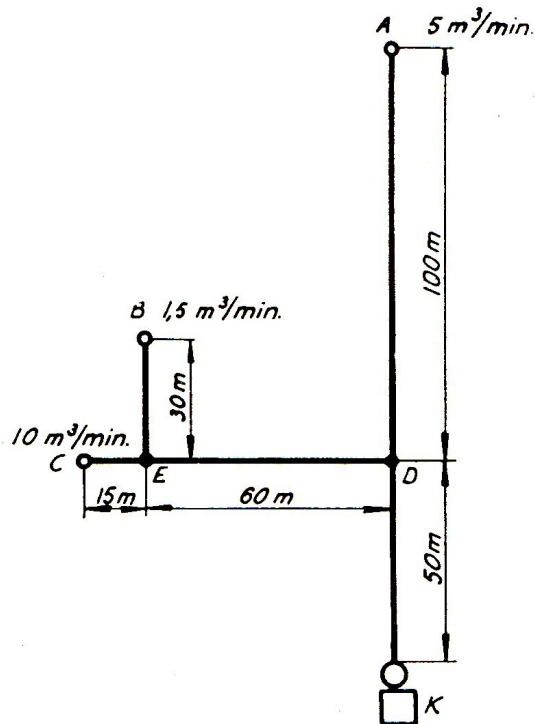
Dæmi um notkun á línuritinu:

Gefið er:

Loftþörf	=	10 m ³ /mín
Vinnuþrýstingur	=	0,7 MPa
Röralengd (fræðileg)	=	200 m

Frá 7 bar á línuritinu er dregin lóðrétt lína upp að punkti þar sem hún sker lárétta línu frá loftnotkuninni 10 m³/mín. Frá þessum punkti er dregin skálína, samsíða leiðilínunni, þar til hún sker lóðréttu skiptilínuna. Nú er dregin lárétt lína að punkti sem myndast þar sem þessi lárétta lína sker lóðréttu línu frá röralengdinni 200 m. Frá þessum punkti er dregin skálína samsíða leiðilínunni þar til komið er að lóðréttri línu sem liggur upp frá þrýstifallinu 0,1 bar. Frá þessum punkti er dregin lárétt lína til vinstri og sést þá að þörf er á 70 mm

röri. Ef við ætlum að nota galvaniseruð vatnsrör þá fást þau í tommumáli og við veljum 3" rör.



Mynd 16 - stofnlögn sem greinist í ýmsar áttir

Æfingadæmi fyrir stofnlögn sem greinist á tveimur stöðum:

Loftdælan er á mynd 16 merkt með K og vinnusvæðin með A, B og C en loftþörf þeirra er 5, 1,5 og 10 m³/mín. Mesta leyfilega þrýstifall frá dælu að vinnu svæði er 0,1 bar. Í þessu dæmi er ekki tekið tillit til viðbótar þrýstifalls sem verður í lokum, hjám og T-um o. fl. Reynt verður að deila þrýstifallinu jafnt yfir kerfið frá dælu að vinnusvæði. Þess vegna er valið það stórt rör að þrýstifallið á leiðinni K - D verði um 1/3 af heildar þrýstifallinu.

Deild K-D. Rörlengd $l = 50$ m. Loftstreymi $Q = 16,5$ m³ /mín. Þrýstingur lofts $p = 7$ bar. Úr línuritinu er fundið að ef valið er rör með innra þvermál 80 mm verður þrýstifallið 0,035 bar.

Deild D-A. $l = 100$ m. $Q = 5$ m³/mín. $p = 7$ bar. Leyft þrýstifall 0,1 - 0,035 = 0,065 bar. Frá línuritinu finnst heppileg vídd = 50 mm. Þrýstifall K-A = 0,1 bar.

Deild D-E. $l = 60$ m. $Q = 11,5$ m³/mín. $p = 7$ bar. Valin er stærð röra sem gefur mest þrýstifall upp á 0,05 bar. Ef valið er 70 mm rör verður þrýstifallið 0,038 bar.

Deild E-B. $l = 30$ m. $Q = 1,5$ m³/mín. $p = 7$ bar. Þrýstifallið má ekki verða meira en $0,1 - (0,035 + 0,038) = 0,027$ bar. Valið er 32 mm rör sem gefur þrýstifall upp á 0,024 bar. Þrýstifall K-B verður þá 0,097 bar.

Deild E-C. $l = 15$ m. $Q = 10$ m³/mín. $p = 7$ bar. Þrýstifallið má ekki verða meira en 0,027 bar. Valið er 60 mm rör sem gefur þrýstifall E-C = 0,015 bar. Þrýstifall K-C verður þá 0,077 bar.

Stærð loka valin

Flestir framleiðendur loftkerfa í Evrópu framleiða einingar með stöðluðum gengjum til að tengja við aðrar staðlaðar einingar eins og t. d. rör með Witworth gengjum í stærðunum 1/8", 1/4", 3/8", 1/2", 3/4" og 1". Stærð lokanna er nefnd eftir stærð gengjanna á þeim. Þannig er 1/4" loki með 1/4" gengjum. Til eru líka aðrar stærðir af lokum.

