

Sigurd Eckhoff
Sander Aas Snekkerhaugen

Analyse av VVS-installasjoner og tilhørende drift- og vedlikeholdsplaner i idrettshall.

Bacheloroppgave i VVS-teknikk
Veileder: Terje Arne Wenaas
Juni 2020

Sigurd Eckhoff
Sander Aas Snekkerhaugen

Analyse av VVS-installasjoner og tilhørende drift- og vedlikeholdsplaner i idrettshall.

Bacheloroppgave i VVS-teknikk
Veileder: Terje Arne Wenaas
Juni 2020

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



| RAPPORT BACHELOROPPGAVEN | |
|---|--|
| Tittel (Både på norsk og engelsk kreves) Analyse av VVS-installasjoner og tilhørende drift- og vedlikeholdsplaner i idrettshall. <i>Analysis of HVAC and Sanitary Installations and Associated Operational and Maintenance Plans in Sports Arena.</i> | |
| Prosjektnr EPT-V-2020-08 | |
| Forfatter(e) Sigurd Eckhoff, Sander Aas Snekkerhaugen | |
| Oppdragsgiver(e) eksternt Bjørn Aas og Snorre Nordbo Olsen ved SIAT | |
| Veileder(e) internt Terje Arne Wenaas | |
| Rapporten er ÅPEN/ LUKKET (stryk ut det som ikke gjelder) | |
| Dato levert 15.06.2020 | |
| Kort sammendrag (Både på norsk og engelsk kreves) Oppgaven skal analysere VVS-installasjoner og FDV-dokumentasjon til en idrettshall. Det utføres målinger og gjøres vurderinger av løsninger og innhentet dokumentasjon om bygget. Resultater og funn blir så analysert for å gi en vurdering av nåværende anlegg og for å foreslå eventuelle endringer. <i>The thesis will analyze HVAC-installations and O&M documentation in a sports arena. Measurements are carried out, and solutions and acquired documentation related to the building are evaluated. Results and findings are further analyzed to give an evaluation of existing implementations and to suggest possible changes.</i> | |
| Stikkord: VVS, ventilasjon, varme, lyd, FDV, drift og vedlikehold, idrettshall, NTNU | Keywords: HVAC, sanitary, ventilation, heat, sound, O&M, Operations and Maintenance, sports arena, NTNU |

Oppgavetekst

Oppgaven er å analysere VVS-anlegget i Leangen bydelshall og hallens tilhørende drift-og vedlikeholdsplaner. Entreprenørens arbeid skal vurderes opp mot Trondheim Kommunes kravspesifikasjoner, Byggteknisk forskrift (TEK17) og relevante standarder og veiledere. Det skal foretas målinger av lydnivå, lufthastighet, og temperatur for å vurdere anlegget. I tillegg skal bydelshallen sammenlignes med lignende idrettshaller og deres FDV-dokumentasjon.

I hallen er det mistanke om kuldebro gjennom fundamentet som kan påvirke oppvarming og inneklima i bygget. Dette skal undersøkes nærmere ved bruk av termisk kamera og temperaturmålinger.

Det skal undersøkes om entreprenøren har gjort en tilfredsstillende jobb og vurderes hva som eventuelt er gjort feil og som kan forbedres. Hovedfokuset skal være ventilasjonsanlegget i hovedhallen i tillegg til FDV-dokumentasjon.

Forord

Gjennom denne oppgaven konkluderer vi vårt treårige bachelorstudium i ingeniørfag ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven er gjennomført ved institutt for energi- og prosessteknikk gjennom vårsemesteret 2020.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder ved NTNU, Terje Arne Wenaas, samt oppdragsgiver og veiledere i SIAT, Snorre Nordbo Olsen og Bjørn Aas. De har fulgt oss opp underveis og gitt oss tilbakemeldinger og tips. Vi ønsker også å takke kontaktpersoner i Trondheim kommune og Hugaas Entreprenør AS for tilgang til dokumentasjon og tilrettelegging for gjennomføring av denne oppgaven.

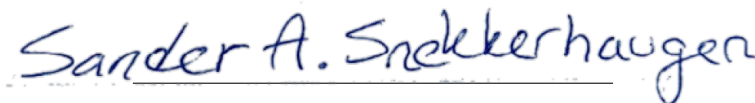
I tillegg vil vi takke venner og familie for hjelp til oppgaven gjennom gode innspill og korrektur.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Trondheim, våren 2020



Sigurd Eckhoff



Sander Aas Snekkerhaugen

Sammen drag

Idrettshaller har større ventilasjonsbehov enn andre konvensjonelle byggverk som kontorer og boliger. Med økt aktivitetsnivå avgir personer mer varme, og ventilasjonsbehovet øker. Da er det viktig med gode løsninger for ventilasjonsanlegg som skal kunne håndtere høye aktivitetsnivå og store flatearealer. God utførelse av slike anlegg kan være krevende, gjerne da det er mangel på spesifikke krav til idrettsanlegg.

I tillegg kreves det god forvaltning-, drift- og vedlikeholdsdokumentasjon (FDV-dokumentasjon) for å sikre at brukere og eiere skal kunne drifte og vedlikeholde et slikt bygg på best mulig måte.

Leangen Bydelshall er en ny flerbrukshall i Trondheim. Etter oppdrag fra Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT) skal denne bacheloroppgaven analysere VVS-anlegg og dets FDV-dokumentasjon. Oppgaven vurderer beslutninger som er tatt i både gjennomføring av VVS-anlegg og FDV-dokumentasjon.

Det gjennomføres målinger av lufthastighet i rommet, lydnivå og temperatur (termiske målinger) samt en grundig gjennomgang og vurdering av FDV-dokumentasjon. Lufthastighetsmålinger og lydmålinger gir resultater som er høye i forhold til krav, standarder og veiledere. Undersøkelsen av FDV-dokumentasjon avdekker avvik mellom entreprenøren sin standard for FDV-dokumentasjon og Trondheim Kommune sin kravspesifikasjon for slike leveranser.

Gjennom målingene, sammenligning med et lignende idrettsanlegg, og egne vurderinger kommer oppgaven frem til at det er mulig rom for forbedring i både ventilasjonsløsning og FDV-dokumentasjon til hallen. Oppgaven anbefaler videre at FDV-dokumentasjon leveres i henhold til Trondheim Kommunes kravspesifikasjon, og at ventilasjonsløsning blir revurdert. Det anbefales å gjennomføre røyktest i hallen, samt test av anlegget under aktivitet.

Nøkkelord – VVS, ventilasjon, lyd, varme, FDV, drift og vedlikehold, idrettshall, NTNU

Abstract

Sports arenas have greater ventilation needs than most conventional buildings such as offices and housing. People emit more heat when in an increased activity level, and more ventilation is needed. Good solutions for HVAC installations that can handle higher activity levels and bigger surface areas are then required. A good execution of this can be demanding as there is a lack of specific requirements related to sports arenas.

There is also a need of good Operations and Maintenance documentation in order to ensure that owners and personnel may run, operate and maintain the building optimally.

Leangen Sports Arena is a new multi-use sports facility in Trondheim. On behalf of SIAT, this bachelor thesis will analyze HVAC-installations and its O&M documentation. The thesis assesses decisions taken regarding both the implementation of HVAC systems and O&M documentation.

Measurements of air velocity in the hall, sound levels, and temperature (thermal imaging) are carried out as well as a thorough examination of the O&M documentation. Air velocity and sound measurements give results that are high compared to requirements, standards, and advisors. The examination of O&M documentation reveals deviations between the contractor's standard for O&M documentation and Trondheim Municipality's requirements specification for such consignments.

Through measurements, comparisons with a similar sports facility, and own assessments, the thesis concludes that there is possible room for improvement regarding both HVAC solutions and O&M documentation for the sports arena. The thesis recommends that O&M documentation is delivered according to Trondheim Municipality's requirements specification, and that the HVAC solutions are reevaluated. It is recommended to perform a smoketest in the arena, as well as testing the HVAC installations under activity.

