

André Norum
Jonas Sundby
Fredrik Andresen

Analyse av utforming og bruk av kravspesifikasjon for et behovsstyrt ventilasjonsanlegg

Rehabiliteringsprosjektet i Tempeveien 15

Bacheloroppgave i VVS-teknikk
Veileder: Dag Rune Stensaas
Mai 2021

André Norum
Jonas Sundby
Fredrik Andresen

Analyse av utforming og bruk av kravspesifikasjon for et behovsstyrt ventilasjonsanlegg

Rehabiliteringsprosjektet i Tempeveien 15

Bacheloroppgave i VVS-teknikk
Veileder: Dag Rune Stensaas
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for energi- og prosessteknikk



Kunnskap for en bedre verden

RAPPORT BACHELOROPPGAVEN

Tittel

Analyse av utforming og bruk av kravspesifikasjon for et behovsstyrt ventilasjonsanlegg

Analyzing the Design and Use of Specified Requirements for a Demand Controlled Ventilation System

Prosjektnr

EPT-V-2021-1

Forfatter(e)

Jonas Sundby

André Norum

Fredrik Andresen

Oppdragsgiver(e) eksternt

Frode Paulsen v/ Energima Trøndelag AS

Veileder(e) internt

Dag Rune Stensaas

Rapporten er ~~ÅPEN~~/LUKKET (stryk ut det som ikke gjelder)

Dato levert

19.05.2021

Kort sammendrag

Denne oppgaven analyserer kravspesifikasjonen fra et rehabiliteringsprosjekt opp mot målinger av inneklimate og funksjonstester av det behovsstyrte ventilasjonsanlegget.

Det er i tillegg gjennomført en spørreundersøkelse av brukere i lokalet, og intervju med totalunderentreprenøren bak leveransen. Målt inneklimate er innenfor krav og normer, men avviker i enkelte tilfeller med verdiene som følere i systemet estimerer. For å prosjektere et ventilasjonsanlegg best mulig bør det foreligge tydelige og etterprøvbare krav, og endringer i prosessen bør dokumenteres godt.

This thesis analyzes the requirements specified for a rehabilitated building, put up against our test results regarding indoor climate and demand-controlled ventilation functions. In addition, the responsible engineer was interviewed, and employees answered a survey. Our results show that indoor climate fulfills the requirements, but this deviates from what sensors estimate. To engineer the best possible ventilation system, the requirements should be clear and possible to verify subsequently. Changes made during this process should be well documented.

Stikkord:

Kravspesifikasjon, Ventilasjon, VOC, Inneklimate

Keywords:

Requirements, Ventilation, VOC, Indoor Climate

Oppgavebeskrivelse

Oppgaven er å analysere utforming og bruk av kravspesifikasjonen fra et rehabiliteringsprosjekt i Tempeveien 15 med høy bærekraftsprofil. Vi analyserer kravene som er satt innenfor vårt fagfelt, og ser disse i sammenheng med resultatene innhentet fra en fullskala-test av ventilasjonsanlegget og inneklimate. For å få et bredere perspektiv på resultatene har vi gjennomført en spørreundersøkelse blant ansatte i de respektive lokalene, og hatt intervju med totalunderentreprenøren i prosjektet. Vi har også hatt løpende kontakt med leverandøren av det behovsstyrte anlegget på bygget.

Ved å generalisere våre spesifikke funn ønsker vi å foreslå endringer i hvilke krav som blir satt og hvordan en kravspesifikasjon blir brukt i en lignende prosjektprosess. Vi har fått tildelt oppgaven av Energima Trøndelag AS, som prosjekterte luftbehandlingsanlegget og tilhørende automasjon.

Forord

Etter et 3-årig bachelorprogram i Maskiningeniør ved Institutt for energi- og prosessteknikk har tiden kommet for å fullføre våre 20 siste studiepoeng med en bacheloroppgave i emnet TMAS3001.

Vi ønsker å rette en spesiell takk til vår interne veileder Dag Rune Stensaas for god oppfølging og lærerike samtaler. Vi takker også vår eksterne veileder Frode Paulsen som var prosjektleder for ventilasjon og tilhørende automasjon i Tempeveien 15 og har bidratt med prosjektdokumenter, viktig informasjon og intervju.

Videre ønsker vi å takke:

- HENT for innsyn i prosjektdokumenter.
- Driftsledere ved Tempeveien 15 for imøtekommelse og nyttig oppfølging på bygget.
- Ole Morten Solfeldt fra Swegon for svar på tekniske spørsmål og løpende kommunikasjon.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Trondheim, mai 2021



André Norum



Fredrik Andresen



Jonas Sundby

Sammendrag

I denne oppgaven har vi tatt utgangspunkt i en kravspesifikasjon tilhørende et rehabilitert næringsbygg med streng bærekraftsprofil og behovsstyrte inneklimaløsninger. Denne er grundig gjennomgått på bakgrunn av flere ulike formål. Først og fremst har vi gjennomført en fullskala test av et begrenset område på bygget, med fokus på det ventilasjonstekniske og resulterende inn klima. Slik har vi etterprøvd om gitte krav er oppfylt. Som en motsatt fremgangsmåte har vi også testet konkrete funksjoner for å kunne avdekke eventuelle krav som burde vært en del av prosjektet, men ikke er det.

Utover fysiske målinger har vi samlet inn data og synspunkter ved hjelp av intervju, spørreundersøkelse, litteraturstudie og kontakt med sentrale personer for å se sammenhenger i resultatene. Ved å trekke alle data sammen i det oppsummerende diskusjonskapittelet, konkluderer vi til sist med hva som er gjort riktig og hva som bør gjøres annerledes vedrørende utforming og bruk av en kravspesifikasjon i lignende prosjekter.

Våre målinger viser at inn klimaet i bygget jevnt over er tilfredsstillende. Likevel ser vi ut ifra det sentrale driftsanlegget at sensorikk som er plassert utenfor oppholdssoner ikke alltid viser et korrekt bilde av det faktiske inn klimaet. De integrerte temperaturfølerene i tilluftsventiler som vi har testet, registrerer ved flere tilfeller høyere temperatur enn hva vi måler i både oppholdssone og himlingshøyde. På det meste er avviket over 1°C. I tillegg har vi erfart at CO₂-ekvivalenten i enkelte rom gjengir en ppm-verdi helt opp til 2000 ppm, langt over faktiske verdier.

Det er satt krav til et årsgjennomsnitt for varmgjenvinningsgrad på bygget. Ved undersøkelser av dette kravet legger vi merke til at det er krevende å dokumentere hvorvidt det er innfridd. Dette utgjør et sentralt funn som i konklusjonen settes opp mot at etterprøvbarheten av krav er helt essensielt for å kunne fastslå om kravene i det heletatt er oppnådd eller ikke. Varmegjenvinningsgraden på bygget regnes ut algoritmisk.

I tillegg har vi rettet fokus mot formuleringer som er brukt, og tydeligheten i visse beskrivelser. Enkelte krav (Vedlegg 1) presenteres med formuleringer som «Det planlegges med ...» og «Foreløpige beregninger viser ...». I retrospektiv er slikt utfordrende å tolke, og det er ikke tydelig om dette skal behandles som krav eller som målsettinger man ønsker å oppnå. Dette tyder på en mangel av revisjoner, og at forprosjekteringsstadiet fortsatt preger kravspesifikasjonen. Ved å revidere dokumentet slik at det gjenspeiler alle endringer som ble bestemt underveis i prosjektet, vil man på en bedre måte kunne gjenbruke enkelte krav som er godt utprøvde.

Vi finner også formuleringer i kravspesifikasjonen som oppleves som så detaljerte at prefabrikkerte løsninger med bestemte funksjoner ikke er tilpasningsdyktige. I slike tilfeller kunne formuleringene vært tydelige på hva som skal oppnås, men ikke fullt så detaljerte på hvordan det skal oppnås. Som et spesifikt eksempel stilles det detaljerte krav til oppstartssekvensen i aggregatene og i hvilken rekkefølge alt skal starte.

Som et bedre alternativ mener vi at det er tilstrekkelig å sette krav til at frostfare ved oppstart skal unngås, og at flere ulike løsninger kan oppnå dette. Slik sørger man for at underleverandører kan anbefale prefabrikkerte løsninger uten å måtte endre på kravene som er satt, som et ledd i godt konkurransegrunnlag under anbudsprosessen.

Det store fokuset på bærekraft i prosjektet gjenspeiles ikke alltid i kravene som er satt. Når byggherre satser stort på energi og miljø, fremstår det eksempelvis som tynt å kreve at «Behovsstyrte løsninger legges til grunn ...» uten videre avgrensninger. Dette ser vi i sammenheng med at enkelte deler av kravene er gjenbrukt uten god nok tilpasning.

Abstract

This thesis is based on the specified requirements for a rehabilitated commercial building with strict sustainability certifications and demand-controlled indoor climate solutions. The requirements have been analyzed for several purposes. First off, the office space part of the building has been tested, focusing on the ventilation systems and the resulting indoor climate. This is to ensure that specific requirements are fulfilled. As an opposite approach, several tests were completed for the purpose of discovering missing requirements which should have been specified.

Beyond physical measurements, to illuminate the coherence in our results, data was collected by studying literature, collecting a survey, conducting an interview, and keeping in touch with key persons from the construction project. After the results are presented, we discuss all our findings before concluding with how to specify requirements and how to use these demands in similar projects.

Our results show that the indoor climate regarding temperatures and CO₂-concentrations are sufficient. Also, the vertical air temperature gradient suggests good air distribution. Simultaneously, the Industrial Control System (ICS) shows higher values for both temperature and CO₂ when compared to our own data. At most, the integrated temperature sensor inside air supply diffusers senses the air temperature to be over 1°C higher than the occupied zone temperature. The CO₂-equivalent estimated by the Volatile Organic Compounds (VOC) sensors would at times rise all the way up to 2000 ppm for no apparent reason.

When examining the requirements for heat-recovery efficiency inside the air handling unit (AHU), we discover that documenting how well this works over time is problematic. This leads to a conclusion that all requirements should be described in such a way that subsequent verifiability is secured. In this building the heat-recovery efficiency is determined by algorithmic calculations.

We focused on odd formulations and indistinct sentences among the requirements. The use of formulations like “the plan is to...” and “preliminary calculations show...” are difficult to interpret, and it’s not clear whether these are requirements or goals to strive for. It appears that audits are deficient, and the pre-engineering state still characterizes the document. In the same way we are using this document after the engineering is done, it is also an important tool for operating the building afterwards.

In addition, we found formulations that appears to be too detailed, which can make it tough to choose prefabricated systems that has a certain way of operating. In these instances, we would prefer if the main focus was to explain what to accomplish, and not necessarily how. As an example, the AHU’s startup process is described in detail instead of describing how problems with frost must be avoided at startup. By describing what, and not how, it would be easier during engineering to choose prefabricated systems without having to suggest requirement changes. This also leads to a fair competition during tendering.

The focus on sustainability for this building does not always appear clearly in all requirements. When investing in energy and environment, it comes off as vague to point out how “demand-controlled solutions are to be used as a basis” without further delimitations. We see this as a possible consequence of reusing parts of the requirements without sufficient customization.

Vedleggsoversikt

Tabell 1 – Vedleggsoversikt

1	Kravspesifikasjon
2	Datablad WISE Damper
3	Datablad WISE Colibri Ceiling
4	Komplett intervju
5	Datablad Rotronic CP11
6	Datablad SwemaAir300 og SWA 31
7	Datablad EasyLog EL-USB-2
8	Luftbehandlingsanlegg 360.003
9	Kalibreringssertifikat Rotronic CP11

Forkortelser og begreper

Tabell 2 – Forkortelser og begreper

BMS	Building Management System
CAV	Constant Air Volume
VAV	Variable Air Volume
DCV	Demand Controlled Ventilation
TUE	Total underentreprenør
DUT	Dimensjonerende utetemperatur
PMV	Predicted Mean Vote
PPD	Predicted Percentage Dissatisfaction
PPM	Parts per Million
PID	Proporsjonal, Integrasjon, Derivasjon
SFP	Specific Fan Power
SD	Sentral drift
CO₂	Karbondioksid
VOC	Volatile Organic Compounds
BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method
TEK17	Byggteknisk forskrift anno. 2017
AHU	Air Handling Unit
ICS	Industrial Control System
VVS	Varme-, ventilasjons- og sanitærteknikk
QR	Quick Response

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	IV
Vedleggsoversikt	VI
Forkortelser og begreper	VI
1 Innledning	1
1.1 <i>Orientering</i>	1
1.2 <i>Bakgrunn og problemstilling</i>	1
1.3 <i>Begrensninger</i>	2
1.4 <i>Mål</i>	2
1.5 <i>Oppgavens oppbygging</i>	2
2 Teori	4
2.1 <i>Om bygget og rehabiliteringsprosjektet</i>	4
2.2 <i>Standarder og veiledere</i>	5
2.2.1 <i>Passivhus og lavenergibygg</i>	5
2.2.2 <i>Energimerking</i>	5
2.2.3 <i>Arbeidsmiljøloven og arbeidsplassforskriften</i>	6
2.2.4 <i>BREEAM</i>	7
2.2.5 <i>Byggteknisk Forskrift</i>	7
2.3 <i>Inneklima</i>	8
2.3.1 <i>Termisk inneklima</i>	8
2.3.2 <i>Om CO₂ og VOC</i>	10
2.4 <i>Om behovsstyrt ventilasjon</i>	10
2.4.1 <i>PID-regulering</i>	11
2.5 <i>Swegon WISE</i>	11
2.5.1 <i>Komponenter og oppbygging</i>	12
2.5.2 <i>Reguleringsprinsipp</i>	13
2.5.3 <i>VOC-føler</i>	14
2.5.4 <i>Temperaturføler i rom</i>	14
2.6 <i>Kravspesifikasjon</i>	14
2.6.1 <i>Generelt</i>	15
2.6.2 <i>Oppvarming</i>	15
2.6.3 <i>Kjøling</i>	16
2.6.4 <i>Luftbehandling</i>	16
2.6.5 <i>Inneklima</i>	17
2.6.6 <i>Automasjon og SD-anlegg</i>	18
3 Metode	19
3.1 <i>Litteraturstudie</i>	19

3.2	Spørreundersøkelse.....	19
3.3	Intervju.....	21
3.4	Feltplan	22
3.5	Befaring.....	22
3.6	Målinger.....	23
3.6.1	CO ₂ /CO ₂ -ekvivalent	23
3.6.2	Temperatur	25
3.6.3	SFP	27
3.6.4	Varmegjenvinningsgrad	28
3.6.5	Luftmengdemodellering.....	30
3.6.6	Oppstartssekvens på aggregatet.....	30
4	Resultater og diskusjon	31
4.1	Resultater fra bygget opp mot krav	31
4.1.1	CO ₂	31
4.1.2	Temperatur	34
4.1.3	Varmegjenvinning	40
4.1.4	SFP.....	43
4.1.5	SD-Anlegg	45
4.1.6	Oppstartssekvens aggregat	47
4.1.7	Regulering	47
4.2	Øvrige elementer fra kravspesifikasjonen.....	49
4.3	Spørreundersøkelse.....	50
4.4	Intervju.....	52
5	Oppsummerende diskusjon	54
6	Konklusjon	58
7	Feilkilder	60
8	Forslag til videre arbeid	61
9	Referanser.....	62
Vedlegg	66
	Vedlegg 1 - Kravspesifikasjon	66
	Vedlegg 2 – Datablad WISE Damper	86
	Vedlegg 3 – Datablad WISE Colibri Ceiling	97
	Vedlegg 4 – Komplette intervju	102
	Vedlegg 5 – Datablad Rotronic CP11	107
	Vedlegg 6 – Datablad SwemaAir300 og SWA 31.....	110
	Vedlegg 7 – Datablad Easylog EL-USB-2.....	112
	Vedlegg 8 – Luftbehandlingsanlegg 360.003.....	116
	Vedlegg 9 – Kalibreringssertifikat Rotronic CP11	117

1 Innledning

1.1 Orientering

Teknologi har hatt en eksplosiv vekst på kort tid, noe også byggebransjen må forholde seg til. Samtidig som teknologien utvikler seg og nye løsninger tas i bruk, befinner vi oss midt i et kappløp med klimautfordringer. «Norge har som mål å redusere utslippet av klimagasser med 50 til 55 prosent innen 2030» (Regjeringen, 2020), og da kan det forventes at det vil stilles stadig strengere krav deretter. En god kravspesifikasjon, og bruken av den, vil være ett av flere viktige hjelpemidler for å lykkes med gode leveranser som skal oppfylle disse kravene.

Sett fra brukeres perspektiv ser man tendenser til at folk er fornøyde med å spare strømkostnader, men at de samtidig ikke er villige til å spare penger på bekostning av opplevd komfort. (Thomsen *et al.*, 2017)

1.2 Bakgrunn og problemstilling

Energima Trøndelag AS er totalunderentreprenør med ansvar for ventilasjon og tilhørende automasjon i et rehabilitert industribygg i Tempeveien 15. Etter overlevering har vi fått i oppgave å teste ventilasjonsanlegget og inneklimate på bygget, opp mot kravene som er satt og prosjektdokumenter som ligger til grunn. Det er tatt i bruk mange moderne løsninger og avansert teknologi på bygget, så prosjektprosessen vil også spille en sentral rolle i sluttkvaliteten.

Bransjen har erfaringsmessig sett at kravspesifikasjoner i prosjekter med behovsstyrt ventilasjon kan være en utfordring å forholde seg til. Dette kan føre til at resultatet som står ferdig montert ikke svarer til hva som var forventet, selv om komponentene i systemet hver for seg fungerer godt.

Vår problemstilling er å analysere kravspesifikasjonen i dette prosjektet opp mot hva som ble levert. Vi skal se på kravene som er satt, hvordan de er utformet, og hvordan de ble benyttet underveis i prosjektet. Dermed kan vi foreslå god praksis for utforming og bruk av krav til et moderne behovsstyrt anlegg, basert på våre resultater.

1.3 Begrensninger

I denne oppgaven vil vi fokusere på én spesifikk kravspesifikasjon fra prosjektet i Tempeveien 15. Testing på bygget begrenses ved å kun se på ventilasjon, inneklime og tilhørende automatikk i enkelte deler av bygget. Disse er kontorlokaler som skal sertifiseres etter Grønn Byggallianse (2016) sin manual for Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM). Vi ser ikke på byggets varmeanlegg, og energimessige faktorer fra byggets konstruksjon og tilhørende beregninger tas ikke hensyn til.

Kontorlokalene ble ferdigstilt i 2021, og bygget er fortsatt i en prøvedriftsperiode.

Derfor må det tas forbehold om at bygningen fortsatt ikke er under normal drift.

I tillegg, på grunn av den pågående pandemien, er personbelastningen lav og mange har hjemmekontor.

Det tok mye lengre tid enn forventet før vi fikk lov til å dra på bygget grunnet smittevern. Det medfører en begrensning av antall tester som ble gjennomført i forhold til hva som var planlagt. Flere intervju var planlagt i etterkant av testing, men på grunn av tidsbegrensningen ble kun ett utført.

1.4 Mål

Målet for denne oppgaven er å belyse utfordringer omkring utarbeidelse og bruk av en kravspesifikasjon, spesifikt for et behovsstyrt ventilasjonsanlegg. Ved å analysere krav og sette de på prøve under en fullskalatest, ønsker vi å komme med forslag til forbedringer og endringer i kravspesifikasjonen som vi håper kan være til hjelp ved lignende prosjekt i fremtiden.

1.5 Oppgavens oppbygging

I denne oppgaven presenterer vi først relevant teori omkring behovsstyrt ventilasjon og det spesifikke prosjektet vi har sett nærmere på. Deretter presenteres metodene vi har brukt i oppgaven, og en detaljert beskrivelse av vår fremgangsmåte for innsamling av data.

I kapittel 4 «Resultater og diskusjon» viser vi til hva vi har fått ut av våre målinger, og hvilke krav disse funnene kan settes opp imot. Vi nevner videre krav som vi ikke har utført spesifikke tester omkring, men som er relevante å gå diskutere videre rundt. Det legges også fram resultater fra intervju og spørreundersøkelse. Vi har valgt å drøfte kort omkring enkelte av

resultatene, og har derfor kombinert resultater med diskusjon. For å sikre en oversiktlig rapport har vi gjort et bevisst valg om å ha en oppsummerende diskusjon i kapittel 5.

I det oppsummerende diskusjonskapittelet flettes innhentet data og drøfting sammen, før vi til sist konkluderer med hva disse sammenhengene innebærer. Konklusjonen svarer på god praksis ved utforming av krav og bruk av disse i prosjektet.

2 Teori

2.1 Om bygget og rehabiliteringsprosjektet



Figur 1 - Tempeveien 15

Bygget i Tempeveien 15, Figur 1, har en størrelse på ca. 6800 m² og inneholder kontorer, næringsvirksomhet, lager og kantine med tilhørende parkering. Det unike med dette prosjektet er at bygget har blitt rehabilitert og at man samtidig har forholdt seg til en streng bærekraftsprofil. Dette er gjerne mer typisk for nybygg-prosjekter.

Konstruksjonen består av flere gjenbrukte komponenter for å kutte på miljøbelastningen. Eksempelvis er bæresystem og etasjeskillere i stål og betong beholdt. Totalentreprenøren i prosjektet, HENT, har siden 2004 hatt en egen avdeling med fokus på rehabilitering av bygg (HENT, 2020).

I kravspesifikasjonen for dette prosjektet (Vedlegg 1) har de valgt å legge stor vekt på bærekraftige løsninger, og bygget kan klassifiseres som et lavenergibygg med tilhørende BREAAAM-sertifisering i enkelte soner. Dette innebærer at det stilles krav til ventilasjonsløsninger og energibruk i bygget ut over Direktoratet for Byggkvalitet (2017) sin standard Teknisk Byggforskrift (TEK17), som generelt ligger til grunn for norske byggeprosjekter. Vi presenterer disse standardene nærmere i neste kapittel.

2.2 Standarder og veiledere

I dette kapitlet følger en kort oversikt over relevante standarder og veiledere som danner grunnlaget for kravene til rehabiliteringsprosjektet. Dette er ment som et informativt kapittel som tydeliggjør prosjektets rammeverk. Hvilke spesifikke krav som er satt ut ifra disse kommer vi tilbake til i kapittel «2.6 Kravspesifikasjon», og det er disse vi vil fokusere på videre.

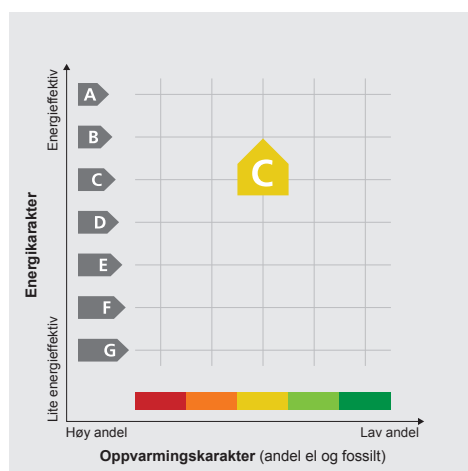
2.2.1 Passivhus og lavenergibygg

NS3701 «Kriterier for passivhus og lavenergibygninger» stiller krav til yrkesbygninger i norsk klima som ønsker å definere seg som passivhus eller lavenergibygninger (Standard Norge, 2012).

Tempeveien 15 er definert som lavenergibygg og er derfor avhengig av å oppfylle gitte krav til varmetap, energibruk, byggetekniske installasjoner etc. Kravene som er satt for et lavenergibygg havner i område mellom kravene gitt i TEK17 og krav for passivhus. NS3701 henviser videre til NS3031 (2014) blant annet for utregning av Specific Fan Power (SFP)-faktor og varmegjenvinningsgrad.

2.2.2 Energimerking

Energimerking baseres på hvor mye og hvilken type energi som leveres til et bygg, etter standardiserte beregninger. Energimerket består av én energikarakter og én oppvarmingskarakter. De to karakterene er uavhengig av hverandre, noe som betyr at man kan oppnå god score på én av karakterene og lav på den andre, vist ved Figur 2 (Enova SF, 2011).



Figur 2 - Energimerkingsmatrise (Enova SF, 2011)

Energikarakter A er den beste karakteren man kan oppnå. Denne er basert på energistandarden til bygget og hvilket system man bruker for oppvarming. Desto bedre karakter, jo bedre energieffektivitet og muligheter for stabile innetemperaturer med tilhørende lave kostnader (Enova SF, 2011).

For at byggherrer og entreprenører skal strekke seg etter god energimerking tilbyr flere banker i dag spesielle lån for byggeprosjekter som resulterer i miljøvennlige bygg. Finans Norge la i 2018 fram et klimaveikart frem mot 2030, og ett av deres bransjespesifikke anbefalinger er å «Stille krav til klima i lån til bolig og næringsbygg» (Finans Norge, 2018, s. 28). På bakgrunn av dette kan det forventes at finansiering med grønne lån kan få strengere krav i tiden fremover.

2.2.3 Arbeidsmiljøloven og arbeidsplassforskriften

«Arbeidsmiljølovens formål er å sikre trygge ansettelsesforhold og likebehandling i arbeidslivet. Loven har også som formål å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, og bidra til et inkluderende arbeidsliv» (Regjeringen, 2018).

Arbeidsmiljøloven slik vi kjenner den ble første gang vedtatt i 2006, og er basert på eldre relaterte lovgivninger fra mange tiår tilbake i tid (Regjeringen, 2018).

I Arbeidstilsynets «Veiledning om Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen» (1991) anslås det at nordmenn oppholder seg innendørs omtrent 90% av tiden. Trivsel og helse er dermed lett påvirkelig av inn klima. Etter arbeidsmiljøloven er det arbeidsgiver som er pliktig til å sikre at gjeldende lovverk overholdes (Arbeidstilsynet, 1991).

Arbeidstilsynet (1991) nevner også i sin veileder, oppdatert i 2016, andre viktige dokumenter å forholde seg til. Forskrift, utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (Arbeidsplassforskriften) sier at arbeidslokaler skal være utformet og innredet med hensyn på å sikre tilfredsstillende temperatur, fuktighet, trekk, luftkvalitet, lukt etc. Herunder følger gitte grenseverdier, og i tillegg finnes det anbefalte normer for forurensning som er fastsatt av Nasjonalt Folkehelseinstitutt i en rapport fra 2015 «Anbefalte faglige normer for inn klima». (Arbeidstilsynet, 1991).

Grovt sett kan man si at arbeidsmiljøloven består av overordnede retningslinjer som gjelder arbeidsrelaterte forhold generelt, og at arbeidsplassforskriften legger fokuset på HMS opp mot arbeidstakere.

2.2.4 BREEAM

BREEAM er en internasjonal miljøytelsesstandard som nybygg og rehabiliteringsprosjekter kan benytte seg av for å måle bærekraften til et byggs livsløp både under prosjektering og videre drift i etterkant (Grønn Byggallianse, 2016).

BREEAM klassifiseres på bakgrunn av en poengskala som er gjengitt i Tabell 3.

Tabell 3 -BREEAM-klassifisering etter prosentvis poengsum (Grønn Byggallianse, 2016, s. 10)

BREEAM-klassifisering	Poengsum i %
OUTSTANDING	≥ 85
EXCELLENT	≥ 70
VERY GOOD	≥ 55
GOOD	≥ 45
PASS	≥ 30
UKLASSIFISERT	< 30

I likhet med energimerking av bygg kan BREEAM-sertifisering gi grunnlag for såkalte “grønne lån” som finansiering. Selv om DNB og Sparebank1 per. mai 2021 kun stiller krav til energimerke ved grønn finansiering, oppnår man naturlig nok et godt energimerke ved bruk av BREEAM-standarden i prosjekter. Finans Norge nevner spesifikt i sitt klimaveikart frem mot 2030 at BREEAM er en god standard for banker å sette sine finansieringskrav etter. (Finans Norge, 2018). OBOS Bank har allerede implementert BREEAM-krav i sine grønne boliglån (OBOS, u.å.)

2.2.5 Byggteknisk Forskrift

«Forskrift om tekniske krav til byggverk trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge» (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

Forskriften sørger i bunn og grunn for at tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi er oppfylt og dokumentert. På en arbeidsplass vil Arbeidstilsynet sine krav og veiledninger hovedsakelig legges til grunn for inn klima, da TEK17 blant annet refererer til Arbeidstilsynets

«Veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen» (1991) under sine punkter om ventilering.

2.3 Inneklima

Det å etterstrebe et optimalt inneklima har blitt essensielt for å holde brukere av et innendørs areal fornøyde. Om man ikke oppnår termisk komfort og tilværelsen blir utilfreds, har det vist seg å kunne påvirke produktivitet og ytelse (Budaiwa, 2007).

2.3.1 Termisk inneklima

Basert på Fanger (1970) sine studier kan termisk komfort beskrives som den sinnstilstanden man har ved full tilfredsstilhet med de termiske omgivelsene til stede. Hvor tilfredsstilt man er avhenger av bekledding (clo), aktivitetsnivå (metabolisme) og termisk klima basert på lufthastighet, luftfuktighet og temperatur (Fanger, 1970).

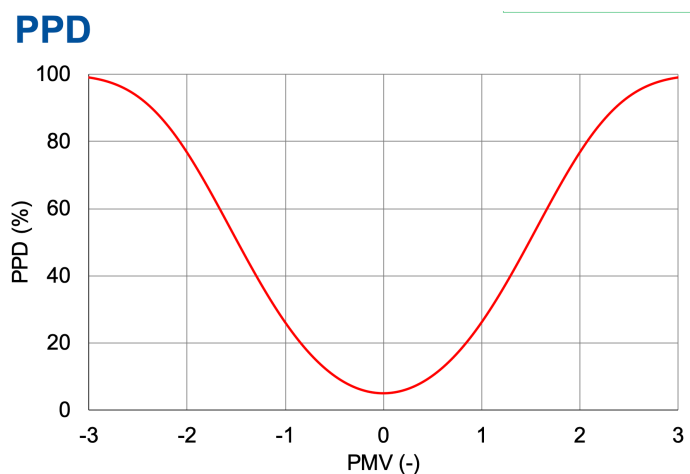
For å anslå tilfredsstillelse av termisk inneklima utviklet Fanger (1970) et system basert på empiriske data. I dette systemet får man et anslag av prosentvis misfornøyde med inneklima basert på opplevd temperatur, bedre kjent som operativ temperatur, ved hjelp av Predicted Mean Vote (PMV) og Predicted Percentage Dissatisfaction (PPD).

PMV er en prediksjon av middelkarakter for opplevd termisk komfort. Karakterskalaen Fanger (1970) benyttet er illustrert i Figur 3, hentet fra forelesning ved Austbø (2019).

- **+3: Hett**
- **+2: Varmt**
- **+1: Litt varmt**
- **0: Nøytral**
- **-1: Litt kjølig**
- **-2: Kjølig**
- **-3: Kaldt**

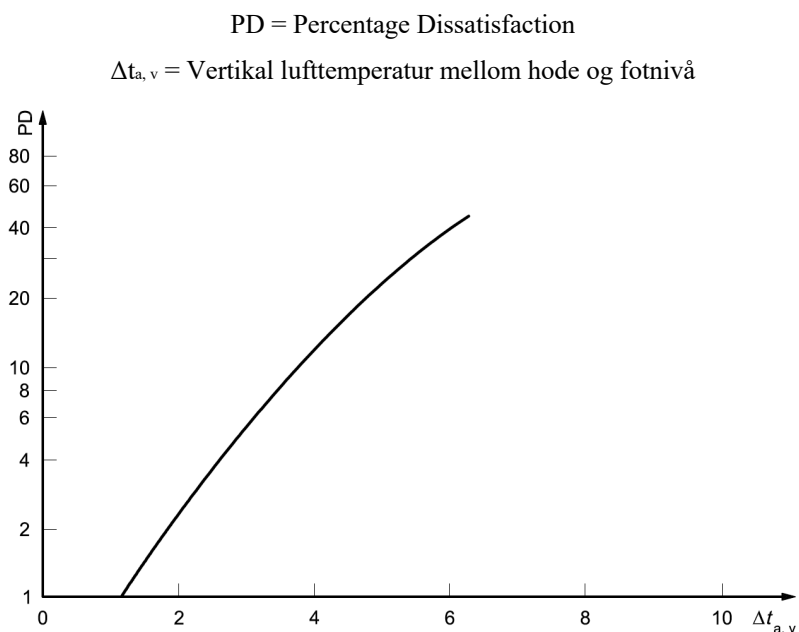
Figur 3 - Skala for operativ temperatur (Austbø, 2019, slide 18).

PPD er en prediksjon av andelen misfornøyde med det termiske miljøet, og man kan benytte PMV-karakteren for å anslå PPD i %, som illustrert i Figur 4 hentet fra forelesning ved Austbø (2019).



Figur 4 - Sammenheng mellom prosentmessig misfornøyde og operativtemperatur (Austbø, 2019, slide 21).

For at brukere ikke skal føle ubehag er det også viktig at den operative vertikale temperaturdifferansen mellom hode og føtter ikke blir for stor. Basert på denne temperaturdifferansen inneholder NS-EN ISO 7730 (2005) en kurve, gjengitt i Figur 5, som kan benyttes for å anslå en prosentandel antall misfornøyde på bakgrunn av denne effekten.



Figur 5- Prosentmessig mål på andelen misfornøyde. (Standard Norge, 2005, s. 7)

2.3.2 Om CO₂ og VOC

I nyere tid er det vanlig å regulere ventilering basert på CO₂ -konsentrasjon i lufta. Denne metoden kan gi en god indikasjon på luftutskiftnings hyppighet, spesielt «... i et rom hvor mennesker antas å være den dominerende forurensningskilden» (Attramadal, Schwarze og Becher, 2015, s. 110).

Attramadal, Schwarze og Becher (2015) viser også til EPA (Environmental Protection Agency) sin utgivelse fra 1991 hvor en studie på mennesker og forsøksdyr ikke har påvist noen fare for toksikologiske, fysiologisk, psykologiske eller adaptive forandringer ved CO₂ konsentrasjoner tilsvarende en normal arbeidssituasjon. Effekter ble først observert ved nivåer på 10 000 ppm. Hvor stor innvirkning små mengder av CO₂ i seg selv kan ha for mentale funksjoner som konsentrasjonsevne er ikke like sikkert (Attramadal, Schwarze og Becher, 2015).

VOC er en samlebetegnelse for flyktige organiske forbindelser. Organiske forbindelser blir brukt i kjemien om kjemikalier som inneholder karbon og hydrogen, og disse forbindelsene vil VOC-sensoren oppdage (Aas, 2013).

VOC-gasser kommer blant annet fra stoffer som avgis fra menneskers hud, svette eller utånding. Gassene kan også komme fra lim, maling, blekk, løsemidler og impregnering som består av alkoholer, benzen og aldehyder. (Andersson *et al.*, 1997). For høye VOC-verdier i bygg kan føre til tørrhet og irritasjon på øyne, svelget, øverst i pusterøret og neseborene. (Brüning *et al.*, 2014)

2.4 Om behovsstyrt ventilasjon

Mysen og Schild (2014) benytter i sin veileder en definisjon av behovsstyrt ventilasjon som omfatter alle løsninger hvor leverte luftmengder og/eller varme- og kjølepådrag blir bestemt på bakgrunn av hvilket behov som er registrert i rom. Det er avviket mellom ønsket tilstand og faktisk tilstand på romnivå anlegget reguleres etter, for å holde dette på et minimum.

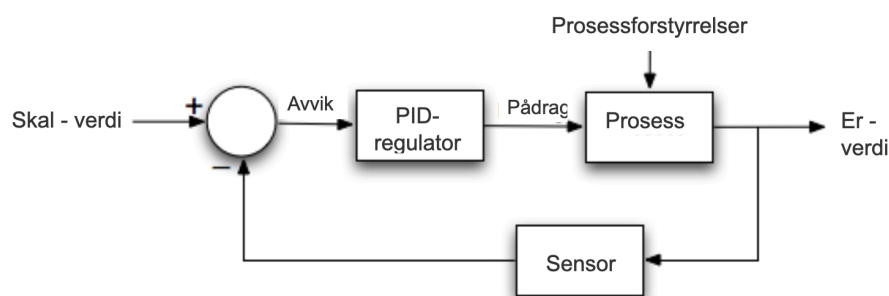
Denne løsningen er spesielt hensiktsmessig i bygninger der belastning og derav behov varierer (Mysen og Schild, 2014).

Generelt sett vil behovsstyring være dyrere og mer komplekst enn vanlige tradisjonelle anlegg, men man ser samtidig at man reduserer over halve energibehovet til ventilering av bygget uten at dette går på bekostning av innklimaet (Tekna, 2021).