Val á réttum lokum fyrir ákveðna stærð af bullum fer eftir þeim hraða sem óskað er eftir að bullan fari og verður því að reikna í hverju einstöku tilfalli. Einnig verður að taka tillit til álagsins á bulluna, viðnáms milli bullu og strokks, lengd á loftlögn frá loka að bullu og annara hindrana í loftlögninni. Í upplýsingum um lokana eru afköst lokanna venjulega talin í m³ af lofti á mínútu með þrýstingnum 0,6 MPa (6 bar). Afköst lokans minnka oft um 50% þegar hann er tengdur við tvívirka ólestaða bullu og minnka enn frekar ef bullan er lestuð. Annað atriði sem taka verður tillit til er að opunarflatarmál lokans samsvarar ekki alltaf nafnmáli lokans því oft er reiknað með ytra máli rörsins þegar nafnmál lokans er gefið upp. Það er alltaf innra mál lokans sem ræður opunarflatarmálinu og gegnumstreymisopinunni.

Góð regla við val á lokum er að hafa þá með sama máli eða stærra en nafnmál gengjanna í bullutengjunum. Þá má stjórna bullu-hraðanum með stillanlegum þrengslum sem sett eru á lögnina frá lok að bullu.

Í töflunni hér fyrir neðan er gefnar upp viðmiðunartölur fyrir afköst nokkurra algengra loka: (Tölurnar gilda fyrir þrýstinginn 0,6 MPa, 6 bör)

Nafnmál loka	Afköst mæld í l/mín
1/8"	330
1/4"	1300
3/8"	3300
1/2"	5000
3/4"	13200
1"	22800

Í upplýsingum framleiðenda um loka er alltaf hægt að finna tölur yfir afköst þeirra fyrir mismunandi þrýsting.

Kerfislagnir

Kerfislagnir eru nefndar lagnirnar frá stofnlögn að vél. Í þær er notað mismunandi efni en algengast er eir, nælon, plast eða önnur gerfiefni, gúmí sem þolir olíu og ál eða stálrör.

Eirrör fást nánast í öllum stærðum, bæði í tommu og millimetramáli. Þau eru endingargóð, þola mikinn hita og hafa ýmsa góða efnafræðilega eiginleika. Meiri vinna er við að leggja þau en t. d. rör úr gerfiefnum en eirrörin eru mun sterkari og lagnir úr þeim líta vel út ef snyrtilega er frá þeim gengið. Við lagningu eirröra er nauðsynlegt að taka þau í sundur með rörskera því sag getur orðið eftir í þeim ef þau hafa verið söguð í sundur. Sagið getur svo auðveldlega eyðilagt þéttingar og aðra fingerða hluta loftverkfæra. Snara þarf innan úr rörum sem tekin hafa verið í sundur með rörskera til að minnka loftmótstöðu. Snarari er yfirleitt sambyggður rörskera.

Eirrör sem framleidd eru fyrir loftlagnir eru afglóðuð og mjúk og því auðvelt að beygja þau jafnvel með berum höndum. Til eru sérstök áhöld, sem notuð eru til að beygja rör sem ekki er hægt að beygja í höndunum.

Þar sem margar loftlagnir fara saman er viturlegt að leggja þær á sama stað þar sem auðveldara er að fylgjast með þeim og athuga leka heldur en ef þær eru dreyfðar um vítt svæði.

Eirrör þarf að spenna föst við undirlag og er það gert með sérstökum roraspennum. Hægt er að fá spennur til að festa mörg rör saman hlið

við hlið. Ekki má ganga þannig frá rörunum að þau nuddist saman eða hreyfanlegir hlutir nuddi þau í sundur.

Taflan hér fyrir neðan sýnir ábendingu um lengd milli röraspenna fyrir nokkrar stærðir af rörum:

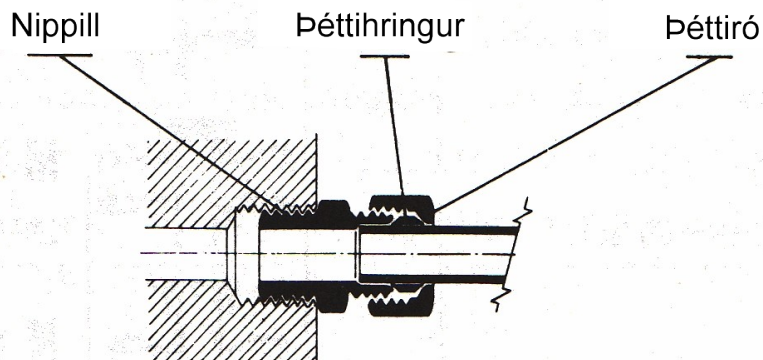
Utanmál röra	Lengd milli röraspenna í cm
4 mm og 1/16"	20
6 mm	25
8 mm og 8/16"	30
14 mm og 1/2"	60
22 mm og 3/4"	100

Nælon er efni sem er í stöðugri sókn til notkunar í loftlögnum sérstaklega í minni kerfum. Rör úr næloni þola allt að 3,5 MPa þrýsting og hita að 80° C. Auðvelt er að vinna með nælonrör, beygja þau skera og klippa. Nælonrör eru mjög sveygjanleg og kjörið að nota þau til að tengja hreyfanlegar einingar.