Keywords – HVAC, sanitary, ventilation, heat, sound, O&M, Operations and Maintenance. sports arena, NTNU

Innhold

| | |
|--|------------|
| Forord | I |
| Sammendrag | II |
| Abstract | III |
| 1 Innledning | 1 |
| 1.1 Bakgrunn | 1 |
| 1.2 Problemstilling | 2 |
| 1.3 Fremgangsmåte | 2 |
| 1.4 Omfang og begrensninger | 3 |
| 2 Teori | 4 |
| 2.1 Ventilasjonsbehov | 4 |
| 2.2 Lufthastighet og trekk | 7 |
| 2.3 Varme | 7 |
| 2.3.1 Oppvarming | 7 |
| 2.3.2 Varmetap | 8 |
| 2.3.3 Kaldras | 9 |
| 2.4 Lyd | 9 |
| 2.5 FDV-dokumentasjon | 11 |
| 2.6 Leangen bydelshall | 13 |
| 2.6.1 Ventilasjonsløsning | 14 |
| 3 Metode | 16 |
| 3.1 Litteraturstudie | 16 |
| 3.2 Befaringer | 17 |
| 3.3 Målinger | 17 |
| 3.3.1 Måleutstyr | 17 |
| 3.3.2 Lufthastighet | 18 |
| 3.3.3 Lydnivå | 20 |
| 3.3.4 Termisk kamera | 22 |
| 3.4 FDV | 23 |
| 4 Resultat | 25 |
| 4.1 Målinger | 25 |
| 4.1.1 Lufthastighet | 25 |
| 4.1.2 Lyd | 26 |
| 4.1.3 Termisk kamera | 30 |
| 4.2 FDV | 31 |
| 4.2.1 Avvik fra krav i FDV-dokumentasjon | 31 |
| 4.2.2 Vurdering av innhold i FDV-dokumentasjon | 36 |
| 5 Diskusjon | 39 |
| 5.1 Ventilasjon | 39 |
| 5.1.1 Luftmengdebehov | 39 |
| 5.1.2 Lufthastigheter | 39 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2 | Termisk kamera | 41 |
| 5.3 | Lyd | 41 |
| 5.4 | Funksjonalitet | 42 |
| 5.5 | FDV | 43 |
| 6 | Konklusjon | 46 |
| 6.1 | VVS-anlegg | 46 |
| 6.2 | FDV-dokumentasjon | 46 |
| 6.3 | Videre studier | 47 |
| | Referanser | 48 |
| | Vedlegg | 50 |
| V1 | Måleutstyr | 50 |
| | V1.1 Kalibrering | 50 |
| V2 | Termografer | 51 |
| V3 | FDV - 31 - Leangen Sanitær | 54 |
| V4 | FDV - 32 - Oppvarming | 56 |
| V5 | FDV - 36 - Leangen Ventilasjon | 57 |
| V6 | Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør | 60 |
| V7 | Utdrag teknisk spesifikasjon Leangen | 66 |
| V8 | Utdrag vedlikeholdsbeskrivelse inneklime Flatåsen | 67 |
| V9 | Tegning Ventilasjon Leangen (Komprimert) | 69 |
| V10 | Tegning Ventilasjon Flatåsen (Komprimert) | 70 |

Figurliste

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Tabell for metabolsk aktivitet | 5 |
| 2.2 | KD: Anbefalte luftmengder | 6 |
| 2.3 | NS8175:2012 Tabell 44 - Lydklasser for idrettsbygninger. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner | 10 |
| 2.4 | Leangen bydelshall hovedhall | 13 |
| 2.5 | Plassering av ventilasjonsaggregat i hovedhall | 13 |
| 2.6 | Tekstilkanal langs himling. Avtrekksrist synlig til venstre. | 14 |
| 3.1 | Oversiktsbilde over målepunkter ved lufthastighetsmålinger | 19 |
| 3.2 | Oversiktsbilde over målepunkter ved lydmålinger | 21 |
| 3.3 | Eksempel termisk bilde | 23 |
| 4.1 | Lydmåling med feilkilde | 27 |
| 4.2 | Lydmåling med mye bakgrunnsstøy | 28 |
| 4.3 | Lydmåling uten mye bakgrunnsstøy | 29 |
| 4.4 | Første mappenivå (mal) | 32 |
| 4.5 | Andre mappenivå. Mappe 00 <i>Byggnavn</i> (mal) | 33 |
| 4.6 | Tredje mappenivå. Mappe 3 <i>VVS</i> (mal) | 33 |
| 4.7 | Tredje mappenivå. Mappe 9 <i>tegninger</i> (mal) | 33 |
| 4.8 | Første mappenivå (Leangen) | 34 |
| 4.9 | Andre mappenivå. Mappe 01 - <i>Leangen Bydelshall FDV</i> (Leangen) | 34 |
| 4.10 | Andre mappenivå. Mappe 09 - <i>Tegninger og rådatafiler</i> (Leangen) | 35 |
| 4.11 | Andre mappenivå. Mappe 03 - <i>VVS</i> (Leangen) | 35 |
| 4.12 | Tredje mappenivå. Mappe 36- <i>Luftbehandling</i> (Leangen) | 35 |
| 4.13 | Tilsyn av filter | 37 |
| 4.14 | Funksjonskontroll av filter | 37 |
| 5.1 | Vedlikeholdsanbefalinger for ventilasjon (Leangen) | 45 |
| V2.1 | Fundament med fotplate og bygningssøyle langs sør-vestlig vegg i hallen sett forfra | 51 |
| V2.2 | Fundament med fotplate og bygningssøyle langs sør-vestlig vegg i hallen sett på skrå | 51 |
| V2.3 | Sør-vestlig hjørne av fundament med fotplate og bygningssøyle | 51 |
| V2.4 | Fundament inne i lagerrom | 52 |
| V2.5 | Dør som leder direkte fra hallen og ut til sørvest-siden av hallen | 52 |
| V2.6 | Avkastkanal og avkast sett innenfra | 52 |
| V2.7 | Røykluke i taket | 53 |
| V2.8 | Innendørs taknedløp i nord-vestlig hjørne av hallen | 53 |

Tabelliste

| | | |
|------|--|----|
| 3.1 | Utstyrliste - funksjon | 17 |
| 4.1 | Lufthastighet under vifte [m/s] | 25 |
| 4.2 | Lufthastighet midt i håndballbane [m/s] | 25 |
| 4.3 | Lufthastighet langs vegg [m/s] | 26 |
| 4.4 | Lydnivå $L_{p,A,T}$ [dB(A)] | 30 |
| 4.5 | Lydnivå $L_{p,AF,max}$ [dB(A)] | 30 |
| 4.6 | Lydnivå $L_{p,AF,min}$ [dB(A)] | 30 |
| 5.1 | Utvalgte lufthastighet under vifte [m/s] | 39 |
| 5.2 | Utvalgte lufthastighet midt i håndballbane [m/s] | 40 |
| 5.3 | Sammenligning målinger og krav [dB(A)] | 41 |
| V1.1 | Serienummer Måleutstyr | 50 |
| V1.2 | Kalibreringsdata CR:161C dag 1 | 50 |
| V1.3 | Kalibreringsdata CR:161C dag 2 | 50 |

1 Innledning

I moderne bygg stilles det mange krav til prosjektering, gjennomførelse og montering av varme-, ventilasjon- og sanitærinstallasjoner.[1] I idrettsanlegg stilles det ekstra krav, spesielt med tanke på at aktivitetsnivået er høyere enn i andre bygg. For eksempel er tilstrekkelig utskiftning av luft, god omrøring i luften og riktig temperatur derfor viktige faktorer til et godt inn klima. Bygget skal også være funksjonelt og fleksibelt, og det er krav til 100% ventilasjonseffektivitet både ved høye og lave luftmengde og ved over- og undertemperatur på luft.[2]

For at byggherre skal kunne drifte bygg sikkert og problemfritt, er det avgjørende med god forvaltning-, drift- og vedlikeholdsdokumentasjon (FDV-dokumentasjon). Dette må være forståelig og innholdsrikt. I en FDV kan det være beskrevet alt fra driftsforklaringer til delerstatning, og enhver bruker, for eksempel vaktmester eller byggherre selv, skal kunne benytte FDV på en slik måte at bygget driftes og vedlikeholdes uproblematisk.