2.4.1 PID-regulering

Mange industrielle prosesser er avhengig av å holde eksempelvis en gitt temperatur jevnt over tid. En PID-regulator benyttes ofte til slike formål, og den består av tre ledd (P, I og D) som kombinert vil samarbeide om å minke et avvik mellom ønsket- og målt verdi. Denne kalkuleringen, som fører til et utgangssignal, tar både hensyn til hvor stort avvik man har, hvor lenge avviket varer og hvor raskt verdien endrer seg. (Eurotherm, u.å.)

I næringsbygg og offentlige bygg brukes PID-regulering typisk for å regulere prosessverdiene til luftmengde og temperatur. I Figur 6 har Mathisen (2019) illustrert godt hva som skjer i en prosess med PID-regulator og hvordan den fungerer. Skal-verdi representerer her ønsket verdi, også kjent som «setpunktet» man ønsker å nå.



Figur 6 - PID-regulering (Mathisen, 2019)

2.5 Swegon WISE

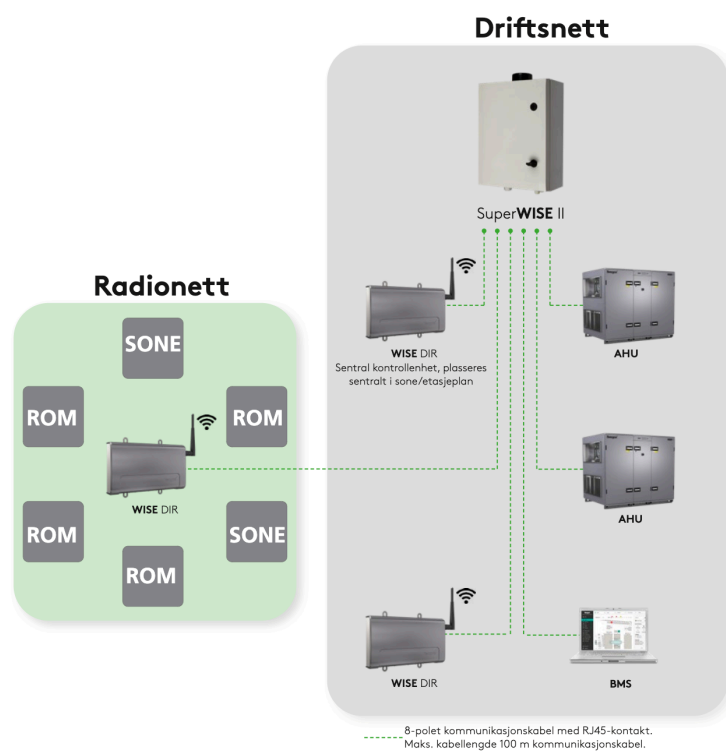
I dette kapittelet ønsker vi å gi en enkel oversikt over hvordan det behovsstyrte systemet med tilhørende automatikk fra Swegon som er valgt i Tempeveien 15 fungerer basert på leverandørens egen informasjon og deres systemguider. Beskrivelsene av ulike komponenter er også oppgitt i Systemguide (2020a).

Swegon (2020a) oppgir at WISE er et komplett system for behovsstyrt innklima som omfatter fysiske produkter, styresystem og trådløse kommunikasjonsløsninger. Systemet skal sørge for at innklima samspiller med energieffektivitet og god brukervennlighet. WISE består av både

ventilasjonsanlegg og løsninger for varme og komfortkjøling. Med et stort antall komponenter er det gode muligheter for å tilpasse systemet til ulike bygninger og bruksmønster, både vannbårent og luftbårent (Swegon, 2020a).

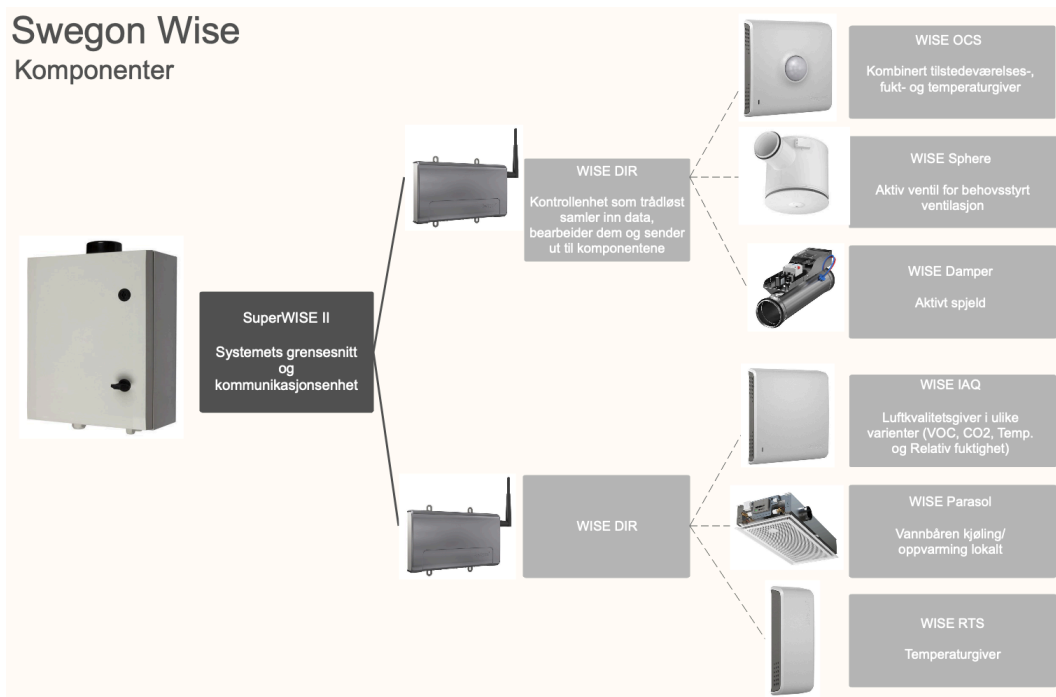
2.5.1 Komponenter og oppbygging

Basert på Swegon's «Prosjekteringsguide – El og styring» (2021) er systemet 2-delt med både digital kabelkommunikasjon og trådløs radiokommunikasjon. Aggregatet for luftbehandling er kablet til SuperWISE, som er systemets grensesnitt og knutepunkt. I tillegg er WISE DIR kablet opp mot SuperWISE, og denne enheten fungerer på mange måter som en trådløs ruter som mottar, bearbejder og sender signaler mellom øvrige komponenter i respektive rom og soner. Figur 7, fra prosjekteringsguiden, illustrerer 2-delingen i kommunikasjonen.



Figur 7- Kommunikasjon i WISE-systemet (Swegon, 2021.s.4)

I Figur 8, ved hjelp av EdrawMax, er det satt sammen en oversikt som viser hvordan et lite utvalg av komponenter kan kobles opp mot SuperWISE, som i praksis fungerer som SD-anlegg. WISE DIR kables til SuperWISE og kommuniserer trådløst med øvrige komponenter rundt om i forskjellige soner og rom. Komponentbildene er fra systemguiden (Swegon, 2020a).



Figur 8 - Eksempel på oppbygging av et klimasystem.

2.5.2 Reguleringsprinsipp

Salgsansvarlig for behovsstyrt ventilasjon ved Swegon, Ole Morten Solfeldt har forklart at reguleringsprinsippet ved Tempeveien 15 er en kombinasjon av spjeldoptimalisering og trykkoptimalisering (telefonsamtale, 12.04.21). I dette kapittelet har vi i samarbeid med Ole gjengitt i korte trekk hvordan dette fungerer.

Aggregatet regulerer etter et trykksettpunkt i tillufts- og avtrekks-kanalen. Dette settpunktet endres med en satt offset-verdi ut ifra hvor åpen spjeldene i tilluftsventilene og avtrekks-VAV'ene er. Om et spjeld er over 90% åpen vil WISE-anlegget sende en offset-verdi som øker trykksettpunktet til aggregatet, og om spjeldet er mindre enn 70% åpent vil trykksettpunktet reduseres. Dette skjer hvert 3. minutt. Om ett av tilluftsspjeldenes åpningsgrad er utenfor området 70% til 90% etter 3 minutter, vil prosessen gjenta seg til ett av spjeldenes åpningsgrad er innenfor området.

På avtrekkssiden er det ikke aktive ventiler med spjeld, men VAV-spjeld som trekker ut den summerte luftmengden fra tilluftsventilene i gitte sone. På samme måte vil systemet sende en offsetverdi basert på åpningsgraden til VAV'ene. Systemet vil etterstrebe at minimum ett av VAV'ene og en av tilluftsventilene skal være mellom 70% og 90% åpen for å spare energi.

2.5.3 VOC-føler

Det som skiller seg spesielt ut med WISE-systemet i Tempeveien 15 er VOC-giveren som kalkulerer og estimerer en CO₂-ekvivalent. Denne ekvivalenten presenteres kun i spennet 450 – 2000 ppm som er satte verdier uten mulighet for endring (Datablad vedlegg 2). Reguleringens nedre- og øvre grenseverdier kan derimot endres, og i dette prosjektet er de satt til 700 og 1000 ppm. Ole M. Solfeldt fra Swegon har forklart oss at om CO₂-ekvivalenten overstiger 1000 ppm samtidig som det blir registrert tilstedeværelse av personer, vil luftmengden til dens respektive sone settes til maksimalt pådrag. (telefonsamtale, 23.04.2021)

«VOC-giveren har en innebygd driftskompensasjon og prognosealgoritme som kalibrerer seg selv kontinuerlig, basert på gjenkjenning av modeller og avansert signalanalyse. Den kalibrerer ut fra en algoritme med gjenkjenning av modeller og regner om VOC-nivået til CO₂-ekvivalente ppm-verdier» (Swegon, 2020b, s. 4).

2.5.4 Temperaturføler i rom

Temperaturføleren som er benyttet i Tempeveien 15 er integrert i den aktive tilluftsventilen WISE Colibri Ceiling, med unntak av i noen få rom. Denne har en feilmarginsgaranti som ikke skal overskride $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (Datablad Vedlegg 3). Ole M. Solfeldt fra Swegon beskriver at føleren skal klare å måle omgivelsestemperaturen i oppholdssonen ved en nøyе kalibrering basert på empirisk data fra lab (Telefonsamtale, 23.04.2021).

2.6 Kravspesifikasjon

NTNU (u.å.) forklarer på sine Wiki-sider at en teknisk kravspesifikasjon i et leveranseprosjekt er en beskrivelse av ønsket levert produkt som oppdragsgiver utarbeider med byggherres godkjenning. Kravspesifikasjonen skal inneholde krav, funksjoner, standarder, miljø og klimahensyn og eventuelt andre rammebetingelser i anskaffelsen. Spesifikasjonen inneholder 4 hovedelementer:

- *Anskaffelsens formål*
- *Krav til egenskaper ved det som skal leveres*
- *Angivelse av hvilken løsningsmodell og hvilke metoder som er valgt*
- *Angivelse av hvilke produkter og tjenester som skal leveres*

(NTNU, u.å.)

I det etterfølgende vil vi beskrive de krav som er stilt til dette spesifikke prosjektet. All teori fra 2.6.1 til og med 2.6.6 er basert på kravspesifikasjonen som totalentreprenøren HENT har utarbeidet (Vedlegg 1). Flere av punktene som blir nevnt her kommer vi tilbake til senere i oppgaven.

2.6.1 Generelt

Bygget klassifiseres som et lavenergibygg i henhold til NS3701. Bygget skal, etter foreløpige beregninger, oppnå Energimerke A (Vedlegg 1, s.3). Rehabiliterte kontorlokaler i Figur 9 skal i tillegg BREEAM-sertifiseres til karakteren “Very Good” (Vedlegg 1, s.4).



Figur 9 – Rødt areal skal BREEAM-sertifiseres (s. 4)

Alle definerte VVS-anlegg inngår som komplette anlegg. Dette omfatter befaringer, registrering, prosjektering, levering, igangkjøring, innregulering og dokumentasjon (Vedlegg 1, s.8). I den grad spesifikasjonen angir mengder eller kapasitet, er disse kun veiledende. TUE har alt mengde- og beregningsansvar (Vedlegg 1, s.8).

2.6.2 Oppvarming

Bygget forsynes med varme fra fjernvarme, som dekker grunnlasten for oppvarmingsbehov (s.8 og 3). Det planlegges radiatoranlegg til oppvarming i generelle bruksrom (kontor, møterom fellesareal etc.) (Vedlegg 1, s.12). Ventilasjonsanlegg 001 planlegges med-, og øvrige aggregat installeres med vannbårent varmebatteri (Vedlegg 1, s. 14). Som dimensjonerende utetilstand

om vinteren regnes det 3 påfølgende døgn med skyfri himmel og med minimumstemperatur (DUT) og vindstyrke på bygget (Vedlegg 1, s.11).

2.6.3 Kjøling

Rom med spesielle kjølebehov løses med lokal kjøling (Vedlegg 1, s.9). Det er planlagt en reversibel luft/vann varmepumpe på 100 kW. Ved behov for lokal kjøling ved vinterdrift er det planlagt med bruk av tørrkjøler (Vedlegg 1, s.15).

2.6.4 Luftbehandling

Luftmengdebehovet i alle rom beregnes termisk etter personbelastning, materialbelastning og forurensing som intern varme. Beregninger dokumenteres. Eventuelt kan simuleringer legges fram som viser at behovet for tilført luftmengde er lavere (Vedlegg 1, s.10).

I henhold til Luftbehandling (Vedlegg 1, s.15) er følgende BREEAM-poeng lagt til grunn i preanalysen:

- HEA02: 4 poeng
- HEA03: 2 poeng

Tempeveien 15 planlegges med totalt 7 ventilasjonsaggregater, hvorav 4 aggregat er nye etter rehabiliteringen. Det største ventilasjonsaggregatet 360.003 planlegges med en kapasitet på 16 300 m³/h (Vedlegg 1, s.13 og 14).

Bygget kan oppnå en varmegjenvinningsgrad på 82% og med en belysningseffekt på 4,0W/m² (Vedlegg 1, s.3). Krav til roterende varmegjenvinner 82%. Kryssveksler 55% (Vedlegg 1, s.14). Gjenvinnerytelse målt med reelle temperaturer (Vedlegg 1, s.23).

Foruten byggeforskrift (TEK 17) med veiledning legges også arbeidsmiljølovens forskrifter og veiledninger bl.a. veiledning nr. 444 "Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen" til grunn (Vedlegg 1, s.4).

SFP-faktor (kW/(m³/s)) max. 1,5 (Vedlegg 1, s. 14).

2.6.5 Inneklima

Krav til klima i ulike romkategorier er spesifisert i Tabell 4. Som basis for romklimaberegninger benyttes klimadata for Trondheim fra Metrologisk Institutt (Vedlegg 1, s.9).

Temperaturregulering av tilluft skal være valgbart mellom avtrekksstyrt og utekompensert (Vedlegg 1, s.23). Anleggene og spesielt dyseplassering, planlegges for å unngå trekk (Vedlegg 1, s.9).

Tabell 4 - Veiledende romklimaparametere fra Vedlegg 1 (s. 9)

Romtype	Operativ temperatur				Maks. lufthast. [m/s]	Friskluftbehov
	Min. temp vinter	Maks temp. vinter	Min. temp. sommer	Maks temp. sommer		
Kontorlandskap	21	24	21	26	0,15	Etter temperaturrekrav
Kontor	21	24	21	26	0,15	Etter temperaturrekrav
Møterom*	21	24	21	26	0,15	Etter temperaturrekrav
Bøttekott	18	26	18	26	-	Lukt og kjemikalier
WC/Dusj	23	28	23	28	0,15	Lukt og damp
Tekniske rom	15	26	15	35	-	
Næringsareal						Se egen kravspek.
Garasje	5 °C	26	5	30	-	Langtidspark. Fukt
Kantine	21	24	21	26	0,15	Temperaturrekrav
Kjøkken	20	24	20	24	0,15	Temperatur, lukt, damp
Biorom, lager ol						min. 5 m ³ /h m ²

Temperaturen i lokalene ligger på 22°C hele året, men avvik tolereres opp mot 26°C om sommeren (maks 24°C om vinteren) og en minimumstemperatur sommer og vinter på 21°C (Vedlegg 1, s.9).

All luftmengderegulering er basert på tilstedeværelse, CO₂ og temperatur. Alle setpunkt-verdier for temperatur, CO₂ og lignende betjenes via SD-anlegg (Vedlegg 1, s.10).

2.6.6 Automasjon og SD-anlegg

Det installeres et komplett byggautomatiseringsanlegg (BAS, SD, toppsystem) med automatikk, utstyr og programvare for sentral styring og driftskontroll av samtlige tekniske anlegg og bygningstekniske installasjoner. Anlegget skal være av type flerbrukersystem, avansert og av moderne type, med web-grensesnitt (Vedlegg 1, s.20).

Alle tilknyttede systemer vises som dynamisk systembilde på skjermen, og alle settpunkter (temp. o.l) skal kunne innstilles fra hovedsentral. Forandring i temperatur, pådrag i regulering, driftsstatus (av/på) og meldinger skal vises kontinuerlig i systembildene (Vedlegg 1, s.20).

Samtlige analoge og digitale signaler vil ha trend-logging. Oppløsning og loggfrekvens i minimum; - Minuttverdier for de 5 seneste timene- 5 minutter for de seneste 5 døgn - Timesverdier for de 5 seneste døgn - Døgn verdier for hver måned samt for helår (Vedlegg 1, s.21).

Alarmlisten for alarmer bygges opp med en struktur der byggnavn, alarmprioritet, dato og tid, en forklarende alarmtekst (på norsk), komponentbenevnelse, samt alarmstatus fremkommer. Alarmene vil ha tre (3) prioriteter slik at en kan skille på viktigheten av alarm. Endelig oppsett for alarmprioritet utarbeides i felleskap mellom entreprenør og driftspersonale (Vedlegg 1, s.21).

Oppstartsekvens (Vedlegg 1, s.23):

Fraluftsvifte starter modulerende til redusert luftmengde når fraluftsspjeld har åpnet.

Varmegjenvinner styres mot maks. varmegjenvinning. Anlegget går i 90 sek. før inntaksspjeld åpner. Tilluftsvifte starter modulerende til redusert luftmengde når inntaksspjeld har åpnet.

Anlegget går deretter over til normaldrift.

3 Metode

3.1 Litteraturstudie

Under litteraturstudiet ble flere typer teori lagt til grunn. Selve prosjektgrunnlaget, med kravspesifikasjon, tegninger, systemskjema og andre detaljerte beskrivelser ble tildelt av ekstern veileder Frode Paulsen.

Da mye av prosjektet også omhandler Swegon WISE, var det essensielt å få nødvendig kunnskap om dette systemet. Det ble tidlig i litteraturstudiet fokusert på å lese datablad og prosjekteringsveiledere fra Swegon. Vi har også hatt løpende kontakt med Swegon.

I tillegg fikk vi oversikt over standarder og veiledere som ble benyttet i prosjektet. Dette er en sentral del av kravspesifikasjonen som i stor grad henviser videre til disse ved flere sammenhenger. Vi fokuserte på relevant innhold opp mot vår problemstilling og hvordan disse standardene ble benyttet.

Etter selve litteraturstudiet begynte vi å undersøke om det fantes, etter vår subjektive mening, utydelige punkter i kravspesifikasjonen. Dette ble gjort ved å lese kravspesifikasjonen hvor vi hadde fokus på elementer som var relevante innenfor vår problemstilling. Vi tok utgangspunkt i å finne beskrivelser i kravspesifikasjonen som vi mente var vanskelig å tyde. Videre noterte vi oss krav som vi hadde mulighet til å etterprøve ved hjelp av testing, eksempelvis varmegjenvinningsgrad og innetemperaturer.

3.2 Spørreundersøkelse

Som Arbeidstilsynet påpeker i sin veileder nr. 444 (1991) kan et godt inneklima påvirke effektiviteten og funksjonsevnen på en arbeidsplass. Derfor er det viktig som en del av anleggets test å ikke bare se på målte verdier, men opplevde verdier. Et inneklima kan være optimalt i henhold til krav og tekniske løsninger, men det er til syvende og sist brukere som bør tilfredsstilles. For å nå ut til de som bruker bygget bestemte vi oss for å benytte kvantitativ metode i form av spørreundersøkelse, og vi har benyttet tjenesten Typeform.

Spørreundersøkelsen gir oss innblikk i 3 ulike faktorer. Deltakere får mulighet til å rangere hvordan de opplever både temperatur og luftkvalitet i lokalene. I tillegg skal de gi en samlet score på generelt inneklima som også omhandler lukt og støy. Avslutningsvis er det mulig å

konkretisere hvor det finnes rom for forbedringer og hvor i bygget det eventuelt er snakk om. Slik kan eventuell rapportering om misnøye knyttes opp til spesifikke områder i bygget. Svarene på dette siste spørsmålet blir ikke en del av rapporten, men ble nyttig for vårt arbeid. Figur 10 viser spørsmålene fra spørreundersøkelsen.

1 → På en skala fra 1-5, hvor fornøyd er du med det generelle inneklimaet i bygget?
temperatur, luftkvalitet, trekk, støy etc.

2 → Hvordan vil du rangere innnetemperaturen?

3 → Hvordan vil du rangere luftkvaliteten?

4 → Om du ser rom for forbedring, gi oss gjerne et hint på hva og hvor

Type your answer here...

Figur 10 - Spørsmålene i spørreundersøkelsen. Skjermbilder fra Typeform.

Vi har selv erfaring med at det er lett å ikke gjennomføre spørreundersøkelser som dukker opp på mail. Som et tiltak for å øke antall besvarelser ble det skrevet ut og hengt opp Quick Response (QR)-koder i lokalet som kan skannes med mobil, vist i Figur 11.



Figur 11 - QR-koder for å delta i spørreundersøkelse

3.3 Intervju



Figur 12 – Diktafon ZOOM H6 brukt til intervju

For å sikre god innsikt i de ulike perspektivene vedrørende utvelgelse av anlegg, løsninger og hvilket resultat man står igjen med, valgte vi oss ut 3 intervjuobjekter med noe ulike interessegrunnlag i prosjektet.

Innledningsvis planla vi et intervju med totalentreprenør, totalunderentreprenør og leverandør. Slik ville vi få belyst både hvordan kravene ble satt og hvordan de var å forholde seg til. På grunn av tidsbegrensinger står vi igjen med ett intervju, med TUE, som er gjengitt i resultatkapittelet. HENT har vi ikke lyktes i å fastsette et intervju med, og Swegon som underleverandør valgte vi heller å holde kontinuerlig kontakt med gjennom prosessen.

Intervju med Frode Paulsen (TUE) ble avholdt i etterkant av målinger som ble gjennomført. Vi benyttet ZOOM H6 Handy Recorder for opptak av intervju, som vist i Figur 12. Sammendraget av intervjuet i kapittel 4.4, og fullstendig intervju i Vedlegg 4, er blitt fremlagt for TUE.

3.4 Feltplan

I uke 15 og 16 ble det utført fullskala test i Tempeveien 15. Det ble gjort fysiske målinger på romnivå, utendørs og i aggregatet. Vi utarbeidet en konkret feltplan for et avgrenset område i bygget som tilhører ventilasjonsaggregat 360.003. En god plan på hva som skal måles, gjennomføres og dokumenteres var viktig for at arbeidet ble gjort effektivt og at vi fikk hentet ut tilstrekkelig data til videre beregninger, diskusjon og drøfting.

Først og fremst valgte vi oss ut spesifikke krav som vi ønsket å etterprøve. I tillegg var det interessant å se på hvordan Swegon WISE-systemet fungerer i praksis, og kontrollere sensorikk på bygget. Feltplanen inneholder følgende hovedtrekk:

- Temperaturvirkningsgrad til roterende varmegjenvinner
- Temperatur i oppholdssone og ved temperaturføler
- Temperaturgradient mellom fot- og hodehøyde
- Tilsyn av respons ved endrede sensorverdier
- Ppm-verdier i oppholdssone og ved avtrekk
- Sensorplassering i forhold til oppholdssone
- Målenøyaktigheten til sensorikk
- Oppstartssekvens på aggregat
- Alarmbehandling
- SFP-faktor

3.5 Befaring



Figur 13 - Befaring

Som en del av forberedelser til selve målingene og arbeidet på bygget ble vi enige om å gjennomføre en befaring på forhånd. Det sikret oss en nødvendig og visuell oversikt over bygget ut over det plantegninger ga oss. I Figur 13 ble aggregatet overgått.

En av de største fordelene med en befaring var at vi fikk bekreftet hvorvidt all vår planlagte dokumentering ville la seg gjennomføre, eller om det var noe vi ikke hadde tatt til betraktning i planleggingen. På dette viset slipper man unødvendige turer tur/retur bygget grunnet mangelfullt forarbeid, som koster verdifull tid. I tillegg fikk vi muligheten til å koble oss opp til SD-anlegget og bli kjent med hvordan grensesnittet var bygd opp.

3.6 Målinger

Vi planla å utføre målinger i perioder med et gjennomsnittlig bruksmønster, altså utenfor spesielle tider på døgnet som rett før/etter lunsjpause eller helt på starten av arbeidsdagen. Tanken bak denne fremgangsmåten er å få et bilde på hvordan tilstanden i lokalet vil oppleves i størst grad av brukstimer i en arbeidsdag. I praksis er stort sett alle som arbeider på bygget satt til hjemmekontor i denne perioden, så personbelastningen var lav og stabil til alle tider.

3.6.1 CO₂/CO₂-ekvivalent

For måling av CO₂ brukte vi Rotronic CP11 (Figur 14) som måler i ppm med en garantert feilmargin på maks ± 30 ppm + 5% (Vedlegg 5). På bygget estimeres ppm ved hjelp av en integrert VOC-føler (WISE SMA) i avtrekksspjeldet WISE Damper (Vedlegg 2).



Figur 14 - Rotronic CP11 (Fra vedlegg 5)

Figur 15 viser CO₂-målingene på bygget som ble gjennomført i oppholdssone og ved avtrekksventil. VOC-føleren i enkelte rom er plassert inne i avtrekkskanaler, så målinger ved avtrekkventil ble det mest representative for å undersøke eventuelle avvik fra anleggets CO₂-ekvivalent og våre egne målinger. Hode og utånding var til enhver tid vendt bort fra føleren, og målinger ble logget når enheten stabiliserte seg rundt en CO₂-verdi.

Vi foretok først målinger på en rekke forskjellige rom for å tilse om det fantes store forskjeller i CO₂-verdi rundt om i bygget. Vi ønsket også å se om verdiene lå på et tilfredsstillende nivå.



Figur 15 – CO₂-måling ved avtrekksventil

For å få et bilde av hvordan et møterom med VOC-føler regulerer med hensyn til tilstedeværelse og CO₂-ekvivalent valgte vi også å tilbringe store deler av tirsdag 20.04 på møterom T02.12B.2. Rommet er innredet med 4 stoler og gruppen består av 3 personer, noe som sørget for at vi fikk testet rommet med tilnærmet maksimal belastning gjennom dagen. Vi målte CO₂ én gang i timen over 6 timer før vi sammenlignet med verdier i SD-anlegget. Det samme ble gjort med temperatur, som vi kommer tilbake til i neste kapittel.

Det ble til sist foretatt målinger av CO₂ i kantinen, på grunn av at SD-anlegget regelmessig viste høye ppm-verdier.

3.6.2 Temperatur

For øyeblikksmåling av temperatur ved eksisterende følere og i oppholdssone brukte vi et Swema SWA-31 anemometer tilkoblet Swema Air 300 (Figur 16). Denne måler i °C med en maksimal feilmargin på 0,3°C ved 20°C (Vedlegg 6). Da vi målte temperaturen i oppholdssonen, benyttet vi oss av en gjennomsnittsfunksjon som tillot oss å ta målinger ved flere punkter og lese av snittverdien. Temperatur ble målt i flere ulike typer rom, og i etterkant sammenlignet med registrerte temperaturverdier fra SD-anlegget.



Figur 16 - Swema Air 300 med Swema SWA-31

Vi målte temperatur både i himlingshøyde og i oppholdssone for å etterse hvor nøyaktig en temperaturføler plassert i tilluftsventilen klarer å anslå temperaturen i selve oppholdssonen, som vist i Figur 17.



Figur 17 - Temperaturmåling ved integrert sensor i tilluftsventil

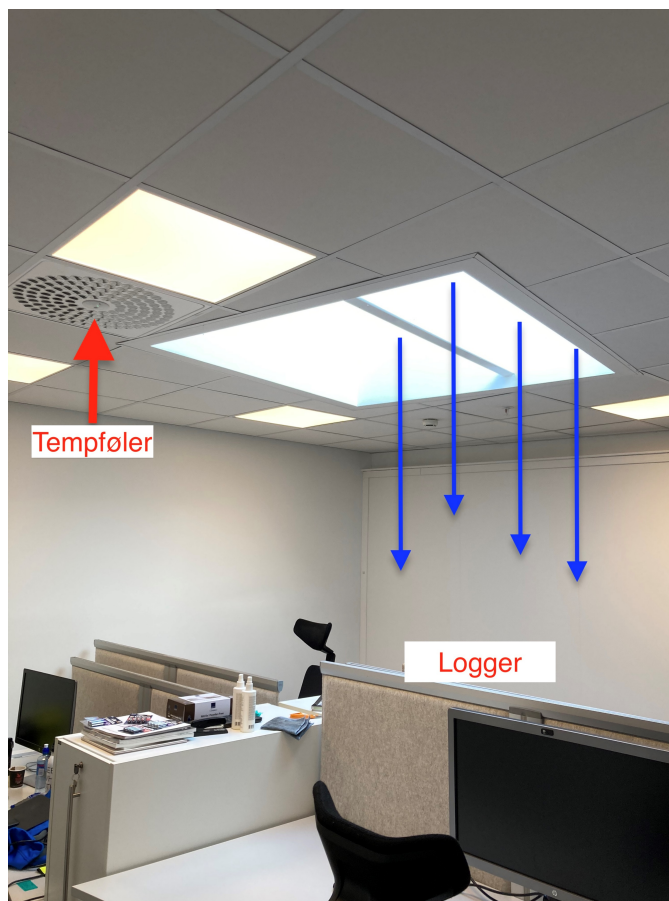
Det ble i tillegg til å måle temperatur ved spesifikke tidspunkt også aktuelt å få en oversikt over hvordan bygget regulerer temperaturen over tid. Vi plasserte loggere av type Easylog EL-USB-2 i ulike typer rom, som målte over 72 timer over en helg. Utendørs var det temperatursvingninger fra 0°C til over 20°C som krever god regulering for å opprettholde jevn innetemperatur. Plasseringer rundt om i bygget ble igjen valgt for å få dekt rom med ulike bruksmønstre og prosjekterte luftmengder (kontor, stillerom, møterom, sosiale soner etc.).

EasyLog EL-USB-2 registrerer temperatur med en oppløsning på 0,5°C og et maksimalt avvik på 0,45°C under gjeldende forhold (Vedlegg 7). Loggere ble plassert i oppholdssone ved hjelp av hyssing fra himling, vist i Figur 18, for å skape best mulig sammenligningsgrunnlag opp mot verdier i SD-anlegget.



Figur 18 - Plassering av temperaturlogger i oppholdssone

Driftsansvarlige ga i tillegg et tips om at det var gitt tilbakemelding om noe lav temperatur på et 4-mannskontor i 2. etasje. Vi la merke til at temperaturføleren plassert i taket kunne ha en noe ugunstig plassering for å fange opp kaldras ned i deler av oppholdssonen, som vist i Figur 19. Vi valgte derfor å logge i dette kontoret, og loggede verdier ble satt opp mot hva føleren hadde registrert.



Figur 19 - Fare for kaldras i oppholdssone

Det ble videre gjennomført målinger ved hodehøyde og ankelhøyde rundt om i bygget for å kontrollere om temperaturdifferansen var høy. Dette kan være en god indikator på opplevd inneklima og om omrøringen fungerer godt.

3.6.3 SFP

Det ble undersøkt om SFP-faktor for bygget ligger innenfor angitte krav. Vi valgte å analysere grafene som er logget så langt i driftsperioden via SD-anlegget. Det finnes ingen funksjon i SD-anlegget for gjennomsnittsmåling, men graf over tid vil gi en pekepinn på hvordan det ligger an så langt og om kravet ser ut til å være oppnåelig.

Det må presiseres at rett før ferdigstilling av oppgaven ble vi gjort oppmerksom på av TUE at kravet til SFP-faktor kun trenger å være innfridd med en luftmengde tilsvarende 75% samtidighet, og at det er tilstrekkelig med en øyeblikksmåling for å dokumentere det. Vi har rett og slett feiltolket kravspesifikasjonen, og dette kommer vi tilbake til i det oppsummerende diskusjonskapittelet. Det må også nevnes at vi ikke hadde nødvendig tilgang til å manipulere systemet på en slik måte at vi kunne belastet vifta med en bestemt luftmengde og målt strømtrekk.

3.6.4 Varmegjenvinningsgrad

For å kontrollere utregningen av temperaturvirkningsgraden til varmegjenvinnere benyttet vi temperatur målt ved tre punkter i aggregatet. Formel benyttet er hentet fra Byggforskserien:

Formel 1 - Temperaturvirkningsgrad

$$\eta_t = \frac{L_t(T_2 - T_1)}{L_{min}(T_3 - T_1)}$$

η_t = Varmevexlerens temperaturvirkningsgrad

L_t = Tilluftsmengde (m³/h)

L_{min} = Minste av tilluftsmengde og avtrekksluftmengde (m³/h)

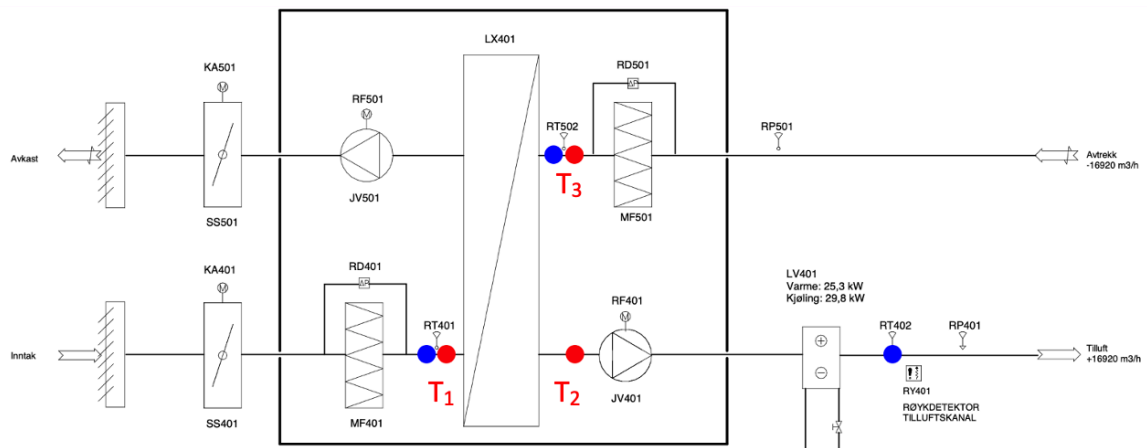
T_1 = Tilluftstemperatur før varmeveksler (°C)

T_2 = Tilluftstemperatur etter varmeveksler (°C)

T_3 = Avtrekkstemperatur før varmeveksler (°C)

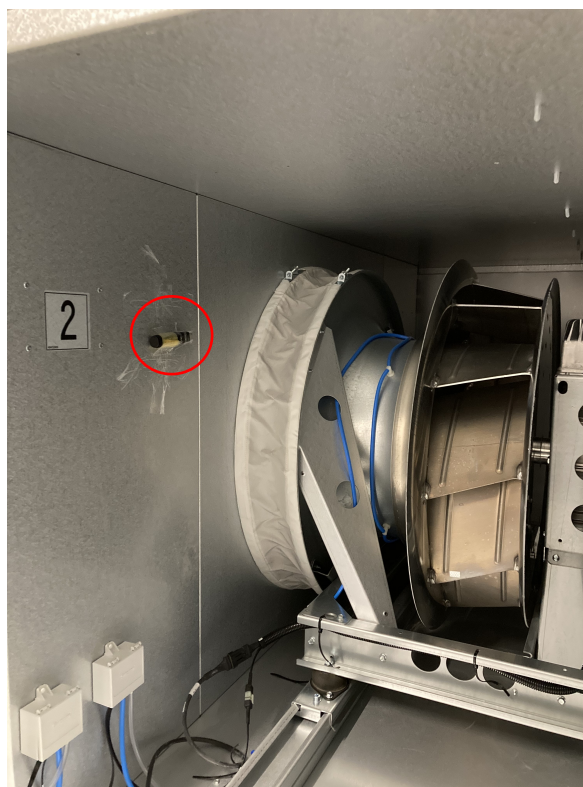
(Schild og Hestad, 2002)

Swegon regner ut virkningsgraden basert på temperaturmålinger ved blå markering på Figur 20. Siden deres temperaturmåling av oppvarmet tilluft (RT402) inkluderer varme tilført fra tilluftsvifte og varmebatteri benytter de egne algoritmer som er testet empirisk. Vi har ikke innsyn i hvordan disse algoritmene fungerer så vi kan ikke etterprøve disse. Det vi heller gjør er å sammenligne deres beregnede virkningsgrad med våre egne utregninger, som er beregnet på den tradisjonelle metoden hvor temperaturen på oppvarmet tilluft måles rett etter varmeveksleren.



