

# Hvað er Commissioning!

---

**Lýsing á gæðaferli við hönnun og smíði lagna og loftræsikerfa**



**September 13.9.2020**

## Innihald

Inngangur.....	2
<i>Hvað er commissioning?</i> .....	2
Yfirlit yfir ferilinn og verkaskiptingu.....	2
Mikilvægi þarfagreiningar.....	3
Mælitæki og skýrslugerð .....	4
Listi yfir mælitæki .....	4
Upphafsfundur um Cx.....	5
Efnissamþykktir .....	5
Móttaka efnis á verkstað.....	6
Uppsetning.....	7
Lýsing á virkniprófunum .....	8
Úttekir.....	9
Uppstart og stillingar.....	9
Virkniprófun á heildarkerfi .....	9
Dæmi um virkniprófun.....	10
Dæmi 2 um virkniprófun.....	11
Dæmi 3 um virkniprófun.....	12
Kerfishandbók.....	12
Kennsla og þjálfun .....	13

## Inngangur

Úttektir á lagna og loftræsikerfum í dag byggjast oftast á lokaskoðun. Þá hafa aðilar sem hafa umsjón með verkum eða byggingastjórar, boðað hönnuði til úttekta eða gefið þeim kost á að vera viðstaddir lokaúttekt. Þessi úttekt er oft sjónskoðun og verktaki skilar undirrituðum yfirlýsingu um að loftmagns- og flæði sé stillt og kerfi vinni rétt. Þessi prófunarþáttur er mjög oft framkvæmdur þegar stutt er í afhendingu og fær því oftast frekar litla athygli. Þess vegna er það algengt að verkkaupi taki við lagna og loftræsikerfum til rekstur sem ekki eru fullbúin.

Fyrir stærri lagnakerfi er þessi aðferð ekki fullnægjandi og hefur t.d Lagnafélag Íslands bent á það og gefið út hjálpartæki eins og Handbók Lagnakerfa nr.29 frá 2002. Rb blöðum: Afhendingu loftræsikerfa frá 1998 og Prófunar-og stilliblöð fyrir forritanlegan stjórnubúnað eru gögn sem byggja má á og vísa í þegar verktakar skila af sér góðum lagnaverkum. Sjá má í verklýsingum frá verkfræðistofum vísað í þessi gögn. Það væri mikið framfaraspor ef byggingayfirvöld færu fram á að þessi gögn yrðu nýtt og vísað í þau í byggingareglugerð eins og frændur okkar Danir hafa gert. REHVA sem eru frjáls samtök hagsmunaaðila í ork-og lagnageiranum í Evrópu gaf út leiðbeiningarit nr. 27 um „Commissioning“ og er þessi lýsing mikið til byggt á því riti.

## Hvað er commissioning?

Ekki er til neitt íslenskt orð yfir „commissioning“ en ASHRAE skilgreinir þennan ferill þannig (í lauslegri þýðingu höfundar)

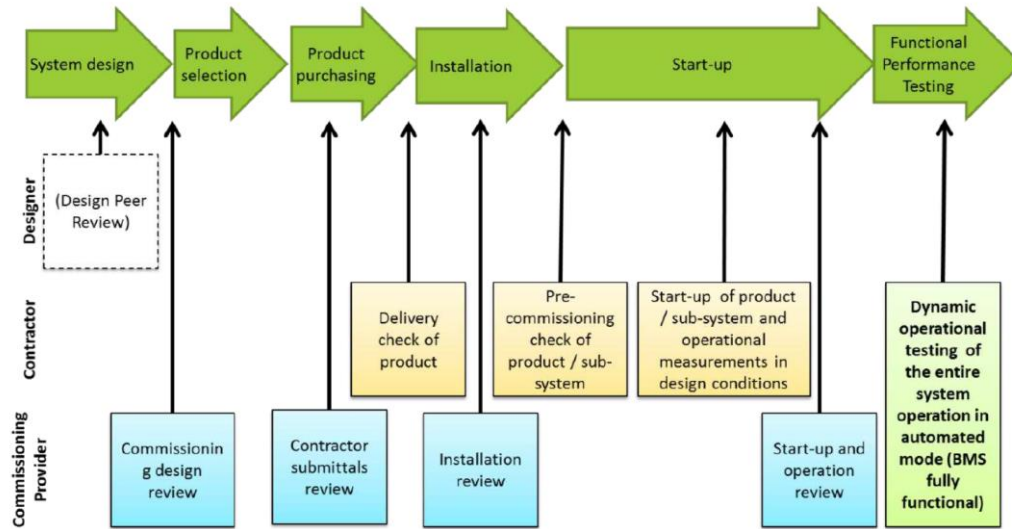
*Ferillinn er með áherslu á gæði og bætir viðskilnað verkefnis. Ferillinn leggur áherslu á að sannreyna og skjalfesta að öll kerfi og kerfiseiningar sem tekin eru til skoðunar hafi verið skipulögð, hönnuð, smíðuð, prófuð, rekin og viðhaldið, þannig að þau uppfylli kröfur eiganda (verkkaupa).*