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med oppstart av bachelorprosjektet tok vi kontakt med vår veileder som videre anbefalte oss å kontakte Senter for Idrettsanlegg og Teknologi (SIAT). Tidligere har vi også samarbeidet med SIAT ved feltturer i regi av instituttet. De jobber mye med VVS-systemer i idrettsanlegg og har stor interesse for å hjelpe studenter med både bachelor- og masteroppgaver, og det var derfor ønskelig å få til et samarbeid med SIAT. Som SIAT selv skriver; «Vår oppgave er gjennom forskning, utdanning og formidling å bringe fram forskningsbasert kunnskap og teknologiske løsninger innenfor idrettsanlegg og idrettsteknologi til beste for idretten og samfunnet.»[3] I møte med SIAT vurderte vi flere oppgaver, men vi landet på en oppgave rundt den nye hallen på Leangen i Trondheim.

Etter en befaring i hallen tok vi en diskusjon med både veileder fra SIAT og fra instituttet og bestemte oss for oppgaven og hva den skulle omhandle. På befaringen fikk vi sett og hørt utfordringer ved VVS-anlegget som vi synes var interessante. Dette ble fokus i oppgaven ettersom begge studentene har VVS-teknikk som studieretning. Vi ønsket i hovedsak å ta for oss selve hallen, selv om det også er tilhørende garderober med eget ventilasjonsanlegg. I tillegg til å se på det VVS-tekniske ønsket vi å se på drift og vedlikehold av hallen.

1.2 Problemstilling

Oppgaven er å analysere VVS-anlegget i Leangen bydelshall og hallens tilhørende drift-og vedlikeholdsplaner. Entreprenørens arbeid skal vurderes opp mot Trondheim Kommunes kravspesifikasjoner, Byggteknisk forskrift (TEK17) og relevante standarder og veiledere. Det skal foretas målinger av lydnivå, luftfartighet, og temperatur for å vurdere anlegget. I tillegg skal bydelshallen sammenlignes med lignende idrettshaller og deres FDV-dokumentasjon.

I hallen er det mistanke om kuldebro gjennom fundamentet som kan påvirke oppvarming og inneklima i bygget. Dette skal undersøkes nærmere ved bruk av termisk kamera og temperaturmålinger.

Det skal undersøkes om entreprenøren har gjort en tilfredsstillende jobb og vurderes hva som eventuelt er gjort feil og som kan forbedres. Hovedfokuset skal være ventilasjonsanlegget i hovedhallen i tillegg til FDV-dokumentasjon.

1.3 Fremgangsmåte

Etter innledning begynner oppgaven med et teorikapittel med innhold basert på litteraturstudiet, og inneholder eksisterende teorier, løsninger, krav og forskrifter relevant for oppgaven. Videre vil det beskrives det aktuelle bygget og implementerte løsninger for VVS-system som vil være grunnlag for vurderinger og beregninger videre i oppgaven.

Den neste delen av oppgaven presenterer og forklarer metoder og fremgangsmåter vi har benyttet. Dette gjelder metoder for forarbeid, anskaffelse av teori, utførelse av målinger, og vurdering av løsninger. Videre presenteres resultater av målinger og vurderinger tatt i oppgaven i resultatkapittelet. Resultater analyseres og sammenlignes så i diskusjonskapittelet. Her vil det også presenteres eventuelle forslag til andre løsninger for systemene diskutert i oppgaven. Siste kapittel konkluderer oppgaven, og anbefaler videre studier innenfor emnet.

1.4 Omfang og begrensninger

Til gjennomføring av oppgaven kreves det utstyr og tilgang til både dokumenter og bygg. I samarbeid med byggherre og entreprenør vil vi anskaffe oss det vi behøver. FDV-dokumentasjonen vi har tilgang på er mangelfull. FDV-dokumentasjonen omtalt i oppgaven fikk vi tilsendt 4. april. Eventuelle oppdateringer siden da er ukjent for oss.

Tidsbegrensninger nevnt i oppgaven kommer hovedsakelig av COVID-19 og begrensninger i samfunnet dette medførte. I tillegg var det begrenset tilgjengelighet til personell fra entreprenør og kommunen som bistod med styring av ventilasjonsanlegg under målinger.

Ettersom Leangen bydelshall er hverken overtatt eller ferdigstilt, har det ikke vært mulig for oss å gjennomføre målinger av ventilasjonen under aktivitet. COVID-19 pandemien satte en definitiv stopper for eventuelle aktivitetsmålinger.

Det er ikke klart om FDV-dokumentasjonen til Leangen Bydelshall skal følge Trondheim Kommune sin KS00002[4], eller Hugaas Entreprenør sin egen Kravspesifikasjon *KS_FD_V_DOC.docx* som kom med FDV. Denne er vedlagt i V6. Det er uoverensstemmelser mellom Trondheim og Hugaas sine kravspesifikasjoner når det gjelder struktur, språk, og form av FDV.

Vurderinger gjort i oppgaven er basert på at KS00002 er gjeldende kravspesifikasjon for FDV-dokumentasjonen til Leangen Bydelshall.

2 Teori

I dette kapittelet presenteres relevant teori om de forskjellige tema som senere skal diskuteres i oppgaven. Det foretas beregninger, og teori relateres til Leangen bydelshall.

2.1 Ventilasjonsbehov

Alle byggverk i Norge har krav til luftkvalitet og ventilasjon. Disse kravene stilles gjennom Byggteknisk Forskrift (TEK17), og forsikrer blant annet at alle bygg har ventilasjon som sikrer tilfredsstillende luftkvalitet, med ren tilluft som er tilpasset forurensningsbelastning fra personer.[1]

Friskluftbehov på grunn av forurensning fra personer kommer an på forventet aktivitetsnivå i bygget. Luftmengde måles i kubikkmeter per time. Minimum tilførsel per person er 26 m^3 luft per time med lett aktivitet.[1] Dette tallet må tilpasses ved høyere aktivitetsnivå, som for eksempel i et idrettsanlegg. Aktivitetsnivå er målt med en verdi som kalles metabolsk rate. Dette er basert på varmeavgivelse i watt per kvadratmeter overflate for en person, og skrives som «met».

1 met tilsvarer 58 W/m^2 , som er antatt varmeavgivelse for en avslappet, sittende person. Ved ganghastighet på 5 km/h er dette tallet $3,4 \text{ met}$, eller 200 W/m^2 . [5]

TEK17 §13-3 ledd 1 henviser til Norsk Standard «NS-EN ISO 7730:2005 tillegg B: Tabell for metabolsk aktivitet» i rom beregnet for annet enn lett fysisk aktivitet.[6, 5]

Table B.1 — Metabolic rates

| Activity | Metabolic rate | |
|---|------------------|-----|
| | W/m ² | met |
| Reclining | 46 | 0,8 |
| Seated, relaxed | 58 | 1,0 |
| Sedentary activity (office, dwelling, school, laboratory) | 70 | 1,2 |
| Standing, light activity (shopping, laboratory, light industry) | 93 | 1,6 |
| Standing, medium activity (shop assistant, domestic work, machine work) | 116 | 2,0 |
| Walking on level ground: | | |
| 2 km/h | 110 | 1,9 |
| 3 km/h | 140 | 2,4 |
| 4 km/h | 165 | 2,8 |
| 5 km/h | 200 | 3,4 |

Figur 2.1: Tabell for metabolsk aktivitet

Tabell 2.1 beskriver ikke aktivitetsnivå som kan forventes i en idrettshall, kun ganghastigheter opp til 5 km/h. TEK17 og referert Norsk Standard har altså ikke spesifikke krav til ventilasjonsbehov for høye aktiviteter som finner sted i en idrettshall. Kulturdepartementet (KD) har derimot en veileder for planlegging og bygging av idrettshaller, hvor ventilasjonsbehov diskuteres.[2]