Figur 20 - Systembilde fra forprosjekteringen av Multiconsult (Vedlegg 8). Målepunkter er tegnet på.

Våre temperaturer er målt ved rød markering i Figur 20. T1 og T3 kan leses av i SD-anlegget, men T2 måles med egen USB-logger plassert utenfor viftekammeret etter Figur 21. I praksis betyr det at eventuelle forskjeller mellom våre verdier for varmegjennvinningsgrad og verdiene som oppgis i SD-anlegget kun avhenger av differansen på målt tilluftstemperaturer etter gjenvinning. USB-loggeren ble programmert til å logge temperatur hvert 30. sekund.



Figur 21 - Plassering av temperaturlogger for oppvarmet tilluft i aggregat 360.003

Vi registrerte i SD-anlegget før måling at varmegjenvinneren på aggregat 360.003 gikk på kun 12% pådrag på grunn av at temperaturen utendørs lå på ca. 14°C. Lokalene hadde tilstrekkelig

god innetemperatur, så for å øke pådraget på varmeveksleren til 100% satte vi nedre bør-verdi på tilluftstemperatur opp fra 16°C til 18°C i tidsrommet fra 13:00 – 13:10.

På lik linje som med SFP-faktoren ble også alle logger av varmegjenvinningsgrad gått gjennom via SD-anlegget.

3.6.5 Luftmengdemodellering

Vi ønsket å dokumentere hvordan et sone-VAV på avtrekk og de aktive tilluftsventilene i bygget ville reguleres etter økt luftmengdebehov på sonenivå, og samtidig se hvordan viftepådraget samspilte med sonespjeldet og kanaltrykk giver. Vi fant ut at sonespjeld ikke kan manipuleres via SD-anlegget eller at hadde trendkurver å lese av. Det medfører at vi valgte å se på regulering på romnivå og i aggregatet, uten å gå inn på prosessen i mellomleddene.

3.6.6 Oppstartssekvens på aggregatet

Aggregatets oppstartssekvens ble undersøkt for å sjekke om den stemmer overens med kravet som er satt til rekkefølgen på hva som skal starte først og sist. Vi testet med å skru aggregat 360.003 av og på via SD-anleggets digitale AV/PÅ/AUTO-bryter. Videre dokumenterte vi oppstarten både visuelt og via håndterminalen på aggregatet. Våre funn ble tolket i samarbeid med Swegon.

4 Resultater og diskusjon

I dette kapittelet presenterer vi resultater av tre ulike typer. Innledningsvis har vi listet opp alle måleresultater fra test av ventilasjonsanlegg og inneklime sammen med tilhørende punkter fra kravspesifikasjonen som omhandler disse. Videre følger punkter fra kravspesifikasjonen som vi har valgt å analysere og diskutere rundt, uten at det er utført spesifikke tester tilknyttet disse. Til slutt presenterer vi innhentet data i form av intervju og spørreundersøkelse.

Som nevnt tidligere under 1.5 «Oppgavens oppbygging» har vi valgt å drøfte noe rundt enkelte av resultatene i dette kapittelet. På dette viset mener vi at rapporten blir ryddigst, og vi har muligheten til å fokusere på de store sammenhengene i det oppsummerende diskusjonskapittelet.

4.1 Resultater fra bygget opp mot krav

I denne delen presenteres resultater og funn fra fullskala-testen forankret i krav fra kravspesifikasjonen.

4.1.1 CO₂

Fra kravspesifikasjon (Vedlegg 1, s.4): «Foruten byggeforskrift (TEK 17) med veiledning legges også arbeidsmiljølovens forskrifter og veiledninger bl.a. veiledning nr. 444” Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen” til grunn.»

På bakgrunn av dette og arbeidstilsynets nr. 444 (2016), som har en anbefalt norm om å holde CO₂-konsentrasjonen under 1000 ppm, har vi lagt følgende resultater til grunn:

Våre målinger av CO₂ på en rekke ulike rom er vist i Tabell 5. Tallene indikerer at luftkvaliteten på bygget er tilfredsstillende og innenfor faglige normer.

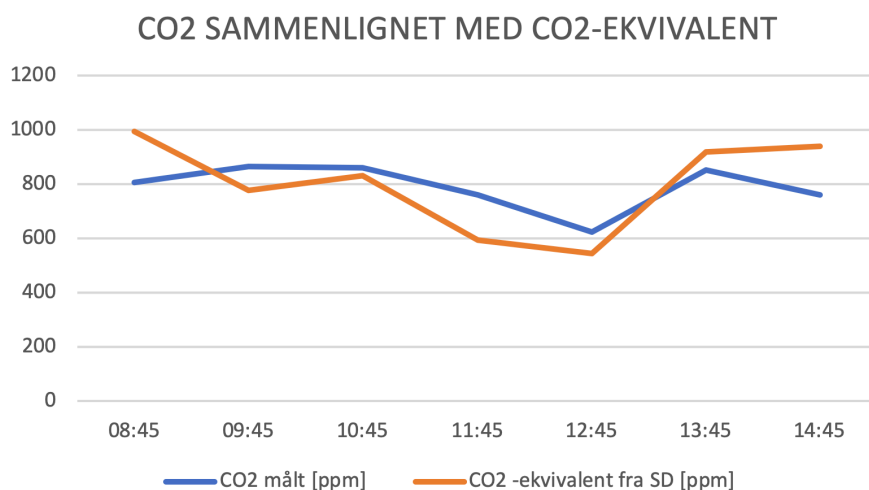
Tabell 5 – CO₂-verdier, mandag 19. april

Rom	CO ₂ opphold [ppm]	CO ₂ avtrekk [ppm]	Kommentar	Klokkeslett
T02.11D	457	500	Ingen til stede Kjøling på	11:11
T02.10B	476	498	Ingen til stede	11:14
T02.11a	480	488	Ingen til stede	11:20
T02.15C.3	471	493	Ingen til stede	11:24
T02.21C.2	499	493	Ingen til stede	11:27
T01.17A.2	500	680	1 Til stede Åpen dør	11:35
T01.11A	509	513	2 til stede	11:40
T01.12C	468	561	Ingen til stede	11:44

To av disse rommene, T01.12C og T02.11D, reguleres blant annet etter CO₂-ekvivalent.

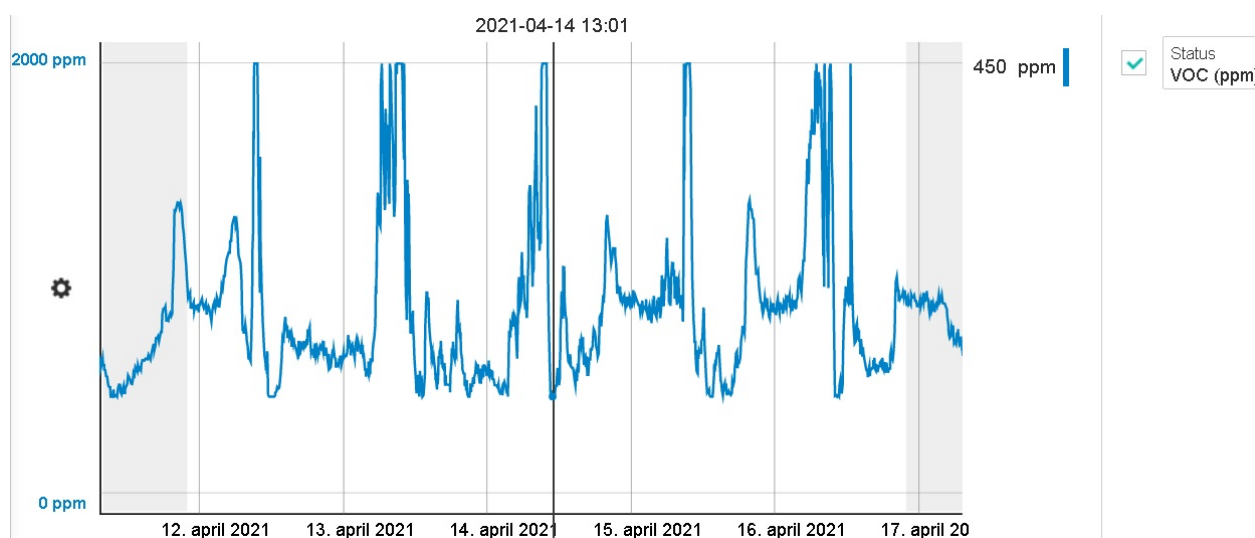
Opp mot våre målinger ved avtrekksrist registrerte SD-anlegget 718 ppm i T01.12C som gir et avvik på 157 ppm. Det andre rommet registrerte 540 ppm, som gir et avvik på 40 ppm.

Måleresultatene fra møterommet vi oppholdt oss i tirsdag 20.04, er presentert i Figur 22. Vi ser at CO₂-ekvivalenten og CO₂-føleren følger hverandre til en viss grad, men vi ser også at CO₂-ekvivalent har en større variasjon gjennom dagen. Våre CO₂-målinger har en differanse på 241 ppm mellom høyeste og laveste verdi. CO₂-ekvivalenten i WISE-systemet har en differanse på 452 ppm i samme tidsrom.



Figur 22 - CO₂ sammenlignet med CO₂-ekvivalent i møterom ved bruk

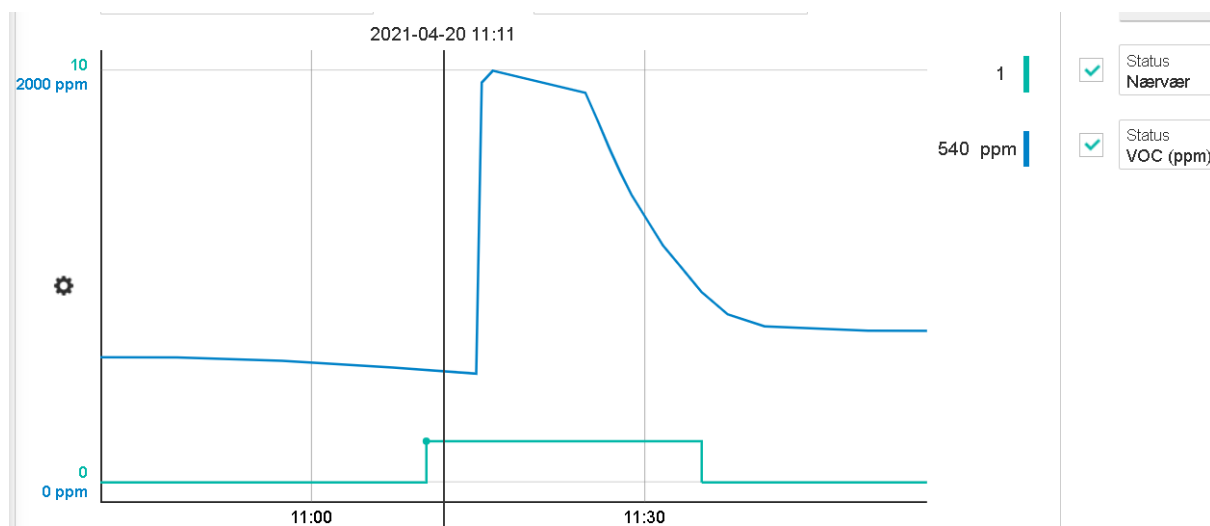
I kantine på formiddagen mandag 19.04 viste det seg at SD-anlegget registrerte maksverdien 2000 ppm. Våre CO₂-målinger viste 507 ppm i oppholdssonen i samme tidsrom. Logg vist i Figur 23 viser at dette er gjentakende, og at kantinen registrerte alarmer med høye CO₂-verdier hver dag i uken før. Store hopp i estimert CO₂-verdi fra VOC-føleren gjør at også luftpådraget og bør-verdien for luftmengder endrer seg mye. Da dette er et rom med store luftmengder, kan dette påvirke energiforbruket i aggregatet.



Figur 23 - CO₂-ekvivalent i kantine over flere dager (fra SD-anlegg)

På det laveste ble det registrert 450 ppm i kantina 14. April kl. 13:01, som også er minimumsverdien (vist ved vertikal svart linje i Figur 23). Det betyr at CO₂-ekvivalenten varierer med godt over 1000 ppm på daglig basis.

Da vi tok CO₂-målinger i rom T02.11D ble det også utløst alarm på dette rommet ved at CO₂-ekvivalenten brått ble estimert til maksverdi 2000 ppm. Dette møterommet er dimensjonert for store møter, og vi var to personer til stede i ca. to minutter. Figur 24 viser logg av hendelsen.



Figur 24 - Alarm utløst grunnet CO₂-estimat i rom T02.11D. Hentet fra SD-anlegget.

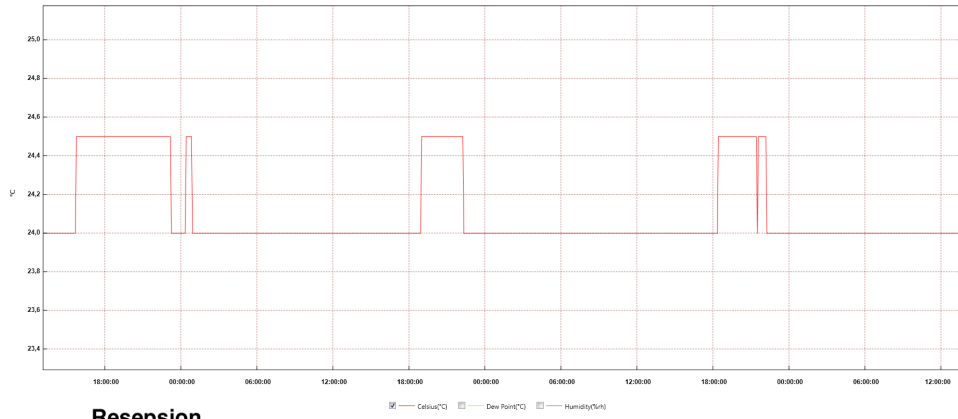
Ut ifra kravene angitt i kravspesifikasjonen er luftkvaliteten på bygget tilfredsstillende. Vi finner ingen tilfeller hvor CO₂-verdiene nærmer seg den anbefalte normen om å holde konsentrasjonen under 1000 ppm. Derimot avviker CO₂-ekvivalenten ved flere tilfeller fra våre CO₂-målinger, uten at dette direkte kan kobles til beskrivelser i kravspesifikasjonen.

4.1.2 Temperatur

Fra kravspesifikasjonen (Vedlegg 1, s.9): «Temperaturen i lokalene ligger på 22°C hele året, men avvik tolereres opp mot 26°C om sommeren (maks 24°C om vinteren) og en minimumstemperatur sommer og vinter på 21°C».

Da kravene ovenfor er oppgitt som operative temperaturer og vi hadde fått tips av driftsansvarlig om at noen av brukerne hadde omtalt arbeidsplassen som kjølig, ble det aktuelt å foreta diverse temperaturmålinger på bygget. Resultatene som ble innhentet er presentert nedenfor:

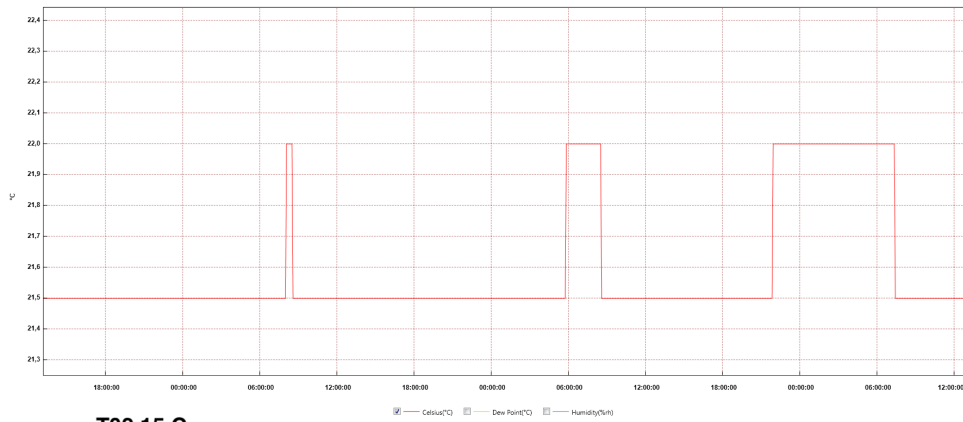
USB-loggere som ble plassert rundt om i bygget med formål om å måle temperaturnivåene over 72 timer har registrert data presentert i Figur 25 til og med Figur 29. Grafene er hentet fra EasyLog sin programvare.



Resepsjon

From: fredag 16. april 2021 13.05.35 - To: mandag 19. april 2021 13.54.11

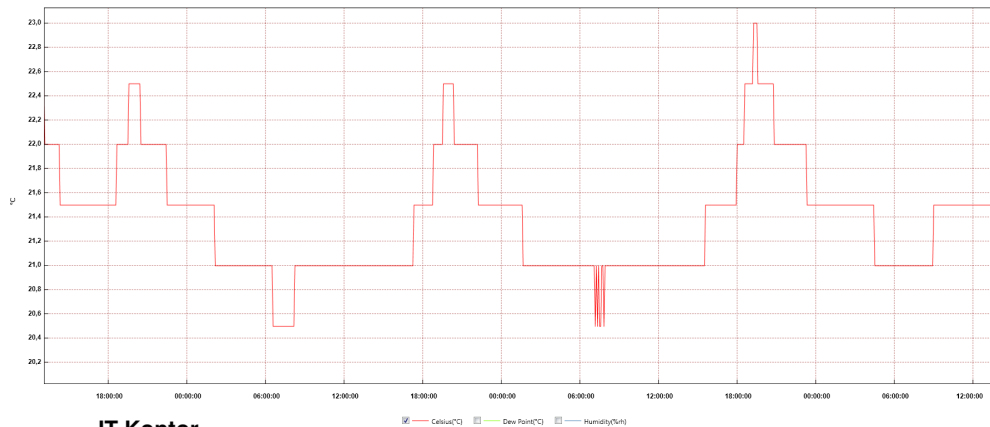
Figur 25 – Temperaturlogg fra resepsjon



T02.15.C

From: fredag 16. april 2021 13.08.08 - To: mandag 19. april 2021 13.46.39

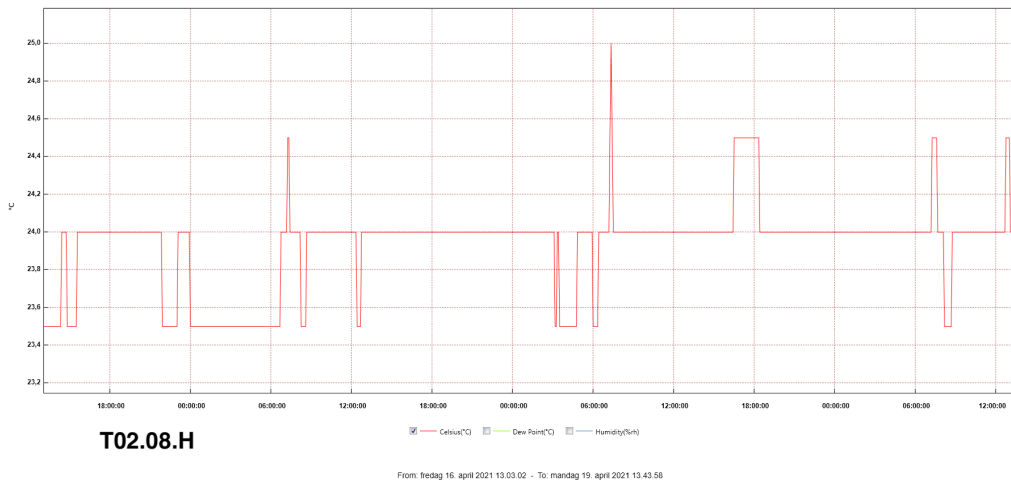
Figur 26 – Temperaturlogg fra T02.15.C



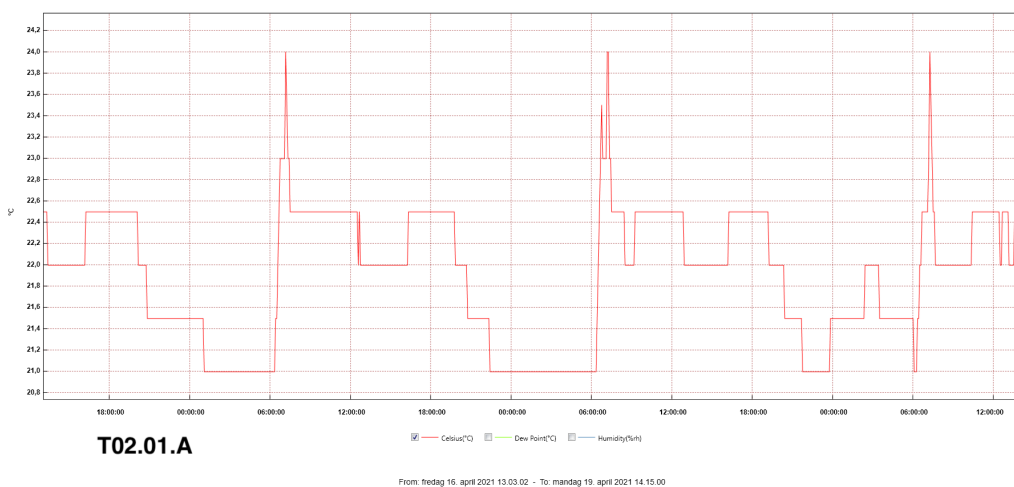
IT-Kontor

From: fredag 16. april 2021 13.05.34 - To: mandag 19. april 2021 13.55.00

Figur 27 – Temperaturlogg for IT-kontor

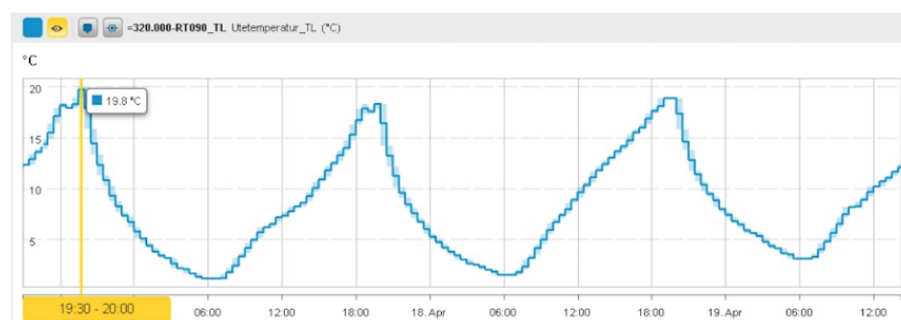


Figur 28 – Temperaturlogg for T02.08.H



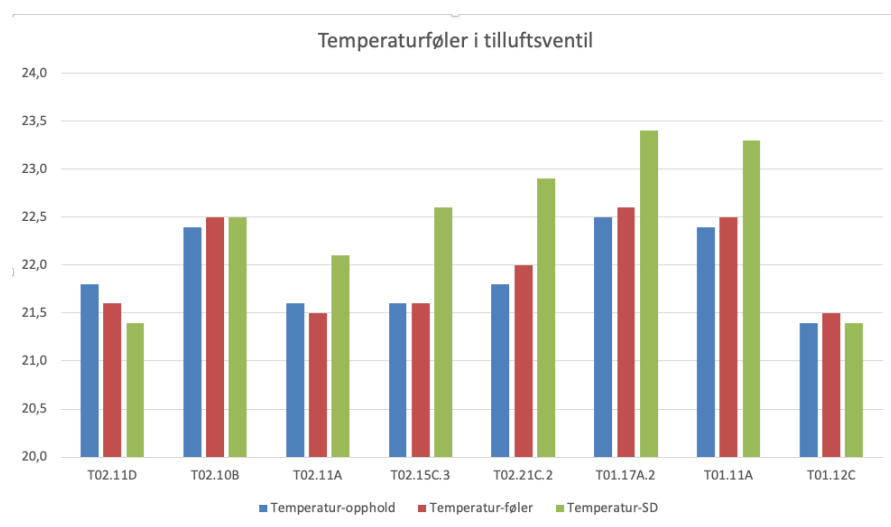
Figur 29 – Temperaturlogg for T02.01.A

Vi ser at temperaturen innendørs ikke svinger nevneverdig, og at temperaturene stort sett holder seg innenfor et spenn på 2°C. Det som er verdt å bemerke seg er at temperaturen i resepsjon og i rom T02.08.H ligger jevnt ved 24°C, selv om det er helg og rommene ikke er i bruk. Med tanke på at utetemperaturen er ned mot 0°C på natten, vist i Figur 30, fremstår dette som et unødvendig energiforbruk når målet er å ligge på 22°C i bygget. Det tillates også en temperaturoffset på $\pm 2,5^\circ\text{C}$ når rommene er i fraværsmodus, som betyr at det alternativt kunne vært 20°C innendørs hele denne helga.



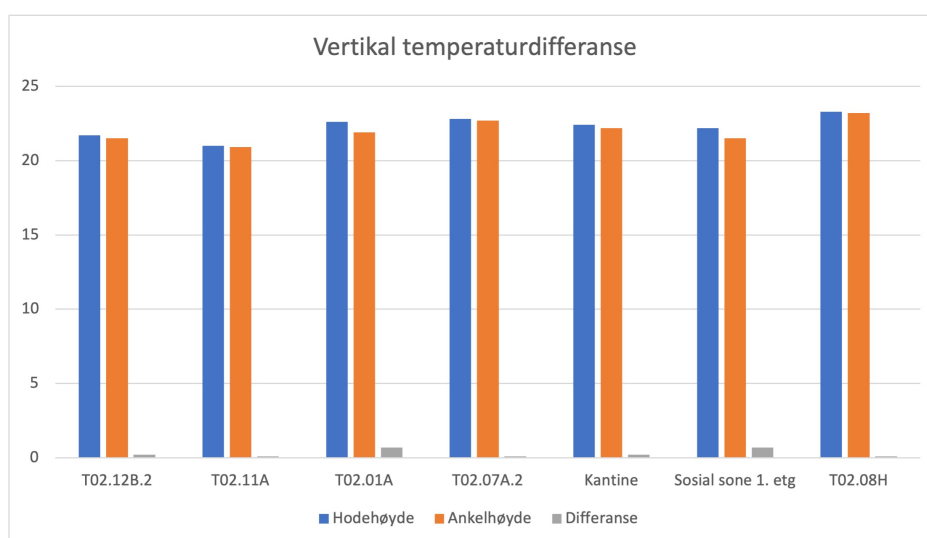
Figur 30 - Utetemperatur over helgen vi logget innetemperat. Hentet fra SD-anlegget.

Ved test av temperaturfølere som er integrert i tilluftsventiler rundt om i bygget, antyder Figur 31 at måten Swegon estimerer omgivelsestemperatur i oppholdssonen ikke alltid fungerer optimalt. Målingene vi foretok viser til gode temperaturer i oppholdssonen, men at temperaturføleren i tilluftsventilen ikke klarer å fange opp dette. Man ser at *Temperatur-SD* markert i grønt ligger over *Temperatur-opphold* markert i blått på en rekke rom, og at den i halvparten av rommene stemmer best med temperaturen som er målt i takhøyde. Særlig kan man bemerke seg rom T02.21C.2 som har et avvik på 1.1°C.



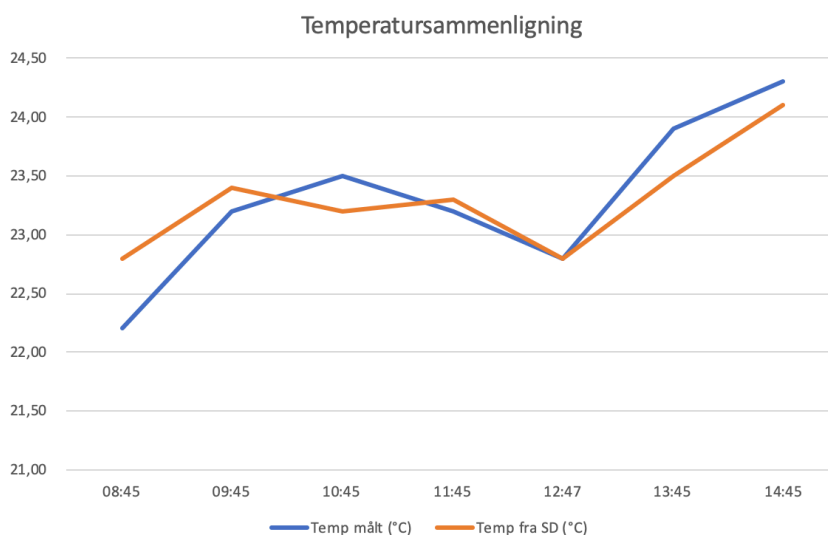
Figur 31 - Temperaturføler i tilluftsventil sammenlignet med våre målinger

Resultatene på måling av vertikal temperaturdifferanse i Figur 32 viser til små differanser, som etter Figur 5 tilsier at misnøye ikke vil forekomme på dette grunnlaget. Høyeste differanse målt er 0,7°C i sosial sone og på rom T02.01A. Dette vitner om god omrøring.



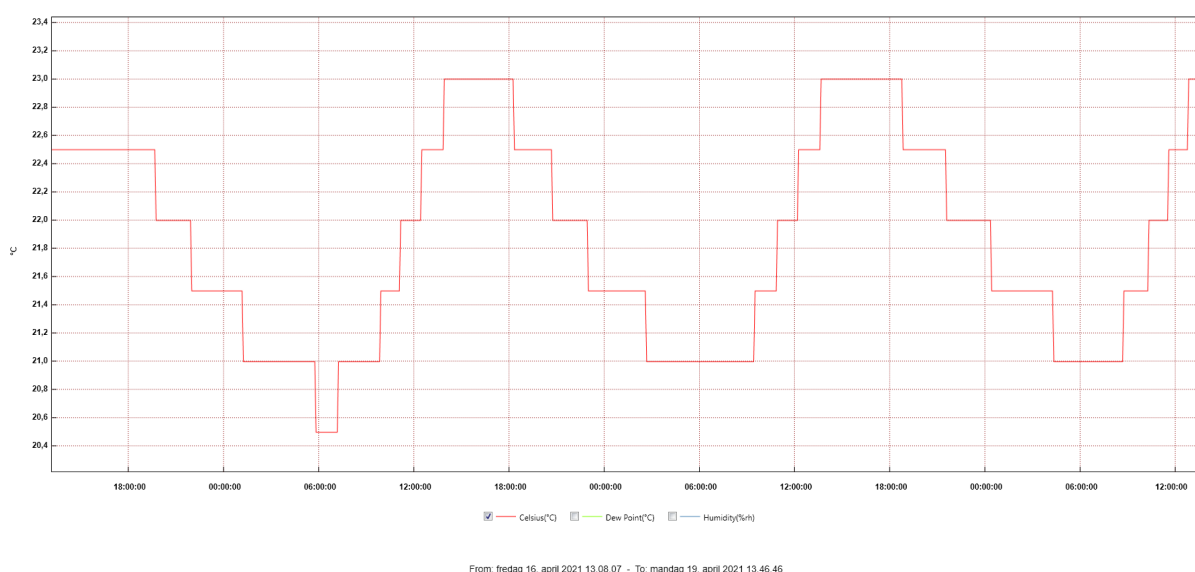
Figur 32 - Vertikal temperaturdifferanse

Målinger av temperatur i oppholdssone på møterom T02.12B.2 hver time igjennom en hel arbeidsdag er vist i Figur 33. Rommet var som nevnt belastet med 3 personer, og høyeste avvik fra verdiene i SD-anlegget er på 0,6°C ved første måletidspunkt. Videre utover dagen følger grafene hverandre tett, og temperaturføleren ser ut til å estimere temperaturen i oppholdssonen godt på dette rommet.



Figur 33 - Temperatursammenligning mellom oppholdssone og temperaturføler

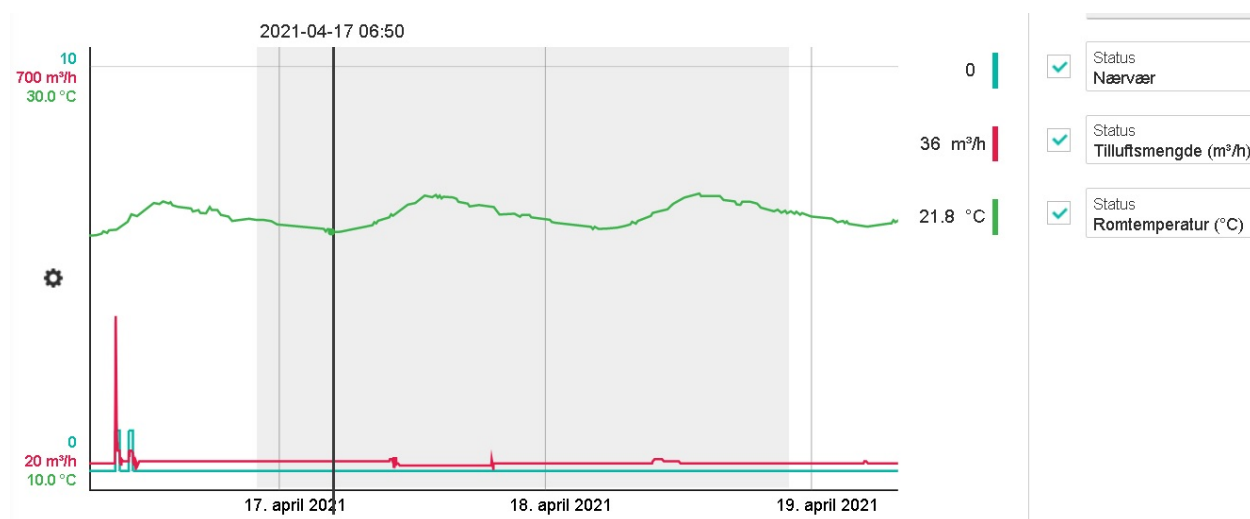
Basert på tilbakemeldingene fra ansatte om mulig kaldrasproblematikk på kontor i 2. etasje logget vi temperaturer i oppholdssonen over 72 timer. Grafen er presentert i Figur 34.



Figur 34 - Temperaturlogg av kontor med kaldras, fra EasyLog programvare

Temperaturen svinger mellom 20,5°C og 23°C. Det er i seg selv helt naturlig da utetemperaturen fra natt til dag hadde en endring på ca. 20°C og det ikke var registrert tilstedeværelse på kontoret som ventilasjonsanlegget ville ha kompensert for.

Det interessante er å se hvilke temperaturer SD-anlegget har logget i samme periode, og om den integrerte temperaturføleren i tilluftsventilen klarer å fange opp temperaturen i den noe utfordrende oppholdssonen. Figur 35 viser denne temperaturloggen.



Figur 35 Temperaturlogg fra 4-mannskontor med kaldras, hentet fra SD-anlegget.

Den integrerte temperaturføleren måler 21,8°C på det laveste, og 23,7°C på det høyeste. Det betyr at våre målinger registrerer 1,3°C lavere temperatur på det kaldeste tidspunktet, og temperaturføleren i rommet registrerer 0,7°C høyere temperatur på det varmeste tidspunktet. Begge grafene varierer altså stort sett med ca. 2°C, men temperaturføleren mener det er varmere i rommet enn USB-loggeren i oppholdssonen gjør.

Vi fant ingen temperaturer på bygget som avviker fra krav i brukstid. Det vi derimot kan si er at vi ved flere tilfeller av temperaturmåling i rom ved oppholdssone og tilluftsventil registrerer en lavere temperatur enn hva anlegget sin integrerte temperaturføler gjør.

4.1.3 Varmegjenvinning

Fra kravspesifikasjonen (Vedlegg 1, s. 3): «Bygget kan oppnås med en varmegjenvinningsgrad på 82%» mens det nevnes videre på side 14 at «Krav til roterende varmegjenvinner 82%. Kryssveksler 55%».