Galli við lagnir með nælonrörum er að erfiðara er að láta þær líta vel út heldur en eirrörin og oft þarf að setja utan um þau hlífar til að þau skemmist ekki.

Slöngur úr gúmii sem þolir olíu er auðvelt að leggja eins og nælonrörin og þola mun meir álag en þau. Galli við gúmíslöngur er að til að tengja þær þarf sérstök tengi ef um mikinn þrýsting er að ræða og festa þarf þessi tengi með sérstökum verkfærum. Tengi fyrir nælon og málmrör eru að verða stöðluð hjá framleiðendum efnis í loftkerfi og hægt er að festa rörin saman með þeim án sérstakra verkfæra.

Ál og ryðfrítt stál eru dýrari efni en nælon og plast og því mest notað þar sem kröfur eru gerðar um endingu og gæði. Gæta verður þó að því að ál er mjúkur málmur og þolir illa hnjask.



Mynd 17 - Þverskurður af nippiltengi.

Tengi

Margar gerði eru til af tengingum fyrir loftkerfi, bæði til að tengja saman lagnir og til að tengja lagnir við tæki og áhöld.


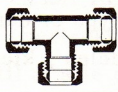



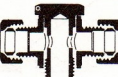
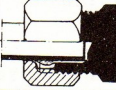

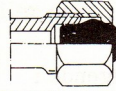


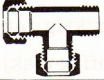








Algengasta gerðin er nippill með þéttihring. Tenging er gert úr þremur hlutum: nippil, þéttihring (kónus) og ró. Þetta er sýnt á mynd 17.

Til að svona tenging verði þétt þarf að gera eftirfarandi:

1. Klippa eða skera þarf rörið eða slönguna í rétta lengd.
2. Hreinsa vandlega spón og sag innan úr.
3. Ró og þéttihringur er sett upp á rörið, því stungið í nippilinn og róin skrúfuð á hann. Mikilvægt er að skrúfa róna ekki of fast á nippilinn því þéttihringurinn er úr mjúku efni og þéttir jafnvel þó lítið sé hert.
4. Eftir að róin hefur verið hert er gott að losa hana aftur til að vefja ofan af snúning á slöngu eða röri og herða svo aftur.

Tengi með þéttihring er hægt að nota við tengi úr bæði málm- og gerfiefnum. Yfirleitt er þéttihringurinn fastur á rörinu þegar búið er að herða hann einu sinni og ekki hægt að ná honum af aftur án þess að skemma hann eða rörið.

Nipplar og tengi sem skrúfast eiga beint í tæki fást í mörgum útgáfum bæði stærðum og með mismunandi gengjum. T. d. er hægt að fá nippil fyrir 8 mm rör með gengjum fyrir 1/8", 1/4" eða 3/8" Witworth röragengjur.

	TYPE		TYPE
	M 1 MUTTER		M 68 T - KOPLING
	M 2 K O N		M 71 ENKEL BANJO
	M 4 SLANGENIPPEL		M 72 DOBBEL BANJO
	M 6 PROPP for rørende		M 85 K R Y S S
	M 7 PROPP for kopling		M 86 RETT NIPPEL
	M 8 REDUKSJONSINNSATS		M 92 T m/gjenge
	M 9 REDUKSJONSMUTTER		M 93 FORB. NIPPEL
	M 64 RØRSKJØT		M 97 VINKEL m/gjenge
	M 65 RETT NIPPEL		M 98 T m/gjenge
	M 67 VINKEL		M 99 RØRSKJØT gj. panel

Mynd 18 - Yfirlit yfir helstu tengi sem notuð eru í loftkerfum

Klemmutengi

Nýjasta gerðin af tengjum fyrir lagnir úr gerfiefni er svokallað klemmutengi. Á mynd 19 er sýndur þverskurður af þannig tengi. Tengingin er gerð þannig að enda rörsins er stungið inn í láshringinn. Þegar rörið stingst inn í O-hringinn verður vart við örlitla mótstöðu. Stinga þarf rörinu alveg í gegnum O-hringinn og niður í botn á tenginu. Þá er tengingin fullkomin og gripið á láshringnum sér um að halda rörinu föstu en O-hringurinn þéttir.

Til að losa rörið aftur þarf að ýta láshringnum inn og við það sleppir hann gripinu sem hann hefur á rörinu og hægt er að draga það út úr tenginu.