Beita má þessari aðferðarfræði á öllum stigum verkefnis, allt frá hönnun til framkvæmda. Verkkaupar ættu því ekki að bíða eftir þeirri angist sem misheppnað verkefni veldur enda hefur þessi aðferðarfræði sýnt sig að vera mjög öflug og hagkvæm þegar hún er notuð tímanlega í verkefnum. Hér verðu lýst „commissioning“ (hér nefnt Cx) aðferðarfræði fyrir framkvæmd. Ókostur þessara aðferðarfræði er að hún krefst sérfræði kunnáttu og þverfaglegar þekkingar. Hægt er að fá vottun á þessu sviði í Evrópu sem kallast Copilot. Sérfræðiþekking er tækifæri fyrir þá sem hafa hana og það er kannski samfélagslega ábyrgð að henni sé beitt.

## Yfirlit yfir ferilinn og verkaskiptingu

Myndin sýnir feril við framkvæmd. Hér skal það tekið fram að Cx aðili er oftast óháður verkinu og kemur sjaldnast úr hópi hönnuða viðkomandi verks. Þessi ferill sýnir að hönnuðir hafa ekkert hlutverk í þessu ferli sem er í raun ekki rétt. Það tíðkast hér á landi að efnissamþykktir meðal annars eru á ábyrgð hönnuða. Ef verkaupi treystir hönnuðum til að fara með hlutverk Cx aðila þarf viðkomandi að vera opin fyrir eigin mistökum og ávallt að hafa í huga að kerfi sé rétt hannað og virki rétt. Ef Cx aðili er

óháður þarf hann að bera virðingu fyrir hönnuðum og þeirra gögnum þegar hann gerir athugasemd við þau. Góð samskipti er ávísun á árangur.



Verktakinn þarf þrjá gátlista

## Mikilvægi þarfagreiningar

Í forsendum hönnunar (BOD) skal öllum kröfum verkkaupa mætt samkvæmt hans óskum (OPR). Fjalla skal m.a. um innihita, loftgæði, lýsingu og sólar skermun. Þegar hönnun er boðin eða gerður samningur við hönnuði skal lýsa kröfum verkaupa til hönnunar sem er í eðli sýnum lýsing á umfangi hönnunar. Það þarf að eiga sér samtál ráðgjafa og verkkaupa um þessar kröfur og að verkkaupi sé upplýsur um hvað afleiðingar þær hafa á gæði og kostnað byggingar til skemmri og lengri tíma. Þeir sem stunda góða verkefnastjórnun vita hvað þetta er mikilvægt og rannsóknir sýna að með góðri og vandaðri þarfagreiningu fæst betri trygging fyrir góðan árangur verkefna. Þar sem þessi aðferð við úttekt lagnakerfa byggir á því að allar forsendur verkkaupa (kallað hér OPR) liggi fyrir. Ráðgjafar átta sig á að hagsmunaaðilar sjá verkefnið hver á sinn hátt og með sýnum gleraugum. Það má einnig nefna það að þar fast í menningu hönnuða að oft er mjög djúpt á forsendum og viðmiðum. Þeir eru oft á bremsunni að gefa upp grunnforsendur. Hönnuðir þurfa að átta sig á að grunnforsendur eru atriði sem þeir bera ekki ábyrgð á og hafa ekki búið til. Þær eru sprottnar upp úr mannvirkinu alveg eins og burðarþolshönnuður ber ekki ábyrgð á álagsforsendum bygginga. Aftur á móti bera þessir sérfræðinga ábyrgð á þeirri tæknilegum lausnum sem takast á við grunnforsendur. Mun burðarvirki halda í jarðskjálfta, mun hiti inn í byggingu verða viðunandi? Það er einmitt á þessum tímamarki sem þessir sérfræðingar eiga að flagga og láta verkkaupa vita að breyta þurfi álagsforsendum vegna þess að tæknilega lausnin er t.d. of dýr eða tímafrek eða á annan hátt uppfyllir ekki óskir verkkaupa. Þessar grunnkröfur verður setja fram í OPR og í BOD sem verður þá grunnur að öllu fyrir ferilinn. Oftast setur verkkaupi ekki sérkröfur til orkunotkunar kerfa heldur vísar í Byggingareglugerð (BR) skal geta þeirra forsenda í BOD. Kerfislýsingum hönnuða (SOO)

eru mjög mikilvægar þar sem röð virkniþátta er lýst. Þessa þætti skal prófa og mæla í virkniþrófunum (Functional test).