Vi undersøkte om det kan se ut til at kravet er oppnåelig så langt i driftsperioden. Ganske raskt ble det tydelig at loggene ikke har noen funksjon for gjennomsnittsverdier, og at det er problematisk å estimere en virkningsgrad over lang tid. I tillegg har kun 4 av 7 aggregat tilgjengelig loggdata i SD-anlegget og disse er representert i Figur 36 på neste side.

Det vi ser fra disse grafene er at varmegjenvinningsgraden naturlig nok varierer etter pådraget til den roterende varmegjenvinneren. Alle roterende varmegjenvinnere klarer å holde kravet om 82% i gjenvinningsgrad når de går på maks, men problemet er at de ikke holder 82% eller høyere når pådraget til gjenvinneren er lavere enn 100%. Det vil ikke alltid være et behov for maks pådrag for å lukke avviket i reguleringsløyfen.



Figur 36 - Loggrafer av varmegjenvinningsgrad fra SD-anlegget

Det nevnes også i kravspesifikasjonen (Vedlegg 1, s. 23): «Gjenvinnerytelse målt med reelle temperaturer.»

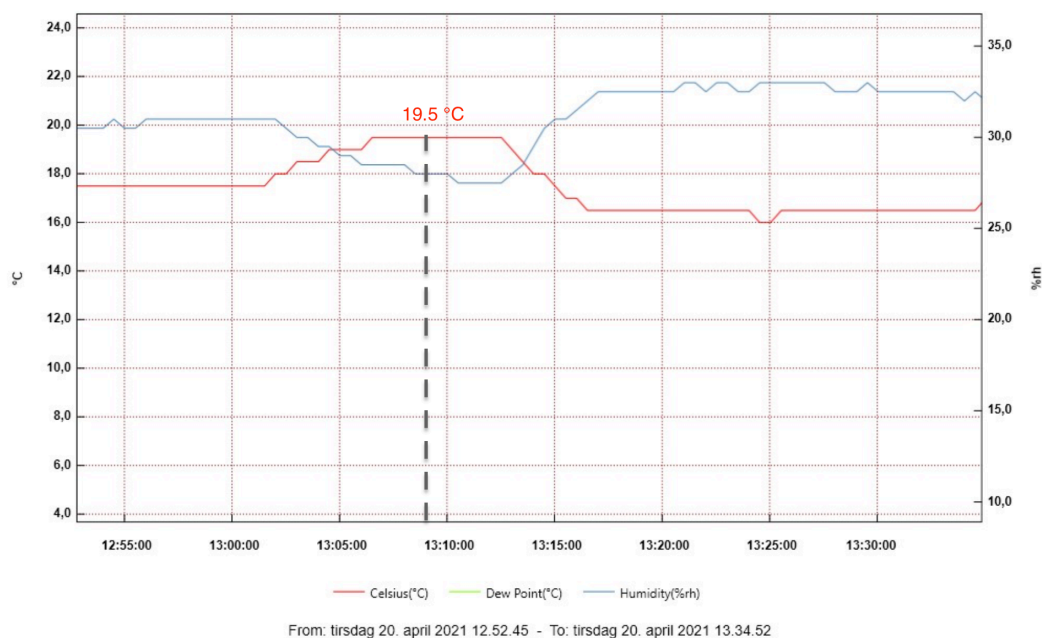
Dette kravet er ikke oppfylt ved at algoritmiske utregninger blir benyttet. Derfor tok vi en nærmere titt på dette.

Klokken 13:09 mandag 19.04 gikk varmegjenvinneren på 100% og det var 0% pådrag på varmebatteriet. Tabell 6 gjengir registrerte verdier fra SD-anlegget.

Tabell 6 - Avlest temperaturvirkningsgrad ved gitte forhold

Temperaturvirkningsgrad	Tilluft	Avtrekk	T1 (Tilluft før varmegjenvinner)	T3 (Avtrekk)	T2 (Tilluft etter EC-vifte og varmebatteri)
81.2 %	13660 m ³ /h	12920 m ³ /h	13.7°C	22.1°C	20.8°C

Vår temperaturlogger T2 som var plassert rett etter varmegjenvinner målte stabilt 19.5 °C på dette tidspunktet og over flere minutter, vist i Figur 37.



Figur 37 - Målt tilluftstemperatur utenfor viftekammeret

Dette viser at temperaturloggeren måler 1.3°C kaldere enn hva aggregatets temperaturføler registrerer etter vifta og varmebatteriet.

19,5°C gir følgende temperaturvirkningsgrad for varmeveksleren ved bruk av Formel 1:

$$\eta_t = \frac{L_t(T_2 - T_1)}{L_{min}(T_3 - T_1)} = \frac{13660 * (19,5 - 13,7)}{12920 * (22,1 - 13,7)} = 73,0\%$$

Det kan finnes to forklaringer på dette avviket. Enten så måler vårt måleutstyr en lavere temperatur enn hva den reelle temperaturen er, eller så beregner algoritmene til Swegon at oppvarmet tilluft uten bidrag fra vifta er høyere enn reelt.

Det må presiseres at USB-loggeren har en oppløsning på 0,5°C, som kan utgjøre flere % i avvik. Likevel må temperaturen være ca. 20,1°C for å nå en virkningsgrad på over 81%. Uten å måle eksakt tilført varme fra tilluftsvifta er det problematisk å anta hvilken temperaturføler som måler mest riktig i dette tilfellet.

Det vi kan fastslå er at om temperaturen etter varmeveksleren er 20,1°C og tilluftsvifta øker temperaturen med 0,7°C, så fungerer algoritmene som tiltenkt.

4.1.4 SFP

Fra kravspesifikasjonen (Vedlegg 1, s.14): «Krav til spesifikk vifteeffekt, SFP-faktor (kW/(m³/s) 1.5 max.»

På bakgrunn av dette kravet presenterer vi på neste side, i Figur 38, trendkurvene av SFP-faktor for perioden siden oppstart frem til 26.04.2021.



Figur 38 - Tilgjengelige trendkurver for SFP-faktor

I skrivende stund ser det ut til at aggregatene som omfatter rehabiliteringsprosjektet skal klare å oppnå kravene fra kravspesifikasjonen med god margin under gitte forhold. Alle aggregatene ligger stort sett stabilt under kravet. Uten at vi vet årsaken til at aggregat 360.005 og 360.007 har oppnådd en høy SFP-verdi på 4,25 og 3,9 tidlig i prøvedriftsperioden, er det verdt å påpeke. På samme vis som med trendkurver for varmegjenvinningsgrad har vi ingen gjennomsnittsfunksjon å benytte oss av.

4.1.5 SD-Anlegg

Fra kravspesifikasjon (Vedlegg 1, s.20): «Det installeres et komplett bygningsautomatiseringsanlegg (BAS, SD, toppsystem) med automatikk, utstyr og programvare for sentral styring og driftskontroll av samtlige tekniske anlegg og bygningstekniske installasjoner.»

Uten at det fremgår tydelig om dette kravet er oppfylt eller ikke, er byggets SD-anlegget delt opp i tre forskjellige brukergrensesnitt. SuperWISE inneholder oversikt og kontrollen over romkontroll, Sauter inneholder oversikt over varmeanlegget og ventilasjonsaggregatene, og GOLD har egen Web-server og håndterminal for aggregatene.

Sauter er tiltenkt som hovedgrensesnitt, hvor det linkes videre til SuperWISE og der igjen videre til GOLD-servere. Under samtale med driftsansvarlig kom det frem at de ikke var spesielt fornøyd med hvordan SD-anlegget er oppdelt og at de skulle sett at SD-anlegget ble utført med ett felles grensesnitt.

Fra kravspesifikasjonen (Vedlegg 1, s. 21): «Samtlige analoge og digitale signaler vil ha trendlogging. Oppløsning og loggfrekvens i minimum; - Minuttverdier for de 5 seneste timene- 5 minutter for de seneste 5 døgn - Timesverdier for de 5 seneste døgn - Døgn verdier for hver måned samt for helår.»

Når det gjelder kravene for trendkurver og logging ser vi at SuperWISE tilbyr en høyere oppløsning enn det kravspesifikasjonen forespør. Alle noder og fiktive kalkulasjonspunkt sender oppdatering ved endring, og i tillegg er polletiden på 10 minutter. I GOLD sine logger kan man også gå måneder tilbake i tid og benytte seg av en oppløsning ned mot 30 sekunder. Vi ser derimot at Sauter ikke oppfyller de samme kravene. Den laveste oppløsningen vi får når vi skal se på logg av utendørstemperaturen er 30 minutter (se Figur 30).

Fra kravspesifikasjon (Vedlegg 1, s.21): «Alarmlisten for alarmer bygges opp med en struktur der byggnavn, alarmprioritet, dato og tid, en forklarende alarmtekst (på norsk), komponentbenevnelse, samt alarmstatus fremkommer».

I tillegg nevnes det: «Alarmene vil ha tre (3) prioriteter slik at en kan skille på viktigheten av alarm. Endelig oppsett for alarmprioritet utarbeides i felleskap mellom entreprenør og driftspersonale.»

Alarmbehandling blir godt beskrevet i kravspesifikasjonen. Det kommer tydelig fram hvordan alarmer skal presenteres og ved undersøkelse i bruker-grensesnittet ser man at alarmene ligger i en tydelig kronologisk rekkefølge. De fleste kravene som er satt i kravspesifikasjonen ser ut til å bli dekt i alarmlisten. Samtidig ser det ikke ut til at alarmlisten har en spesifikk komponentbenevnelse, men at kun romnavn der alarmen har gått blir presentert i listen, se Figur 39. Denne funksjonen kan bli nyttig i store rom med flere like følere for at drifter eller annen ansvarlig skal ha mulighet til å se hvor i det aktuelle rommet alarmen er utløst.

Prior.	Nr.	Navn	Utløst	Tilbakestillt	Objekt
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-04-19 11:43	2021-04-19 13:50	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-04-18 19:17	2021-04-18 21:18	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-04-17 19:33	2021-04-17 20:34	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-04-16 19:58	2021-04-16 20:14	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-03-05 04:59	2021-03-05 07:16	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-03-05 00:12	2021-03-05 00:12	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-03-04 23:17	2021-03-04 23:40	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-03-04 20:36	2021-03-04 20:36	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-03-04 18:16	2021-03-04 18:20	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-03-02 20:31	2021-03-02 20:31	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-02-28 22:11	2021-02-28 22:27	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-02-28 19:34	2021-02-28 19:38	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-02-17 16:24	2021-02-17 16:39	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-02-17 12:22	2021-02-17 15:48	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-02-14 18:14	2021-02-15 11:24	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1
1	34	Romtemperatur over beredteri	2021-02-14 14:57	2021-02-14 14:58	360.002 > Plan 2 > TD2.17A.2 - Kontor 1

Figur 39 – Alarmhistorikk fra SD-anlegget

Det er viktig å presisere at kravspesifikasjonen nevner; «Endelig oppsett for alarmprioritet utarbeides i felleskap mellom entreprenør og driftspersonale». I skrivende stund er bygget under prøvedrift, og det ble klart for oss at det fremdeles foregår møter for å avtale endelig oppsett for alarmprioritering (se kapittel 4.4 Intervju).

4.1.6 Oppstartssekvens aggregat

Fra kravspesifikasjon (Vedlegg 1, s.23): «Fraluftsvifte starter modulerende til redusert luftmengde når fraluftsspjeld har åpnet. Varmegjenvinner styres mot maks. Varmegjenvinning. Anlegget går i 90 sek. før inntaksspjeld åpner. Tilluftsvifte starter modulerende til redusert luftmengde når inntaksspjeld har åpnet. Anlegget går deretter over til normaldrift.»

Da denne beskrivelsen fremstår som den mest detaljerte i vår del av kravspesifikasjonen, var dette noe vi ønsket å teste i praksis. Disse resultatene ble innhentet:

Da vi restartet aggregatet observerte vi at avkast- og tilluftsspjeldet åpner samtidig. Deretter starter roterende varmegjenvinneren og styres mot maks. Etter roterende varmegjenvinner når 100% pådrag starter avtrekksviften modulering i 60 sekunder før tilluftsviften starter. Deretter går aggregatet i normaldrift. Det er imidlertid ikke mulig og åpne eller lukke spjeldene hver for seg da de er koblet til samme utgang. Dette ble bekreftet av Rune Sumstad ved aggregatavdelingen hos Swegon (telefonsamtale, 28.04.21).

4.1.7 Regulering

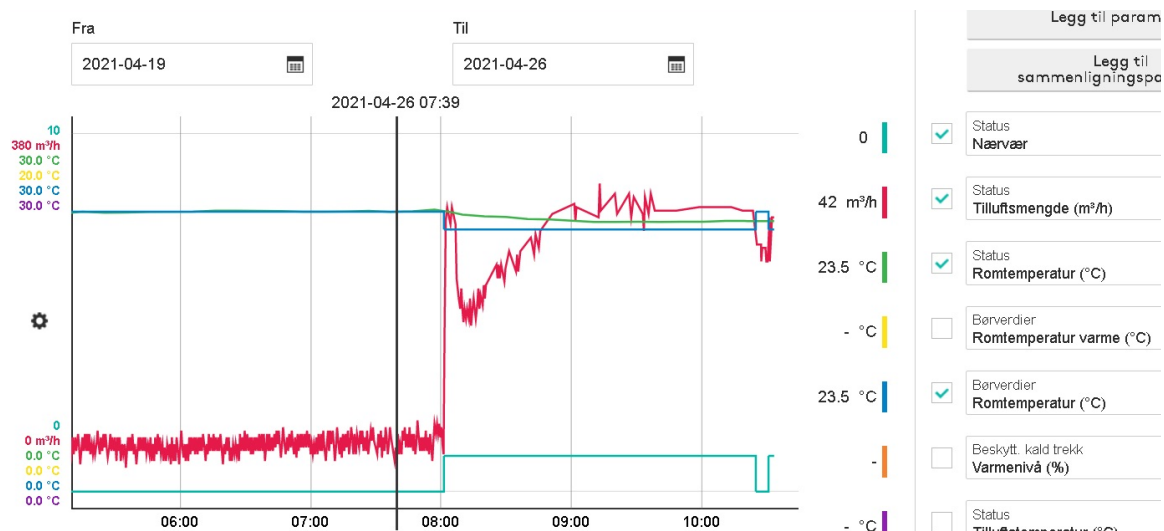
Fra kravspesifikasjonen (Vedlegg 1, s.10): «All luftmengderegulering er basert på tilstedeværelse, CO₂ og temperatur. Alle set-punkt-verdier for temperatur, CO₂ og lignende betjenes via SD-anlegg.»

Det er noe utydelig om det kreves at både tilstedeværelse, CO₂ og temperatur skal regulere luftmengdene i samtlige rom, eller om kun én av delene kan benyttes. Om så er tilfelle, har vi erfart at alle luftmengdereguleringer er behovsstyrt etter minst 2 av disse parameterne.

Videre presenterer vi et tilfelle hvor romtemperaturen er høy over en hel helg, samtidig som varmepådraget i aggregatet går kontinuerlig og rommet må kjøles ned på mandags morgen. Vi har ikke fokusert spesielt på energibruk og energiberegninger, men ser på denne reguleringen som relevant opp mot god drift av bygget.

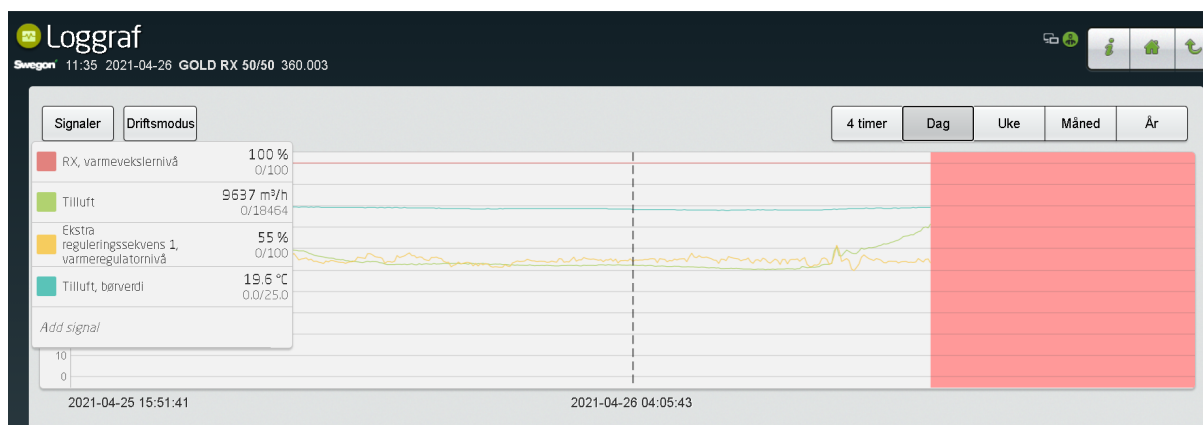
I Figur 40 ser vi trendkurver fra 4-mannskontoret T02.10A på en mandags morgen. Før tilstedeværelse legger man merke til at bøvverdien til romtemperaturen ligger på 23,5°C. Rett etter at status endres til nærvær går bøvverdi ned og romkontrollen begynner å regulere

tilførselen av underkjølt luft for å senke temperaturen. Romtemperaturen holdes forholdsvis høy ved lave utetemperaturer over en helg, og rommet må kjøles ned igjen ved tilstedeværelse.



Figur 40 - Trendkurver av møterom T02.10A

Videre, i Figur 41, ser man trendkurver fra det tilknyttede ventilasjonsaggregatet 360.003 samme natt. Vi ser at det er logget 100% pådrag på varmeveksleren og 55% pådrag til varmebatteriet klokken 04:05 på natten. Det fremgår også av grafen at det er noe likt pådrag frem til dette tidspunktet.



Figur 41 - Trendkurve som viser gjenvinnerens pådrag og varmepådrag over helg

4.2 Øvrige elementer fra kravspesifikasjonen

I denne delen vil vi presentere utdrag fra kravspesifikasjonen som vi mener bør sees nærmere på, men som vi ikke klarer å sette opp mot resultater fra fullskala-testen. Vi vil derimot senere diskutere rundt disse punktene med bakgrunn i resultater fra intervju og spørreundersøkelsen. Punktene er som følger:

«Nattsenking skal kunne urstyres og være tilgjengelig for overstyring via SD-anlegg»
(Vedlegg 1, s.24).

Da nattsenking i bygg av denne typen kan sørge for vesentlige energisparinger over lenger sikt, mener vi at dette er en viktig del å beskrive bedre enn det som er gjort her. Vi ble derimot informert av driftsansvarlig på bygget at nattsenking ikke er igangsatt. Dette gjorde det vanskelig for oss å undersøke dette punktet på fullskala-test.

«Foreløpige beregninger viser at bygget kan oppnå Energiklasse A» (Vedlegg 1, s.3).

Det nevnes at bygget kan oppnå energiklasse A, uten at det nevnes noe om tilsvarende oppvarmingskarakter bygget vil oppnå. Som nevnt i teoridelen vil energimerking totalt sett bestå av én energiklassekarakter og én oppvarmingskarakter. Grunnet tidsaspekt og relevans opp imot problemstilling var det ikke aktuelt for oss å undersøke om bygget faktisk har oppnådd energiklasse A, men vi velger samtidig å presentere punktet for å diskutere rundt dette videre. Her er også bruken av ordet “kan” sentralt.

«Oppfølging av energiforbruket samt driften av bygget forutsettes å skje optimalt, uten at det går ut over innemiljøet, uavhengig av hvem som er ansvarlig for drift/energiforbruk»
(Vedlegg 1, s.11).

Da byggeprosjektet prøver å tilstrebe lavt energiforbruk og nytenkning av energiløsninger synes vi det er spesielt at totalentreprenøren ikke legger mer fokus på dette i kravspesifikasjonen. Det er ikke lett for oss å tolke verken «forutsettes å skje optimalt» eller «uavhengig av hvem som er ansvarlig for drift/energibruk». I tillegg nevner ikke kravspesifikasjonen noe angående eventuelle BREEAM-poeng for energi.

Det nevnes derimot på side 25 i kravspesifikasjonen at prosjektet skal inneholde et «Energioppfølgingssystem (EOS)», og side 22 gir en tydelig beskrivelse av energimåling på bygget (Vedlegg 1). Hvorfor da «oppfølging av energikrav» ikke har en mer betydningsfull beskrivelse stiller vi oss spørrende til.

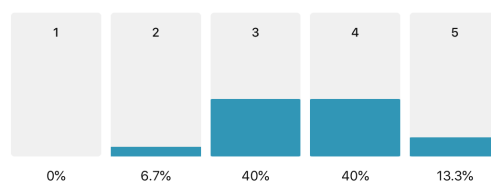
«Behovsstyrte løsninger legges til grunn, både for romtemperatur og luftmengder. For luftbehandlingsanlegget legges VAV-løsninger generelt til grunn» (Vedlegg 1, s.9).

Vi anser dette som et svakt punkt i form av at kravspesifikasjonen er svært tydelig fra start på at prosjektet har en streng bærekraftsprofil med tilhørende energikrav og miljøregnskap. Da kan “behovsstyrte løsninger” virke i overkant åpent, og vi savner en viss form for avgrensning som vi kommer tilbake til i diskusjonen.

4.3 Spørreundersøkelse

På grunn av at det aller fleste ansatte fortsatt er på hjemmekontor har vi kun fått tilbakemelding fra 15 personer på hvordan de opplever inneklimaet i bygget så langt. Vi har valgt å presentere hva statistikken forteller oss i korte trekk, uten at det vil ha særlig tyngde før vi ser det opp mot øvrige resultater i diskusjonskapittelet. Både spørsmål og svar gjengitt i figurer er skjermbilder fra Typeform sine nettsider (se 3.2 Spørreundersøkelse).

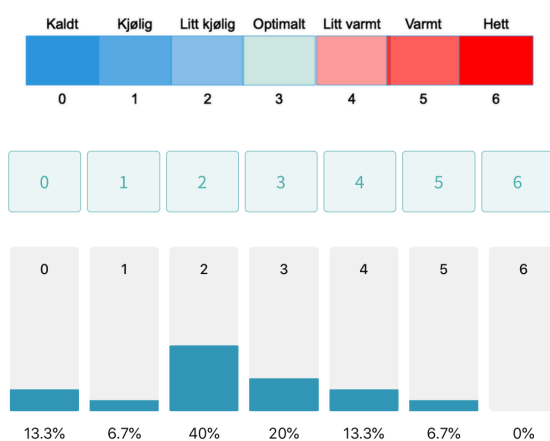
1 → På en skala fra 1-5, hvor fornøyd er du med det generelle inneklimaet i bygget?
temperatur, luftkvalitet, trekk, støy etc.



Figur 42 - Svar på spørsmål 1

Det generelle inneklimaet i bygget får en gjennomsnittsscore på 3,6 poeng av 5 mulige, og tipper mot den øvre delen av skalaen i Figur 42.

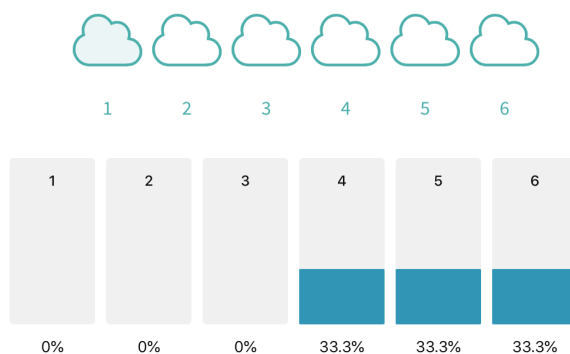
2 → Hvordan vil du rangere innnetemperaturen?



Figur 43 - Svar på spørsmål 2

Innetemperaturen scorer noe dårligere i Figur 43. Én av fem mener innnetemperaturen er optimal, og 60% befinner seg på den kalde siden av skalaen. Denne tendensen har også driftere på bygget fått tilbakemelding på tidligere.

3 → Hvordan vil du rangere luftkvaliteten?



Figur 44 - Svar på spørsmål 3

Luftkvaliteten får en fin fordeling på øvre del av skalaen i Figur 44, og scorer godt. Likevel er det fortsatt noe rom for forbedring.

4.4 Intervju

I dette kapittelet presenterer vi et sammendrag av intervjuet som ble gjennomført med Frode Paulsen (TUE). Vi har gjengitt det viktigste som vi får bruk for til videre diskusjon og konklusjon. Fullstendig intervju med alle spørsmål og svar ligger i vedlegg 4.

Prosjektering og prosessen fra start til slutt

Da Energima fikk henvendelse fra HENT om å levere tilbud på Tempeveien 15 var det gjennomført forprosjektering av Multiconsult som lå til grunn for tilbudet som ble overlevert. For å komme i mål med en kontrakt ble det avholdt møter for å få avklart hvilke forbehold og detaljer som skal være en del av leveransen. Tidlig i prosjekteringsfasen var det viktig å være på hugget og få en god oversikt over prosjektet, da endringer som tilkommer sent i prosjektfasene fort blir mer kostbart og komplisert. Det må avdekkes om enkelte krav ikke er optimale, og forslå alternativer.

Om beskrivelser av totalentreprisen er for åpen for tolkning kan det bli store variasjoner i tilbudene som blir levert, og da må det god kompetanse til for å skille mellom disse løsningene. Klimakrav og lignende kan fordelaktig beskrives bedre for konkurransens skyld.

Det ble avholdt prosjekteringsmøter underveis hvor endringer og ulike løsninger ble diskutert fortløpende. Siden dette er et rehabprosjekt med høy miljøstandard ble prosjektering fort mer omfattende, spesielt opp mot energikrav. Ved bruk av BREEAM-sertifisering oppstår også en hel del tilleggskrav det må tas hensyn til, og utførelse må dokumenteres godt for å oppnå ønsket poengscore. Behovsstyrte anlegg har generelt mye teknikk og mange reguleringsenheter som skal fungere sammen. Riktig prosjektering og montasje blir da essensielt for at systemet skal fungere som tiltenkt.

Det fremgår at etter prosjekteringen ble gjennomført og tilbudet var levert, ble det lagt til nye beskrivelser av automasjon som ikke var en del av forprosjekteringen. Det har ført til at enkelte løsninger som ble valgt ikke lenger oppfyller kravspesifikasjonen, og dette er et moment det fortsatt diskuteres omkring mellom aktørene.

Nå er bygget inn i prøvedriftsfasen, og da er det viktig å få fintilpasset bygget. Enkelte tilfeller av eventuell misnøye kan settes opp mot at planlagt bruk av bygget ikke samsvarer med faktiske bruksmønster. Derfor tas alle tilbakemeldinger på alvor som en del av denne prosessen.

Swegon WISE

Den store fordelen ved valget av WISE er at systemet er et prefabrikkert konsept, som generelt utvikles gjennom nøye lab-testing og god utprøvning. Dette gir generelt mindre rom for feil under prosjektering og sammensetting, når man ikke har mange ulike fabrikater å forholde seg til. I tillegg blir det fort mange aktører involvert om romkontroll, sensorikk og SD-anlegg skal sys sammen fra bunnen av. Alle aktørene har da egne grensesnitt som skal overlappes på en god måte. Valget av VOC-regulering som erstatning for CO₂ ble anbefalt av Swegon i form av at dette er deres standardiserte løsning som de hevder skal oppfatte inneklimate på en bedre måte.

Kravspesifikasjonen

Under spørsmål omkring spesifikke utdrag fra kravspesifikasjonen, ser Frode poenget vårt med at formuleringer som «Bygget *kan* oppnås med en varmegjenvinningsgrad på 82%» og «Det *planlegges* med vannbårne varmebatterier» oppleves vage og vanskelige å tyde. Likevel ble punktene behandlet som andre krav, og løsninger på hvordan det skal løses måtte prosjekteres, beskrives og senere godkjennes. Det ble eksempelvis ikke benyttet vannbårne batterier i samtlige aggregat på bygget.

Under spørsmål omkring enkelte krav som er bestemt etter årstid, mener Frode spesielt i Trøndelag hvor været svinger mye bør det ikke settes en fast dato for bytte mellom sommer- og vinterdrift. Det er å anbefale at de som drifter bygget analyserer komfort opp mot energibruk og selv vurderer uteklimate i vår- og høstsesong.

I kravspesifikasjonen nevnes det ikke spesifikt omkring alarmbehandling og hvilke alarmer som skal gå til hvem. Det fremgår at det fortsatt ikke er funnet en løsning på hvilke alarmer som skal gå til hvem, og det blir ikke nevnt spesifikt i kravspesifikasjonen. Dette diskuteres det omkring per. dags dato, noe som indikerer at tydeligere krav kunne vært hensiktsmessig.

5 Oppsummerende diskusjon

I dette kapittelet ser vi helhetlig på alle våre resultater og sammenhengene dem imellom. Vi oppsummerer konklusjonen i mer oversiktlige trekk i neste kapittel.

Det må tas i betraktning at våre resultater er innsamlet under prøvedriftsperioden av et nylig rehabilitert bygg, hvor store deler av dimensjonerende personbelastninger i tillegg er fraværende. Det betyr at enkelte resultater hovedsakelig vil være et godt verktøy for å finjustere det behovsstyrte anlegget videre. Samtidig kan avvik som avdekkes under nåværende forhold tenkes å være desto mer problematisk under dimensjonerende forhold. Uansett vil det helhetlige bildet kunne bidra til å konkretisere utfordringer omkring utforming og bruk av en kravspesifikasjon i lignende prosjekter, og på det viset gi en pekepinn på hva som kan skyldes våre funn.

Våre målinger viser at byggets inneklime vedrørende temperatur og CO₂ er tilfredsstillende og innenfor gitte krav og normer. Vertikal temperaturdifferanse er lav og CO₂-konsentrasjonen i avtrekk er større enn i tilluft, som tilsier god omrøring og et velfungerende ventilasjonsprinsipp. Samtidig peker spørreundersøkelsen på at arbeidsplassen oppleves kjølig for flesteparten av deltakerne. Da er det vanskelig å forsvare at temperaturen i enkelte deler av bygget ligger jevnt omkring 24°C over en helg uten tilstedeværelse når utetemperaturen går helt ned mot 0°C om natten. Varmebatteriet i tilhørende aggregat har et jevnt pådrag på over 50% i dette tidsrommet, og innetemperaturen må senkes med flere grader igjen når det blir registrert tilstedeværelse ved nåværende grenseverdier. Denne kjøleprosessen kan være årsaken til at brukere opplever kaldt inneklime.

Selv om målt inneklime i arbeidstid er godt, ser vi flere tilfeller av tidvis store avvik mot logg i SD-anlegget. CO₂-ekvivalenten angir stort sett verdier som overgår målingene, og enkelte ganger registreres en rask økning helt opp til 2000 ppm, uten at vi ser noen logisk grunn til dette. Integrert temperaturføler i tilluftsentil har også målt over 1°C høyere temperatur enn målingene i oppholdssonen tilsier. Det kan tenkes at opplevelsen av kaldt inneklime har en sammenheng med overventilering med underkjølt luft som følge av disse sensorverdiene. Anlegget vil gå i kjølemodus ved temperaturer som egentlig ikke tilsier kjølebehov, og luftkvaliteten registreres som elendig selv om den i realiteten er god. Eventuell overventilering vil naturlig nok ha innvirkning på både inneklime og energiforbruk, uten at vi har gjort energiberegninger i denne oppgaven.

Vi skulle gjerne sett at kravspesifikasjonen hadde gitt tydeligere retningslinjer og krav til sensorikk og deres plasseringer fra byggherres side. Da målenøyaktigheten har en såpass stor innvirkning på reguleringen, blir det spesielt viktig i et lavenergibygg med strenge energikrav. Det finnes mange gode løsninger for utforming av et behovsstyrt anlegg, og da mener vi det kan være greit for underentreprenører å ha en viss avgrensning i hvilke løsninger det kan velges blant. Eksempelvis kan valg av reguleringsprinsipp avgrenses, uten at det struper muligheten for nyvinning og kreativitet i valg av løsning.

Resultatene fra grupperommet vi belastet over flere timer viser derimot at både CO₂ og temperatur som blir målt underveis stemmer ganske godt overens med hva følere i rommet har logget. Denne typen rom befinner seg midt i bygget, uten avgrensede flater mot yttervegg. Derfor kan det tenkes at prefabrikkerte løsninger kan være utfordrende å tilpasse i et stort bygg med mange ulike rom til ulikt bruk og med varierende mengde stråling fra kalde eller varme overflater.

Hva gjelder prefabrikkerte løsninger ser vi også ved Swegon sine algoritmer for å beregne varmegjenvinningsgrad ikke har rot i standarder for beregning av et årsgjennomsnitt. I tillegg avviker denne løsningen fra beskrivelser i kravspesifikasjonen som sier «gjenvinnerytelse målt med reelle temperaturer», selv om systemskjema (Vedlegg 8) ikke har tegnet aggregatet slik. At forprosjektet avviker fra kravspesifikasjonen på dette, kan fort bli misvisende for prosjekteringsarbeidet videre. SD-anlegget har tilsynelatende heller ingen funksjon for gjennomsnittsmåling over ett år, verken for leverte luftmengder eller varmegjenvinningsgrad. Når kravet til varmegjenvinningsgrad i tillegg er formulert som «Bygget *kan* oppnås med ...» møter vi problemer på alle kanter. For at det skal gi mening å oppgi krav som et årsgjennomsnitt kan det være en idé å ha klare retningslinjer knyttet til hvordan dette regnes ut og dokumenteres i etterkant.

Angående SFP ble vi som tidligere nevnt under kapittel 3.6.3 kjent med at SFP-faktoren på bygget ikke sees på over tid, men som en øyeblikksmåling for en gitt luftmengde. Ut ifra hvordan SFP blir beskrevet i kravspesifikasjonen var det ikke intuitivt for oss at det gjøres slik, når NS3701 (2012) henviser til utregning av summerte luftmengder og summert effektbruk over en tidsperiode. Vi savner en tydeligere beskrivelse på hvordan SFP skal regnes ut og dokumenteres, på lik linje med varmegjenvinningsgraden.

«Kan», «planlegges med» og «foreløpige beregninger viser» er utydelige formuleringer som vi sliter med å tolke som krav, eller kun noe man skal strebe etter. Fra intervju vet vi at slike formuleringer likevel ble behandlet som krav i dette prosjektet. Da blir det store spørsmålet hvorvidt et krav kan hevdes å være brutt i etterkant, og hvem som kan stilles ansvarlig i slike tilfeller. Det er en av grunnene til at vi ser viktigheten av å formulere seg riktig.

Som en motsetning, blant annet kravet til oppstartssekvens, ser vi at beskrivelsene er svært detaljerte for å begrense frostfare i aggregatet. Resultatet her blir at løsningen på bygget avviker fra kravene satt i kravspesifikasjonen. Her har underleverandør levert sitt produkt prefabrikkert, og klarer ikke å tilfredsstille kravene selv om løsningen kan være god. I disse tilfellene skulle vi heller sett at totalentreprenøren hadde beskrevet tydelig *hva* som skal leveres, for eksempel *en oppstartssekvens for å unngå frost*, istedenfor en detaljert beskrivelse av *hvordan*. Slik vil underentreprenør og leverandør ha tydelige krav og retningslinjer, men samtidig ha spillerom for nytenkning og kreativitet. Et godt eksempel på dette er hvordan alarmbehandlingen er beskrevet i kravspesifikasjonen. Her kommer det frem en tydelig beskrivelse med klare retningslinjer for hva som skal leveres, samtidig som beskrivelsen legger til rette for at videre oppsett av alarmprioriterer skal utarbeides senere mellom entreprenør og driftspersonell.

Angående oppstartssekvensen, stiller vi oss også spørrende til hvorfor dette er det punktet i kravspesifikasjonen som fremstår med mest detaljert beskrivelse, mens punkter omhandlende byggets energibruk har en mer mangelfull beskrivelse. Da prosjektet presenteres med en streng og klar bærekraftsprofil synes vi det er kritikkverdig at dette fokuset ikke gjenspeiles i alle ledd. Utenom en kort presentasjon av aktuelle standarder og veiledere som ligger til grunn i prosjektet, er det kun punktene «Energioppfølgingssystem» og «Energimåling» som til en viss grad gjenspeiler dette. Dette hjelper lite når punkter som «Energikarakter», «Oppfølging av energikrav» og «Nattsinking» er beskrevet mer utydelig. Det fremstår som at montering av energimålere og energioppfølgingssystem er bedre beskrevet enn å etterstrebe gode beskrivelser som sikrer projektering av energieffektive løsninger. Et godt eksempel på dette er når kravspesifikasjonen under VVS-kapittelet sier at «Behovsstyrte løsninger legges til grunn». Her skulle vi gjerne sett en mer avgrenset beskrivelse, hvor oppdragsgiver hadde gitt tydeligere retningslinjer. I tillegg nevnes det heller ingenting angående BREEAM-poeng for Energi i kravspesifikasjonen, slik det blir gjort under både «Luftbehandling» og «Sanitær». På bakgrunn

av dette mistenker vi at enkelte krav og beskrivelser er utformet og ikke revidert etter forprosjektet, eller at kravene er gjenbrukt fra tidligere prosjekter

Under denne oppgaven har vi fått inntrykk av at det ikke bare er viktig hvordan en kravspesifikasjon utarbeides, mens også hvordan den benyttes og brukes igjennom prosjektprosessen. Ved at endringer blir gjort underveis i prosjektering uten at kravene blir revidert, mister dokumentet mye av sin verdi i etterkant. Om det skal være ønskelig å gjenbruke deler av en kravspesifikasjon fra et vellykket prosjekt, bør denne være revidert for å gjenspeile hvilke endringer som ble fastsatt. Om den ikke er det, vil det gang på gang være nødvendig å gjøre like gode endringer som førte til suksess tidligere.