Til að auðvelda aftengingu er gott að nota sérstakt verkfæri til að ýta láshringnum inn meðan rörið er dregið út.

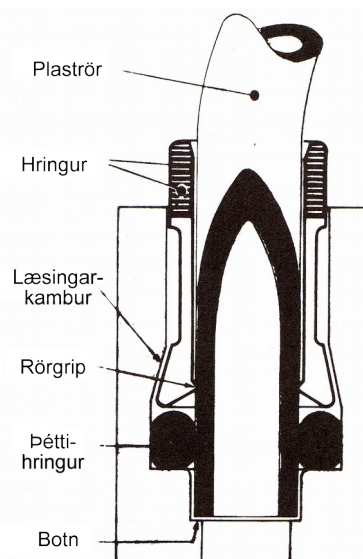
Manséttur eru lítill hólkur sem setja má á rörið til að ýta á láshringinn og auðvelda aftengingu. Þær er líka hægt að fá í mismunandi litum til að merkja lagnirnar.

Hægt er að snúa öllum hnám og T-um eftir að búið er að tengja. Þetta auðveldar meðhöndlun á lögnunum eftir tengingu. Sum tengin er hægt að stilla með sexkant lykli og breyta með því afstöðu rörendanna hvors til annars.

Viðhald og bilanaleit

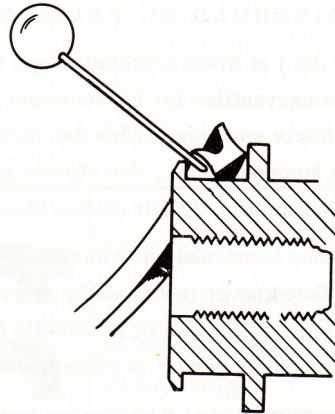
Með því að hafa loftsíur, sjálfvirk vatnsaftöppunartæki, smurtæki og þrýstistilla á loft kerfinu minnkar sá tími sem fer í eftirlit og viðhald. Ef smurningin er í lagi þá minnkar slit á hreyfanlegum hlutum og pakkningum. Oftast er auðvelt og fljótlegt að skipta um þétti og pakkningar og þær eru ekki dýrar en lengja má líftíma þeirra verulega með virkri smurningu.

Lokar í loftkerfum eru flestir einfaldir að allri gerð og ekki er þörf á neinum sérverkfærum til að taka þá í sundur til að gera við þá. Yfirleitt þarf aðeins að fjarlægja lok eða skrúfu til að komast að pakkningum og fóðringum. Þegar sleðinn er dreginn út er auðvelt að skipta um pakkningar og O-hringi.



19. Mynd - Þverskurður af klemmutengi

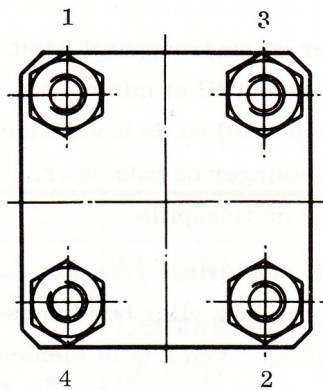
Slitna O-hringi á ekki að fjarlægja með hvössum verkfærum því þá er hætt á því að sætið risspist eða skemmist og þá mun nýja pakkningin eyðileggjast fljótt. Best er að nota pinna úr hörðu gerfiefni eða tré. Mynd 20.



Mynd 20: - Tré- eða plastpinni notaður til að fjarlægja slitna pakkningu

Þegar nýir O-hringir eru settir á sleða er byrjað á því að setja þann sem næstur er endanum og hinum einfaldlega rennt yfir hann, annars myndu þeir falla niður í fyrsta sporið.

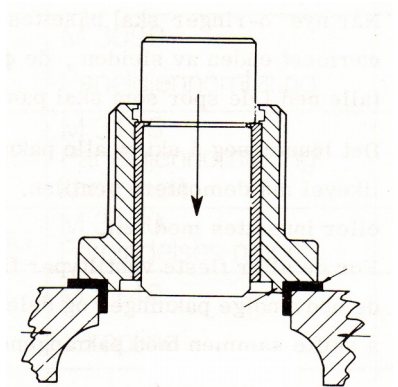
Það borgar sig að skifta um allar pakkningarnar, þó bara ein sé slitin, þegar á annað borð er búið að opna lokann. Áður en lokinn er settur saman þarf að bera þunna olíu á pakkningarnar og alla hreyfanlega hluti svo þeir renni betur saman.



Flestir framleiðendur bjóða upp á skiptisett en í því eru allar pakkningar og hlutir sem slitna og borgar sig að skipta um, um leið og pakkningarnar.

Þegar gera þarf við bullur sem fastar eru við vélar er best að taka þær frá vélinni og gera við þær á verkstæði. Þar er yfirleitt betri aðstaða og betra að meðhöndla bullurnar. Rær á að losa í þeirri röð sem sýnd er á mynd 21, því þá er minni hætt á því að pakkningar skemmist.