## Mælitæki og skýrslugerð

Verktakinn verður að hafa viðeigandi mælitæki til að framkvæma prófanir. Nákvæmni hvernar mælinga tæki skal vera nógu gott og mælisvið sem hentar mælingu. Það er líka mikilvægt að hafa hvert og eitt mælitæki sé kvarðað minnst árlega. Verktakinn skal skrá gerð búnaðar, nákvæmni, mæling svið og kvörðunarvottorð hvers mælitæki sem hluti af gangsetningu skýrslur. Öll mæligögn skulu skráð á sniðmát sem tilgreind eru í Cx áætlun (úttektaráætlun). Eftir upphafsmælingar hvers búnaðar eða undirkerfis, sem verktaki senda allar skýrslur til Cx sem upplýsir verkaupastöðu mála.

## Listi yfir mælitæki

Nauðsynlegt er að Cx og verktaki hafi yfir að ráða góðum mælitækjum

Object	Measurement device	Measurement
Air flow rate	Vane anemometer	Velocity in AHU filter section or grille
	Hot wire anemometer	Velocity inside duct
	Pitot tube and manometer	Pressure difference in duct
	Capture hood & manometer	Air flow rate of grille or diffuser
Air velocity	Hot wire anemometer	Velocity of air
	Vane anemometer	Velocity of air (>0.5 m/s)
Ductwork leakage	Duct leakage tester	Static pressure inside ductwork
Pressure of air	Pressure manometer	Differential pressure in ductwork or e.g. between spaces
	(Barometric) pressure meter	Atmospheric pressure
	Pressure difference data logger	Continuous pressure difference recording
Pressure of water	Hydronic manometer	Differential pressure
	Pressure data logger	Continuous pressure recording
Water flow rate	Hydronic manometer	Pressure across control valve
	Digital flow rate meter	Water flow rate
Temperature	Thermometer	Liquid or air temperature
	Hot wire anemometer	Air temperature (dry bulb)
	Surface temperature meter	Surface temperature
	Infrared temperature meter	Surface temperature
	Thermal imaging camera	Surface temperature
	Sling psychrometer	Wet / dry bulb temperature
Temperature data logger	Continuous temperature recording	

Object	Measurement device	Measurement
Humidity	Hygrometer	Absolute and relative humidity
	Sling psychrometer	Dew point
	Relative humidity meter	Relative humidity
Indoor air quality	Carbon dioxide meter (NDIR)	CO <sub>2</sub> -level of air
	Carbon monoxide meter (NDIR)	CO-level of air
	Particulate meter (gravimetric, light-scattering or beta-attenuation)	Particulate mass concentration and/or particulate count
	Photo-ionization detector (PID)	Various VOCs like TVOC and formaldehyde
	Electro-chemical sensor	Various gases like SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Andersson active air sampler with petri dish	Total Fungal and Bacterial Count
Refrigeration	Vacuum gauge	Refrigerant system vacuum
	Refrigerant leak detector	Refrigerant leakage
	Refrigeration manifold	Pressure difference in pipe
Filter leak testing	Aerosol photometer and generator	Conditions of the HEPA filter as well as to check installation
Sound	Sound level meter	Sound pressure levels in octave bands, L <sub>eq</sub>
Fan operation	Tachometer	RPM of rotating objectives
Energy and power	Plug-load meter	Power consumption of device
	Clamp meter	Voltage and current
	Electricity multi-meter	Voltage, current, resistance

## Upphafsfundur um Cx

Allar verklegar framkvæmdir hefst á verkfundi. Fyrir fund hefur umsjónaraðili með Cx uppfært verkáætlan og uppfært hlutverk og ábyrgðir aðila. Á þessum fundi er Cx aðferðarfræðin kynnt og á Íslandi eru ekki margir verktakar sem kunna að vinna eftir þessu skipulagi og er því þessi fundur mikilvægur til að aðilar hafi sömu sýn á ferilinn. Á þessum tíma liggur fyrir uppfærð skýrsla um kröfur verkkaupa (OPR) og forsendur hönnunar (BOD).

## Efnissamþykktir

Verktaki hefst handa við að við að panta efni en áður en hann gerir það þarf hann að fá samþykki hjá hönnuði á öllu efni sem hann ætlar að nota. Efnissamþykktir saman standa af efnislýsingu, lýsing á uppsetningu og notkun ásamt viðhaldsleiðbeiningum sem safnað er saman í kerfishandbók. Mikilvægt er að halda skrá um samþykktarferlið sem sýnir hvað hefur verið samþykkt og hvað eigi eftir að samþykkja og þær athugasemdir sem gerðar hafa verið.