Til sist er vi positive til at en uavhengig tredjepart ble satt til å utføre forprosjekt som ligger til grunn for kravspesifikasjonen. Det sikrer et godt konkurransegrunnlag og minker variasjonen mellom leveransebeskrivelsene i anbudsrunden. Det som er problematisk er at automasjon ikke var beskrevet i kravene fra start av, slik at løsningene for automasjon ble prosjektert og foreslått av TUE. I ettertid ble det likevel lagt til et automasjonskapittel, og det resulterer naturlig nok i at enkelte av kravene ikke har blitt oppfylt. Vi fant ut at utformingen av skjermbilder i SD-anlegget og hvordan trendkurver logges, ikke ble som byggherre egentlig hadde tenkt seg. Her er det også vanskelig for oss å tolke kravet om at det skal leveres «et komplett byggautomasjonsanlegg», og om de 3 ulike skjermbildene som ble valgt kan ansees som et komplett system.

Om man ser utydelige formuleringer i sammenheng med dårlig etterprøvbarehet, gir dette en kombinasjon av dårlig praksis. Vi mener derfor at tydelige og konkrete krav som er etterprøvbare er avgjørende for å skape entydighet i prosjektprosessen. Om kravene er velutformet, og kravspesifikasjonen blir brukt på riktig måte, har man gode forutsetninger for et godt resultat.

6 Konklusjon

Det bør stilles flere krav til sensorikk.

I denne oppgaven ser vi at tydeligere krav og retningslinjer til sensorikk og deres plassering virker å være ønskelig for behovsstyrte anlegg som er sterkt avhengig av riktig praksis på dette området. Vi måler et godt inneklima, i motsetning til hva enkelte følere registrerer i SD-anlegget. Det kan antas at dette vil sørge for unødvendig høyt energiforbruk. Vi frykter videre at dette i større grad vil gå utover inneklimaet ved stor belastning og mer normalt bruksmønster dersom man ikke klarer å rette opp dette under prøvedriftsperioden.

Krav må være etterprøvbare.

Etterprøvbarehet er nødvendig hvis et krav skal ha noen verdi ut over å beskrive hva som skal prosjekteres. Om det skal settes konkrete krav til eksempelvis varmegjenvinning og SFP, bør det konkretiseres hvordan dette skal regnes ut og dokumenteres. Det finnes standarder det kan henvises til, men da er man avhengig av at selve systemet har nødvendige målepunkter for disse beregningene. Når krav er beskrevet utydelig, går dette også ut over hvordan resultater etterprøves.

Prosjektets klare og tydelige miljøprofil gjenspeiles ikke i kravspesifikasjonen.

Når bygget fremstår med en såpass klar og streng miljøprofil, synes vi det er kritikkverdig at dette fokuset ikke virker å gjenspeiles i alle ledd i kravspesifikasjonen. Det virker for oss som at særs relevante beskrivelser omkring dette temaet er benyttet fra andre prosjekter og at disse ikke er skreddersydd til dette spesifikke prosjektet.

Da dette virker å være tilfelle, ser vi på det som avgjørende at endringer som blir utført i prosjektprosessen revideres tilstrekkelig i kravspesifikasjonen slik at man unngår å måtte gjøre disse endringene på nytt igjen i et annet prosjekt. På dette viset kan gjenbruk av enkelte krav bli en god praksis over tid, når de er godt utprøvd og finjustert.

Tydelige krav er avgjørende.

Vi ser vesentlige deler i kravspesifikasjonen som kan tolkes ulikt og hvor vi gjerne skulle sett ha en mer entydig formulering. Ved bruk av formuleringer som «kan», «planlegges med» og «foreløpige beregninger viser» stiller vi oss spørrende til om dette tolkes som krav eller om det kun er noe som TUE og andre aktører vil strebe etter. Dette gjør at vi frykter at slike formuleringer kan skape strid omkring om kravene er oppfylt eller ikke, i etterkant.

I andre tilfeller avdekker vi beskrivelser som såpass detaljerte at utførelse på bygget ikke stemmer overens med kravene, selv om leveransen dekker ønskede behov. Her hadde vi ønsket at kravene ble beskrevet med *hva* som skal løses, uten en detaljert beskrivelse av *hvordan*, for å sikre nyvinning og kreativitet blant TUE og andre aktører.

Bruken av kravspesifikasjonen er vel så viktig som hvordan den utarbeides.

Vi har erfart at selve bruken av kravspesifikasjonen i en prosjektprosess er vel så viktig som hvordan den utarbeides og elementene er beskrevet. Om dokumentet blir oppdatert parallelt med endringer i prosjektet, blir det mye enklere å forholde seg til i ettertid. Det kan også styrke bruken av kravspesifikasjonen som et verktøy, og ikke bare som en veileder for prosjekteringsarbeid. Utydelige beskrivelser i kravspesifikasjonen sørger også for at bruken av den reduseres, og at entreprenører som forholder seg til den i større grad velger å foreslå egne løsninger som avviker fra opprinnelige krav.

7 Feilkilder

Grunnet tidsaspektet og avgrensning er det kun tatt utgangspunkt i én sone, noe som gjør at avvik fra andre deler av bygget ikke blir avdekket eller lagt til grunn i denne oppgaven. Det er normalt å eksempelvis se på inneklime i et komplett bygg og ikke fokusere på ett aggregat. Likevel vil våre målinger bidra med gode indikasjoner.

Ved måling av CO₂ og temperatur innendørs hadde det vært optimalt å kunne belaste ulike rom med et dimensjonerende antall personer for å kunne sammenligne verdier fra SD-anlegget og våre eksterne måleinstrumenter. På grunn av koronapandemien og tilhørende smittevern lar ikke det seg gjøre, og vi blir nødt til å si oss fornøyd med å forholde oss til gjeldende bruksmønstre. SD-anlegget ga oss heller ikke tilgang til å manipulere ER-verdier i bygget, som resulterer i at det reguleringsstekniske stort sett er observert og ikke manipulert etter eget ønske.

Spørreundersøkelsen resulterte kun i svar fra et fåtall ansatte i forhold til hvor mange vårt avgrensede område er dimensjonert for. I tillegg er bygget såpass nytt, at verken brukerne eller driftsansvarlig nødvendigvis har hatt god nok tid til å gjøre seg opp en representativ mening på inneklime i bygget.

Hva gjelder trendkurver for SFP og varmegjenvinningsgrad tilbake i tid viser disse kun status i prøvedriftsperioden så langt, med lav personbelastning. Det kan gi et feilaktig bilde av hvordan anlegget faktisk vil fungere.

I tillegg må vi ta forbehold omkring målefeil og bruk av måleinstrumenter. Da en viktig del av vår konklusjon baserer seg på spesifikke resultater fra målinger gjort på bygget er det viktig å få fram at disse kan ha gitt feil bilde av faktiske forhold. Målenøyaktighet på instrumenter er gjengitt i metodekapittelet, men vi har ikke lyktes i å vedlegge alle kalibreringssertifikater.

8 Forslag til videre arbeid

Analyse av regulering med VOC.

Etter våre resultater å tolke virker det som regulering med VOC kan være vanskelig å optimalisere. Vi ser flere tilfeller hvor VOC-føleren estimerer ppm-verdier langt over hva vår CO₂-måler angir, som videre fører til unødvendig høyt viftepådrag og tilhørende energibruk, ved svært lav personbelastning.

Analyse av prefabrikkert sensorikk for behovsstyrte ventilasjonsanlegg.

Vi har i denne oppgaven sett hvordan sensorikk som er prefabrikkert i et behovsstyrt ventilasjonsanlegg kan være utfordrende å tilpasse i store bygninger med mange ulike bruksområder. Vi foreslår at forholdene anlegget blir testet i på lab kan settes opp mot hvilke forhold det blir brukt i når det er ferdig montert.

Undersøke viktigheten av en sluttanalyse i en prosjektprosess.

Inntrykket vi sitter igjen med fra bransjen etter denne oppgaven er at det kan være gunstig å utarbeide en sluttanalyse etter endt prosjekt. Da bør det legges vekt på hvilke krav som fungerte godt og hvilke endringer som ble nødvendige. På denne måten kan også gjenbruk av krav bli en god praksis over tid.

9 Referanser

Aas, K. (2013) *Flyktig kjemisk forurensning (gass) i inneluft (VOC/OCIA)*

Tilgjengelig fra: <http://www.inneklima.com/index.asp?document=739>

(Hentet: 02.02.21)

Andersson, K. *et al.* (1997), TVOC and Health in Non-industrial Indoor Environments. *Indoor Air*, 7, s.

78-91. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.1997.t01-2-00002.x>

Arbeidstilsynet (1991) *Veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen (best.nr.444, 2016)*

Trondheim: Gyldendal Akademisk. Tilgjengelig fra:

<https://www.arbeidstilsynet.no/contentassets/3f86f6d2038348d18540404144f76a22/luftkvalitet-pa-arbeidsplassen.pdf> (Hentet: 05.02.21)

Attramadal, T., Schwarze P. og Becher R. (2015) *Anbefalte faglige normer for inneklima*. (Rapport 2015:1). Oslo: Nasjonalt folkehelseinstitutt. Tilgjengelig fra:

<https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2015/anbefalte-faglige-normer-for-inneklima-pdf.pdf> (Hentet: 18.02.21)

Austbø, B. 2019. Sentrale begreper og definisjoner. *TMAS2011 Ventilasjonsteknikk*. Tilgjengelig fra:

https://learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos.content.blackboardcdn.com/5def77a38a2f7/3067262?X-Blackboard-Expiration=1614783600000&X-Blackboard-Signature=OBLQ3VWneErQEOJ8UOMuhue2qNhSUu20UwUEcok2E84%3D&X-Blackboard-ClientId=303508&response-cache-control=private%2C%20max-age%3D21600&response-content-disposition=inline%3B%20filename%2A%3DUTF-8%27%27tmas2011-19H-forelesning-inneklima.pdf&response-content-type=application%2Fpdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20210303T090000Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=21600&X-Amz-Credential=AKIAZH6WM4PL5M5HI5WH%2F20210303%2Ffeu-central-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Signature=a7cdc4ca86abb754a6ac622d10a189334853a43419ec41c347674fa5e1cf1b22

(Hentet: 07.03.21)

Brüning, T. *et al.* (2014) Sensory irritation as a basis for setting occupational exposure limits. *Arch toxicol*, 88, s. 1855-1879. doi: <https://doi.org/10.1007/s00204-014-1346-z>

Budaiwa, I.M. (2007) An Approach to Investigate and Remedy Thermal-Comfort Problems in Buildings, *Building and Environment*, 42 (5), s. 2124-2131. Doi:

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.03.010>

Direktoratet for byggkvalitet (2017) *Veiledning om tekniske krav til byggverk*

Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 07.03.21)

Enova SF (2011) *Hva betyr energimerket for meg?*

Tilgjengelig fra: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/kjopeleie-bolig1/hva-betyr-energimerket-for-meg/> (Hentet: 21.02.21)

Eurotherm (u.å.) *Principles of PID Control and Tuning*. Tilgjengelig fra:

<https://www.eurotherm.com/temperature-control/principles-of-pid-control-and-tuning/>

(Hentet 23.04.21)

Fanger, P. O. (1970) *Thermal Comfort*. København: Danish Technical Press.

Finans Norge (2018) *Veikart for grønn konkurransekraft i finansnæringen*.

Tilgjengelig fra: <https://www.finansnorge.no/siteassets/tema/barekraft/veikart-for-gronn-konkurransekraft-i-finansnaringen/veikart-finansnaringen-web.pdf> (Hentet: 27.03.21)

Grønn Byggallianse (2016) *BREEAM-NOR 2016 for nybygg – teknisk manual (ver: 1.2.)*

Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/12/KOPI-SD-5075NOR-BREEAM-NOR-2016-Nybygg-Versjon-1.2.pdf> (Hentet: 27.01.21)

HENT (2020) *Bedre enn nybygg*. Tilgjengelig fra:

<https://www.hent.no/2020/10/16/bedre-enn-a-bygge-nytt/> (Hentet: 09.03.21)

Mathisen, R. (2019) *Oppbyggingen av en PID*. Tilgjengelig fra:

<https://ndla.no/nb/subject:28/topic:58141a86-a9d7-4789-b6f9-958d1d8af05e/topic:1:53805/topic:1:115681/resource:f10eb483-15e5-4bcf-a43c-73cc74cb39c5?filters=urn:filter:5a5cac3f-46ff-4f4d-ba95-b256a706ec48> (Hentet: 19.04.21).

Mysen, M og Schild, P. G. (2014) *Behovsstyrt ventilasjons, DCV – forutsetninger og utforming*.

Oslo: SINTEF akademisk forlag. Tilgjengelig fra:

https://www.sintef.no/globalassets/project/reduceventilation/behovsstyrt_ventilasjon_dcv-forutsetninger_og_utforming.pdf (Hentet 15.04.21)

Mysen, M og Schild, P. G. (2013) *Behovsstyrt ventilasjons, DCV – krav og overlevering*. Oslo: SINTEF akademisk forlag. Tilgjengelig fra:

<https://www.sintef.no/contentassets/aab32f3b1f47475f91c7f61f46469b6d/behovsstyrt-ventilasjon-dcv-krav-og-overlevering.pdf> (Hentet: 12.04.21)

OBOS (u.å.) *Grønt lån til boligselskaper*. Tilgjengelig fra:

<https://bank.obos.no/styre/lan/gront-lan-til-boligselskaper/> (Hentet: 25.03.21)

Regjeringen (2018) *Arbeidsmiljøloven*. Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/no/tema/arbeidsliv/arbeidsmiljo-og-sikkerhet/innsikt/arbeidsmiljolooven/id447107/> (Hentet: 18.02.21)

Regjeringen (2020) *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/> (Hentet: 15.03.21)

Schild, P. G og Hestad, T (2002) *552.340 Varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg*. Tilgjengelig fra:

<https://www.byggforsk.no/Document/Index/537/#i6> (Hentet: 13.04.21)

Standard Norge (2005) *ISO 7730:2005 Ergonomi i termisk miljø - Analytisk bestemmelse og tolkning av termisk velbefinnende ved kalkulering av PMV- og PPD-indeks og lokal termisk komfort*

Tilgjengelig fra:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=158329>

(Hentet: 30.03.21).

Standard Norge (2012) *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger*

Tilgjengelig fra:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=587802>

(Hentet: 15.02.21)

Standard Norge (2014) *NS3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data*

Tilgjengelig fra:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=702386>

(Hentet: 24.02.21)

Swegon (2020a) *WISE Systemguide*. Tilgjengelig fra: https://www.swegon.com/globalassets/_product-documents/flow-control/wise-gen.2/_no/wise_systemguide_gen2.pdf

(Hentet: 01.03.21)

Swegon (2020b) *VOC-regulering i Swegon WISE-system* Tilgjengelig fra:

https://www.swegon.com/globalassets/_product-documents/flow-control/wise-gen.2/_no/wise_voc.pdf

(Hentet 04.03.21)

Swegon (2021) *Prosjekteringsguide- El og styring*. Tilgjengelig fra:

https://www.swegon.com/globalassets/_product-documents/flow-control/wise-gen.2/_no/wise_prosjekteringsguide_el-og-styring.pdf (Hentet: 26.03.21)

Tekna (2021) Behovsstyrt ventilasjon, *Byggbloggen*, 10.02. Tilgjengelig fra: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/behovsstyrt-ventilasjon/> (Hentet: 01.03.21)

NTNU (u.å). *Teknisk kravspesifikasjon*. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Teknisk+kravspesifikasjon> (Hentet: 26.01.2021)

Thomsen, J. *et al.* (2017) *Evaluering av boliger med lavt energibehov (EBLE) - samlerapport*.

Oslo: SINTEF akademisk forlag. Tilgjengelig fra:

https://www.sintefbok.no/book/index/1126/evaluering_av_boliger_med_lavt_energibehov_eble_samler_apport (Hentet: 17.03.21)

Benyttet programvare:

Easylog USB

<https://www.lascarelectronics.com/software/easylog-software/easylog-usb>

EDrawMax

https://www.edrawsoft.com/ad/edraw-max-soft-t.html?gclid=Cj0KCQjwpdqDBhCSARIsAEUJ0hPW2ffYBerwLG7Nox5WFm6HTOKrdP3Bm2qTpM_hMCjIECRfF97bLsUaArR7EALw_wcB

Typeform

<https://www.typeform.com/product/>

Vedlegg 1 - Kravspesifikasjon



HENT

Leveransebeskrivelse
Tempeveien 15
13.05.20

1	Generelt.....	3
	11 - OM BESKRIVELSEN	3
	13 - BYGNING GENERELT	4
	14 - UNIVERSELL UTFORMING.....	5
	15 - MATERIALBRUK.....	5
	16 - RENHET OG TØRRHET I BYGGEPROSSESEN.....	5
	17 - LYDKRAV.....	5
	18 - PRØVEDRIFT	5
2	Bygningsmessig beskrivelse.....	6
	20 - GENERELT	6
	22 – BÆRESYSTEM.....	7
	23 – YTTERVEGGER.....	7
	24 – INNERVEGGER	7
	25 - DEKKER	7
	26 – YTERTAK.....	8
	27 - FAST INVENTAR	8
	28 –TRAPPER OG BALKONGER	8
	29 – Andre bygningsmessige deler	8
3	VVS.....	8
	30 – GENERELT	8
	31 – SANITÆR	11
	32 – VARME.....	12
	33 – BRANNSLOKKING.....	13
	34 Trykkluft	13
	35 Prosess kjøling.....	13
	36 Luftbehandling	13
	37 Komfortkjøling.....	15
4	ELEKTRO	15
	Innledning.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.
	4 Elkraftanlegg.....	15
	40 - Elkraft, generelt.....	15
	41 - Basisinstallasjoner for elkraft.....	15
	44 - Lys.....	18
	45 - El.varme.....	18
	46 - reserverkraft.....	19
5	Teletekniske anlegg.....	19
	50 - Teletekniske anlegg, generelt	19
	51 - Basisinstallasjoner for tele	19
	52 - Integrert kommunikasjon.....	19
	53 - Telefoni og personsøking	20
	54 - Alarm- og signalsystem	20
	55 - Lyd- og bildesystemer	20
	56 - SD-anlegg.....	20
	70 UTENDØRS.....	25
7	Utomhus.....	25

1 Generelt

Beskrivelsen er utarbeidet som grunnlag for bygging av prosjektet Tempeveien15. Bygget vil ha en størrelse på ca 6800 m2 og inneholde funksjoner som parkering, næring, kontor, lager og kantine.

Lokalenes størrelse og planløsning er utarbeidet gjennom en utviklingsprosess der Byggherre, HENT, arkitekt og spesialrådgivere har vært delaktige.

Byggherre har adgang til å delta i prosessen etter eget ønske og behov. Dvs. delta i prosjekterings- og byggemøter og gjennomføre befaringer og kvalitetskontroller underveis.

Det er i denne beskrivelse to ansvarsforhold:

1. Entreprenør = HENT
2. Byggherre= Tempeveien 15 AS

11 - OM BESKRIVELSEN

Denne beskrivelsen er utarbeidet for å ivareta en sammenheng mellom prosjektet sine planlagte kvaliteter og forutsetninger samt det konsept som ligger til grunn for løsningen. Denne versjonen av beskrivelsen er endret iht løsninger som er omforent i samspillsperioden. Desember 19- Mars 20.

Bærekraftsprofil:

Energimerke A

Foreløpige beregninger viser at bygget kan oppnå Energimerke A. Medtatt areal inkluderer kontordelen for leietaker. Fjernvarme dekker grunnlast for oppvarmingsbehov.

HENT Miljøeffektiv byggeplass

Målsetningen er å minimere den negative påvirkning på miljøet og stimulere til innovative tiltak som bidrar til målsetningen om reduksjon av avfall, reduksjon av helse- og miljøfarlige stoffer, minimere bruken av fossil energi og effektiv byggvarme og byggeplassbelysning.

Lavenergibygg

Et lavenergibygg etter NS 3701 stiller krav til lavt varmetap, lite energi til oppvarming og kjøling, strenge krav til belysning og byggtekniske installasjoner, samt minstekrav til bygningskomponenter.

Bygget kan oppnås med en varmegjenvinningsgrad på 82% og med et energibehov til belysning på 4,0 W/m

Klimagassregnskap materialbruk

Prosjektet har allerede tatt en av de viktigste beslutningene når det kommer til bærekraftige bygg; å beholde og rehabilitere eksisterende bygg.

Klimagassregnskapet sammenlignet med et nytt referanse bygg viser i tidligfase at man kan oppnå ca. 50-70 % reduksjon.

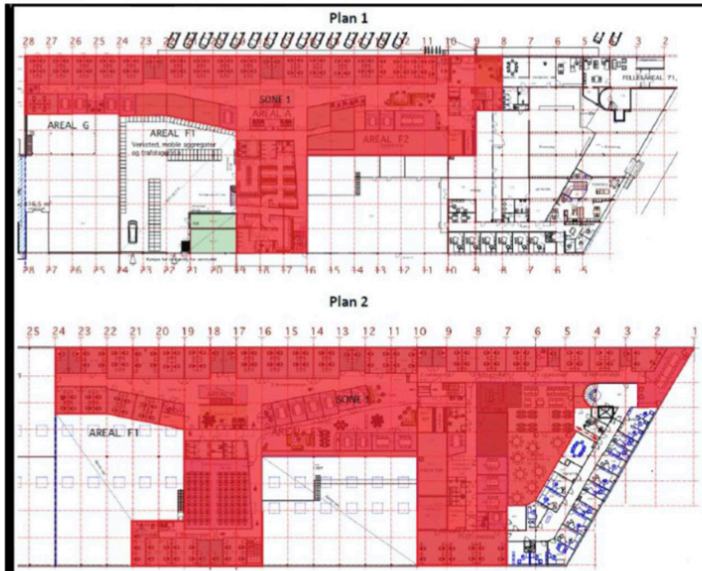
Fossilfri byggeplass

En fossilfri byggeplass er fri for utslipp fra fossile energikilder og benytter seg av alternative miljøvennlige energikilder som strøm, fjernvarme, biodiesel og solenergi.

Beskrivelsen skal hovedsakelig beskrive de bygningsmessige- og tekniske kvaliteter som er kontraktuelt regulert i totalentreprise med HENT AS.

Prosjektet for øvrig vil bygges jfr. TEK 17 og de forskrifters som gjelder for oppføring av prosjektet

Rehabiliterede kontorarealer som er skravert i figur under skal sertifiseres etter BREEAM-NOR manual 2016 til Very Good.



13 - BYGNING GENERELT

Bygget prosjekteres og utføres i henhold til de til enhver tid gjeldende statlige og kommunale lover, forskrifter, regler, standarder, veiledninger og retningslinjer.

Ansvarlig SØK ivaretas av arkitekt frem til rammetillatelse, og overtas av HENT etter dette.

Foruten byggeforskrift (TEK 17) med veiledning legges også arbeidsmiljølovens forskrifter og veiledninger bl.a. veiledning nr. 444 "Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen" til grunn.

Norske standarder benyttes i størst mulig grad, både når det gjelder prosjektering og utførelse. Relevante retningslinjer fra SINTEF Byggforsk samt annen aktuell faglitteratur blir også legges til grunn for løsninger som velges. For prosjektering av løsninger for et effektivt renhold legges løsninger i SINTEF-rapport STF84 A97214 "Renhold og hygiene i bygg" til grunn.

NS 3420, siste utgave gjelder for anleggenes utførelse og montasje. Standardenes tekniske bestemmelser angir hvilke krav som stilles til ferdig delprodukt.

For toleranser gjelder NS 3420, 2. utgave mai 1986. Der annet ikke er spesifisert skal arbeidene tilfredsstillende toleranseklasse 2.

Vedrørende lydkrav: Se eget punkt nedenfor.

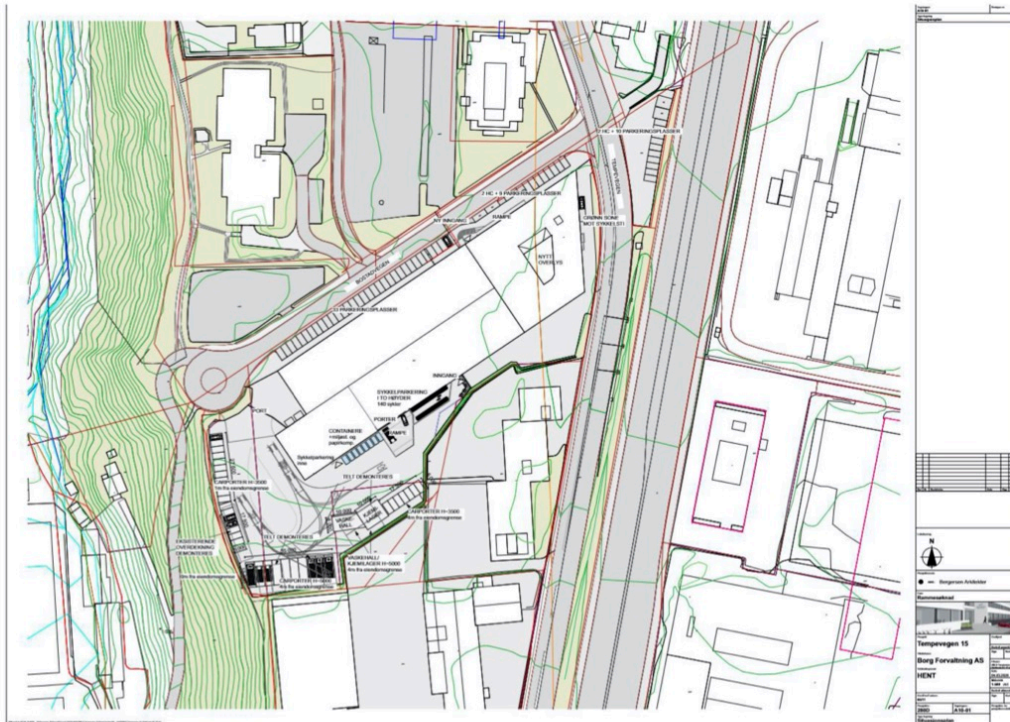
For øvrig gjelder norske standarder og forskrifter i den utstrekning de er relevante.

2 Bygningmessig beskrivelse

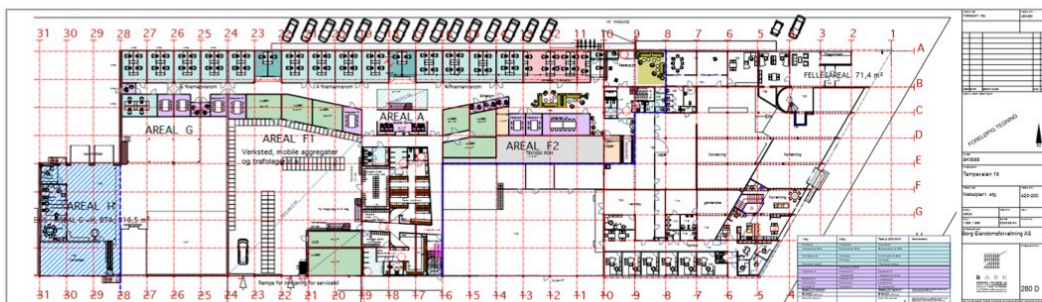
20 - GENERELT

Tegningene er utarbeidet i samråd med byggherre og leietaker.

Utomhus:



Tegning 1 etg.:



Tegning 2 etg.:



22 – BÆRESYSTEM

Gjenbruk av eksisterende bæresystem med utvidelse av 2 etg.
Utvidelsen av bæresystemet består av en stål og betong konstruksjon.

23 – YTTERVEGGER

Kledning(metallplater) på dagens yttervegg rives. U-verdier for ytterveggskonstruksjoner iht. energiberegning. Energiberegninger utføres for dette leieforholdet.
Ny kledning leveres som komposittplater eller tilsvarende. Gjelder hele bygget
Det er medtatt motoriserte leddheiseporтер i aluminium for lager, varelevering og avfallsrom.

24 – INNERVEGGER

Innervegger søkes løst fortrinnsvis som tette systemskillevegger, mot korridorer i hovedsak vegg type glassfront eller tilsvarende.
Øvrige vegger bygges opp av stål tynnplateprofiler, isolert og kledd med sparklet og malt gips. Dører i laminat utførelse..

25 - DEKKER

Dekker

Plan 2 utføres med hulldekker avrettet for belegg/teppe.
Dekke over teknisk rom utføres med isolerte og tekkede trp-plater. Gulvoverflater:

- Hovedadkomst Flis
- Hovedtrapp Flis
- Kontorarealer Teppebelegg
- Våt-/sanitærrrom Flis
- Teknisk rom Belegg
- Tekniske rom kjeller Betongmaling/industrigulv

I kontor og kjerneareal leveres systemhimling av mineralull type A-kant.
Dusjarealer og kantine leveres med systemhimling type Hygiene A-kant. Underordnede rom støvbinderes med lys støvbinding.

Se for øvrig gulv- og himlingsplaner.

26 – YTTERTAK

Eksisterende overlys i kontordelen tettes, det etableres nye overlys hvor lysberegning tilsier behovet

27 - FAST INVENTAR

Medtatt levering av fast inventar:

- Komplette minikjøkken med integrert mikrobølgeovn, kjøleskap og oppvaskmaskin og benkeplate av heltre
- Komplette kantinekjøkken for tilberedning av varmat med oppbevarings- og serveringsmøbler iht. kjøkkentegning.
- Sykkelstativ i sykkelgarasje
- Garderobeskap og benker i felles garderobe
- Avfukter eller varme i tørkerom

28 – TRAPPER OG BALKONGER

Trapper i trappesjakter utføres som prefabrikkerte betongtrapper med rekkverk og håndløpere av stål.

29 – ANDRE BYGNINGSMESSIGE DELER

Heis

- stk 1000 kg personheis, 2 stopp, 1100 x 2100 mm kupestørrelse.
- Interiør kan velges ut i fra leverandørens standardutvalg.

Det er medtatt ZIP-screen på fasade øst, sør og vest. Automatisk styring av solavskjerming av hver fasade er delt i to vertikale og to horisontale soner. Plassering av solsensorer avklares i detaljprosjekteringen. Fleksibelt system med mulighet for mer finmasket styring.

3 VVS

30 – GENERELT

Bygget forsynes med varme fra fjernvarme. Alle definerte VVS-anlegg inngår som komplette anlegg. Dette omfatter befaringer, registrering, prosjektering, levering, montasje, igangkjøring, innregulering og dokumentasjon. Alle synlige leveranser har fritt fargevalg.

Selv om ulike arealtyper ikke er direkte definert i spesifikasjonen, leveres alle arealer med komplette VVS-tekniske anlegg tilpasset arealets bruk og funksjon.

I den grad spesifikasjonen angir mengder eller kapasitet, er disse kun veiledende. TUE har alt mengde- og beregningsansvar.

De VVS-tekniske installasjoner utformes og dimensjoneres iht. krav som stilles fra offentlige myndigheter, byggherre og enkle brukertilpasninger. I tillegg til byggherrens byggeprogram og retningslinjer, legges følgende dokumentasjon til grunn for prosjektering av VVS-anleggene:

- Plan og bygningslov
- Teknisk forskrift (TEK) til plan og bygningsloven.
- Veiledning til TEK
- Gjeldende byggeforskrift med tilhørende veiledning
- Arbeidstilsynets veiledning

Veiledningene benyttes som støtte, men det er forskriftene som følges. Sees bedre løsninger enn de som er presentert i veiledningene, legges de fram og vurderes. Velges løsninger utenom veiledning, må disse dokumenteres opp mot forskriftene.

Dimensjoneringsforutsetninger

Møblering på tegninger fra arkitekt benyttes for personbelastning.

Funksjonskrav

Fleksibilitet med tanke på endrede belastninger legges primært inn i de sentrale anlegg og hovedfordelingsnett i sjakter og plan.

Romklima

Krav til klima i ulike romkategorier er spesifisert i tabell nedenfor. Som basis for romklimaberegninger benyttes klimadata for Trondheim fra Meteorologisk Institutt.

Anlegget og spesielt dyseplassering, planlegges for å unngå trekk.

Behovsstyrte løsninger legges til grunn, både for romtemperatur og luftmengder. For luftbehandlingsanlegget legges VAV-løsninger generelt til grunn.

Sekvensregulering forutsettes mellom ventilasjons og varmeenheter. Rom med spesielle kjølebehov løses med lokal kjøling.

VVS-anleggene prosjekteres for å kunne tilfredsstille romklimaparameterne i henhold til tabell;

Romtype	Operativ temperatur				Maks. lufthast. [m/s]	Friskluftbehov
	Min. temp vinter	Maks temp. vinter	Min. temp. sommer	Maks temp. sommer		
Kontorlandskap	21	24	21	26	0,15	Etter temperaturrekrav
Kontor	21	24	21	26	0,15	Etter temperaturrekrav
Møterom*	21	24	21	26	0,15	Etter temperaturrekrav
Bøttekott	18	26	18	26	-	Lukt og kjemikalier
WC/Dusj	23	28	23	28	0,15	lukt og damp
Tekniske rom	15	26	15	35	-	
Næringsareal						Se egen kravspek.
Garasje	5 °C	26	5	30	-	Langtidspark. Fukt
Kantine	21	24	21	26	0,15	Temperaturrekrav
Kjøkken	20	24	20	24	0,15	Temperatur, lukt, damp
Biom, lager ol						min. 5 m ³ /h m ²

Temperaturen i lokalene ligger på 22 °C hele året, men avvik tolereres opp mot 26 °C om sommeren (maks 24 °C om vinteren) og en minimumstemperatur sommer og vinter på 21 °C.

Det aksepteres følgende:

I varme perioder godtas høyere innetemperatur på grunn av komfort og bekleddning. Men innetemperaturen kan holde 24 grader når utetilstanden ligger under dimensjonerende utetilstand om sommeren. Når det blir varmere enn dimensjonerende utetilstand, godtas det at innetemperaturen øker med 0,5°C for hver grad utetemperaturen øker.

All luftmengderegulering er basert på tilstedeværelse, CO2 og temperatur. Alle set-punkt-verdier for temperatur, CO2 og lignede betjenes via SD-anlegg.

Døgnkontinuerlig drift forutsettes varme dager sommerstid, blant annet for å utnytte sval uteluft. Dette må ivaretas automatisk etter behov og kunne styres etter kommende utetemperaturer neste døgn. Det totale kjølebehovet dekkes generelt ved hjelp av ventilasjonsluft. Luftmengdebehov i alle rom beregnes termisk etter personbelastning, materialbelastning og forurensing som intern varme. Beregninger dokumenteres. Eventuelt kan simuleringer legges fram som viser at behovet for tilført luftmengde er lavere.

Automatisering

Alle VVS-anlegg styres, reguleres og overvåkes fra et sentralt driftskontrollanlegg (SD-anlegg).

Støy

Maks. støynivå fra tekniske installasjoner er i henhold til krav.

Definisjoner

Kontorer defineres som rom i kontorarealene det vil si kontor/personalrom, teamkontor og lignede, med tilhørende korridor (det vil si korridorer som kan inngå i en eventuell løsning med kontorlandskap). Med Kontorer siktes det også til forværelse, resepsjoner, vestibyle med mer. Det vil si rom hvor det er arbeidsplasser.

Med Møterom siktes det generelt til rom hvor persontettheten kan bli stor, f.eks. kantine, grupperom, kursrom og andre forsamlingsrom med mange mennesker.

Med Tekniske rom siktes det til vifterom og andre rom for tekniske installasjoner med kortvarig opphold, det vil si ikke faste arbeidsplasser.

Stillerom er ikke varige arbeidsplasser, ventilasjon ivaretas med 100m³/h avtrekk og overstrømning.

Med Datarom siktes til rom hvor det er plassert mye varmeavgivende IT-teknisk utstyr som f.eks. serverrom, sentralt driftsrom etc.