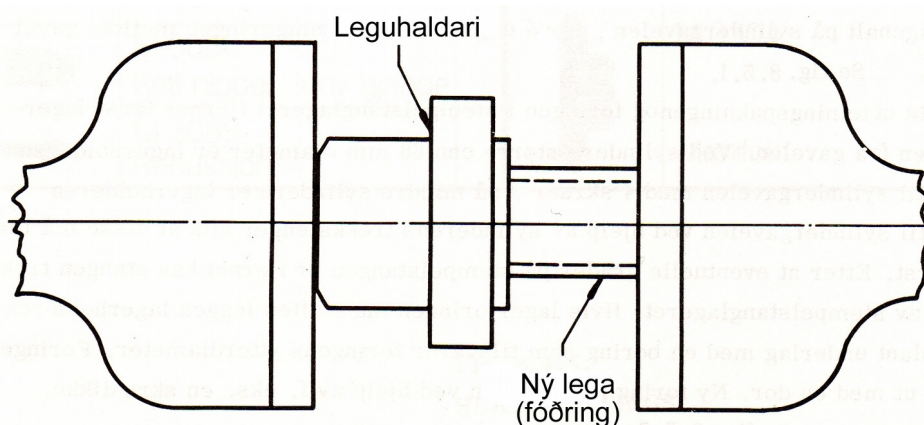
Mynd 21: - Losið og herðið rærnar í þessari röð.



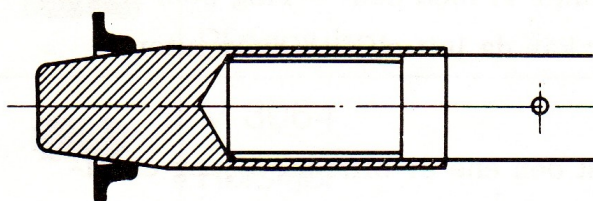
Mynd 22: Fóðring tekinn úr leguhúsi

Til að fjarlægja þéttinguna og fóðringuna á bullustönginni, þarf fyrst að taka leguhaldarann úr botninum. Á stórum bullum er leguhaldarinn skrúfaður en á minni bullum er hann festur með togstöngunum þannig að fyrst þarf að losa þær. Þegar búið er að hreinsa bullustöngina vandlega er hægt að draga hana út úr legunni. Ef skipta þarf um fóðringu er leguhaldarinn lagður á slétt undirlag með gati sem samsvarar utanmáli legunnar og legan rekin úr með dór. Nýlega er pressuð í með

skrúfskykki eða pressu. Myndir 22 og 23.



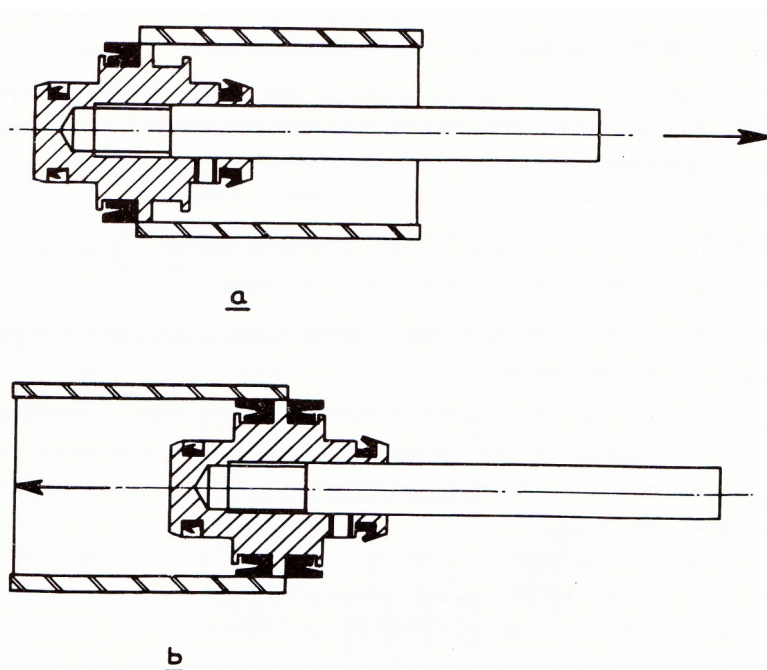
Mynd 23: Ný fóðring sett á sinn stað í leguhaldara eða leguhúsi.



Mynd 24: Fóðring sett á stimpilstöng með aðstoð hulsu.

Pakkningar á bullunni má aldrei fjarlægja með hvössum verkfærum því þau geta valdið skemmdum sem seinna eyðileggja nýju pakkninguna. Þegar nýjar

pakkningar eru settar á verður að gæta þess vandlega að skemma ekki þéttibrún þeirra. Til að setja pakkdós á stimpilstöng á að nota hulsu eins og sýnd er á mynd 24 sem pakkdósinni er rennt yfir. Þéttingum á hemlabúnaði bullanna er smeygt í grópina með því að sveigja til stoðhringa þéttinganna.