## Móttaka efnis á verkstað

Cx aðili sendir til verktaka drög að gátlista til þess að yfirfara það efni sem berst á staðinn. Á þessum tímapunkti er mikið atriði að bera saman upplýsingar um efni sem er komið á staðinn og efnislýsingar í tækjalistum og efnissamþykktum. Er þetta rétta efnið og er það í lagi og ekki gallað eða skemmt. Verktaki skal skila útfylltum gátlistum til Cx.



### Gátlisti fyrir móttöku stjórnúnaðar vatnslagna

(rev. 29/10/2019)

Verkefni	Urðarhvarf 8 Kópavogi 6.hæð A-hluti				
Dagsetning		Verktaki	Alhliða Pípulagnir		

#### Móttaka efnis

Þegar efni kemur á verkstað skal ganga úr skugga um að það sé rétt efni sem verið er að taka á móti, ekkert vanti og það sé óskemmt og því komið í örugga geymslu. Tilkynna skal birgja strax ef vöntun er. Þegar verktaki hefur gert þetta skal hann senda undirritaðan gátlista útfylltan til birgja og umsjónamanns.

Pípulagnaverktaki (undirskrift)	Dags.		

Ef atriði er í lagi skal haka í kassann (OK). Ef atriði er ekki í lagi skal merkja atriðið með númeri og láta fylgja með útskýringu á hvers vegna.

Mótorlokar	OK?	Ath #
Eru allir mótorlokar samkvæmt tækjalista á teikningu „Tækjalisti mótorlokar“ L1 804 í þessari sendingu.	<input type="checkbox"/>	
Eru allir mótorá sem stýra mótorlokum samkvæmt tækjalista á teikningu L1 804 í þessari sendingu	<input type="checkbox"/>	
Eru fylgihlutir samkvæmt tækjalista (hílfar,einangrun,framlengdir spindlar .s.f.)	<input type="checkbox"/>	
Er orkuloki með hitanemum,rennslisnema og mótör	<input type="checkbox"/>	
Eru hlutir skemmdir (beyglaðir, brotnir )	<input type="checkbox"/>	
Fylgja með leiðbeiningar vegna uppsetningar og stillinga á mótorlokum og mótörum	<input type="checkbox"/>	
Hefur tækjum verið komið í þurra og læsta geymslu	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
Hitaskynjarar í pípulögn	OK?	Ath #
Eru allir hitaskynjarar samkvæmt tækjalista á teikningu „Tækjalisti Nemar“ L1 804 í þessari sendingu.	<input type="checkbox"/>	
Eru fylgihlutir samkvæmt tækjalista (vasar)	<input type="checkbox"/>	
Eru hlutir skemmdir (beyglaðir, brotnir )	<input type="checkbox"/>	
Fylgja með leiðbeiningar vegna uppsetningar	<input type="checkbox"/>	
Hefur nemum verið komið í læsta geymslu	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
<b>Almennar athugasemdir</b>		

GÁTLISTI ENDAR



## Uppsetning

Cx aðili útbýr drög að gátlistum vegna vinnu við uppsetningar kerfis, Upplýsingar frá efnissamþykktum eru færðar inn en annars eru gátlistar byggðir á fyrri verkum bæði fyrir pípulagnir og loftræikerfi. Í þessum gátlista getur verið atriði sem snúa að minni prófunum á undir kerfum. Verktaki tilkynnir hvenær kerfi er tilbúið tilræsingar og sendir til samþykktar gátlista til Cx.



### Gátlisti fyrir framkvæmd vegna loftstokka

(utg. 20/10/2019)

Verkefni	Urðarhvarf 6 – 6.hæð A-hluti			
Dagsetning		Verkhloti	Dæmi: loftræsing fyrir skurðstofur 1 og 2 Loftræsing fyrir sk.3,4 og5) Húskerfi	

#### Umsókn um samþykki

Það staðfestist hér með að loftstokkar og tilheyrandi búnaður er tilbúinn fyrir virkniprófun. Atriði á gátlista hafa verið skoðuð af þeim sem hafa til þess bæra þekkingu og er staðfest með undirritun. Þessi gátlist er sendur inn til samþykktar ásamt lista um atriði sem ekki eru fullgerð. Þegar ófullgerð atriði eru klárað verður það staðfest skriflega. Ólokin mál hafa ekki áhrif á virkniprófun.

Haka skal við hér ef listi um ólokin atriði fylgir með

Blikksmiðaverktaki	Dags.	Stjórnþækja verktaki	Dags.
Pípulagnaverktaki	Dags.	Aðalverktaki	Dags.