På side 68 i denne veilederen er det lagt ved en tabell med anbefalte luftmengder per person og kvadratmeter i forskjellige arealer i en idrettshall, samt anbefalt styring av dette. Anbefalt luftmengde for en tilskuer er her satt til 26 m³/h som samsvarer med TEK17 sitt minimumskrav, mens anbefalt luftmengde for en aktiv utøver er satt til 150 m³/h, nesten seks ganger minstekravet. Disse verdiene kan da benyttes til å regne ut anbefalt luftmengde i et ventilasjonssystem i en idrettshall, basert på areal og antall personer hallen er dimensjonert for.[2]

| Areal / funksjon | Luftmengde pr. person | Luftmengde pr. m ² | Kommentar |
|--|-----------------------|-------------------------------|---|
| Idrettshall aktive utøvere | 150 m ³ /h | 7 m ³ /h | Behovsstyres CO ₂ /temp. |
| Idrettshall tilskuere | 26 m ³ /h | 7 m ³ /h | Behovsstyres CO ₂ /temp. |
| Treningsrom, høy aktivitet (eks. spinning) | 250 m ³ /h | 7 m ³ /h | Ca. 2,5 m ² pr. person. Behovsstyres manuelt, pådrag med automatisk reset. |
| Treningsrom, middels aktivitet | 150 m ³ /h | 7 m ³ /h | Behovsstyres CO ₂ /temp |
| Treningsrom, moderat aktivitet | 80 m ³ /h | 7 m ³ /h | Behovsstyres CO ₂ /temp |
| Møterom | 26 m ³ /h | 7 m ³ /h | Behovsstyres CO ₂ /temp |
| Garderobe | | 15 m ³ /h | Konstant tilluft balansert etter samlet luftmengder fra dusj og WC. |
| Dusj | | 15 m ³ /h | 80 m ³ /h pr dusjhode. Konstant avtrekk. Overluft fra garderobe. |
| WC | | | 100 m ³ /h konstant avtrekk. Overluft fra garderobe. |
| HCWC | | | 150 m ³ /h konstant avtrekk. Overluft fra gardrobe. |
| Gangareal/trapperom | | 7 m ³ /h | Overluft fra omliggende arealer. |

Figur 2.2: KD: Anbefalte luftmengder

For utregning av teoretisk luftmengdebehov etter forslag fra KD sin veileder[2] setter vi dimensjonert personbelastning på 50 personer. Denne verdien ble formidlet muntlig av Trondheim Eiendom, men vi har ikke funnet bekreftelse på dette i dokumentene vi har tilgang til.

Eksakt areal på hovedhallen varierer litt fra tegning til tegning, fra omtrent 2246 m² til 2280 m². I vedlegg V9 er arealet av hallen 2246.37 m². For enkel utregning settes arealet til 2250 m².

Minimum antall aktive utøvere i en håndballturnering med to kamper er 28 spillere. De har et luftmengdebehov på 150 m³/h per figur 2.2. De resterende 22 personene (dommere, trenere, innbyttere, tilskuere) som hallen er dimensjonert for beregnes som tilskuere med luftmengdebehov 26 m³/h per figur 2.2. Ved å legge sammen luftmengdebehov for personer og areal kommer vi frem til total luftmengdebehov.

$$(28 \times 150m^3/h) + (22 \times 26m^3/h) + (2250m^2 \times 7m^3/h) = 20522m^3/h$$

Dimensjonert luftmengde er 20 000 m³/h som nevnt i vedlegg V5. Sammenlignet med tall fra KD er hallen akkurat underdimensjonert for 50 personer, hvorav 28 (syv spillere på fire lag) utøvere er aktive samtidig. For en turnering er 50 personer gjerne lite, og tilskuertallet vil antageligvis normalt være høyere. Siste ledd i utregningen er luftmengdebehovet per kvadratmeter. Med et areal på 2250 m² og med 7 m³/h for hver kvadratmeter utgjør dette tallet på 15 750 m³/h den største andelen av totalen. 7 m³/h per kvadratmeter (se figur 2.2) er muligens en alt for høy verdi. Denne vil i følge veilederen gjelde uavhengig av hvor mange personer det er i lokalet.

2.2 Lufthastighet og trekk

Luftbevegelse som gir sjenerende avkjøling av kroppen kalles trekk. Kjølervirkningen øker i takt med økende lufthastighet. I lokaler der det er folk som stadig er i bevegelse, vil en passende lufthastighet bli mellom 0,2 og 0,45 m/s.[7] I idrettshall og treningsrom for høy aktivitet, skal lufthastigheten tilstrebes å ligge under 1,0 m/s i oppholdssone.[2]

2.3 Varme

For å få et godt termisk inneklima, avhenger det av at temperaturen i rommet er behagelig. Det finnes flere måter å varme opp rom på, men det er også viktig å ta hensyn til faktorer som på en annen side kan føre til tap av varme.

2.3.1 Oppvarming

Når det kommer til oppvarming av bygg, og spesielt idrettshaller, kan dette gjøres på flere måter. Men slik som ved andre parametre er det noen løsninger som er bedre enn andre. Det er altså ikke noe fasitsvar på hvordan oppvarming av idrettshall bør gjennomføres. Oppvarming kan skje ved å varme opp luften i ventilasjonsaggregatet før den blir tilført rommet, eller ved å varme opp luften i rommet med eksterne oppvarmingskilder slik som for eksempel en radiator.

Ved oppvarming i ventilasjonsaggregatet skjer oppvarming i all hovedsak i varmegjenvinneren og i varmebatteriet. Varmegjenvinnere har som oppgave å gjenvinne varme i ventilasjonssystemet fra avtrekksluften til tilluften. På denne måten slipper

man å varme opp uteluften med varmebatteri alene.[7] Luften skal ved denne oppvarmingsløsningen tilføres rommet, eller i dette tilfellet hallen, med en bestemt temperatur. Dersom ikke luften blir tilstrekkelig oppvarmet gjennom varmegjenvinneren, benyttes et varmebatteri. Varmebatteriet varmer da opp luften ytterligere etter at luften har vært gjennom varmegjenvinneren slik at tilluften når den ønskede temperaturen.

Ved løsningen med eksterne oppvarmingskilder blir tilluft tilført rommet med lavere temperatur enn romtemperaturen. Det vil da være plassert oppvarmingskilder i rommet som varmer opp luften til bestemt temperatur. Varmekildene kan for eksempel være radiatorer eller elektriske panelovner.

2.3.2 Varmetap

Oppvarmingsbehov til et bygg er basert på byggets varmetap. Det er tre kilder til varmetap: Transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon.

Transmisjonstap er varmetransport gjennom en begrensningflate som en vegg, enten mot omgivelser eller mellom rom med ulik temperatur.

Infiltrasjonstap er luftstrømming gjennom disse begrensingsflatene, og kommer av trykkdifferanse som følge av temperaturforskjeller og vind.

Ventilasjonstap er varme som blir tapt ved utskiftning av luft i et bygg. Dette kommer av at kald tilluft må varmes opp til ønsket romtemperatur.

Varmeeffektbehov er da summen av disse varmetapene. Brutto varmeeffektbehov, som oftest blir brukt til dimensjonering av varmeanlegg, tar ikke hensyn til varmetilførsel ved dimensjonerende vinterforhold. Ved netto varmeeffektbehov, som gjerne brukes til dimensjonering av varmepumpe, er varmetilskudd trukket fra ved dimensjonerende vinterforhold.[8]

Ved undersøkelse av kuldebro er transmisjonstap den relevante verdien. Eksempel på kuldebro er stendere plassert mellom seksjoner med minerallull i en yttervegg. Dette vil kunne undersøkes ved bruk av termisk kamera.