Mynd 25: Ný pakkning sett á stimpil.

Gæta þarf þess að pakkningarnar snúi rétt og séu í réttri röð. Á mynd 25 er sýnt hvernig á að setja nýjar pakkningar á stimpil. Fyrst er önnur pakkningin sett á bulluna og síðan er bullan dregin gegnum strokkinn samanber a. Bullan er dregin í gegnum strokkinn það langt að raufin fyrir þéttihringinn komi í ljós hinumegin. Þá er pakkningin sett á sinn stað þeim megin og bullunni ýtt inn eins og sýnt er á b.

Áður en strokknum er lokað þarf að athuga þéttingarnar á milli strokks og lokanna. Smyrja þarf alla hluti með olíu eða þunnri feiti áður en þeir eru settir saman og togstengurnar hertar horn í horn meðan strokkurinn er hafður liggjandi á flötu undirlagi þannig að lokin á strokknum séu samsíða.

Alltaf getur komið fyrir að hlutir sem verið er að gera við, séu settir vitlaust saman og verður þá að lagfæra hlutinn sem fyrst. Oft er því kennt um að ekki hafi gefist nægur tími til að gera við hlutinn og þess vegna hafi þetta gerst. Þetta er ekki alltaf rétt, viðgerðarmaðurinn verður að gefa sér nægan tíma til að vinna það verk sem hann er að gera og hann verður líka að hugsa og vinna rökrétt við verkefnið.

Við alla viðgerðarvinnu er mikilvægast að finna hvaða hlutur það er sem veldur gangtruflunum í kerfinu. Létta má þessa leit með því að nota starfs og stöðurit fyrir gerfið ef það er fyrir hendi. Að öðrum kosti verður viðgerðarmaðurinn að mynda sér í huganum sitt eigið starfrit af kerfinu og útiloka með því þær einingar sem ekki eiga neina sök á gangtruflununum.

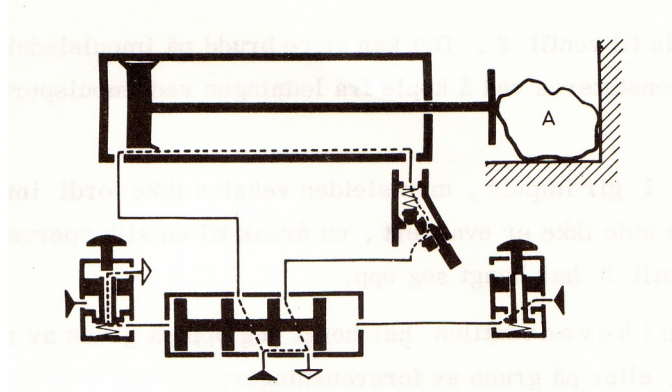
Tengimyndir af kerfinu er gott hjálpartæki til að finna bilun, því þar er hægt að sjá í hvaða röð einingarnar vinna og hægt er að benda á það á teikningunni hvar bilunin er. Með hjálp tengimyndarinnar og með því að líta yfir kerfið er hægt að finna út hvaða loki hefur ekki gefið frá sér merki eða hvaða eining hefur ekki framkvæmt þá skipun sem hún fékk og taka hann burtu.

Ef losað er um leiðslur er hægt að finna hvort loft er á þeim eða ekki. Með því að láta kerfið ganga að þeim stað þar sem það stöðvast og fylgja um leið vinnumáta þess á tengimyndinni og athuga hvort loftmerki kemur á réttum stöðum er auðveldara að finna bilunina. Þegar sú eining sem er biluð er fundin þá er ný sett í staðinn og kerfið sett í gang aftur án þess að það hafi stöðvast of lengi. Þegar tími gefst til er svo gert við bilaða hlutinn ef hægt er og hann notaður sem varahluti næst þegar sams konar eining bilar.

Mikilvægt er að losa ekki of margar leiðslur í sundur í einu. Ef margar leiðslur eru losaðar er hætta á því að viðgerðarmaðurinn missi yfirsýn yfir tengingarnar og það taki hann langan tíma að tengja rétt saman aftur.