Gátlisti fyrir uppsetningu þarf að klára sem hluta af undirbúningi fyrir gangsetningu kerfis og loftmagnsstillingar og virknipróunar. Hægt er að fylla hann út á tölvutæku formi en útprentuð eintöku skulu vera til á verkstaða

- Þessi gátlisti er byggður á verklýsingum og efnissamþykktum en kemur ekki í stað þeirra.
- Ef aðrir verktakar eru skráðir sem ábyrgðaraðilar á atriðum þarf sá sem er ábyrgur fyrir þessum gátlista að sjá til þess að þau atriði séu skoðuð og undirskrift fengin hjá viðkomandi

#### Samþykki eftirlits á gátlista

Gátlisti hefur verið samþykktur með athugasemdum hér fyrir neðan.

Umsjónamaður	Dags.	Fulltrúi eiganda	Dags.

#### Skoðanaskrá

Ef atriði er í lagi skal haka í kassann. Ef atriði er ekki í lagi skal merkja atriðið með númeri og láta fylgja með útskýringu á hvers vegna.

Smíði og uppsetning loftstokka	OK?	Ath #
Farið var yfir þykktir og smíði loftstokka, styrkingar, þéttingu samskeyta og þéttleikaflokk	<input type="checkbox"/>	
Loftstokkar blokkera ekki aðgengi að tækjum eða búnaði	<input type="checkbox"/>	
Í ferköntuðum beygjum eru leiðiblöð samkvæmt teikningu L1001	<input type="checkbox"/>	
Stórir loftstokkar er með viðeigandi styrkingum	<input type="checkbox"/>	
Smíði loftstokka er fagmannleg unnin og stokkar eru án skemmda, skekkju, beyglu eða annars hluta	<input type="checkbox"/>	
Hljóðgildrur hafa verið settar upp	<input type="checkbox"/>	
Engin hljóðeinangrun er í loftstokkum	<input type="checkbox"/>	
Lekaprófun loftstokka hefur varið fram og staðfest af umsjónarmanni	<input type="checkbox"/>	
Yfirstraumsop eða ristar eru í öllum lokuðum rýmum	<input type="checkbox"/>	
Við ferköntuð úrtök skal vera 45° tenging í loftflæðisátt	<input type="checkbox"/>	
Loftstokkar eru hreinir að innan	<input type="checkbox"/>	
Loftstokkar eru hreinir að utan (byggingarryki fjarlægð)	<input type="checkbox"/>	
Loftstokkar utanhúss er einangraðir með 50mm steinull	<input type="checkbox"/>	
Loftstokkar utanhúss er klæddir með aluzinki og samskeyting þétt	<input type="checkbox"/>	

19121-Gátlisti loftstokkar.docx (utg. 20/10/2019)

bls.1 of 2

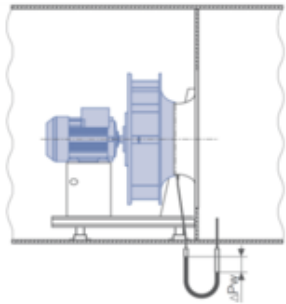


## Lýsing á virkniprófunum

Cx gerir lýsingu á virkniprófunum, hvernig skal bera sig að við að prófa alla þætti kerfis og er kerfislýsing grunnur að þeirrar lýsingu.

### Mæling á SEL fyrir samstæðu 360.01



Dæmireining skjals: xx.vv.44020	
Upplýsingar hver tekur þátt prófun	Frá verktaka: Frá verkkaupa: Frá hönnuðum: Frá umsjón og eftirliti :
Markmið og umfang	Samkvæmt útboðsgögnum er farið fram á að aflnotkun sé 2 kW/m <sup>3</sup> /s Báðar samstæður skulu mældar
Skilgreining á mælingum	SEL-gildi er skilgreint sem orkunotkun sem flutt loftmagn þarf til að flytja eina loftmagnseiningu frá loftinntaki til loftútkasts: SEL = P / q <sub>v</sub> , þar sem : <ul style="list-style-type: none"> <li>SEL: Aflþörf á flutta loftmagnseiningu (dk. <u>Specific airflow</u>) [kW/m<sup>3</sup>/s]</li> <li>P: Aflþörf [kW]</li> <li>q<sub>v</sub>: Loftmagn [m<sup>3</sup>/s]</li> </ul>
Tilvísun	Kerfismyndir
Forsendur þess að prófun geti farið fram	Nauðsynleg er að loftmagn hafi verið stillt áður en þessi úttekt fer fram.
Aðferð og skjölun	<p><u>Loftmagn mælt:</u></p>  <p>Loftmagn er mælt sem augnabliksgildi annað hvort með þeir aðferð sem mynd sýnir eða frá skjá fyrir samstæðu ef sú mæling er aðgengileg</p> $q_v = k \cdot \sqrt{\Delta p}$ <p>Sérhver blásari hefur k-gildi sem gefið er upp frameiðanda upplýsingum sem flétta má upp á heimasíðu blásara. Blásari GR40Cpro k=154, GR45Cpro k=194</p> <p>Sam dæmi ef mælt er <math>\Delta p_w</math> sem 250 Pa. Þá er hægt að reikna loftmagn sem :</p> $q_v = 789 \cdot \sqrt{250} = 12.475 \text{ m}^3/\text{h}$ <p>Dæmi um frávik: Ef hitastig er mjög langt frá 20 °C skal leiðrétt miðað við það samkv. tilmælum framleiðanda Mælinákvæmni er +/-5%.</p> <p>Aflmælingar Afl er mælt í tölu fyrir hverja samstæðu.</p>