Dimensjonerende forhold

HENT medregner og tar hensyn til indre belastninger ut ifra den beskrevne bruk, belastninger, aktuell belysning, romutforming og personbelastning, slik at angitte klimakrav overholdes.

Et anslag over indre belastning for en gjennomsnittlig arbeidsplass er: 1 person á 100 W, 1 PC á 100 W. Lys i henhold til elektroleveranse.

Datarom

Datarom tilfredsstiller kravene i NS/EN 1047-2. Behovene for datarom oppgis av byggherre i detaljprosjekteringen.

Møterom

Personantall iht. møblering, lys og utstyr 20 W/m².

Fleksibilitet

De tekniske installasjonene planlegges ut fra at det i ulike soner foregår ulike typer arbeid, som møterom, arbeidsplasser, stillerom mm. Ventilasjonskanaler og ventiler på romnivå dimensjoneres etter maks belastning. Hovedkapasiteter i aggregatene dimensjoneres etter en samtidighet på tilstedeværelse.

Vinter

Som dimensjonerende utetilstand om vinteren regnes det 3 påfølgende døgn med skyfri himmel og med minimumstemperatur (DUT) og vindstyrke på bygget

Prosjektering

HENT utarbeider all nødvendig prosjektering og detaljplanlegging for alle VVS- tekniske anlegg som leveres.

- Tegninger, planer og snitt
- Systemskjemaer
- Flytskjemaer
- Kjølebehovsberegninger
- Varmebehovsberegninger
- Luftmengdeberegninger
- Lydberegninger

HENT utarbeider et energi- og effektbudsjett for hele bygget ut ifra de angitte forutsetninger og de valgte tekniske installasjoner, før byggestart.

Budsjettene omfatter hele bygget inkludert alle tekniske fag/anlegg, samt utendørsanlegg.

Oppfølging av energiforbruket samt driften av bygget forutsettes å skje optimalt, uten at det går ut over innemiljøet, uavhengig av hvem som er ansvarlig for drift/energiforbruk.

31 – SANITÆR

Det etableres nye bunnledninger for spillvann der nye sanitærfunksjoner er planlagt. Der hvor det ikke er kjeller må det slisses i eksisterende gulv. Bunnledninger legges av standard PVC med uttrekk til offentlig nett. Det er medtatt føringer til 1 m utenfor vegg for spillvann.

Bunnledninger for overvann planlegges beholdt for eksisterende bygg. For vaskehall og oljelager medtas nye OV føringer.

Det etableres nytt vanninntak som plasseres i varmesentral i plan 1. Eksisterende vanninntak er DN 50 kobber, kapasitet vurderes til å være tilstrekkelig for nytt formål. Vanninntak bygges opp med stengeventiler, trykkreduksjon, mengdemåling og tilbakeslagssikring. Det etableres vanninntak med varmebehandling for bekjempelse av legionella. Det legges inn avstengningsventil for automatisk avstengning av vann når bygget ikke er i bruk. Berederanlegg plasseres i varmesentral i kjeller.

Berederanlegget bygges opp som et Oso -turbo system. Energikilde vil være forvarming via varmepumpe og fjernvarme som spisslast.

For vaskehall benyttes egen bereder med coil for vannbåren oppvarming og el som spisslast.

For kantinevirksomhet etableres det fettutskiller. Separat avløpsanlegg fra kantinekjøkken føres til utvendig plassert fettutskiller. Tilknytning til VA – nett utføres av VA.

For vaskehall og oljelager etableres utvendig oljeutskiller. Separat avløpsanlegg føres til oljeutskiller. Tilknytning til VA- nett utføres av VA.

Innvendig spillvann og overvannsledninger legges av MA-rør. Det er medtatt nye spillvannføringer for de områder som er omfattet av rehabilitering. For overvann er det medtatt nye føringer fra taksluk og ned til bunnledning. Overvannsføringer kondensiseres.

Innvendige hovedvannledninger utføres med kobber- rør. Det benyttes fordelerskap med rør i rør løsning.

Sanitærutstyr leveres i omfang vist på ARK-tegninger datert 18.02.2020. Sanitærutstyr leveres av normal god kvalitet.

- Sluk i gulv på grunn leveres som plast sluk, som type Pipelife Pili.
- Sluk i gulv plan 2 leveres i rustfritt stål, som type Blucher.
- Sluk på tak leveres av taktekker, kun tilkobling er medtatt.
- For bøttekott plan 2 leveres vanlig sluk rustfri type blucher.
- Brannskap med 30m/19mm slange i skap. Markerer med etterlysende plogskilt. Skapene har ikke brannklassifisering og kan ikke stå innfelt i brannskillekonstruksjon.
- I tekniske rom leveres det brannslukningsapparat med pulver 6kg.
- Servanter leveres i standard hvit porselen. Avløpsarrangement i hvit plast.
- Klosetter leveres i standard hvit porselen. Vegghengt. Seter i propenplast
- HC-klosetter leveres i standard hvit porselen. Gulvmontert med åpen susterne og forhøyet skål. Armlener montert på vegg. Seter i propenplast.
- I tekniske rom og i BK monteres rustfrie utslagsvasker med bøtterist, som type Intra GUB 460 med ett-greps blandebatteri.
- I dusjgarderober leveres termostatbatteri. Sluk i gulv mellom dusjplasser slik at ett sluk dekker 2 stk. dusjer.
- I kantine leveres utstyr iht. kjøkkentegning.
- For minikjøkken leveres blandebatteri og avløp.
- Vannutkastere DN20 hver 25 m langs fasader.
-

For garderobedel Tensio etableres eget dusjanlegg. Tilførsel av varmt tappevann fra berederanlegg i varmesentral. Sirkulasjonsledning for varmt tappevann.

Ledningsnett for varmtvann isoleres med rørskåler av mineralull og alufolie, mens kaldtvannsledninger kondensiseres med slanger av neoprencellegummi.

Det legges egen KV ledning til vaskhall. Det planlegges U- vask og sluk i oljelager.

For vaskehall planlegges slukrenne med sandfang. Det forutsettes at Tensio tar med utstyr i vaskehall for spyling.

Breeam

Følgende poeng er lagt til grunn i preanalysen :

WAT 01, 2 poeng

WAT 02, 1 poeng

WAT 03, 2 poeng

HEA 04, 1 poeng

32 – VARME

Varmeanlegget bygges opp på nytt som et vannbårent anlegg. Det etableres et lavtemperatur anlegg 50/30 for å sikre gode valgmuligheter for energikilde og evt. fremtidige behov for utskifting av varmekilde.

Varmesentral etableres i kjeller på samme sted som eksisterende varmesentral.

Det planlegges med fjernvarme som oppvarmingskilde. Det planlegges radiatoranlegg til oppvarming i generelle bruksrom (kontor, møterom, fellesarealer etc.). For dusjrom i garderober til Tensio legges elektrisk gulvvarme. For lagerarealer benyttes aerotempere. For areal G og F holdes frostfri. Det planlegges samme tilluftstemperatur

for disse algerarealene. Oppvarming av vaskehall og oljelager planlegges utført med aerotemper. Det legges egen varmekurs til oljelager og vaskehall.

De planlegges med vannbåren varmebatterier i ventilasjonsanleggene.

Det legges opp til styring av varme på romnivå/soner med 2 veis reguleringsventil. For mindre rom som WC, mindrelager etc. etableres varmestyring med lokale termostater. Hovedføring for radiatorkurs legges i plan 1 med oppstikk til varmekilder i plan 2. 2-veisreguleringsventiler plasseres i plan 1. Varmekurser deles opp pr. leietaker med hensyn til energimåling.

Snøsmelteanlegg foran inngangsparti, 10 m2, utføres med elektriske varmekabler.

33 – BRANNSLOKKING

Bygget planlegges fullsprinklet i henhold til NS 12845. For kontordel forutsettes sprinkleranlegget plassert i ordinær fareklasse OH1 (kontorbygg). For lager del F1 Tensio, skal det plasseres lagerreoler med paller. Pallene vil inneholde elektrisk materiell for Tensio sin virksomhet. Basert på befaring hos Tensio sitt eksisterende lager er det behov for økt vannmengde i dette arealet. Det tas utgangspunkt i at Trondheim kommune kan levere tilstrekkelig vannmengde til at reolsprinkling kan utføres uten sprinklerpumpe og tank. Tensio har gitt uttrykk for at areal G må forberedes for reolsprinkling. Denne forberedelsen er ikke medtatt i forprosjektet. Arealene til Tempe VVS og areal H er sprinklet. Det forutsettes at dette kan beholdes. Det planlegges 2 stk sprinklersentraler. 1 stk for kontor del og 1 stk. for lagerdel F1. Sprinklerinntak og sentral plasseres i varmesentral. For hovedtavlerom etableres standard sprinklerløsning (normal løsning). Traforom forutsettes ikke sprinklet. Det er ikke medtatt sprinkler i kjøkkenhette på kantine.

34 TRYKKLUFT

Det etableres trykkluftanlegg for verkstedfunksjon i lager F1 og vaskehall. Tensio har kompressor med tilstrekkelig kapasitet for formålet.

Verkstedfunksjon i lager F1 planlegges med en stk trykklufttrommel og 4 stk serviceuttak.
Vaskehall planlegges med 1 stk serviceuttak

Det medtas trykklufttrør og uttakspunkter. Det forutsettes at trykkluftkompressor plasseres i lager F1.

35 PROSESS KJØLING

Det er ikke medtatt prosesskjøling

36 LUFTBEHANDLING

Tempeveien 15 planlegges løst med 7 aggregater.

360.001 Eksisterende aggregat benyttes. Aggregatet dekker F1 lager og Areal G. Aggregatet er plassert på mesanin i akse (29-30,E-F). Eksisterende inntak/avkast beholdes. Nye kanaler og ventiler.

360.002 Nytt aggregat. Aggregat dekker akse 17 – 28 plan 1 og 2. Aggregat plasseres på plan 1 i akse (12-14,D-E).

360.003 Nytt aggregat. Aggregat dekker akse 10-17 plan 1 og 2. Aggregat plasseres på plan 1 i akse (10-12, D-E).

360.004 Nytt aggregat. Aggregat dekker akse 1-10 for Tensio sine arealer plan 2. Aggregat plasseres på plan 2 i akse (9-10, D-F).

360.005 Nytt aggregat. Aggregat dekker kjøkken og kantine i plan 2. Aggregat plasseres på tak i akse (7-8,B-C).

360.006 Eksisterende aggregat. Aggregat dekker K. Lund sine arealer. Aggregatet er plassert på stålmessanin i verksted til K. Lund.

360.007 Eksisterende aggregat. Aggregat dekker Tempe VVS sine arealer. Arealet omfattes ikke av prosjektet.

Eksisterende aggregat på tak i akse (13-14, C-D) demonteres. Dette aggregatet dekker hovedsak deler av Ahlsell sitt areal og K. Lund sitt areal. Kanalnett for dette aggregatet og aggregat 360.006 er koblet sammen. Kanalnett og ventiler demonteres.

Eksisterende aggregat på tak i akse (6-7, B-C) demonteres. Dette aggregatet dekker kantine. Kanalnett og ventiler demonteres.

Eksisterende aggregat 360.001 har elektrisk varmebatteri. Det planlegges å skifte til vannbårent varmebatteri.

For kantineaggregat medtas 2 stk. avtrekshetter. 1 stk. for stekesone og 1 stk. for Oppvaskesone.

For kantineaggregat og aggregat som dekker Tensio sin del akse 1-10 vurderes kanaler På tak på bakgrunn av lav etg.høyde i plan 2.

For aggregat som dekker K. Lund sine arealer har kanaler for små dimensjoner. Det planlegges nytt kanalnett og ventiler.

Luftinntak og luftavkast planlegges med kombihatt på tak.

Som brannstrategi for luftbehandlingsanlegg legges det til grunn en trekk ut strategi. På grunnlag av et heldekkende sprinkleranlegg legges det til grunn å ikke brannisolere kanalnett. Det installeres kompaktaggregat med roterende varmegjenvinner, vannbårent varmebatteri, samt trykkstyrete vifter med frekvensregulator. For kantine installeres kompaktaggregat med kryssvarmeveksler for å kunne rengjøre varmeveksler og ikke spre for mye matlukt ut i arealene

Det medtas VAV for følgende romtyper (4-mannskontorer, møterom, undervisningsrom og kontorlandskap). VAV baseres på styring med CO2/temp føler.

For kontorer, 4-mannskontorer, kontorlandskap og stillerom baseres ventilasjonsløsning på tilluft i rommet med overstrømning til fellesareal med fellesavtrekk.

Møterom og undervisningsrom får balansert løsning med tilluft og avtrekk i rommet. Krav til spesifikk vifteeffekt, SFP-faktor (kW/(m³/s) max. 1,5. Krav til roterende varmegjenvinner 82 %. Kryssveksler 55 %.

Aggregat dimensjoneres for 75% samtidighet i forhold til beregnet luftmengde.

Beregnete luftmengder i forprosjekt:

360.001 9.500 m³/h, samtidighet 0,75 gir 7.200 m³/h
360.002 16.500 m³/h, samtidighet 0,75 gir 12.400 m³/h
360.003 16.300 m³/h, samtidighet 0,75 gir 12.300 m³/h
360.004 11.000 m³/h, samtidighet 0,75 gir 8.300 m³/h
360.005 6.300 m³/h, samtidighet 1 gir 6.300 m³/h
360.006 8.200 m³/h, samtidighet 0,75 gir 6.200 m³/h
Det er ikke medtatt reservekapasitet.

I tillegg til hovedsystemene etableres følgende systemer:

Avtrekk for Heis.
Tilluft/avtrekk for vaskehall
Tilluft/avtrekk for oljelager

I det videre arbeidet må det vurderes behov for sveiseavsg i K. lund sine arealer.

Hovedtavlerom sprinkles ikke, derfor medtas brannspjeld for ventilasjonsføringer i rommet.

Breeam

Følgende poeng er lagt til grunn i preanalysen:

HEA 02, 4 poeng

HEA 03, 2 poeng (Dette punktet vil ikke være mulig å oppnå uten lokal kjøling på flere rom enn det som er beskrevet nedenfor)

37 KOMFORTKJØLING

Det planlegges med en reversibel luft/vann varmepumpe med en effekt på 100 kW plassert på tak. Ved behov for lokal kjøling ved vinterdrift er det planlagt med bruk av tørrkjøler. Det er utført kjølebehovsberegninger for å dokumentere behov for kjøling. Beregningene viser at det er behov for kjøling av ventilasjonsluft og lokal kjøling i møterom og undervisningsrom. Dette er rom med varierende belastning og det er viktig å kunne ha kontroll på temperatur. Det er utført Simien-beregninger for ulike rom. Dette er presentert i rapport 10216700 RIV-RAP-001. Simien-beregningene viser også at det er behov for kjøling av ventilasjonsluft og lokal kjøling. Ut ifra kjølebehovsberegningene tas det utgangspunkt i at alle ventilasjonsaggregater har kjøling og lokal installeres på møterom og undervisningsrom. Det må arbeides videre med dette i detaljprosjekteringen.

For å ha god kontroll på temperaturen i rommene med varierende belastning anbefaler vi å legge ca. 50% av kjølebehovet på ventilasjonsbatteriet og ca. 50% av kjølebehovet på aktive kjølebafler i rommene.

Kjølerør legges som kobber rør. Styring av kjølemengde på romnivå gjøres med 2 veis reguleringsventil koblet mot temperaturføler i rommet.

4 ELEKTRO

4 ELKRAFTANLEGG

40 - ELKRAFT, GENERELT

De elektriske installasjonene prosjekteres og utføres i henhold til Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og NEK 400:2018. Beskrivelsen gjelder for Tensios lokaler

41 - BASISINSTALLASJONER FOR ELKRAFT

411 Systemer for kabelføring

Generelt:

Det leveres moderne tidsmessige løsninger med kabelbroer, kanaler og andre aktuelle strukturerte føringsveier det skal legges stor vekt på etablering av fornuftige og rasjonelle føringsveier med god plass. Bæresystemer dimensjoneres med minimum 30 % reserveplass for framtidige utvidelser.

Installasjonskanaler

Uttak for arbeidsplasser og møterom etableres integrert i nedføringsstaver eller kanaler.

Patching

Skal avtales og avklares med leietaker for levering og montering, og anses som en brukertilpasning. Ved terminering må det lages nødvendig slakk på kablene for eventuell senere utskifting til nytt termineringsutstyr.

Antall data- og teleuttak:

Arbeidsplasser 1 stk uttak pr. arbeidsplass, omfang arbeidsplasser er definert til 192 stk. Print/kopierom 2 stk uttak. Møterom utstyres med 2 punkt.

Trådløst

Det tas med 1 enkeltuttak pr 7,5 lpm korridor for trådløstnett som utgangspunkt.

Vurdering må gjøres i detaljprosjektering.

Infotavler

Det tas med uttak for 2 stk. infotavler samt en utvendig på østfasade.

53 - TELEFONI OG PERSONSØKING

532 System for telefoni

Det medtas ikke kabling for fast telefoni, utstyr er brukerleveranse. Det forutsettes at det er dekning for mobiltelefoni fra systemleverandørenes egne nett (utvendige basestasjoner).

54 - ALARM- OG SIGNALSYSTEM

542 Brannalarmanlegg

Det installeres og tilpasses brannalarmanlegg i bygget iht. myndighetskrav. Dette vi omfatte lokalene ut over Tensio.

543 Adgangskontroll og innbruddsalarmanlegg

Det leveres online adgangskontroll for inntil 10 dører i Tensios lokaler samt port ved innkjøring.

Adgangskontrollanlegget har mulighet for utvidelse med on og offline dørmiljø. Eventuell innbruddsalarmanlegg installeres av leietaker selv.

55 - LYD- OG BILDESYSYSTEMER

Foruten de beskrevne føringsveier og uttak inngår det ikke andre installasjoner for AV-anleggene.

Fellesantenner

Vurderes ikke som aktuelt.

Lydanlegg/teleslynge

Generelt er teleslyngeanlegg leietaker tilpasninger. Totalentreprisen har derfor ikke medtatt videre kostnader i denne forbindelse.

56 - SD-ANLEGG

Det installeres et komplett bygningsautomatiseringsanlegg (BAS, SD, toppsystem) med automatikk, utstyr og programvare for sentral styring og driftskontroll av samtlige tekniske anlegg og bygningstekniske installasjoner. Anlegget skal være av type flerbrukersystem, avansert og av moderne type, med web-grensesnitt.

Alle tilknyttede systemer vises som dynamisk systembilde på skjermen, og alle settpunkter (temp. o.l) skal kunne innstilles fra hovedsentral. Forandring i temperatur, pådrag i regulering, driftsstatus (av/på) og meldinger skal vises kontinuerlig i systembildene.

Kursopplegg

Det skal være avsatt plass til målere i alle automatikkfordelinger.

SD-anlegget leveres med webserver slik at øvrig driftspersonell/brukere kan få tilgang via standard nettleser og fra nettbrett og mobiltelefoner. Grensesnittet skal være plattformuavhengig, og skal fungere på alle kjente plattformer som Microsoft Windows, Apple OSX, IOS, og Android. Systemet skal kunne tillate sambruk fra flere brukere.

Hovedsentral

Hovedsentralen leveres med funksjon for sikkerhetskopiering av historikk og logger fra systemet. Løsning for sikkerhetskopiering skal være basert på et eksternt lagringsmedium. Sikkerhetskopieringen skal skje automatisk

Alarmbehandling

Alarmlisten for alarmer bygges opp med en struktur der byggnavn, alarmprioritet, dato og tid, en forklarende alarmtekst (på norsk), komponentbenevnelse, samt alarmstatus fremkommer. Alarmer skal lagres i en egen alarmdatabase med aktuelle alarmer og historiske alarmer.

Alarmene vil ha tre (3) prioriteter slik at en kan skille på viktigheten av alarm. Før programmering av anlegget vil leverandør utarbeide forslag til alarmprioritering, som fremlegges driftspersonell for kontroll. Endelig oppsett for alarmprioritet utarbeides i felleskap mellom entreprenør og driftspersonal.

Systemet vil presentere de ulike alarmprioritetene ulikt slik at en ser hvilken alarmprioritet som punktet har.

Trendkurver

Samtlige analoge og digitale signaler vil ha trend logging. Oppløsning og loggfrekvens i minimum; - Minuttverdier for de 5 seneste timene - 5 minutter for de seneste 5 døgn - Timesverdien for de 5 seneste døgn - Døgn verdier for hver måned samt for helår.

Driftstidsalarmer gis laveste prioritet. Driftstidsalarm angis i aktuelt prosessbilde og i alarmdatabase. Alarmer defineres i minst tre (3) alarmklasser og alarmvideresending skal kunne filteres utfra de ulike alarmklassene. Alarmer skal kunne styres til ulike personer avhengig av dag og tid på døgnet.

Prosess- og oversiktsbilder

Før programmering skal fremlegges forslag til bildeoppbygning for byggherre, endelig bildeoppbygning utarbeides i samarbeid mellom byggherre og entreprenør. Hvert bilde skal en hjelpemodul som gir beskrivelse av bildeoversikt samt hjelpetekst over FAQ for respektive skjermbilder.

Oversiktsbilder

Normalt inngangsbilde for SD skal vise en oversikt over bygget med mulighet til å navigere seg videre ved å klikke på aktuell del i bygget. Inngangsbilde skal ha snarvei til det enkelte alarmpanel og en visning om det er aktive alarmer i systemet med hurtiglink til aktuelt systembilde.

Prosessbilder

Bildene viser prosessen slik den er i anlegget.

Bildene har en detaljeringsgrad som viser hvordan prosessens hovedkomponenter er koblet sammen. Bildene skal være logisk oppbygd med klikkfunksjon for hurtignavigering mellom gjengitte verdier bilde og komponenter. Alle I/O i undersentraler, variabler fra komponenter og beregnede verdier skal vises i bildene. Komplette bus-system (romstyringssystem) visualiseres med samme funksjonalitet og oppbygging som øvrige tekniske anlegg.

Lokal automatisering/ romkontroll

Alle IO og viktige fiktive punkter som for eksempel setpunkt, start/stopp-signal til enkeltkomponenter, systemer og alarmgrenser, presenteres i SD.

Undersentraler

Anlegget skal leveres med lokale undersentraler for regulering, styring og overvåking. Undersentralene skal kommunisere med hverandre og mot hovedsentral på standardiserte protokoller slik som BACNET IP. Det settes krav til at kommunikasjonen skal foregå over TCP/IP. Kommunikasjon mellom undersentraler og hovedsentralen skal skje kontinuerlig eller etter forespørsel fra hovedsentralen (f. eks innsamling av timesverdier en gang pr døgn).

Komponenter og systemer

All instrumentering og funksjoner skal implementeres i automatikkanlegget og presenteres grafisk i SD. Det skal tilstrebtes å benytte så få protokoller som mulig.

Endelig signal- og alarmliste som utarbeides av entreprenør skal avstemmes med byggherrens rådgivere før de benyttes på byggeplass, fordelinger settes i produksjon osv. Dette fritar ikke entreprenøren for det absolutte ansvar for det totale anlegget.

Energimåling

Det skal minimum medtas energimålere for følgende energiposter:

- Romoppvarming
- Ventilasjonsvarme
- Varmtvann
- Vifter og pumper
- Utstyr og belysning

Alle målere legges inn med algoritmer for som fordeler bygningens energiforbruk. Energimålerne må kunne levere timesverdier og reell stand. Det er viktig å påse at bus-kommunikasjonen blir raskt nok til å kunne overføre samtlige verdier fra alle målere på samme tidspunkt slik at timesverdiene blir riktige. Alle energimålere og vannmålere skal utstyres med bus-kommunikasjon.

Alle døgnverdier for energibruk, vann og utetemperatur videresendes via automatisk overføring til driftsserver. Byggets energiforbruk skal vises i effektsignaturdiagram, løpende de seneste 365 døgn (middeleffekt/døgn i forhold til middeltemperatur/døgn)

Følgende variabler hentes ut fra termiske energimålere:

Effekt:	Effekt i kW
Energi:	Summert energi i kWh
Turvannstemperatur:	Temperatur i °C.
Returvannstemperatur:	Temperatur i °C.
Vannmengde:	Vannmengde i l/s.

Følgende variabler skal hentes ut fra nettanalysator for el:

Strøm	Strøm i alle tre faser.
Spenning	Spenning mellom alle faser.
Aktiv effekt	Aktiv effekt
Reaktiv effekt	Reaktiv effekt
Cos Phi	Faseforskyvning
Harmoniske	Total harmonisk innhold (THD) for hver fase strøm og spenning
Energiforbruk	Aktivt energiforbruk.
Nullstilling	Nullstilling av energiforbruk aktiv energi.

Minimum instrumentering

- Temperaturgivere der det vil kunne måles ulik temperatur (i både tur- og returrør).
- Trykgiver for statisk trykk, med alarmfunksjon.
- Utetemperaturgiver på nordfasade.
- Kurser for radiator/konvektorer, gulvvarme og sikringsfunksjoner for renner, rister, rør etc. skal utekompenseres, og det skal være mulig å legge inn nattsenkning og kaldrassikring.
- Dersom rørsystemet har variabel vannmengde skal følgende leveres: Trykkdifferanse giver for styring av frekvensomformer pumpe.

Ventilasjonsaggregater

Ventilasjonsaggregatene omfatter som minimum følgende funksjoner:

- Gjenvinnerytelse målt med reelle temperaturer.
- Optimalisere driften basert på spjeldvinkel/trykk/luftmengde fra kanalnettet.
- Hastighetsregulering av vifter for optimal drift basert på ønsket luftmengde og trykk.
- Temperaturregulering av tilluft skal være valgbart:
 - Avtrekkstyrt
 - Utekompensert
- Mulighet for frikjøling/nattkjøling.
- Utstyres med diff.trykgivere for varsling av tette filtre.
- Sekvensstyrt temperaturregulering.
- Frostsikring av varmebatterier i både returvannsløp og luftveien etter varmebatterier.
- Mulighet for overstyring.
- Sikker drift ved brann, funksjon for røykevakuering skal ivaretas iht. kap. 3 og brannstrategirapport.

Oppstartsekvens: Fraluftsspjeld åpner.

Fraluftsvifte starter modulerende til redusert luftmengde når fraluftsspjeld har

åpnet. Varmegjenvinner styres mot maks. varmegjenvinning. Anlegget går i 90 sek. før inntaksspjeld åpner.

Tilluftsvifte starter modulerende til redusert luftmengde når inntaksspjeld har åpnet. Anlegget går deretter over til normaldrift.

Brannspjeld

Styresentral for brannspjeld tilkoples brannalarm og SD.

Trykksettingsvifter

Trykksettingsvifter, dersom dette leveres, tilkobles SD for overvåkning. Overstyringsbryter for trykksettingsvifter skal medtas og plasseres ved branntablå.

Røykluke-/vifte

Røyklukene skal i tillegg kunne benyttes for naturlig ventilasjon. Lukene kobles mot værstasjon for lukking ved nedbør, vind og lignende. Røyklukestyringen integreres i SD for full betjening og mulighet til å endre børverdier. Manuell overstyring lokalt.

Sprinkleranlegg

Feil og status på stengeventiler visualiseres iht lokalt regelverk, normalt i brannalarmanlegg. Feil i vannforsyning varsles iht lokalt regelvert, normalt via brannsentral som feilmelding

Drift- og feilsignaler fra trykkøkningspumper.

Etasjevis overvåkning hvis det er aktuelt med høydesystem

Utløst brannalarmanlegg skal vises som alarm i SD, og være med i alle bilder.

Dataromskjølere

Tilkobles SD via bus for full kommunikasjon (bl.a hastighet regulering av vifter, gjelder også for andre steder det benyttes fan-coils).

Det skal minimum avleses:

Drift Drift dataromkjøler

Feil Feil dataromkjøler

Lekkasjestoppere og lekkasjedeteksjon

Lokalt alarmsignal.

Maksimalvokter/effektbegrensning

Byggets maksimalvoktere integreres i SD for enhetlig styring av maksimalgrense avhengig av temperatur, installert effekt og pådrag.

Romregulering

Reguleringskrav til romregulering er gitt i del kapitler for 3.0 VVS teknikk, 43 fordelingsanlegg, 44 belysningsanlegg og 45 elektriske varme i dette kapitel gjengis kun de overordnede krav.

Møte- og konferanserommene

Møte- og konferanserommene skal innta en bestemt status avhengig av bruk.

Nattsenkning skal kunne urstyres og være tilgjengelig for overstyring via SD

Det skal monteres tilstedeværelsesføler i hvert teknisk grid, denne skal om mulig styre både lys og Klima. Anlegget skal kunne motta signaler fra leietakers booking anlegg slik at anlegget kan «forventileres» i hht forventet bruk.

Kontorerarealer

Det skal være regulatorer med tilgjengelige innganger for ettermontering av temperaturføler og CO2-føler i alle tekniske grid der dette ikke installert i utgangspunktet.

Nattsenkning kan urstyres og være tilgjengelig for overstyring via SD.

Styring av felles arealer

Nattsenkning skal kunne urstyres og være tilgjengelig for overstyring via SD.

Gulvvarme

Alle våtrom med gulvvarme skal ha romtermostat og gulvføler for styring av varmepådrag. Gulvføler skal begrense temperaturen i gulvet, dersom temperaturen i gulvet blir for høy skal aktuator stenge.

I alle arealer med gulvvarme skal det være en styring pr rom.

Generelt

Romregulering skal visualiseres på aktive plantegninger, med visning av soner og relevante driftsparametere.

Sonekontroll

Automatiseringsanlegget håndtere sonekontrollen. Sonekontroll skal inkludere ventilasjon, varme, kjøling, belysning, solavskjerming, signal fra vinduskontakt (for omfang se underlag fra arkitekt) i det enkelte rom, grid eller grupper av rom.

Sonesystemet bygges opp hierarkisk og strukturert.

All sonestyring og regulering kan påvirkes på romnivå og gruppenivå fra SD, dvs. at alle ventiler kan åpne/lukke, både vann og luft. Sonekontrollsystemer er fullintegret i automasjonsanlegget. Sonekontrollere plasseres fortrinnsvis over himling i umiddelbar nærhet av kabelbro ved aktuelt rom/område. Sonekontrollerne skal være

lett tilgjengelige for service og vedlikehold. Merking av plassering fremgå under himling. Sonekontrollerne skal være autonome slik at lokal regulering skal fungere som normalt dersom kommunikasjon med overordnet nivå svikter.

FDVUS : Administrative systemer

Et web-basert FDV-system forutsettes skal leveres, type CuroTechs FDV-web eller tilsvarende. Byggets tekniske installasjoner skal kunne styres, reguleres og overvåkes av automatisk- og sentralt driftskrollanlegg. Leietaker må kunne overstyre lufttemperatur ved nattarbeid m.m.

Hvert kontor, teamkontor og møterom skal utstyres med romregulator for individuell temperaturstyring

Energioppfølgingssystem (EOS).

Dette program skal vise hva forbruket har vært og hva det burde ha vært i henhold til et energibudsjett.

Energi budsjettet skal kunne settes opp med faste verdier på forbruk pr. uke. Det skal også kunne settes opp med forbruk avhengig av gjennomsnittlig utetemperatur.

Systemet skal integreres i byggets SD-anlegg, det etableres egne skjermbilder for energioppfølging. Det skal kunne presenteres en forbruksrapport av vann, olje, kWh m.m.

Operatør skal kunne velge tidsområde døgn, uke, måned og år.

70 UTENDØRS

Utendørs elkraftanlegg

Belysning:

Det medtas utomhusbelysning primært montert på fasader for å ivareta krav til belysning. Belysningen styres over astrour eller fotocelle.

Utendørs varme

Det skal legges varmekabel utenfor 2 innganger ca areal 2 x 5m2.

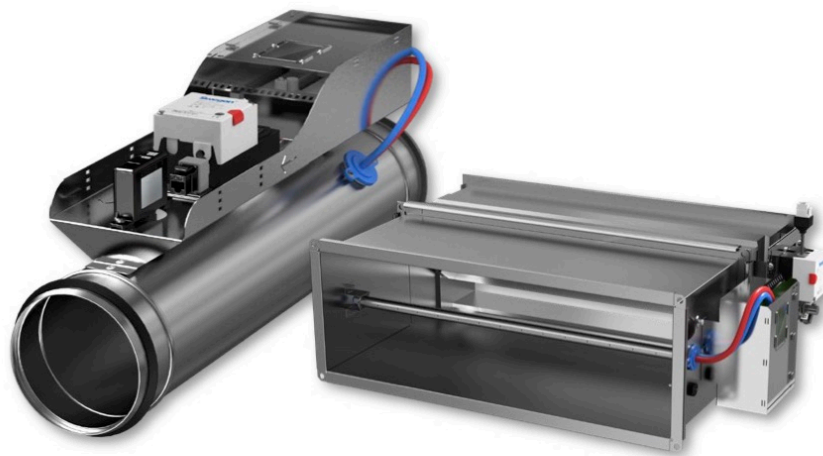
7 Utomhus

Utendørs overflater og anlegg iht. situasjonsplan utarbeidet av arkitekt. Utendørs VVS-anlegg

Utendørs sluk og slukrenner for håndtering av overvann er inkludert i leveransen.

WISE Damper

Active damper for Swegon's WISE System for demand-controlled ventilation



QUICK FACTS

- Variable or constant flow regulation or constant pressure regulation
- Wireless communication via radio
- Integrated sensor
- Variants:
 - Circular connections: Ø100-630 mm
 - Rectangular connections: 200x200-1600x700 mm
 - Available with spring return actuator
 - Available with Sensor Module Advanced (SMA)

WISE Damper Size	FLOW RANGE			
	Min. (0.6 m/s)*		Max. (10 m/s)*	
	l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h
100	5	18	79	285
125	7	26	123	443
160	11	40	202	728
200	18	65	315	1134
250	30	108	491	1768
315	50	180	780	2808
400	87	314	1257	4526
500	135	486	1964	7071
630	187	674	3118	11225

*The product can regulate below Min. but the measurement accuracy cannot be guaranteed, for tolerances see page 8. NOTE for a high pressure drop across the product, it may be difficult to reach the min. flow, see the sizing diagrams.

Content

Technical description.....	3
General	3
Design	3
Functions.....	3
Materials and surface treatment.....	3
Project design / Typical room	3
Maintenance	3
Environment	3
Technical data	4
Electrical data	4
Sizing	5
Air flows – all designs	5
Acoustic data – circular design	5
Sizing diagram – Circular, all designs.....	5
Sound power in octave bands.....	7
Sizing diagram – rectangular design.....	7
Installation, torque, dimensions and weights..	8
Circular design	8
Installation – all designs	8
Installation – circular version	8
Rectangular design	9
Installation – rectangular design.....	9
Specification	10
Specification text	11

Technical description

General

- Designed for demand-controlled ventilation of premises with a varying load.
- Designed for comfort ventilation.
- Moist, cold and aggressive environments must be avoided.
- Can be installed in both supply and extract air systems.
- Pressure-independent, but does require a minimum pressure drop equivalent to that of an open damper.
- The minimum air flow must be considered during design.

Design

- Motor: Normal or spring return.
- Options for selection of spring return:
 - De-energized closed.
 - De-energized open.
- Integrated air flow sensor.
- Integrated duct temperature sensor.
- Possibility to connect up to 3 valve actuators.
- With SMA or without SMA.
- With SMA:
 - Integrated VOC sensor.
 - Integrated RH sensor.

Circular variant:

- Connection: Ø100-630 mm.
- Always supplied with dust protection.
- Motor shelf with 30 mm spacer to facilitate condensation insulation of the duct system.
- A factory-insulated model available on request.

Rectangular variant:

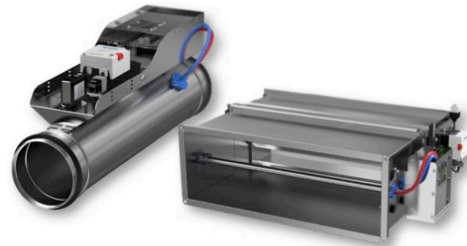
- Connection 200x200-1600x700 mm.
- Other sizes are also available on request.

Functions

- Variable or constant flow regulation or constant pressure regulation (supplemented with the WISE DPS accessory).
- Measurement of air flow, duct pressure, temperature, VOC and RH.
- Wireless communication via radio.
- Heating and cooling function with air.
- Control external heating and cooling.

Materials and surface treatment

- All sheet-metal parts are galvanized sheet steel (Z275).