Til að finna orsakir fyrir bilun í þrýstiloftskerfi og möguleika á úrbótum skulum við líta á nokkur dæmi:

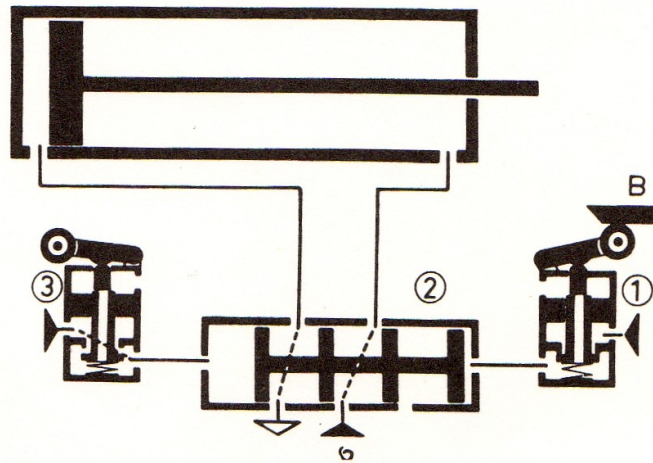
Aðstaða I: Lokanum er skipt í rétta stöðu en bullan hreyfist ekki.



Mynd 26: Ýmsar bilanir og gangtruflanir í loftkerfi.

1. Hlutur hefur komist inn á braut bullustangarinnar. Þetta þarf ekki alltaf að vera sýnilegur hlutur. Það sama getur komið upp á ef mikið viðnám verður í stroknum eða við það sem bullan er að færa til. Mynd 26.
Ekki má taka burtu hlutinn sem hindrar fyrr en búið er að taka loftið af stroknum því þýstingurinn í honum getur valdið tjóni á tækjum og starfsmönnum þegar bullan losnar.
2. Þrengslin, notuð eru til að stilla hraða bullunnar, hafa óvart verið skrúfuð í botn þannig að þau hleypa ekki lofti úr mínusrými strokksins.
3. Pakkningin á plúshlið bullunnar lekur og þar sem opið þar er meira en opið á þrengslunum þá verður ekki nauðsynlegt þrýstifall í mínusrými strokksins og bullan því kraftlaus.
4. Loft lekur framhjá pakkingu í lokanum milli aflofts og afloftunar. Þessa bilun má finna með því að athuga hvort loft lekur út um afloftunarop lokans. Til að ákveða hvort það er pakking í strokk eða bullu sem lekur, þá á að aftengja leiðsluna milli mínusrýmis strokksins og lokans. Ef leki heldur áfram út um afloftunarop lokans þá er bilunin í lokanum en ef lekur út um opið á mínusrýmis strokksins þá er bilunin í pakkingu á bullunni.

Aðstaða II: Aflokinn skiptir ekki um stöðu.



Mynd 27: Aflokinn skiptir ekki um stöðu.

1. Loki 1 er virkjaður (mynd 27) en gefur ekki merki til afllokans (2). Það getur verið brot á leiðslunni og hægt komast að því hvort svo sé með því taka leiðsluna frá afllokannum.
2. Loki 1 gefur merki en afloki skiptir ekki um stöðu því áhvílandi merki er einnig á hinni hlið afllokans. Orsök þessa getur verið sú að loki 3 sé fastur og gefi stöðugt merki.
3. Aflokinn er fastur vegna ónógrar smurningar eða óhreininda.

Þessi dæmi sem hér eru tekin eru engan vegin tæmandi fyrir það sem getur komið upp á í loftkerfum en sýnir aðeins algengar bilanir og lausnir á þeim.

Ef fyrir koma bilanir sem viðgerðarmaður getur ekki fundið lausn á, er gott að vita að flestir framleiðendur loftkerfa veita þjónustu til þeirra sem keypt hafa af þeim búnað og eru hjálplegir við að gefa ráð til þeirra sem lent hafa í vandræðum.

Rakastig og útfelling vatns í loftkerfum

Raki getur skapað mikið vandamál í loftkerfum. Þess vegna er mikilvægt að losna við hann en til þess eru notaðar: síur, rakaskiljur, ísogspurrkarar o. fl. Hér er sýnt dæmi um það hve mikill raki kemur með lofti sem er dælt inn í lofthylki.

Formúla

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

p_1 = þrýstingur fyrir breytingu

p_2 = þrýstingur eftir breytingu

V_1 = rúmtak fyrir breytingu

V_2 = rúmtak eftir breytingu

T_1 = hiti fyrir breytingu

T_2 = hiti eftir breytingu

Tafla yfir hlutfallslegt rakastig

°C	g/m ³
10	9,39
11	10,00
12	10,66
13	11,30
14	12,03
15	12,79
16	13,60
17	14,52
18	15,41
19	16,36
20	17,34
21	18,38
22	19,47
23	20,62
24	21,82
25	23,09
26	24,42
27	25,81
28	27,28
29	28,81
30	30,37
31	32,09
32	33,85

Lofti er þjappað saman í ræsilofthylki sem tekur 0,5 m³. Þrýstingur er 8 bar (800 kPa) eftir þjöppun. Hitiloftsins sem dregið er inn í pressuna er 15 °C en 22 °C í vélarrúmi þar sem hylkið er. Rakastig úti er 67%.

Hvað fór mikið loft inn í kútinn (hylkið)?