## Úttekir

Cx aðili gerir sjálfstæðar skoðanir og skýrslur. Reglulega heimsækir Cx verkstað til þess að skoða uppsetningu. Markmiðið með þessum úttektum er að skoða uppsetningu og tengingar tækja og búnaðar til að koma tímanlega í veg fyrir mistök hjá verktaka áður en lengra er haldið. Þegar Cx aðili fer aftur í úttekt þá eru eldri atriði yfirfarin fyrst.

## Uppstart og stillingar

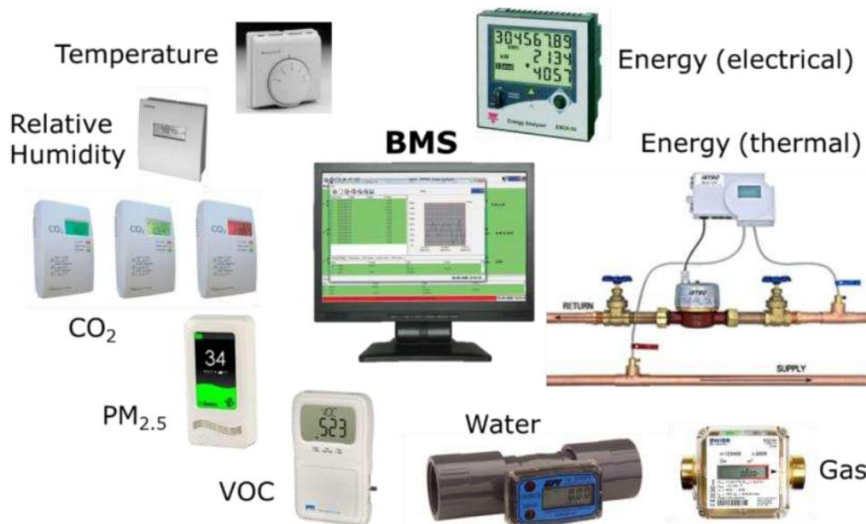
Cx tekur þátt í ræsingu kerfa en verktaki skal tilkynna þegar kerfi má ræsa.

Blikksmíðaverktaki lekaprófar loftstokka og loftmagnsstillir kerfi. Pípulagnaverktaki þrýstings prófar pípulagnir og jafnvægisstillir hitakerfi. Verktakar sendar inn skýrslur til Cx sem skoðar samþykki.



## Virkniprófun á heildarkerfi

Verktaki tekur þátt virkniprófunum. Í stærri kerfum eru skjámyndir sem auðvelda allar mælingar og skráningu. Nauðsynlegir nemar og mælitæki þurfa vera til staðar. Í forsendum verkkaupa (OPR) og forsendum hönnuða (BOD) hafa verið sett forsendur um nýtni varmaendurvinnslu, orkunotkun blásara (SFP-gildi)



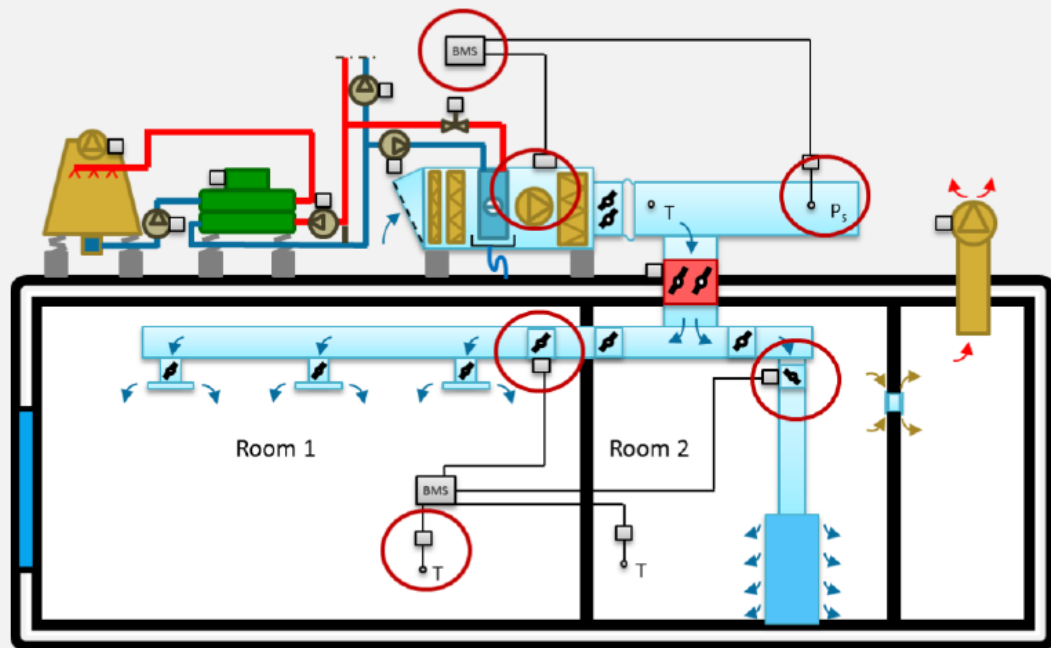
1 Mynda af nauðsynlegum mælitækjum til að sannreyna forsendur verkkaup