2.3.3 Kaldras

Kaldras, luftstrømningseffekt i rom, skyldes avkjøling av romluft ved flater med lav overflatetemperatur, for eksempel vinduer. Den avkjølte luften er tyngre enn romluften og synker ned til gulvet og innover i rommet. Kaldras oppleves gjerne som ubehagelig trekk langs gulvet, og kan unngås ved å plassere en varmekilde under vinduet eller å skifte til vinduer med bedre varmeisolering.[9]

2.4 Lyd

Lydnivå er en viktig parameter når det kommer til oppholdskomfort i ethvert bygg. Høye lydnivå kan føre til generelt ubehag og i verste fall hørselstap. For å måle lydnivå brukes enheten desibel, eller dB. Desibel følger en logaritmisk skala. Det kan beskrives som at en lyd på 60 dB, for eksempel normal samtale på kort hold, er 10^6 ganger så intens som en lyd på 1 dB, som er nesten absolutt stillhet. En dobling av lydintensitet vil tilsvare en økning på omtrent 3 dB. Som i forrige eksempel kan dette forklares med at $10^{0,3}$ er omtrent likt 2,0.[10]

Desibel skrives også som dB(A), dB(C) og dB(Z), avhengig av hvilken frekvensvektlegging som er brukt. A-veid vektlegger frekvenser som best reflekterer menneskelig oppfatning av lyd, C-veid legger mer vekt på lav-frekvens lyder, og blir brukt for å finne «Peak Sound Pressure målinger», eller topper i lydtryknivå. Z-veid er en flat og lineær frekvensrespons.[11]

Det stilles krav til lydnivå i forskjellige type byggverk og anlegg. Fra TEK17 § 13-6 Lyd og vibrasjoner:

Lydforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Krav til lydforhold gjelder ut fra forutsatt bruk, og kan oppfylles ved å tilfredsstille lydklasse C i Norsk Standard NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger Lydklasser for ulike bygningstyper.[12]

| Type brukerområde/ type grenseverdi | Målestørrelse | Klasse A ^b | Klasse B ^b | Klasse C ^b | Klasse D |
|---|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Midlere lydabsorpsjonsfaktor i idretts- og svømmehall | $\bar{\alpha}$ | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,15 |
| Høyeste etterklangtid i idretts- og svømmehall ^a relatert til hallens høyde | T_h (s) | $0,13 \times h$ | $0,16 \times h$ | $0,20 \times h$ | $0,27 \times h$ |
| Lydnivå i idretts- og svømmehall fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning | $L_{p,AT}$ (dB) | 25 | 30 | 35 | 40 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 27 | 32 | 37 | 42 |

^a I store idretts- og svømmehaller er øvre grense for etterklangstiden $T = 3,0$ s.

^b Lydoverføringsutstyr skal sikre god taleforståelighet av informasjonsformidling, kommunikasjon og varsling, se 5.5. Relevante arealer med slikt utstyr skal kompletteres med teleslynge eller tilsvarende.

Figur 2.3: NS8175:2012 Tabell 44 - Lydklasser for idrettsbygninger. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

NS8175 tabell 44 [13] omhandler lydklasser for idrettsbygninger. Enhetene for lydtryknivå brukt i tabellene er A-veid tidsmidlet lydtryknivå og A-veid maksimalt lydtryknivå. A-veid lydtryknivå vektlegger som sagt frekvenser som mennesker oppfatter best, og omfatter 20Hz til 20kHz.[14] Krav for å oppnå klasse C er $L_{p,A,T} \leq 35$ og $L_{p,AF,max} \leq 37$. Disse grenseverdiene gjelder lydnivå fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning.[13] Definisjon på teknisk installasjon i denne sammenhengen er «byggteknisk installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis varmeanlegg, kjøleanlegg, nødstrømsaggregat, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumpe og andre lignende installasjoner som er nødvendig for bygningens drift.»[13]

$L_{p,A,T}$ er A-veid tidsmidlet lydtryknivå. Dette er en gjennomsnittsmåling av lydtrykk målt over tid. Dette er samme verdi som ekvivalent lydtryknivå, som kan skrives som LAeq.[15]

$L_{p,AF,max}$ er A-veid, rask tid veid, maksimalt lydtryknivå. Det er måling for maksimalt lydtryknivå hvor instrumentet raskt oppfatter endringer i lydnivå. Dette kan simplifiseres til LAFMax.

Tilsvarende er det en verdi for $L_{p,AF,min}$, eller LAFmin, som er minste lydnivå målt med A-veid frekvens og rask tidskonstant.[11] Denne kan være nyttig å sammenligne med LAFmax ved målinger med stor variasjon i lydnivå. Andre enheter for lydtryknivå, som C-veid og Z-veid, blir ikke vurdert i denne oppgaven. Dette fordi A-veid er mest relevant siden den angår menneskelig oppfatning av lyd, og er den verdien som blir brukt i NS8175 tabell 44.

2.5 FDV-dokumentasjon

FDV-dokumentasjon er «lovpålagt dokumentasjon for et bygg som inneholder produkter som skal forvaltes, driftes eller vedlikeholdes i løpet av byggets levetid.»[16] Videre sier TEK17 at ved bruk av et byggverk «skal det foreligge FDV-dokumentasjon som gir tilstrekkelig informasjon for å kunne drifte byggverket med tekniske installasjoner optimalt.»[17]

FDV overleveres når et bygg er ferdigstilt, og er klar til å skifte eier. FDV-dokumentasjon skal inneholde all relevant informasjon om byggverket utarbeidet for forvaltningsorganisasjon, drift- og vedlikeholdspersonell, brukere med fler. Ansvarlig søker har ansvar for å påse at FDV-dokumentasjon er av tilstrekkelig kvalitet og innhold, og blir overlevert til eier av bygget mot kvittering.[18] Det er essensielt at hvis et bygg skal fungere optimalt, må personer som skal drifte, vedlikeholde, og forvalte byggverket ha tilstrekkelig kunnskap om byggverkets egenskaper.[19]

I FDV er det gjerne spesifisert tiltak for å forebygge og forhindre formering av legionellabakterier i vannanlegg. Optimale forhold for vekst er 37 °C, men bakterien dør i løpet av få minutt ved temperaturer over 60 °C.[20]

For å forebygge vekst og spredning anbefales det at sirkulasjonstemperatur holdes over 65 °C, at man unngår bruk av plastmaterialer som kan utgjøre næring for bakterier, og at røranlegget er dimensjonert korrekt slik at alle installasjoner har rett vannhastighet.[20]

Folkehelseinstituttet (FHI) anbefaler videre at dusj, som i følge FHI er en vanlig smittekilde for legionella, bør gjennomspyles med 70 °C vann i 5 minutter 4 ganger i året. FHI anbefaler også at varmtvannsberedere bør holde minst 70 °C.[21]

FDV-dokumentasjon skal leveres etter forutsetninger som er avtalt på forhånd. Struktur og oppbygning er forhåndsbestemt og i henhold til klassifikasjonssystemer.[18] Trondheim kommune har en egen kraspesifikasjon, KS 00002, for FDV-dokumentasjon.[4] I denne kravspesifikasjonen defineres:

1. Minimum detaljnivå på dokumentasjon
2. Når dokumentasjon skal foreligge
3. Rutiner for innsamling av Forvaltnings-, Drifts- og Vedlikeholdsdokumentasjon (FDV-dokumentasjon)
4. Organisering av FDV-dokumentasjonen i digital- og papirutgave
5. Ansvarsgrenser

2.6 Leangen bydelshall



Figur 2.4: Leangen bydelshall hovedhall



Figur 2.5: Plassering av ventilasjonsaggregat i hovedhall

2.6.1 Ventilasjonsløsning

Følgende informasjon er hentet fra FDV Leangen (vedlegg V5 og V4).

Bygget er utstyrt med to aggregater for ventilasjon. Et for selve hallen, som er fokus i denne oppgaven, og et for garderobe og inngangsparti. Aggregatet i hallen leverer 20 000 m³/h tilluft, og er styrt av CO₂ følere plassert to steder i hallen 1,5 meter over gulvet.



Figur 2.6: Tekstilkanal langs himling. Avtrekksrist synlig til venstre.

Ventilasjonen i hallen leveres via en tekstilkanal (se figur 2.6) plassert over bjelkene i himlingen. Den er 45 meter lang og 1 meter i diameter. I tillegg er det plassert fire takvifter for å hjelpe med omrøring og spredning av tilluften. Disse styres to og to av hvert sitt sett med sensorer plassert i 1,8 og 7,3 meters høyde over gulvet. Begge sensorene måler temperatur, men nedre sensor er kombinert CO₂ og temperatur. Hastighet på takviftene bestemmes via styring av spenning fra 0 til 10 Volt.

Det er valgt ut tre nivåer viftene settes på: 30%, 60% og 100%. Hastighet på viftene styres av temperaturforskjellen mellom sensorene ved 1,8m og 7,3m. Takviftene går på 30% hvis temperaturforskjellen mellom nedre og øvre termostat er over 3 °C. Hastigheten økes igjen til 60% om temperaturforskjellen ikke endres innen to minutter, og til 100% innen nye to minutter om temperaturforskjellen enda ikke har falt. I følge FDV går

ventilasjonsaggregatet på full hastighet om CO₂ nivået er under 1000 parts per million (ppm). Her skal det antageligvis stå at aggregatet går på full hastighet om CO₂ overskrider 1000ppm. Om CO₂ ikke endres innen 10 minutter går også takviftene på full hastighet.