Accessories

- FSR, clamp/quick coupling for easy dismantling of circular WISE Damper for cleaning and inspection.
- WISE DPS, duct pressure sensor to retain constant pressure in the duct system, wired Modbus communications, see figure 2.
- POWER Adapt, transformer for power supply.
- ACTUATOR, valve actuator for heating and cooling regulation with for example radiator or cooling coil.
- Cover Damper Circular, cover for visible installation, see figure 1.

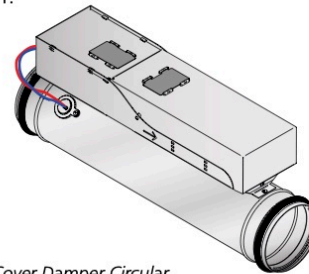


Figure 1. Cover Damper Circular.

Project design / Typical room

See the separate documentation "WISE System Guide", which is available for download via www.swegon.com.

Maintenance

The product does not require any maintenance/service, except for any cleaning when necessary. See the separate Instructions for Use, available on www.swegon.com.

Environment

The Building Materials Declaration is available from www.swegon.com.

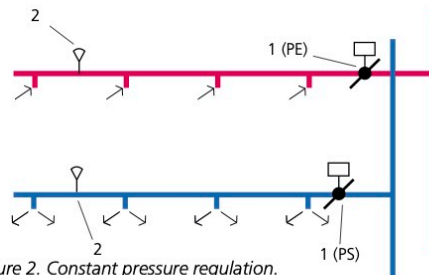


Figure 2. Constant pressure regulation.
1: WISE Damper
2: WISE DPS

WISE Damper

Technical data

Output (ERP):	50 mW
Frequency band:	2.45 GHz, IMS band (2400-2483 MHz)
Temperature sensor:	0 - 50°C ± 0.5°C
Pressure sensor:	0 - 300 Pa
With SMA	
VOC sensor:	450 - 2000 ppm
RH sensor:	0 - 100 RH%
IP class:	IP20
Corrosivity class:	C3
Pressure class:	A
Leakage class according to SS-EN 1751	
- Air tightness class, casing:	C
- Air tightness class circular damper, closed:	4
- Air tightness class rectangular damper, closed:	3
Running time open/close (90°):	120 s
Spring return actuator, running time electricity (90°):	120 s
Return time spring:	max. 20 s (90°)
Ambient temperature	
Operation:	0 – 50°C
Storage:	-20 – +50°C
RH:	10 - 95% (non condensing)
CE marking:	2016/42/EC (MD) 2014/53/EU (RED) 2011/65/EU (RoHS2)

Electrical data

Power supply:	24V AC ±15% 50 - 60Hz
Connections pipe dim.	
Power:	Screw terminal max. 2.5mm ²
Valve actuator:	Push-in spring force connections, max. 1.5 mm ²
Max. power consumption:	See table below

Variant	Motor	VA			
		Default	+1 valve actuator	+2 valve actuator	+3 valve actuator
Normal	5 Nm	8	15	22	29*
	10 Nm				
	15 Nm				
Spring return	5 Nm	12	19	26*	
	10 Nm				
	20 Nm				

*Applies to products with CU ver. 2, delivered from 10/01/2019.

Sizing

Air flows – all designs

- Important! Increased air flow gives increased duct velocity and increased sound level.

Acoustic data – circular design

Sound power level

- The diagrams show the a-weighted sound power (L_{WA} -dB), as a function of the air flow and pressure drop across the damper.
- Correct L_{WA} with correction factor K_{ok} from the tables below to obtain the sound power levels for each octave band ($L_W = L_{WA} + K_{ok}$).

Correction factors for conversion to sound power in octave bands:

L_{WA} = Sound level in the sizing diagram for duct products.

K_{ok} = Correction factor in octave bands.

K_{trans} = Correction factor in octave bands for transmitted sound.

Sound power in octave bands

$$L_W = L_{WA} + K_{ok}$$

Correction factor, K_{ok}

Size	Mid-frequency (octave band) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	7	7	5	-1	-5	-10	-17	-22
125	7	9	6	-2	-4	-10	-19	-25
160	5	10	6	-3	-5	-11	-18	-24
200	5	10	5	-2	-5	-11	-19	-27
250	8	5	2	-3	-6	-10	-18	-24
315	4	6	3	-3	-6	-10	-18	-25
400	6	3	1	-3	-5	-10	-17	-26
500	3	0	-1	-3	-5	-10	-17	-28
630	3	-1	-2	-3	-5	-9	-17	-27
Tol. ±	6	3	2	2	2	2	2	2

Transmitted sound through uninsulated casing

$$L_W = L_{WA} + K_{trans}$$

Correction factor K_{trans}

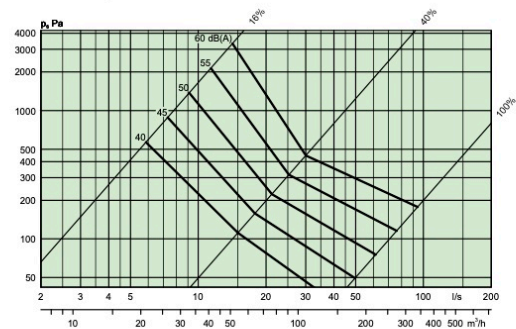
Size	Mid-frequency (octave band) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	-2	-9	-7	-10	-9	-10	-15	-22
125	-4	-9	-8	-13	-9	-12	-19	-27
160	-7	-9	-10	-15	-12	-15	-20	-28
200	-9	-11	-13	-16	-14	-16	-23	-32
250	-8	-18	-17	-19	-17	-17	-23	-31
315	-14	-19	-18	-21	-18	-19	-25	-34
400	-13	-23	-22	-22	-19	-21	-26	-37
500	-18	-28	-27	-24	-21	-22	-28	-40
630	-18	-27	-27	-24	-21	-21	-29	-38
Tol±	6	3	2	2	2	2	2	2

Sizing diagram – Circular, all designs

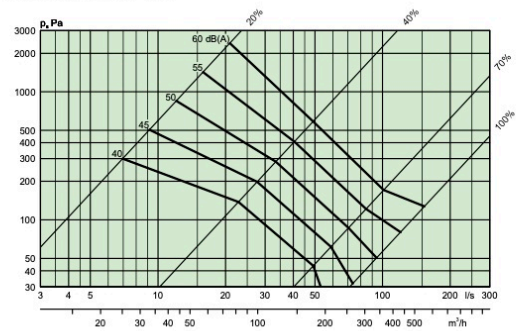
Air flow – Pressure drop – Sound level

- Specified sound levels, L_{WA} : 40, 45, 50, 55 and 60 dB.
- The data is for the sound created in ducts.
- 100% corresponds to the damper being fully open.

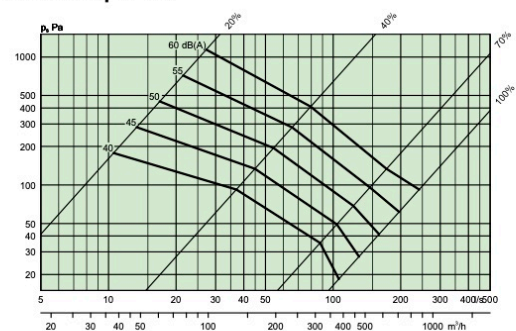
WISE Damper 100



WISE Damper 125

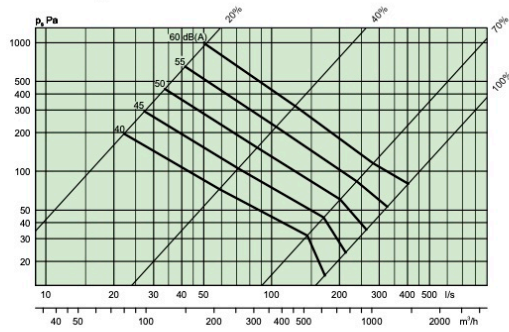


WISE Damper 160

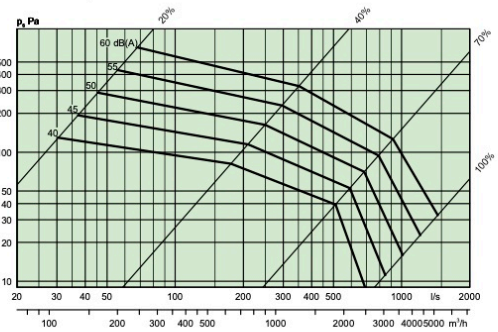


WISE Damper

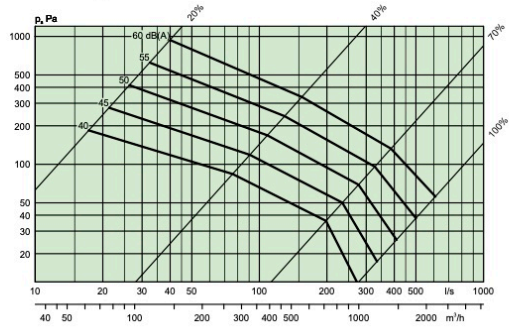
WISE Damper 200



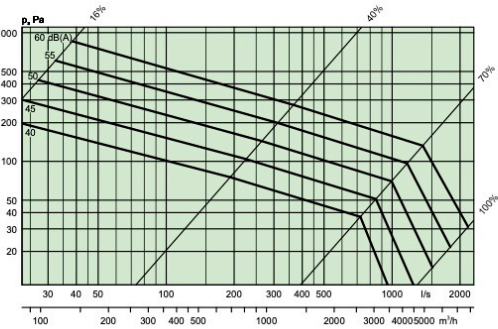
WISE Damper 400



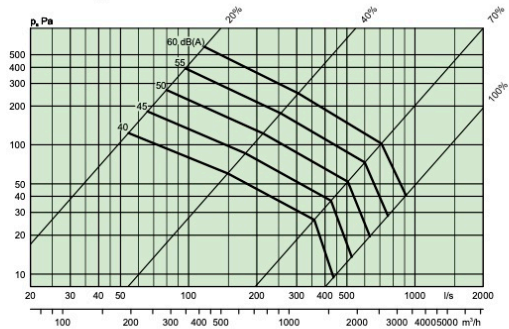
WISE Damper 250



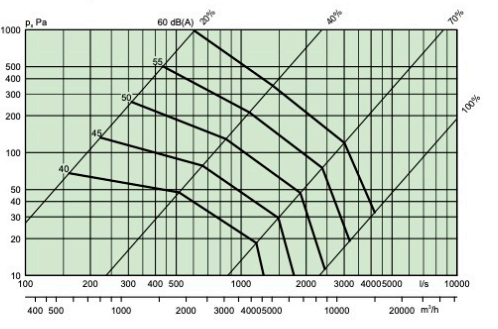
WISE Damper 500



WISE Damper 315



WISE Damper 630



Acoustic data – rectangular design

Sound power level

- The diagram shows the a-weighted sound power (L_{WA} -dB), as a function of the air flow and pressure drop across the damper.
- Correct L_{WA} with correction factor K_{ok} from the tables below to obtain the sound power levels for each octave band ($L_W = L_{WA} + K_k + K_{ok}$).

Sound power in octave bands

$$L_W = L_{WA} + K_k + K_{ok}$$

Correction factor, K_{ok}

Size	Mid-frequency (octave band) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
All	7	3	1	0	-5	-14	-23	-22
Tol. ±	4	4	3	2	2	2	2	2

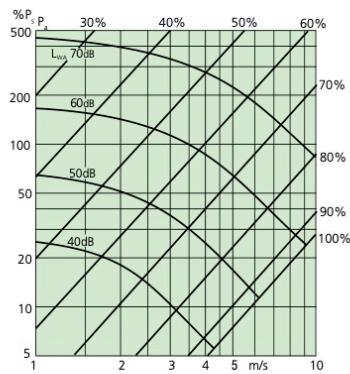
Correction factor K_k for the damper's face area

Correction factor – face area								
Area m ²	0.1	0.15	0.25	0.4	0.6	1.0	1.6	2.5
K_k	-3	-2	0	2	4	6	8	10

Sizing diagram – rectangular design

Velocity - Pressure drop - Sound level

- The data is for the sound created in ducts.
- Specified sound levels, L_{WA} : 40, 50, 60 and 70 dB.
- Calculate the face velocity across the damper and read the sound data and pressure drop at an appropriate damper position.
- 100% corresponds to the damper being fully open.



Installation, torque, dimensions and weights

Circular design

Size Ø (mm)	A (mm)	B (mm)	Installation dimensions (mm)	Normal motor		Spring return		Flow range				Tolerance Q' ±5% with at least ±x l/s	
				Torque (Nm)	Weight (kg)	C (mm)	Torque (Nm)	Weight (kg)	Min. (0.6 m/s)		Max. (10 m/s)		
									l/s	m³/h	l/s		m³/h
100	574	50	584	5	2.5	11	5	3.0	5	18	79	285	2
125	574	50	584	5	2.8	24	5	3.3	7	26	123	443	2
160	574	50	584	5	3.2	33	5	3.7	11	40	202	728	2
200	574	50	584	5	3.7	19	5	4.2	18	65	315	1134	3
250	574	50	584	5	4.3	13	5	4.8	30	108	491	1768	5
315	600	50	610	10	5.2	0	10	6.2	50	180	780	2808	8
400	830	60	850	10	8.0	0	10	9.0	87	314	1257	4526	13
500	830	60	850	10	9.9	0	10	10.9	135	486	1964	7071	20
630	915	60	935	15	13.5	0	20	14.5	187	674	3118	11225	32

*Installed according to the instructions

Installation – all designs

- WISE Dampers' air flow measurement requires a straight section before the product according to the installation figures.
- Instructions for Use are supplied with the product on delivery, but can also be downloaded from www.swegon.com.

Installation – circular version

- Installation is position dependent.

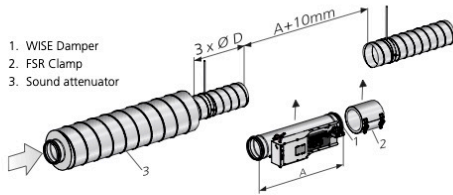


Figure 3. Requires a straight section of 3 x Ø for sound attenuators with baffle or centre body.

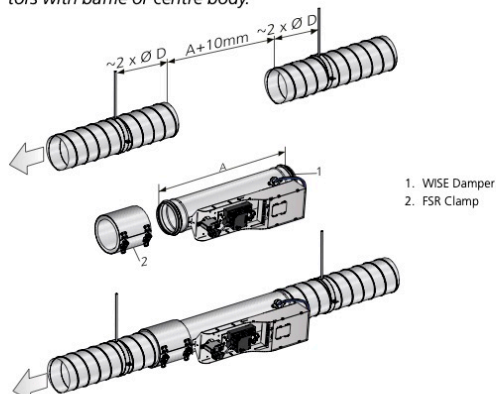


Figure 4. Installation in the duct system. The ducts must be firmly fixed to the frame of the building on each side of WISE Damper.

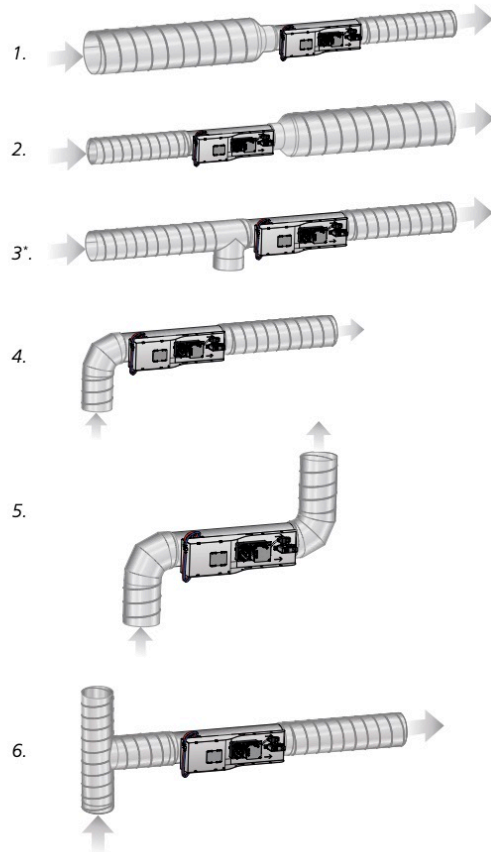


Figure 5. Straight section requirements, circular ducts. 1-5: Quantity Ø before the product: 0 x Ø. 6: Quantity Ø before the product: 2 x Ø. *Cleaning hatch

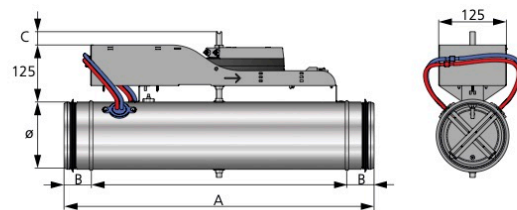


Figure 6. Dimensions, WISE Damper circular and WISE Damper circular with spring return.

Rectangular design

Size BXH (mm)	Normal motor		Spring return		Flow range				Tolerance C ⁺ ±5% with at least ±x/l/s
	Torque (Nm)	Weight (kg)	Torque (Nm)	Weight (kg)	Min. (1 m/s)		Max. (10 m/s)		
					l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h	
200 x 200	5	7.2	5	8.0	34	123	400	1440	4
300 x 200	5	8.4	5	9.2	50	180	600	2160	6
400 x 200	5	9.9	5	10.7	67	242	800	2880	8
500 x 200	5	11.4	5	12.2	84	303	1000	3600	10
600 x 200	5	12.9	5	13.7	100	360	1200	4320	12
700 x 200	5	14.4	5	15.2	117	422	1400	5040	14
800 x 200	5	15.4	5	16.2	133	479	1600	5760	16
1000 x 200	10	18.4	10	19.9	167	602	2000	7200	20
300 x 300	5	10.9	5	11.3	76	274	900	3240	9
400 x 300	5	12.4	5	12.9	102	368	1200	4320	12
500 x 300	5	13.9	5	14.4	127	458	1500	5400	15
600 x 300	5	15.4	5	15.9	152	548	1800	6480	18
700 x 300	10	16.8	10	17.8	178	641	2100	7560	21
800 x 300	10	18.4	10	19.4	203	731	2400	8640	24
1000 x 300	10	21.4	10	22.4	254	915	3000	10800	30
400 x 400	5	14.0	5	14.5	136	490	1600	5760	16
500 x 400	10	16.0	10	18.0	171	616	2000	7200	20
600 x 400	10	17.4	10	18.5	205	738	2400	8640	24
700 x 400	10	19.6	10	20.6	250	900	2800	10080	28
800 x 400	10	21.1	10	22.2	273	983	3200	11520	32
1000 x 400	10	24.2	10	25.2	341	1228	4000	14400	40
1200 x 400	15	27.2	20	29.2	409	1473	4800	17280	48
1400 x 400	15	30.3	20	32.2	478	1721	5600	20160	56
1600 x 400	15	33.3	20	35.3	546	1966	6400	23040	64
500 x 500	10	18.5	10	19.5	214	771	2500	9000	25
600 x 500	10	20.5	10	21.6	257	926	3000	10800	30
700 x 500	10	22.6	10	23.6	300	1080	3500	12600	35
800 x 500	10	24.6	10	25.6	343	1235	4000	14400	40
1000 x 500	15	28.6	20	30.6	429	1545	5000	18000	50
1200 x 500	15	32.7	20	34.6	514	1851	6000	21600	60
1400 x 500	15	36.8	20	38.7	600	2160	7000	25200	70
1600 x 500	15	40.8	20	42.8	686	2470	8000	28800	80
600 x 600	10	22.7	10	23.7	309	1113	3600	12960	36
700 x 600	10	24.8	10	25.8	361	1300	4200	15120	42
800 x 600	15	26.8	20	27.8	412	1484	4800	17280	48
1000 x 600	15	30.9	20	32.9	515	1854	6000	21600	60
1200 x 600	15	35.0	20	37.0	618	2225	7200	25920	72
1400 x 600	15	39.2	20	41.1	722	2600	8,400	30240	84
1600 x 600	15	43.3	20	45.2	825	2970	9600	34560	96
700 x 700	15	27.6	20	29.5	422	1520	4900	17640	49
800 x 700	15	30.3	20	32.2	482	1736	5600	20160	56
1000 x 700	15	34.9	20	36.8	603	2171	7000	25200	70
1200 x 700	15	40.6	20	42.6	723	2603	8,400	30240	84
1400 x 700	15	45.7	20	47.7	844	3039	9800	35280	98
1600 x 700	15	51.0	20	52.9	964	3471	11200	40320	112

*Installed according to the instructions

Installation – rectangular design

Dimension B in the figure and table below is found in the table “Rectangular design” to the left.

NOTE! Damper spindles must be installed horizontally.

Straight section before WISE Damper in rectangular ducts

Type of disruption	E (m ₂ =5%)	E (m ₂ =10%)
One 90° bend	E = 3 x B	E = 2 x B
T piece	E = 3 x B	E = 2 x B

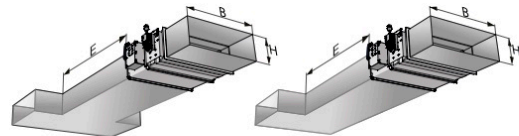


Figure 7. Straight section requirements, rectangular ducts.

Straight section before/after WISE Damper – sound attenuator with baffle

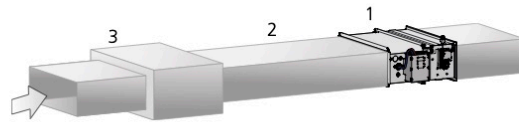


Figure 8. Straight section requirements, rectangular WISE Damper and sound attenuator with baffle. Installation with straight section applies both to supply and extract air.

- 1 = Rectangular WISE Damper.
- 2 = Straight duct ≥3xB.
- 3 = Sound attenuator with baffle.

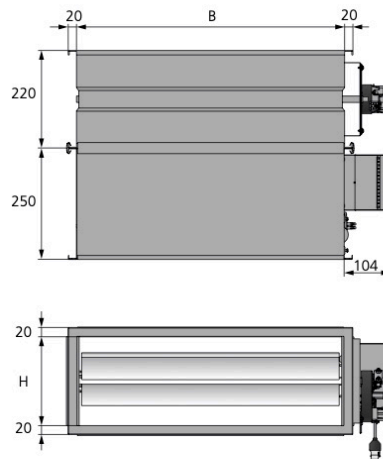


Figure 9. Dimensions, WISE Damper rectangular and WISE Damper rectangular with spring return.

Specification

Product

Circular design

Active damper	WISE Damper	a	xxx	yyy	zz
Version:					
Size/Special: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, Special					
SMA = With SMA (Sensor Module Advanced) 0 = Without SMA					
SR = With spring return type motor (NC) 0 = Without spring return actuator (NC)					

Rectangular design

Active damper	WISE Damper	a	xxx-xxx	yyy	zz
Version:					
Size/Special: W x H (see table page 9) *, Special					
SMA = With SMA (Sensor Module Advanced) 0 = Without SMA					
SR = With spring return actuator (NC) 0 = With spring return actuator (NC)					
*Other rectangular sizes than those in the table on page 9 are ordered as Special.					

Accessories

Clamp for circular ventilation ducts	FSR	c	-aaa
Version:			
Dimension: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630			

Duct pressure sensors	WISE DPS	a
Version:		

1-Phase protective transformer	POWER A	a	xxx
Version:			
Size (VA): 20*, 60**, 150**			
*Plug contact			
**Permanent installation			

Valve actuator	ACTUATOR	b	xxx	yy
Version:				
Alternatives are: 24V, 0-10V				
Type: NC, NO*				
*Only applies to 24 V				

Cover for visible installation	Cover Damper Circular
--------------------------------	-----------------------

Specification text

Example of a specification text according to VVS AMA.

QJB.11 Damper with single blade

Swegon's variable flow damper of the type WISE Damper with the following functions:

- Pressure-independent VAV unit for demand-controlled ventilation.
- Must be installed with a minimum straight duct section on the inlet side as stated in relevant catalogue data, designed for temperatures between 0–50°C.
- Built-in temperature sensor and flow measurement.
- Built-in communication unit for communication in Swegon WISE radio network.
- Built-in regulator, damper selectable as flow regulating, position optimised function or pressure regulating function (requires the accessory pressure sensor WISE DPS for pressure regulation).
- The damper can be ordered with factory fitted spring return actuator.
- The damper can be ordered with factory fitted air quality sensor SMA (VOC and air humidity).
- The damper can be ordered with factory fitted external insulation.

Size: Ø 100
 ...
 Ø 630

Specification:

Standard SS-EN1751:2014, Annex C

- Air tightness class, casing: C
- Air tightness class closed damper: 4
- Corrosivity class: C3
- Pressure class: A
- Tolerance flow measurement: ±5%, however at least ±X l/s according to the table in the catalogue.

Type: WISE Damper a xxx yyy zz xx items

Accessories:

Clamp for ventilation ducts	FSR	xx items
Duct pressure sensors	WISE DPS a	xx items
Transformer for power supply	POWER A a xxx	xx items
Valve actuator for heating and cooling regulation	ACTUATOR b xxx yy	xx items
Cover for visible installation	Cover Damper Circular	

QJB.41 Louvre damper with counter-rotating blade

Swegon's variable flow damper of the type WISE Damper with the following functions:

- Pressure-independent VAV unit for demand-controlled ventilation.
- Must be installed with a minimum straight duct section on the inlet side as stated in relevant catalogue data, designed for temperatures between 0–50°C.
- Built-in temperature sensor and flow measurement.
- Built-in communication unit for communication in Swegon WISE radio network.
- Built-in regulator, damper selectable as flow regulating, position optimised function or pressure regulating function (requires the accessory pressure sensor WISE DPS for pressure regulation).
- The damper can be ordered with factory fitted spring return actuator.
- The damper can be ordered with factory fitted air quality sensor SMA (VOC and air humidity).

Size: 200 x 200
 ...
 2000 x 1500

Specification:

- Standard SS-EN1751:2014, Annex C
- Air tightness class, casing: C
- Air tightness class closed damper: 3
- Corrosivity class: C3
- Pressure class: A
- Tolerance flow measurement: ±5%, however at least ±X l/s according to the table in the catalogue.

Type: WISE Damper a xxx-xxx yyy zz xx items

Accessories:

Duct pressure sensors	WISE DPS a	xx items
Transformer for power supply	POWER A a xxx	xx items
Valve actuator for heating and cooling regulation	ACTUATOR b xxx yy	xx items

WISE Colibri Ceiling

Aktiv luftventil til Swegons system WISE for behovsstyrt ventilasjon



HURTIGFAKTA

- Regulering med variabel eller konstant luftmengde
- Trådløs kommunikasjon via radio
- Integrrert giver
- Quick Access
- Varianter:
 - Tilkobling Ø 160 eller Ø 250

WISE Colibri C	Min.*		50 Pa/ 30 dB (A)			150 Pa/ 35 dB (A)		
	l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h	W	l/s	m ³ /h	W
160	5	18	72	260	694	75	270	722
250	10	36	105	378	1011	120	432	1156

*Produktet kan regulere under Min., men målenøyaktigheten kan ikke garanteres, for toleranser se side 4. OBS! Ved store trykkfall over produktet kan det være vanskelig å oppnå min. luftmengde, se dimensjoneringsdiagrammene.

Swegon

Teknisk beskrivelse

Generelt

- Beregnet for behovsstyrt ventilasjon av lokaler med varierende belastning.
- Beregnet for komfortventilasjon.
- Fuktig, kaldt og aggressivt miljø skal unngås.
- Beregnet for tilluftssystem.
- Trykkuavhengig, men krever et trykk som minst tilsvarer trykkfallet for åpent spjeld.
- Ved prosjekteringen skal det tas hensyn til min.-luftmengde.

Utførelse

- Integrrert luftmengdegiver.
- Integrrert kanaltemperaturgiver.
- Integrrert romtemperaturgiver.
- Integrrert tilstedeværelsesgiver.
- Integrrert lysdiode.
- Mulighet for tilkobling av opptil 3 stk. motorer.
- Tilkobling: Ø 160 eller Ø 250.
- Leveres alltid med koblingsboks og støvbeskyttelse.
- Ventilen har Quick Access.
- Aerodynamisk utformede dyser.
- Ventilen har firkantmålet 595 x 595 mm, noe som gir enkel montering i kassettundertak med modulmål 600 x 600 mm.

Funksjoner

- Regulering med variabel eller konstant luftmengde.
- Måling av luftmengde, temperatur og tilstedeværelse.
- Statusindikering via lysdiode.
- Trådløs kommunikasjon via radio.
- Varme- og kjølefunksjon med luft.
- Ekstern styring varme.

Materiale og overflatebehandling

Spjeld

- Tilkoblingsstussen er av forsinket stålplate (Z275).
- Øvrige platedetaljer er av pulverlakkert stålplate.
- Standardfarge hvit RAL 9003, glans 30.
- Luftdysene er av PP-plast (polypropen).

Koblingsboks

- Alle metalldele er av forsinket stål (Z275).
- Innvendig lydabsorbent er av PET (polyetentereftalat), brannklassifisering: B-s1, d0.

Tilbehør

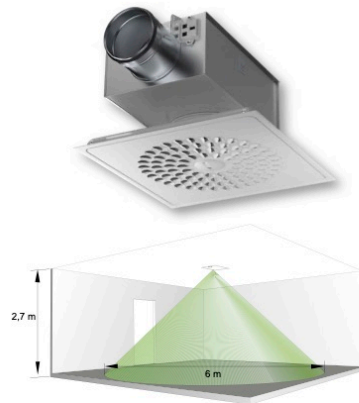
- POWER Adapt, transformator for strømforsyning.
- ACTUATOR, ventilmotor for varmeregulering med for eksempel radiator.
- ADAPTER, for tilpasning til ulike varianter og fabrikater av systemundertak.

Prosjektering/Typenom

Se separat dokumentasjon "WISE Systemguide", som er tilgjengelig for nedlasting via www.swegon.com.

Vedlikehold

Produktet trenger ikke vedlikehold/service bortsett fra eventuell rengjøring etter behov. Se separat bruksanvisning, finnes på www.swegon.com.



Figur 1. WISE Colibri C, detekteringsområde.

Miljø

Byggevarerdeklarasjon finnes på www.swegon.com.

Tekniske data

Uteffekt (ERP):	50 mW
Frekvensbånd:	2,45 GHz, IMS-bånd (2400–2483 MHz)
Temperaturgiver:	0–50 °C ± 0,5 °C
Trykkgiver:	0–300 Pa
Luftmengdetoleranse:	Q±5 %, men minst ±2 l/s
Detekteringsområde:	Se figur 1
IP-klasse:	IP20
Korrosivitetsklasse:	C3
Tetthetsklasse kabinett i henhold til SS-EN 1751:	C
Gangtid åpent/lukket:	110 s
Omgivelsestemperatur	
Drift:	0–50 °C
Lagring:	-20–+50 °C
RH:	10–95 % (ikke kondenserende)
CE-merking:	2016/42/EF (MD) 2014/53/EU (RED) 2011/65/EU (RoHS2)

Elektriske data

Strømforsyning:	24 V AC ± 15 % 50–60 Hz
Tilkoblinger ledningsdim.	
Kraft:	Skrueklemme maks. 2,5 mm ²
Ventilmotor:	Push-in fjærkrafttilkobling maks. 1,5 mm ²
Maks. effektforbruk:	Se tabell nedenfor

Variant	VA			
	Standard	+1 ventil-motor	+2 ventil-motor	+3 ventil-motor
Ø 160, Ø 250	8	15	22	29*

*Gyldig for produkter med CU ver. 2, levert f.o.m. 01.10.2019

Dimensjonering

- For beregning av luftstrålens spredning, lufthastigheter i oppholdssonen eller lydnivåer i rom med andre dimensjoner henvises det til vårt beregningsprogram som er tilgjengelig på www.swegon.com.

Luftmengde

- OBS: Økt luftmengde gir økt kanalhastighet og økt lydnivå.

Lyddata

Lydeffektnivå

- Diagrammet viser det a-veide lydnivået (L_{PA} -dB), som funksjon av luftmengde og totalt trykkfall over ventilprodukt.
- Korrigert L_{PA} med korreksjonsfaktor K_{ok} fra tabellene nedenfor for å oppnå lydeffektnivåene for respektive oktavbånd ($L_W = L_{PA} + K_{ok}$).

Korreksjonsfaktorer for omregning til lydeffekt i oktavbånd:

L_{PA} = A-veid lydnivå i dimensjoneringsdiagram for ventilprodukt.

K_{ok} = Korreksjonsfaktor i oktavbånd.

Lydeffektnivå i oktavbånd

$$L_W = L_{PA} - K_{ok}$$

Korreksjonsfaktor K_{ok}

Størrelse	Midtfrekvens (oktavbånd) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
160	-2	2	-3	-7	-9	-11	-12	-5
250	0	4	-1	-4	-4	-7	-10	-5
Tol. ±	2	2	2	2	2	2	2	2

Lyddemping ΔL

Tabell ΔL

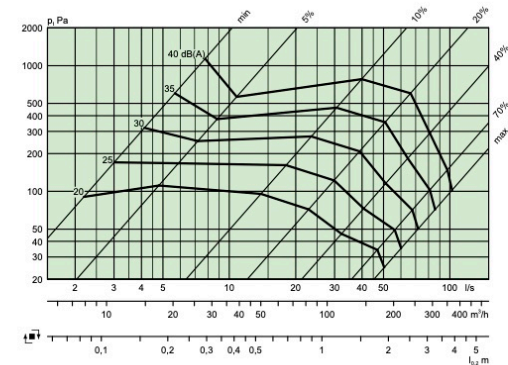
Størrelse	Midtfrekvens (oktavbånd) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
160	15	9	9	20	19	15	16	14
250	13	8	10	19	16	13	16	16
Tol. ±	2	2	2	2	2	2	2	2

Dimensjoneringsdiagram

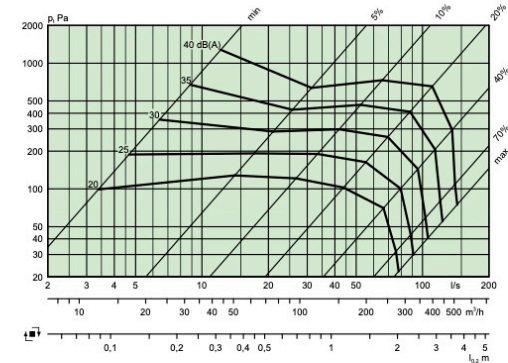
Luftmengde – Trykkfall – Lydnivå – Kastelengde

- Angitte lydnivåer L_{PA} : 20, 25, 30, 35, 40.
- Lydnivå dB(A) gjelder for rom 10 m² ekvivalent lydabsorpsjonsareal (4 dB romdemping).
- Kastelengde $L_{0,2}$ er målt ved isoterisk innblåsing.
- Kastelengde for rotasjonsinnstilling.
- Anbefalt maks. undertemperatur er 12 K.
- 100 % tilsvarer helt åpent spjeld.
- dB(C)-verdien ligger normalt 6-9 dB høyere enn dB(A)-verdien.

WISE Colibri C 160



WISE Colibri C 250

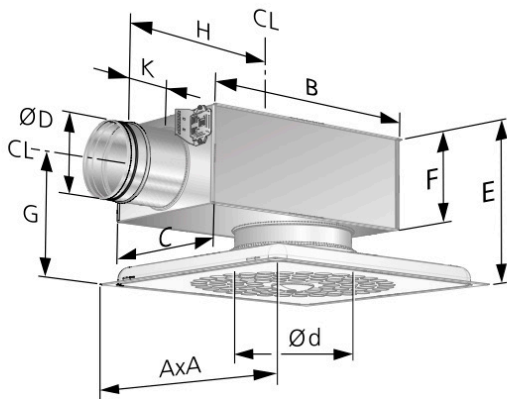


Montering mål og vekt

Størrelse	Mål (mm)				
	A	B	C	ØD	Ød
160	595	504	332	159	250
250	595	622	388	249	315

Størrelse	Mål (mm)					Vekt (kg)
	E	F	G	H	K	
160	314	201	214	450	100	8,5
250	395	300	247	575	140	11,3

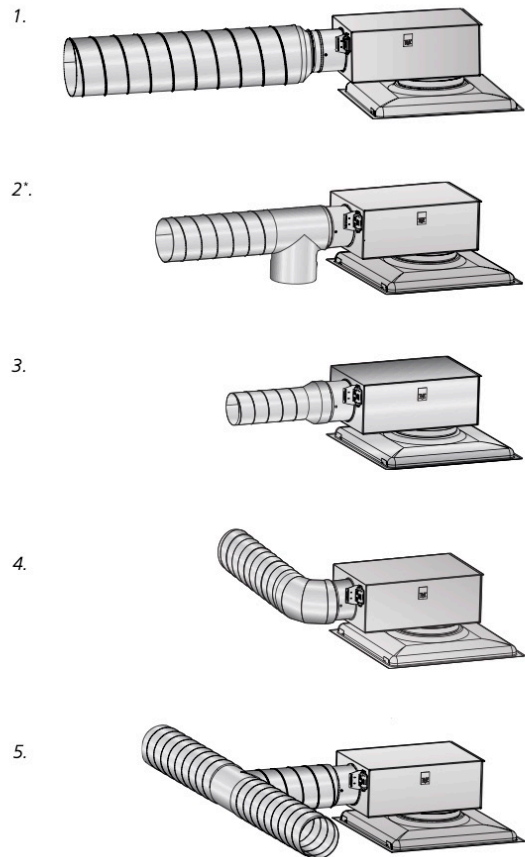
CL = Senterlinje



Figur 2. WISE Colibri C, målfigur.