## Dæmi um virkniprófun

### **Examples of Functional Performance Testing**

#### **Change in Room Air Temperature**

- Ensure that room is cold enough and that the VAV damper 1 in room 1 is in minimum position.
- Measure air flow rates both VAV damper 1 in room 1 and VAV damper 2 in room 2.
- Record readings in BMS (room air temperatures, VAV damper positions, static pressure in the main duct, fan speed).
- Create a change by increasing the room air temperature in room 1 e.g. by warming up the temperature sensor.
- Record the changes in BMS (room air temperatures, VAV damper positions (max/min and steady-state), static pressure in the main duct (max/min and steady-state), fan speed (max/min and steady-state)).
- Measure the air flow rate in the duct near VAV damper 1 and VAV damper 2.
- Compare the measured and recorded readings to the designed values.

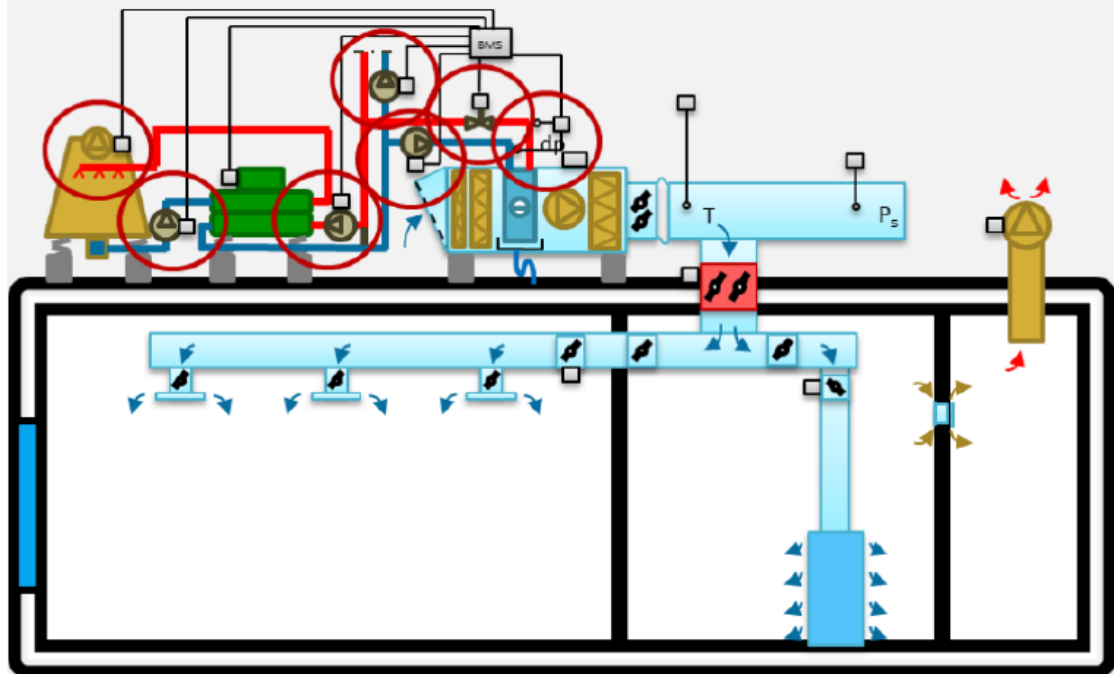


Þessi virkniprófun er gerð til að mæla viðbrögð kerfis ef hita í rými er breytt í einu þrepi t.d. 3°C. Í þessari prófun inniheldur prófunarskýrsla skjáskot af mælingum. Í neðstu línu stendur að mælingu eigi að bera saman við hönnunargildi. Þarna ætti að bæta við hvenær prófun fellur t.d varðandi stöðugleika og yfirskot og undirskot og hraða á hvenær hiti nær jafnvægi.