Overordnet tegning av ventilasjonsanlegget hentet fra FDV er vedlagt i V9. Original oppløsning finnes i vedlagt ZIP-fil.

Til å varme opp hallen er det valgt en løsning hvor luften varmes opp gjennom tilluften som blir tilført hallen. Det vil si at luften varmes opp til bestemt temperatur i aggregatet før den tilføres hallen. Til å varme opp luften benyttes varmeveksler, samt varmebatteri. Varmeveksleren gjenvinner varme i ventilasjonssystemet fra avtrekksluften til tilluften, men dersom dette ikke er tilstrekkelig for å få ønsket varme på tilluften, kobles varmebatteriet inn. Varmebatteriet forsynes med varm væske fra teknisk rom. Denne varme væsken er varmet opp gjennom en varmeveksler som er koblet på det lokale fjernvarmenettverket. Se vedlegg V4.

3 Metode

Dette kapitlet presenterer og forklarer metoder og fremgangsmåter, i forbindelse med anskaffelse av teori og gjennomførelse av praktisk arbeid, som er benyttet i oppgaven.

3.1 Litteraturstudie

Både før og underveis i skriveprosessen er det viktig å innhente informasjon som kan benyttes i oppgaven. Før vi fikk gjennomføre målinger brukte vi tid på å se over forskrifter, standarder og tidligere forelesninger. Dette for at vi skulle friske opp i og få mer kunnskap slik at vi var forberedt til målingene.

Vi var i kontakt med Trondheim kommune for å få tilsendt anbudsbeskrivelsen av prosjektet «Leangen bydelshall» og entreprenøren for å få tilgang til FDV-dokumentasjonen.

All informasjon og data om Leangen bydelshall og tilhørende anlegg er hentet fra FDV-dokumentasjon, tegninger og kommunikasjon med Trondheim Kommune og Hugaas Entreprenør. Hvert dokument og tegning fra FDV til Leangen Bydelshall og andre steder som er henvist i teksten vil være vedlagt som separate vedlegg. Store tegninger og lignende er inkludert som komprimert versjon i integrert vedlegg. Fullversjonen av disse er vedlagt oppgaven i egen ZIP-fil. Full FDV-dokumentasjon som denne oppgaven har fått tilgang til for både Leangen bydelshall og Flatåsen idrettsanlegg er vedlagt i ZIP-fil. Vedlegg V9 er for eksempel et utsnitt av den fullstendige FDV-dokumentasjonen til Leangen bydelshall vedlagt i ZIP-fil.

Allerede før vi startet med prosjektet visste vi om flere steder vi kunne innhente informasjon. Vi visste at kompetansebiblioteket.no hadde mye nyttig innhold og at en del tekniske bøker som mye av tidligere pensum er bygget på, for eksempel *Ventilasjonsteknikk* av Leif I. Stensaas, var fine å bruke. I tillegg til dette, hadde vi mange krav- og forskriftsdokumenter vi skulle forholde oss til. Eksempelvis Trondheim kommune sin KS00002, TEK-17, samt øvrige veiledningsdokumenter fra myndigheter og kommune.

3.2 Befaringer

Tidlig i prosessen var vi, sammen med veiledere og to representanter fra Trondheim kommune, i hallen for en befaring. Dette var for at vi skulle få se på hallen og det VVS-tekniske. Under denne befaringen noterte vi oss ned ting vi ønsket å se nærmere på og ting vi stilte spørsmålsteget ved. Oppgaven var til å begynne med veldig åpen. Ved å dra på befaring fant vi forskjellige tema vi ønsket å fokusere på i oppgaven:

- Måling av lufthastighet i hallen
- Lydmålinger av anlegget
- Undersøke kuldebroer med termisk kamera
- Undersøke FDV-dokumentasjon

3.3 Målinger

Ved målinger ble det forsøkt å alltid gjøre tilstrekkelig antall målinger over tid slik at feilkildene ble minimalisert. Likevel var det vanskelig å unngå feilkilder med sikkerhet. Tiltak for å unngå feilaktighet var ulik fra de forskjellige målingene, og er nevnt i avsnittene under. Grunnet tidsbegrensninger ble målingene utført i to omganger med et par ukers mellomrom. Værforholdene på de to tidspunktene var forskjellige, men dette går ikke utover hensikten til målingene av lyd, luftbevegelse, og temperaturgradient. For målinger ved 3 meter og høyere ble det benyttet en lift. Denne ble kun brukt med sertifisert personell tilstede, - noe som gjorde at enkelte målinger ved 6 meter ikke lot seg gjennomføre - så ikke alle målinger som var planlagt å ta ved 6 meter kunne bli gjennomført.

3.3.1 Måleutstyr

Følgende utstyr ble benyttet til målinger:

| Navn | Måleparameter | Enhet |
|--------------|--|------------|
| Rotronic | Temperatur, relativ fuktighet, CO ₂ | °C, %, ppm |
| SwemaAir 300 | Lufthastighet, temperatur | m/s, °C |
| CR:161C | Lydnivå | dB |
| FLIR T640bx | Temperatur (bilder) | °C |

Tabell 3.1: Utstysliste - funksjon

Rotronic er et apparat som måler flere parametere, blant annet temperatur, CO₂ og relativ fuktighet. Det er et digitalt apparat med en føler som gir kontinuerlige verdier.

SwemaAir 300 ble brukt for å finne lufthastigheten fra viftene ned oppholdssonen. Apparatet ga oss lufthastigheten i meter per sekund (m/s).

Til målinger av lyd fra aggregat og vifter ble CR:161C brukt. Denne tar opp lydnivå i desibel og man kan, gjennom software på datamaskin, uthente mye informasjon om opptakene. Blant annet ulike frekvenser på lyden, høyest målt lyd og lavest målt lyd.

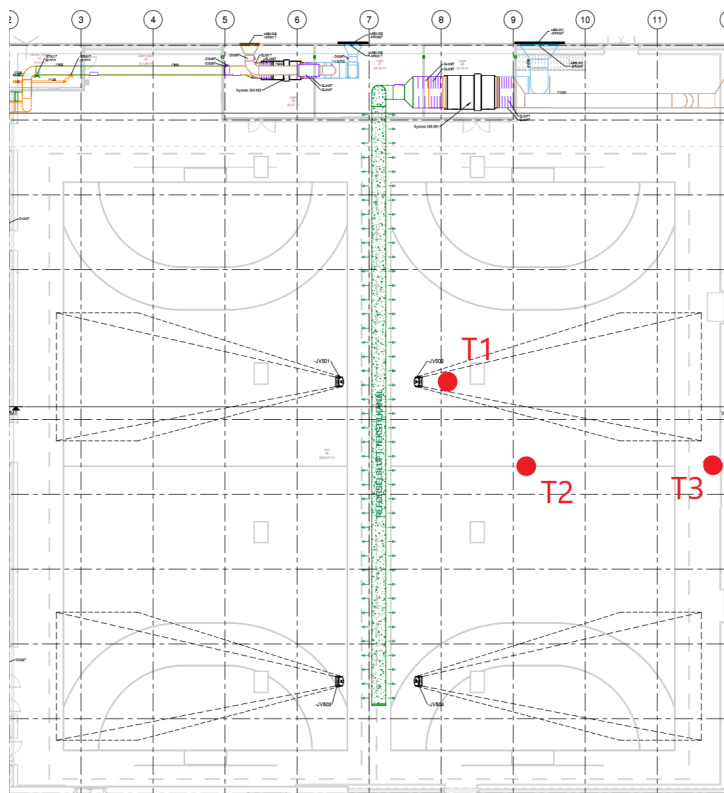
FLIR T640bx er et termisk kamera som kan ta bilder av infrarød stråling hvor man tydelig får frem temperaturforskjeller. Den viser for eksempel, med farger, høyeste og laveste temperatur i bildet.

Mer informasjon om måleinstrumentene finnes i vedlegg V1.