$p_1 = 1$ bar (reiknum með venjulegum loftþrýstingi úti)

$p_2 = 8$ bör

$V_1 = ?$

$V_2 = 0,5$ m³ (rúmmál loftkútsins)

$T_1 = 288$ K (15+273, breytt í Kelvin)

$T_2 = 295$ K (22+273, breytt í Kelvin)

Reiknum rúmmál loftsins sem fór inn í kúttinn:

$$V_1 = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1}$$

$$V_1 = \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 288}{295 \cdot 1} = 3,9 \text{ m}^3$$

Við 15 °C og staðalloftþrýsting (1 bar) getur hver rúmmetri lofts haldið í sér 12,79 g af vatni samkvæmt töflu. Ef reiknað er með 67% rakastigi þá er $12,79 \cdot 0,67 = 8,6$ g af vatni í hverjum rúmmetra. Þar sem 3,9 m³ af lofti fóru inn í hylkið þá hafa farið:

$$3,9 \text{ m}^3 \cdot 8,6 \text{ g/m}^3 = 34 \text{ g af vatni með því inn í hylkið.}$$

Í hylkinu geta aðeins verið 0,5 m³ af mettuðu lofti. Hver m³ af 22 °C heitu lofti getur geymt 19,47 g af vatni svo að í loftinu (reiknum með því að rakinn í því sé 100%) í hylkinu geta mest verið $0,5 \text{ m}^3 \cdot 19,47 \text{ g/m}^3 \approx 10$ g af vatni.

Þess vegna falla út $34 \text{ g} - 10 \text{ g} = 24 \text{ g}$ af vatni.

Þetta er að vísu ekki mikið magn í þetta eina skiptið sem kúturinn er fylltur, en hafa verður í huga að við mikla notkun á lofti getur þurft að fylla kúttinn nokkrum sinnum á einum degi og þá getur þessi raki orðið að lítrum af vatni í kúttum.

Þessi raki veldur ryði og tæringu og þess vegna er mikilvægt að hleypa vatninu reglulega út úr ræsiloftshylkinu.

Sambjöppun og útpensla lofts.

Sambjöppun			Útpensla		
$\frac{p_2}{p_1}$	$\frac{V_2}{V_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{p_2}{p_1}$	$\frac{V_2}{V_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$
1,5	0,75	1,12	0,67	1,34	0,89
2,0	0,61	1,22	0,50	1,64	0,82
2,5	0,52	1,30	0,40	1,92	0,77
3,0	0,46	1,37	0,33	2,19	0,73
3,5	0,41	1,43	0,29	2,45	0,70
4,0	0,37	1,49	0,25	2,69	0,67
4,5	0,34	1,54	0,22	2,93	0,65
5,0	0,32	1,58	0,20	3,16	0,63
5,5	0,30	1,63	0,18	3,38	0,61
6,0	0,28	1,67	0,17	3,60	0,60
6,5	0,26	1,71	0,15	3,81	0,59
7,0	0,25	1,74	0,14	4,01	0,57
7,5	0,24	1,78	0,13	4,22	0,56
8,0	0,23	1,81	0,13	4,42	0,55
8,5	0,22	1,84	0,12	4,61	0,54
9,0	0,21	1,87	0,11	4,80	0,53
9,5	0,20	1,90	0,11	4,99	0,53
10,0	0,19	1,93	0,10	5,18	0,52

Ef við tökum sama dæmi og á síðunni á undan þá lítur það svona út fyrir sambjöppun:

$$\text{Þrýstihlutfallið } \frac{p_2}{p_1} \text{ er } \frac{8}{1} = 8$$

Við veljum 2,0 úr töflunni sem gefur hita hlutfallið $\frac{T_2}{T_1} = 1,22$ og margföldum útihitastig loftsins með þessari tölu þá fáum við hitann á loftinu eftir sambjöppun:

$$288 \text{ K} \cdot 1,22 = 351 \text{ K} \text{ eða } 351 - 273 = \underline{78 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Þetta loft kólnar síðan með tímanum og fær sama hita og vélarrúmið 22 °C. Þegar loftinu er svo hleypt út úr kútnum þá kólnar það samkvæmt töflunni

um útpennslu. Hlutfallið $\frac{p_2}{p_1}$ er núna $\frac{1}{8} = 0,12$ og samkvæmt því er

$$\frac{T_2}{T_1} = 0,54 \text{ og hiti loftsins } 295 \text{ K} \cdot 0,54 = 159 \text{ K eða } 159 - 273 = \underline{-114 \text{ °C}}.$$

Þetta er fræðilegt hitastig loftsins eftir að því var hleypt út, en umhverfishitinn hefur þau áhrif að það verður aldrei svona kalt. Engu að síður verður að hafa það í huga að þegar þrýstingur loftsins minnkar skyndilega þá er hugsanlegt að rakinn frjósi og verði að hrími í þeim tækjum sem verið er að nota.

Hrím í loftverkfærum og tjökkum hefur mikil áhrif á virkni þeirra og skemmir þéttingar og aðra viðkvæma hluti.