## Dæmi 2 um virkniprófun

### Decrease in Cooling Load

- Ensure that all AHU cooling coil valves are in 100% open position and that the return water temperature is high enough to keep all chillers running with the maximum speed.
- Record all readings in BMS (AHU cooling coil valve positions, inlet and return water temperatures, all pump positions / flow rates, all other valve positions in the chilled water system, differential pressure in the pipework as well as cooling tower fan speed).
- Ensure that all pumps and fans are operating in the building and that the temperature manometers are showing the same water temperatures than in BMS (or measure water temperatures).
- Create a change by closing e.g. 50% of AHU cooling coil valves.
- Record the changes in the BMS (AHU cooling coil valve positions, inlet and return water temperatures, all pump positions / flow rates, all other valve positions in the chilled water system, differential pressure in the pipework (max/min and steady-state) as well as cooling tower fan speed).
- Review the performance status of all components on the field.
- Compare the performance status of all components with the Sequence of Operation document.

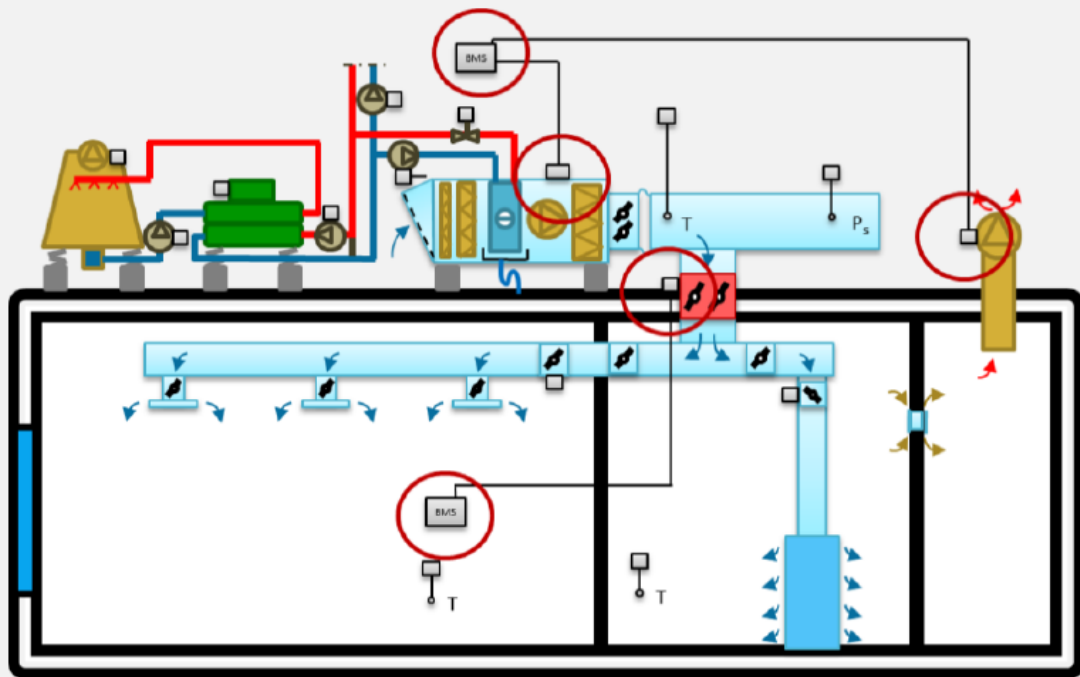


Þessi virkniprófun gengu út á að prófa það ef mótrolki á kælingu er lokað 50%. Þarna er verið að prófa kerfislýsingu.

## Dæmi 3 um virkniprófun

### Fire Alarm with Motorized Fire Damper

- Ensure that fire damper is open and both the supply air and exhaust air fans are in operation.
- Simulate the fire alarm in the zone.
- Record the performance of a fire damper, supply fan and exhaust fan in the BMS.
- Review the performance status of all three components in the field.
- Compare the performance status of all three with the Sequence of Operation (SOO) document



Þarna er verið að prófa öryggismál og brunalokur og bera saman við kerfislýsingu (SOO)

### Kerfishandbók

Gríðarlega mikið af gögnum verða til og þarf að koma þeim í skipulag og afhenda verkkaupa vegna reksturs kerfa. Þessar upplýsingar eru rafrænar með fyrir fram

skipulögðu möppuskipulagi. Um er að ræða ákveðna efnisþætti sem menn hafa komið sér saman um og er lýst t.d. í ASHRAE „Guideline 0“.

## Kennsla og þjálfun

Nauðsynlegt er að skila kerfum til reksturs og þjálfra umsjónarmenn fasteigna og aðra utanað komandi aðila til að nota þau rétt og fylgjast með orkunotkun og bregðast við bilunum.