3.3.2 Lufthastighet

Ved lufthastighetsmålinger var formålet i hovedsak å se påvirkningen av viftene som er installert for å skyve friskluft ned i oppholdssonen. Samtidig var det ønskelig å undersøke om det var kaldras langs vegg. Det ble derfor bestemt tre punkter for lufthastighetsmålinger (se figur 3.1):

- Et punkt rett under en av de fire viftene. (T1)
- Et punkt midt i den sørvestlige håndballbanen. (T2)
- Et punkt langs den sørvestlige veggen. (T3)



Figur 3.1: Oversiktsbilde over målepunkter ved lufthastighetsmålinger

Målingene ble gjort ved fire forskjellige høyder. I mange ball- og hallidretter vil deler av spillet også foregå i høyden. Som i for eksempel volleyball, basketball og badminton. Av disse er spesielt badminton en sport som er svært følsomt for høye lufthastigheter grunnet de lette badmintonballene.[2, 22] Derfor ble målingene gjennomført ved 6 meter, 3 meter, 1,5 meter og 0,1 meters høyde over gulvflaten. Dette var for å kartlegge hastigheten både i oppholdssonen og i området over spillflaten.

Langs vegg ble det gjort et unntak. Etersom det er fundament langs vegg rundt hele hallen ble det gjennomført målinger både foran fundament og over fundament inntil vegg. Målingene foran fundamentet ble gjort ved 0,1 meter over gulvet slik som ved målingene ved de to andre punktene. Fundamentet er omtrent 0,5 meter høyt, så målingene over fundament ble derfor gjort ved 0,6 meters høyde over gulv. Ved vegg ble det ikke målt ved 6 meters høyde ettersom vi ikke hadde mulighet til å gjennomføre dette.

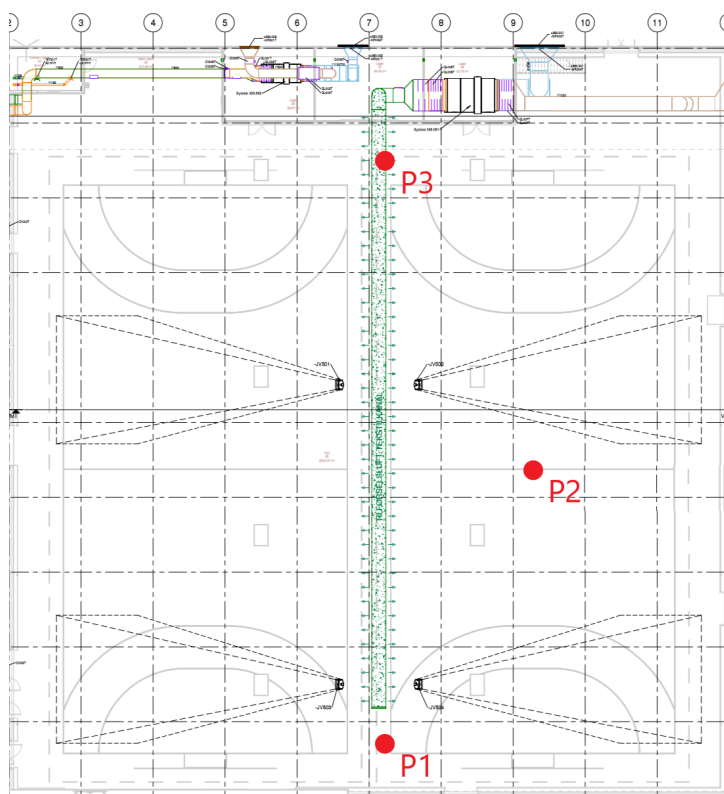
I tillegg til forskjellige høyder ble det utført målinger ved ulik hastighet på viftene ved alle de valgte høydene. Dette ble gjort for å se forskjellen fra pådraget til viftene. I FDV (vedlegg V5) står det at viftene er innstilt til å ha tre nivåer . Disse er ved 30%, 60% og 100% pådrag. Det var også mulig å tvangsstyre viftene til valgfritt pådrag fra 0-100%.

I tillegg til de tre nivåene ble det gjort målinger ved 50% pådrag. Grunnen til dette var for å sjekke forskjellen fra 50% til 60%. Dette var ønskelig ettersom vi under lydmålingene fikk inntrykk av at det var stor forskjell på de to pådragene, både når det kom til lyd og lufthastighet.

Under gjennomføringen av målingene ble det ved hvert punkt tatt ti målinger. Gjennomsnittet av disse ti målingene ga resultatet for punktet. Dette ble gjort for å redusere feilaktigheten i målingene. Grunnen til dette er at ved måling av lufthastighet vil verdiene fluktuere mye. Turbulens og hyppige variasjoner i lufttrykket gjør at det blir vanskelig å få en jevn måling. Instrumentet er veldig følsomt, og små bevegelser i sensoren, samt luftbevegelser som for eksempel kan komme fra mennesker vil påvirke resultatet. Vanligvis brukes instrumenter til såkalte traverseringer, men etter en prat med veileder var dette også greit å bruke ved målingene vi skulle gjennomføre. Måleinstrumentet skal pekes slik at luftstrømmen treffer vinkelrett på staven der sensoren er plassert. Eksakt retning av luftstrøm var vanskelig å bestemme, men dette ble gjort etter beste evne for å få målt rett luftstrøm. Det er vanskelig å komme frem til eksakte verdier for lufthastighet og trekk, men målingene som er utført vil likevel gi et bilde av endringer i luftstrømmen når viftene står på ulik pådrag.

3.3.3 Lydnivå

Vi ønsket å utføre lydmålinger i hallen fordi det var bekymringer rundt støy generert av takviftene. I forkant av lydmålingene ble det bestemt tre punkter (P1, P2 og P3) i hallen til å måle på. Punkt 1 er ved den nordvestlige veggen av hallen, punkt 2 er midt i den sydligste håndballbanen, og punkt 3 er i motsatt ende av hallen til punkt 1, nærmest ventilasjonsaggregatet og lagrene. Punktene er illustrert i figur 3.2. Disse tre punktene er valgt for å gi et enkelt lydbilde av hallen, spesielt med tanke på hvor stor innvirkning viftene og aggregatet har på lydtryknivået ved forskjellig pådrag.



Figur 3.2: Oversiktsbilde over målepunkter ved lydmålinger

Målingene ble gjort ved cirka 1,7 meters høyde over gulvet, over ulike tidsrom fra omtrent 20 sekunder til ett minutt. Dette grunnet variert bakgrunnstøy for å få mer presise verdier for lydtryknivå. Det vil alltid være bakgrunnstøy i et så stort bygg, men enkelte kilder som for eksempel arbeid og samtaler ønskes å unngås når det er lyden fra ventilasjonsanlegget og vifter som blir målt. Uforsiktig håndtering av måleinstrumentet kan og føre til plutselige topper i målingene. Slike feilkilder vil føre til økt tidsmidlet og maksimalt lydtryknivå, og må tas hensyn til.

Instrumentet ble kalibrert før hver omgang med målinger. Mer informasjon om dette finnes i vedlegg V1.1.

Etter måling ble filene lastet opp og behandlet av NoiseTools, en programvare fra Cirrus Research for behandling av lydmålinger. Målingene kan her bli fremstilt i tabeller og grafer med mange ulike verdier. I målinger hvor LAFmax var høy som følge av en feilkilde, ble grafen til målingen undersøkt og en verdi for LAFmax som samsvarte med en stabil del av målingen ble valgt. Med mye bakgrunnsstøy blir også LAeq påvirket, men denne er vanskeligere å lese av manuelt. Derfor burde nye målinger foretas, men på grunn av tidsbegrensninger ble ikke alle målingene med feilkilder målt opp igjen.