Montering

- WISE Colibri C luftmengdemåling krever en rett strekning før og etter produktet, i henhold til monteringsfigurene.
- Unngå å montere produktet over/i nærheten av varmekilde, f.eks. belysningsarmatur.
- Bruksanvisning følger med produktet ved levering, men kan også hentes på www.swegon.com.



Figur 3. Krav til rett strekning sirkulære kanaler.

1-3: Antall Ø før produkt: 0 x Ø.

4: Antall Ø før produkt: 1 x Ø.

5: Antall Ø før produkt: 2 x Ø.

*Renseluke

Spesifikasjon

Produkt

Rektangulær aktiv ventil for tak	WISE Colibri C	a	xxx
Versjon:			
Tilkoblingsdimensjon: 160, 250			

Tilbehør

1-faset beskyttelsestransformator	POWER A	a	xxx
Versjon:			
Størrelse (VA): 20*, 60 **, 150**			
*Støpsel			
**Fast installasjon			

Ventilmotor	ACTUATOR	b	xxx	yy
Versjon:				
Alternativ: 24 V, 0–10 V				
Type: NC, NO*				
*Gjelder bare 24 V				

Adapter for kassettundertak Se spesifikasjon i katalogblad	ADAPTER
---	---------

Beskrivende tekst

Eksempel på beskrivelsestekst iht. VVS AMA.

QMC Tilluftsventil for takmontering

Dyseventil bygd sammen med tilkoblingskammer

Swegons takvifte av typen WISE Colibri C med følgende funksjoner:

- Trykkuavhengig VAV-ventil for behovsstyrt ventilasjon.
- Skal monteres med min. rettstrekning på innløpssiden iht. gjeldende katalogdata, beregnet på temperatur 0–50 °C.
- Innebygde sensorer for kanaltemperatur, romtemperatur, luftmengdemåling og tilstedeværelsesstyring.
- Innebygd kommunikasjonsenhet for kommunikasjon i Swegon WISE radionettverk.
- Innebygd regulator, luftmengderegulerende funksjon.

Størrelse: Ø 160
Ø 250

Spesifikasjon:

- Tetthetsklasse kabinett: C
- Korrosivitetsklasse: C3
- Toleranse luftmengdemåling: ±5 %, men minst ±2 l/s

Type: WISE Colibri C a xxx xx stk.

Tilbehør:

Transformator for strømforsyning	POWER A a xxx	xx stk.
Ventilmotor for varmeregulering	ACTUATOR b xxx yy	xx stk.
Tilpasningsramme for undertak	ADAPTER a -b-ccc	xx stk.

Vedlegg 4 – Komplette intervju

Frode Paulsen (TUE)

Intervju

Del 1 - Prosjektering og prosessen fra start til slutt

1. Hvordan er prosessen for deg fra du blir involvert til overlevering?

Det var en lang prosess som startet i vinteren 2020. Fikk henvendelse fra HENT og videre oversent et forprosjekt med generelle tegninger som Multiconsult har laget. Disse dokumentene utgjør en beskrivelse av totalentreprise som Energima regnet tilbud på og overleverte. Videre ble det avholdt avklarende møter før det hele kom i mål med en kontrakt. I disse avklarende møtene ble det avklart grensesnitt og ulike forbehold og detaljer som skal være en del av leveransen.

1.1 Hvordan forholder du deg til kunde, hovedentreprenør, leverandør og byggherre underveis?

Energima forholder seg til HENT som totalentreprenør underveis i prosessen. De fungerer som et mellomledd mellom byggherre og andre aktører.

2. Hva mener du er fordelene og ulempene med veldig spesifikke kravspesifikasjoner?

Dette spesifikke prosjektet er en totalentreprise etter NS 8407, og for Energima sin del er det en totalunderentreprise etter NS 8417. Totalentreprenøren sitter med et overordnet prosjekteringsansvar, og da er beskrivelsene ofte laget sånn at det legges funksjonskrav til grunn som totalunderentreprenør må prosjektere en løsning på. Vi sitter da med prosjekteringsansvar for vårt bestemte område.

2.1. Er det noen typer prosjekter det er mer hensiktsmessig for?

I en delt entreprise vil byggherre leie inn arbeidskraft som lager mer detaljerte beskrivelser som prosjekteringsarbeidet må forholde seg til.

2.2. Er det enkelte ting du typisk vil ha bedre beskrevet? .. mer åpent formulert?

Selv om krav eller beskrivelser er godt beskrevet kan enkelte formuleringer føre til ulike oppfatninger og tolkninger mellom konkurranter. Da er det viktig for oss å presisere tydelig hvilke elementer som er tatt med, og det er viktig for de som evaluerer anbudet å ha kompetanse til å skille mellom de ulike løsningene. Erfaringsmessig fungerer det godt i dag. Ellers er det bra om klimakrav og lignende er godt beskrevet for konkurransens del.

3. Hvor store endringer kan dere gjøre etter ferdig prosjektering, og hvem godkjenner?

Endringer i prosjekt kan sees på som muligheter både for entreprenører, byggherrer og kunde når målet er å ende opp med gode løsninger som fungerer godt. Endringer er selvsagt mer kostbart jo lenger ut i prosjektfasene man kommer, så da gjelder det å være på hugget med prosjektsgransking fra starten av. Endringer sent i prosjektet er ikke bare kostbart og komplisert, men kan fort bli et irritasjonsmoment for andre aktører.

Her igjen forholder vi oss til HENT, med mindre endringer foreslås i et prosjekteringsmøte der gjerne byggherre er representert og endringer blir mer åpent for

diskusjon der og da. Ved forslag om endring skal det fremlegges en kostnadskonsekvens som totalentreprenøren videre må evaluere og ta stilling til opp mot byggherre. Dette er typisk totalentreprisens form.

4. Har du vært nødt til å forholde deg til BREEAM eller er beskrivelsene i kravspek nok? (Side 15 "følgende poeng er lagt til grunn for luftbehandling")

I kontrakten så ligger det en forutsetning at bygget skal godkjennes til BREEAM "Very Good" som Energima må innfri. Det innebærer eksempelvis energikrav som omhandler vår leveranse. Kravspesifikasjonen viser til hvilke poeng som skal oppnås, og da brukes BREEAM-manualen for å sette seg inn i forutsetningene for oppnåelse. Det er i tillegg dokumentasjonskrav knyttet til beskrivelse av løsningene.

4.1 Har det stor innvirkning på prosjekteringen av luftbehandling?

Det kommer jo an på hvilken klassifisering man skal oppnå, men miljøstandarder er eksempelvis mye bredere enn ved bruk av TEK17. For vårt fagfelt er energikravene den tydeligste forskjellen.

5. Blir det bestemt sensorplasseringer og lignende under prosjektering eller blir det utført på frihånd og kontrollert i ettertid? Hvem har siste ordet på dette?

Praktiske hensyn kan fort bli en del av denne planleggingen, spesielt i rehabprosjekter, men plassering av sensorikk på romnivå er absolutt gjennomtenkt fra vår side. På aggregat og lignende er det ofte prefabrikkerte løsninger som er mer forhåndsbestemt og godt utprøvd.

6. Er det noen feil eller avvik som går igjen etter overlevering av behovsstyrte anlegg, og har du erfaring med at dette kan spores tilbake til krav som er satt?

Behovsstyrt anlegg har mye mer teknikk og reguleringsenheter som skal fungere sammen som er mer utfordrende. Samsvar mellom flere tekniske anlegg har et potensiale for feil, enkelt og greit. Samtidig skal riktig prosjektering og montering være tilstrekkelig.

Det er ikke et typisk problem at kravene som er satt er årsak til avvik. Det er underentreprenørs oppgave å avdekke eventuelle problematiske krav eller beskrivelser og gi forslag til endring.

SINTEF har vist at en stor andel av behovsstyrte anlegg i Norge aldri oppnår sitt energipotensiale pga. feilprosjektering og feil montasje. I tillegg er det problematisk når ulike teknologier og reguleringsformer blandes i et anlegg, eksempelvis mekanisk og elektronisk styring. Vi har derfor brukt mye tid til å utbedre best mulig konsepter for behovsstyrte anlegg.

7. Hvordan mener du man bør forholde seg til misfornøyde brukere? Hva skal til for å iverksette tiltak?

Misfornøyde brukere vil det alltid være, da folk er forskjellige. Alle tilbakemeldinger må tas på alvor, og det utføres gjerne undersøkelser på dette. Mange tilbakemeldinger går på "for varmt" eller "for kaldt" samt. trekk.

En del tilfeller av misnøye kan settes opp mot at et bygg er levert etter spesifikke krav og funksjoner som kanskje ikke samsvarer med den faktiske bruken og driften av bygget i ettertid. Nettopp derfor er prøvedriftsfasen veldig viktig for å få "tunet" inn bygget sammen med byggherre.

Del 2 - Swegon WISE

8. Hva var grunnen til valg av Swegon WISE, og fantes det gode alternativer?

Det finnes flere gode løsninger for behovsstyring, og prefabrikkerte ferdige konsept blir mer og mer vanlig. Hovedfordelen med disse løsningene er at systemet er testet i trygge og gode forhold, og dermed er det mindre rom for feil prosjektering av anlegget i ettertid når mange løsninger er forhåndsutviklet. Hovedkonkurrenten til WISE kan man si er Lindinvent sine systemer som GK har agentur på.

9. Hva er fordelene og ulempene ved å velge et komplett system fra én leverandør kontra sammensetting av komponenter fra flere ulike?

Alternativet til prefabrikkerte løsninger er at man lager et "stand alone-system" hvor romkontroll og følere og SD-anlegg må snekres sammen fra bunn av. Det som er mest problematisk med denne løsningen er at det fort kommer mange aktører inn i bildet (ventilasjon, automasjon, rørlegger etc..) som alle skal forholde seg til egne grensesnitt. I tillegg blir det mange fabrikater å forholde seg til som skal monteres riktig og fungere godt sammen. Dette er nok mye av grobunnen til at prefabrikkerte løsninger brukes mer hyppig.

10. Det ble valgt VOC-følere når det står i kravspek at det skal være CO2-regulert. Var det Swegon som anbefalte dette pga. at de bruker det, og hvem godkjente? (side 10 "all luftmengderegulering er basert på tilstedeværelse, CO2 og temp")

Swegon har VOC som standardisert løsning, og hevder at det er en bedre måte å oppfatte inneklime på. Valget var sånn sett en anbefaling fra Swegon. Videre laget vi en beskrivelse av hvordan VOC skal benyttes, og dette godkjennes videre opp til totalentreprenør.

Del 3 - Spesifikke spørsmål fra kravspesifikasjonen

«Som basis for romklimaberegninger benyttes klimadata for Trondheim fra Meteorologisk institutt.»

11. Er det dere som velger hvilken klimastasjon det skal tas utgangspunkt i? Kan man ende opp med at ulike aktører benytter ulike klimadata?

Innenfor Trondheim er det såpass små variasjoner, så hvilken spesifikk stasjon du eventuelt forholder deg til utgjør ingen reell forskjell. I prosjektering benyttes historiske data, og videre er klimadata såpass mye brukt at "alle" er eksempelvis kjent med at

-19°C brukes som DUT i Trondheim selv om det ikke nevnes som et spesifikt krav. På sommers tid kan klimaforutsetninger typisk beskrives noe mer nøyaktig.

«Bygget kan oppnås med en varmegjennvinningsgrad på 82%... Krav til roterende varmegjenvinner 82% og kryssveksler 55%».

12. Hvordan ville du tolket dette? Er 82% på bygget et "krav", eller noe å strekke seg etter?

Dette er utrolig vagt skrevet, men vi må uansett forholde oss til energirammene i prosjektet. Det fremgår ikke tydelig om det er satt noe spesifikt krav til varmegjennvinningsgrad her.

«frostsikring i returvann og luftveien etter batteri» - side 23

13. Er det fritt for deg å bestemme hvordan frostvakten skal fungere i praksis?

Vi foreslår og beskriver i vår leveranse hvordan dette utføres. For vår del skal vi rett og slett levere en god løsning som videre godkjennes. Eksempelvis i GOLD-aggregater er mange funksjoner omkring alarmer og varsling forhåndsbestemt og kan tilpasses til en viss grad direkte i grensesnittet.

«Det planlegges med vannbåren varmebatterier i ventilasjonsanleggene.»

14. Det står planlegges, er dette da et krav fra HENT eller er det kun et forslag?

Det er egentlig første gang jeg har vært bort i at det har blitt skrevet på denne måten, og det er litt spesielt. Det er mulig at det kommer fra et tidlig stadiet i prosjektet og har blitt med videre. For vår del når noe "planlegges" i en kravspesifikasjon så er det likevel noe vi må utrede i prosjekteringsfasen og ta en beslutning på. I dette prosjektet ble det ikke utført med vannbårene varmebatterier i alle aggregat.

«Alle alarmer skal kunne styres til ulike personer avhengig av dag og tid på døgnet»

15. Det nevnes ikke hvilke alarmer som går til hvem eller hvor. Hvem tar forhold til slikt?

Akkurat dette er tatt opp med byggherre under månedlige møter i prøvedriftsfasen da det per i dag ikke er fastsatt en bestemt måte å løse dette på. Det tyder på at det godt kunne blitt beskrevet mer detaljert i kravene.

16. Det blir satt krav til temperaturer innendørs vinter og sommer, og i tillegg nevnes det hva som regnes som dimensjonerende utetilstand på vinteren. Hvordan skal man i praksis skille mellom sommer og vinter i vår- og høstsesong? Bør dette standardiseres, eller fungerer det greit å ta det på skjønn?

Det er å anbefale at forvalteren som drifter og er tett på bygget vurderer når det skal skiftes mellom vinter- og sommerforhold. Å drifte et bygg er en analytisk prosess hvor man blir nødt til å tenke energieffektivitet opp mot komfort og brukertilfredshet. Spesielt i denne landsdelen bør det ikke settes noe dato da været svinger mye. Ved en fast dato kan man ende opp med å måtte bytte frem og tilbake mellom modusene, og det krever mye energi.

17. Det benyttes flere skjermbilder som SD-anlegg. Hvorfor ble det sånn, og hva kunne vært alternativet?

I dag er det sånn at nesten ethvert aggregat leveres med egne web-servere som man kan logge seg rett på. Videre beskrives det i tilbudet fra Energima at de skal levere SD-anlegg selv, som integrerer ventilasjonsanlegg og varmeanlegg. Når det kommer til romkontrollen er det en link i SD-anlegget som viser til WISE.

Dette avviket mellom kravspesifikasjon og leveransebeskrivelse er en diskusjon per nå, men i praksis ser det ut til at egne popup-vindu på enkelte funksjoner ikke er problematisk. Om vi skulle levert ett komplett system må det gjøres på en helt annen måte, og da er det fare for at man mister mye av kvaliteten og mulighetene som Swegon selv har utviklet i sine systemer.

18. Det finnes to ulike kravspesifikasjoner fra både Multiconsult og HENT. Kan du si noe om hvorfor det ble sånn, og hva det resulterer i?

Det er én kravspesifikasjon som gjelder, og det er HENT sin. I min kontrakt er det likevel avklart at leveransestandarder vår er i henhold til Multiconsult sitt forprosjekt, som ikke omfavner et eget kapittel for automasjon. Vi har derfor beskrevet hvordan vi ønsker å løse automasjon i vår leveranse.

I ettertid ble det lagt til egne beskrivelser av automasjon i kravspesifikasjonen, og dette resulterer i at det blir et slags avvik på dette som videre må diskuteres og avklares.

CO₂ Measuring instruments
CO₂ DISPLAY/CL11/CP11



Benefits

- Measures and logs CO₂, relative humidity and temperature
- Rotronic HYGROMER® IN-1 humidity sensor
- Up to 40,000 data point memory

Applications

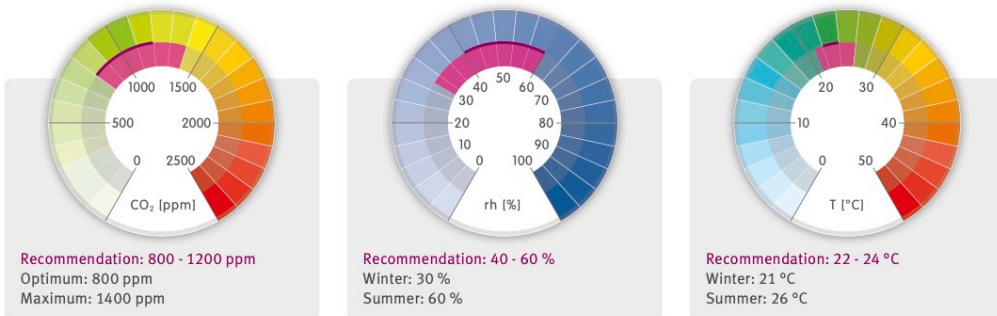
- Indoor air quality: classrooms, kindergartens, meeting rooms, open-plan offices, shopping centers, fitness studios



General Information




Order code	CO ₂ Display	CL11	CP11
Sensors / Calibration	<ul style="list-style-type: none"> • HYGROMER® IN-1 humidity sensor • Calibration of humidity possible at 35/80 %RH • NDIR sensor with automatic calibration (ABC) • Manual calibration of CO₂ at 400 ppm 		
Display	<ul style="list-style-type: none"> • Large, easy-to-read display of measured values • CO₂ indicator for quick recognition of air quality (GOOD/NORMAL/POOR) • REC LED to indicate data recording is in progress • Display of date and time 	Large display with backlight	
Control panel	Large buttons for easy operation of the measuring instrument		
Connections	<ul style="list-style-type: none"> • Port for USB stick for data downloads • 12 VDC power supply 	<ul style="list-style-type: none"> • Mini USB port for connection to a PC • 5 VDC power supply, for connection of the optionally available AC adapter 	

Guidelines for a healthy indoor climate



59100E/2020-12

Technical Information

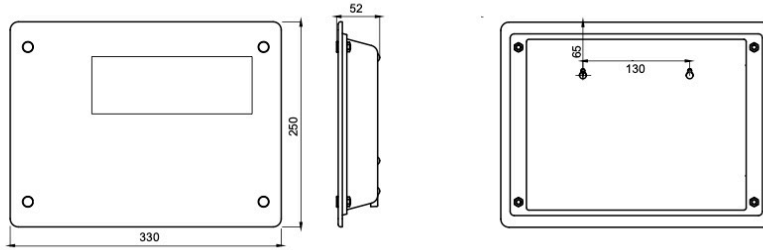
			
	CO ₂ Display	CL11	CP11
General Specifications			
Type	Wall or benchtop display unit	Benchtop display unit	Handheld device
Parameters	CO ₂ , relative humidity and temperature		CO ₂ , relative humidity, temperature, dew point & wet bulb temperature
Application range	0...50 °C / 0...95 %rh, non-condensing		0...50 °C / 0...100 %rh, non-condensing
Clock	Real time clock with 4 min. battery backup	Real time clock with 2 min. battery backup	Real time clock
Alarm / Indicator	Adjustable for CO ₂ measurement (visual)	Adjustable for CO ₂ measurement (visual & audible)	Adjustable for CO ₂ measurement (audible)
Instrument-Specific Data			
Current consumption	700 mA	50 mA	40 mA
Warm-up time	<1 min.		
Memory capacity	<ul style="list-style-type: none"> 19,500 values with time stamp Automatic recording (%rh/°C/ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> 40,000 values with time stamp Automatic recording (%rh/°C/ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> 18,000 values with time stamp Automatic recording (%rh/°C/ppm) 99 single values with time stamp Manual recording (%rh/°C/DP/WBT/ppm)
CO₂ Measurement			
Measurement principle	Infrared (NDIR) with automatic calibration (ABC)		
Measuring range	0...9999 ppm		
Accuracy at 23 °C ±5 K	±30 ppm ±5 % of the measured value @ 0...5000 ppm		
Resolution	1 ppm		
Adjustment point	400 ppm		
Pressure dependence	+1.6 % reading per kPa		
Null drift	<10 ppm/year		
Maintenance	No maintenance (standard indoor applications)		
Humidity Measurement			
Humidity sensor	ROTRONIC HYGROMER® IN-1		
Measuring range	0...100 %rh		
Accuracy at 23 °C ±5 K	±2 %rh (10...90 %rh), others ±5 %rh		
Resolution	0.1 %rh		
Adjustment points	35, 80 %rh		
Response time 63	<30 s, without filter		
Long-term stability	<1.5 %rh/year		
Temperature Measurement			
Sensor	NTC thermistor		
Measuring range	-20...60 °C		
Accuracy at 23 °C ±5 K	±0.3 K		
Resolution	0.1 °C		
Response time	4 s		
Software			
HW4 (SW21)	Available as download at www.rotronic.com		
Conformities / Housing			
CE / EMC compatibility	EMC Directive 2014/30/EU, EN 61326-1:2012		
Housing material	ABS		
Dimensions	330 x 250 x 50 mm	157 x 120 x 45 mm	76.7 x 41.8 x 233.9 mm
Weight	1400 g	200 g	290 g

Subject to technical change without notice. Printing and other errors reserved.

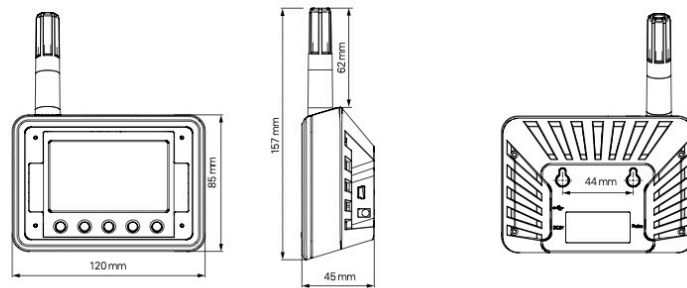
59100E/2020-12

Technical Information

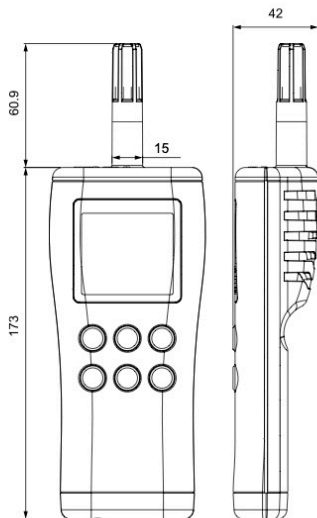
Dimensions CO₂ Display



Dimensions CL11



Dimensions CP11



SwemaAir 300

Technical data

General

The accuracy for each probe is stated below is the accuracy for the probe together with the SwemaAir 300.

That is, included in the accuracy for each probe is the accuracy for SwemaAir 300, interchangeability, calibration, temperature dependence, hysteresis and repeatability.

The user should correct the measured values with the correction on the calibration protocol to obtain stated accuracy.

Tested according to EN 50081-1 and EN 50082-1.

SwemaAir 300 instrument:

Operating range SwemaAir 300: 0...+50°C

Memory capacity,
Current-independent:
notebook - logbook approx. 200 notes or 1500 pairs of values or 2500 single values

Interchangeability accuracy Negligible in relation to accuracy of probes.

Analog Output Analog 2x/ sec. (Option T 10x/sec.)
Digital Output RS232, send : SwemaAir 300 sends the displayed value(big digits)
(Transmitting rate max 5 times/second)

Battery 9V IEC 6 F22
Battery life 6 to 10 hours, depending on probe and air velocity, with alkaline battery.

By pressing MAX * MODE in that order and at the same time with the probe connected and then CLEAR the SwemaAir 300 presents the software version with big digits and hardware with small.

Draught probe, SWA 03:

Measuring range of velocity 0,05...3,0 m/s at +10...+34°C
Measuring media Dry and moist air, non-aggressive gases
Accuracy at 23°C: ±0,03 m/s at 0,05... 1,00 m/s
±3% read value at 1,00...3,00 m/s
at 10...34°C: ±0,04 m/s at 0,05... 1,00 m/s
±4%read value at 1,00...3,00 m/s

Response time of velocity sensor 0,2 sec.
Measuring range of temp. +10...+40°C

Accuracy ±0,3°C at 20°C
±0,5°C at 10...+40°C

Outputs 1V/m/s, 10 mV/°C

Probe Calibration: Recommended every 6 months.

Air velocity probe, SWA 31:

Ø8mm at top, Ø10mm first step on telescope (handle)

Measuring media Dry and moist air, non-aggressive gases

Measuring range of velocity 0,1...30 m/s at -10...+45°C

Accuracy	at 20 °C	0,10...1,33 m/s ±0,04 m/s
		1,33...30 m/s ±3% of read value
	at other	0,10...1,10 m/s ±0,05 m/s
		1,10...30 m/s ±4,5% of read value

Measuring range of temp. -20...+80°C

Accuracy ±0,3°C at 20°C
±1,0°C at -20...+80°C

Outputs 100 mV/m/s, 10 mV/°C

Probe Calibration Recommended every 12 months.

EL-USB-2

Temperature, Humidity and Dew Point Data Logger



- -35 to +80°C (-31 to +176°F) and 0 to 100%RH measurement range
- Stores over 16,000 readings for both temperature and humidity
- EasyLog software available as a free download
- Logging rates between 10 seconds and 12 hours
- Immediate and delayed logging start
- User-programmable alarm thresholds for both temperature and humidity
- Status indication via red/green LEDs
- Environmental protection to IP67



This standalone data logger measures and stores over 16,000 temperature and humidity readings from -35 to +80°C (-31 to +176°F) and 0 to 100%RH range at a resolution of 0.5°C (1°F) and 0.5%RH.

The user can easily set up the logger and view downloaded data by plugging the data logger into a PC's USB port and using the free EasyLog software. Data, including calculated dew point, can then be graphed, printed and exported to other applications for detailed analysis.

The data logger is supplied with a lithium metal battery, giving up to three years' logging life. The logger is protected against ingress from water and dust to IP67 standard when the cap is fitted.

SPECIFICATIONS

Temperature	Measurement range	-35°C to 80°C (-31°F to 176°F)
	Internal resolution	0.5°C (1°F)
	Accuracy (overall error)*	0.45°C (1.04°F) typical (5 to 60°C)
	Long term stability	<0.02°C (0.04°F) / year
Relative Humidity	Measurement range	0 to 100%RH
	Internal resolution	0.5%RH
	Accuracy (overall error)*	3%RH (20 to 80%RH)
	Long term stability	<0.25%RH / year
Dew Point	Accuracy (overall error)*	1.7°C typical (-35 to 80°C, 40 to 100%RH)
Logging rate	User selectable between 10 seconds & 12 hours	
Operating temperature range	-35 to +80°C (-31 to +176°F)	
Battery life	3 years (at 25°C and 1 minute logging rate)	
Readings	16,382 temperature, 16,382 relative humidity	
Dimensions	108 x 25 x 22mm (4.25 x 0.98 x 0.86")	

* The overall error takes in to account the sensor accuracy (as shown on page 3) and the resolution of the data logger

ACCESSORIES

BAT 3V6 1/2AA	Replacement battery
EL-DataPad	Handheld data logger programmer & collector

INCLUDED IN THE BOX

BAT 3V6 1/2AA	Battery
EL-USB WALL BRACKET	Mounting Bracket



CALIBRATION CERTIFICATES NOW AVAILABLE

Lascar now offers a Traceable Calibration Certificate Service on Temperature Data Loggers. Using reference equipment which has been calibrated by a UKAS/NIST accredited laboratory and using apparatus traceable to national or international standards. For more information, please see www.lascarelectronics.com.



EL-USB-2

Temperature, Humidity and Dew Point Data Logger



EASYLOG SOFTWARE

Lascar's EasyLog control software is available as a free download from www.easylogusb.com. Easy to install and use, the control software is compatible with 32-bit and 64-bit versions of Windows 7, 8 & 10. The software is used to set up the logger, download, graph and annotate data or export in Excel, PDF and jpeg formats.

The software allows the following parameters to be configured:

- Logger name
- Measurement parameter (°C or °F)
- Logging rate (user selectable between 10 seconds and 12 hours)
- High and low alarms
- Immediate and delayed logging start



Download the latest version of the software free of charge from www.easylogusb.com

LED STATUS INDICATION

The EL-USB-2 features two green/red LEDs, one to represent temperature measurement and the other to represent humidity measurement. Each is clearly marked on the logger. To save power, the status indication alternates between the two channels every 10 seconds. First you will see the status of the temperature channel and 10 seconds later you will see the status of the RH channel and so on.



In normal operation the green LED will flash, but will change to red if an alarm condition has been triggered. Using EasyLog software it is possible to set the alarm to remain active even if the reading has returned to normal, in which case the alarm LED will continue to flash red. This 'Hold' feature in the software ensures the user is notified that at some point an alarm level has been exceeded, without needing to download the data.

	Green double flash The data logger is not currently logging, but is primed to start at a later date and time (delayed start)
	Green single flash The data logger is currently logging. No alarm on the channel
	Red single flash The data logger is currently logging. Low alarm on the channel
	Red double flash The data logger is currently logging. High alarm on the channel
	Green triple flash The data logger is full and has stopped logging. No alarm on the channel
	Red triple flash The data logger is full and has stopped logging. Alarm (high, low or both) on the channel
	No LEDs flash The data logger is stopped, the battery is empty or there is no battery
	Dual Red flash (every 60 seconds) The data logger battery is running low as it's voltage has dropped below 2.9V



www.lascarelectronics.com/data-loggers



Issue 16 02/2021 Page 2 of 4

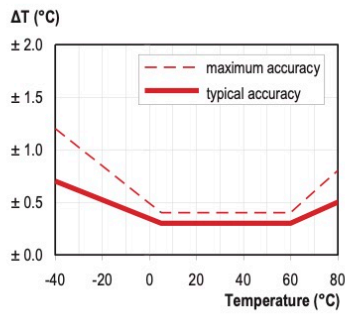
EL-USB-2

Temperature, Humidity and Dew Point Data Logger

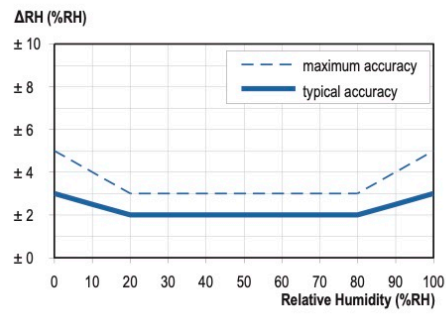


SENSOR ACCURACY & INFORMATION

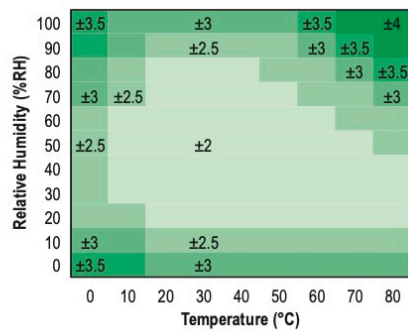
Typical and maximal tolerance for temperature sensor in °C.



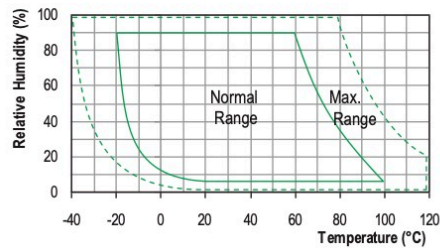
Typical and maximal tolerance at 25°C for relative humidity.



Typical accuracy of relative humidity measurements given in %RH for temperatures 0 to 80°C.



Operating conditions



Long term exposure to humidity levels outside of the 'normal' range may temporarily offset RH measurements ($\pm 3\%RH$ after 60 hours). Once returned to less extreme conditions the device will slowly return towards calibration state.

When tracking changes in ambient conditions, the response time of the humidity sensor in your data logger is approximately 20 minutes to reach 90% of the reading. However, if you are measuring step changes in humidity (for example if calibrating the product) it is advised that you leave the unit for up to four hours to ensure that it has enough time to settle at the new level.

It is worth remembering that the value of relative humidity is of course sensitive to temperature variation. As an example, at a relative humidity of $\sim 90\%RH$ at ambient temperature, a variation in temperature of $1^\circ C$ will result in a change of up to $-5\%RH$. Therefore when comparing multiple devices or calibrating them, any temperature variations must be considered.

EL-USB-2

Temperature, Humidity and Dew Point Data Logger



SENSOR ACCURACY & INFORMATION

The humidity measuring element in the humidity data loggers can be contaminated through exposure to a variety of compounds. These products should not be kept in proximity to volatile chemicals such as solvents and other organic compounds. Generally speaking, if a material or compound emits a strong odour you should not keep your humidity data logger in close proximity to it. If you would like more information, please contact your local Lascar Electronics office.

Exposure to extreme conditions or chemical vapours will require the following reconditioning procedure to bring the internal sensor back to calibration state:

Baking	80°C (176°F) at < 5%RH for 36 hours.
Re-hydration	20 to 30°C (70 to 90°F) at > 74%RH for 48 hours.

High levels of pollutants may cause permanent damage to the internal sensor.

BATTERY INFORMATION

Replacement

We recommend that you replace the battery annually, or prior to logging critical data. Only use 3.6V ½AA lithium metal batteries. The data logger does not lose its stored readings when the battery is discharged or replaced; however, the data logging process will stop and will not resume until the battery is replaced and the logger restarted by EasyLog software or an EL-DataPad.

Before replacing the battery, remove the data logger from the PC. Please note that leaving the data logger plugged into the USB port for extended periods will cause some of the battery capacity to be lost.

Passivation

If left unused for extended periods of time the lithium metal batteries, including those used in the EasyLog range of data loggers, naturally form a non-conductive internal layer preventing them from self-discharge and effectively increasing their shelf life. When first installed in the data logger, this may cause a momentary drop in the battery voltage (the Transient Minimum Voltage) as the internal layer is broken down, resulting in the data logger resetting. Inserting the batteries in the data logger and leaving it connected to a PC for about 30 seconds will remove this layer. After this, remove and re-install the batteries to reset the data logger. Overall battery life will not be affected.

WARNING

Handle lithium metal batteries carefully, observe warnings on battery casing. Dispose of in accordance with local regulations.

Vedlegg 9 – Kalibreringssertifikat Rotronic CP11

rotronic
MEASUREMENT SOLUTIONS

Kalibrierung / Calibration / Étalonnage / Calibratura

Humidity

No.	Reference [%RH]	Reading [%RH]	Deviation [%RH]
1	32.6	33.3	0.7
2	74.7	75	0.3

Temperature

No.	Reference [°C]	Reading [°C]	Deviation [°C]
1	24.9	24.9	0
2	24.7	24.6	-0.1

CO2

No.	Reference [ppm]	Reading [ppm]	Deviation [ppm]
1	542	548	6

**Funktionstest / Function test /
Test de fonctionnement / Test funzionali**

Display	OK
Backlight	OK
Keys	OK
Power	OK
Communication	OK

Datum / Date / Date / Date 19.01.2018
Prüfer / Inspector / Vérificateur / Verificatore 15041
This document has been automatically created

Calibration Certificate & Function Test

Gerät / Device / Appareillage / Apparecchio

Instrument	CP11
Version number	v1.6
Serial number	1180137
Measuring range	0...100 %RH / -20...60 °C / 0...5000 ppm
Accuracy	±3 %RH / ±0.3 K / ±30 ppm +5 %

Allgemein / General / Général / Generale

ROTRONIC AG certifies that this instrument meets the published specifications. It has been calibrated using standards and instruments as stated below and corresponds to the process requirements of ISO 9001-2008. The relative humidity and temperature references are traceable to national standards. The calibrated values are only valid at the time of measurement and are referenced to the indicated references and working standards.

The CO2 sensor is individually calibrated and verified in a 1000ppm certified calibration gas mixture (±1% calibration gas mixture uncertainty) by sensor manufacturer and rechecked by comparison to a 400ppm standard gas tested device.

Referenz / Reference / Référence / Referenza

Parameter	Instrument	Serial number	Calibration date
Humidity	HC2A-S	2073812	16.11.2017
Temperature	HC2A-S	2073811	21.11.2017
CO2	400 ppm standard gas tested device		