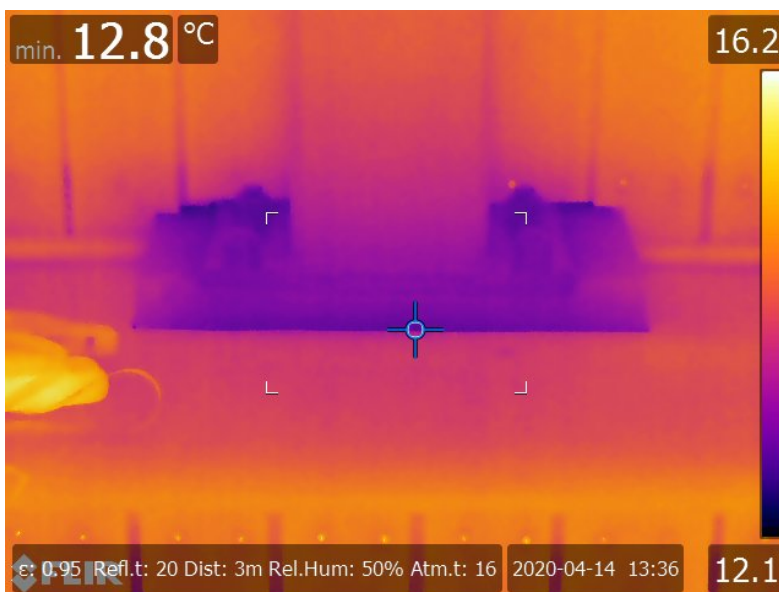
En måte å motvirke feilkilder på er å gjennomføre lengre målinger, gjerne flere minutter eller timer. På grunn av oppgavens omfang og tidsbegrensninger var det ikke praktisk å ha målinger lengre enn det som ble gjort, selv om dette kunne ha gitt mer presise verdier.

I figur 2.3 fra NS8175 inngår midlere lydabsorpsjonsfaktor og etterklangstid i tillegg til lydnivå i betraktning av hvilken lydklasse et byggverk oppnår. Denne oppgaven vil imidlertid kun betrakte lydnivå på grunn av praktiske årsaker.

3.3.4 Termisk kamera

Det var ønskelig å sjekke hallen for mulige kuldebroer. I hovedsak ville vi sjekke fundamentet ettersom fundamentet er det samme som fra hallen som stod der tidligere. Spesielt i lagerrommene for utstyr til hallen, var det mye eksponert betong som så ut til å være lite isolert. Til å sjekke dette benyttet vi et FLIR håndholdt termisk kamera. I tillegg til å sjekke fundamentet ved flere steder, sjekket vi punkter hvor det for eksempel går et rør gjennom tak/vegg, røykluker i tak eller dører som leder til utsiden av bygget. Slike steder vil det være behov for spesiell og nøyaktig isolering, og ved unøyaktig arbeid kan derfor slike punkter også være kuldebroer.

Før vi fotograferte i hallen ble vi litt kjent med bruken av kameraet og dets egenskaper. Det viste seg å ha mange innstillinger, men siden vi ønsket å se etter kuldebroer, satte vi kameraet til en innstilling slik at det fokuserte på det kjøligste punktet i bildet. Bildene vil da komme ut som bilder med mye farge, hvor den mørkeste fargen er kaldeste punkt, mens lyseste farge er varmeste punkt. Eksempelbilde er vist i figur 3.3. Se fargeskala til høyre på bildet, blå-sort farge er kaldest punkt.



Figur 3.3: Eksempel termisk bilde

Det måtte også bestemmes verdier for enkelte parametre. Dette var emissivitet, objektavstand, relativ fuktighet, atmosfærisk temperatur og reflektert temperatur. Objektavstand, relativ fuktighet og atmosfærisk temperatur er relevant for lengre distanser, så verdiene her påvirker ikke resultatet særlig. Emissivitet, også kalt emisjonstall, er forholdet mellom utstrålingseffekten fra et vilkårlig legeme og fra et absolutt sort legeme.[7] Siden vi benyttet kameraet til å se etter mulige kuldebroer, satte vi emissiviteten til 0.95 etter råd fra veileder.

Ettersom bildene viste ulike temperaturer, tok vi også temperaturmålinger av luften både inne i hallen og utenfor hallen. Dette gjorde vi for å ha referanseverdier på temperaturen, og vi benyttet måleren Rotronic CP11 til temperaturmålinger. Utetemperaturen på denne dagen var på 3,5 °C, og innendørs var temperaturen 16 °C.

3.4 FDV

FDV-dokumentasjonen til Leangen bydelshall skal undersøkes og settes opp mot krav satt av TEK17 og Trondheim Kommune sin KS00002. FDV-dokumentasjonen som er undersøkt er som nevnt i innledningen ikke komplett, og er antageligvis ikke den endelige versjonen av FDV som vil bli overlevert til eier. Oppgaven ser derfor på det som er beskrevet om drift og vedlikehold av VVS-anlegg i den versjonen av FDV-dokumentasjon vi har fått tilgang til, og om det er av ønskelig kvalitet.

Først og fremst må FDV-dokumentasjonen være strukturert i henhold til KS00002. Dette er fordi bygget skal leveres til Trondheim Kommune, og da er den forhåndsbestemte strukturen som beskrevet i KS00002.

For å undersøke om FDV har tilstrekkelig informasjon om drift og vedlikehold av byggets VVS-anlegg, gjøres det stikkprøver av innhold for å se om informasjon som trengs for å drifte og vedlikeholde anlegg er tilgjengelig i FDV. FDV-dokumentasjonen til Leangen bydelshall vil i tillegg sammenlignes med utdrag fra FDV-dokumentasjon til Flatåsen idrettshall, som er gjennomført i henhold til en annen spesifisering.

Om en komponent som for eksempel en vifte i et ventilasjonsaggregat eller lignende trenger å byttes ut, må det være tilstrekkelig dokumentasjon på akkurat hvilken type vifte som er installert slik at en ny av samme type som passer anlegget kan hentes inn. Denne dokumentasjonen skal være inkludert i FDV.

4 Resultat

Kapittel 4 inneholder resultater av målinger og vurderinger som er gjort i oppgaven.

4.1 Målinger

Det er blitt gjort målinger av lufthastighet, lydnivå og temperatur (termisk kamera). Nedenfor blir disse presentert.

4.1.1 Lufthastighet

Lufthastighetsmålinger ble gjort ved flere forskjellige punkter og resultatet ved de forskjellige punktene ble svært ulike.

| Viftepådrag | 6m | 3m | 1,5m | 0,1m |
|-------------|------|------|------|------|
| 30% | 0,58 | 0,21 | 0,32 | 0,06 |
| 50% | 0,90 | 0,67 | 0,51 | 0,12 |
| 60% | 1,19 | 0,85 | 0,47 | 0,27 |
| 100% | 1,93 | 1,40 | 1,02 | 0,39 |

Tabell 4.1: Lufthastighet under vifte [m/s]

Rett under viften, var det ved lavt pådrag likevel stort utslag på lufthastighet ved de tre høyeste punktene på 6, 3 og 1,5 meters høyde over gulvet. Stort sett er lufthastigheten ved gulvnivå (0,1m) en del lavere enn ved de øvrige høydene.

| Viftepådrag | 6m | 3m | 1,5m | 0,1m |
|-------------|------|------|------|------|
| 30% | 0,04 | 0,09 | 0,06 | 0,11 |
| 50% | 0,05 | 0,11 | 0,14 | 0,08 |
| 60% | 0,03 | 0,12 | 0,22 | 0,21 |
| 100% | 0,04 | 0,04 | 0,13 | 0,38 |

Tabell 4.2: Lufthastighet midt i håndballbane [m/s]

Til forskjell fra rett under viften er målingene midt i håndballbanen mye lavere. Det som er verdt å merke seg er at ved 1,5 og 0,1m på 60% og 100% pådrag er det høyere lufthastigheter enn ved de andre målingene ved dette punktet.

| Viftepådrag | 6m | 3m | 1,5m | 0,6m | 0,1m |
|-------------|----|------|------|------|------|
| 30% | - | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,03 |
| 50% | - | 0,03 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| 60% | - | 0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,02 |
| 100% | - | 0,08 | 0,15 | 0,10 | 0,08 |

Tabell 4.3: Lufthastighet langs vegg [m/s]

Som nevnt tidligere, så ble det ved vegg ikke målt ved 6 meter grunnet utilgjengelighet. Det ble derimot målt både ovenfor fundament på 0,6 meter og ved 0,1 meter. Stort sett er lufthastighetene ved vegg ganske lave.

Det kommer tydelig frem fra tabellene at forskjellen fra lufthastigheten under viftene og midt i håndballbanen er veldig stor. Dette var riktignok ganske forventet, ettersom viftene er satt inn for å skyve friskluft fra tilluftskanalen ned i oppholdssonen.

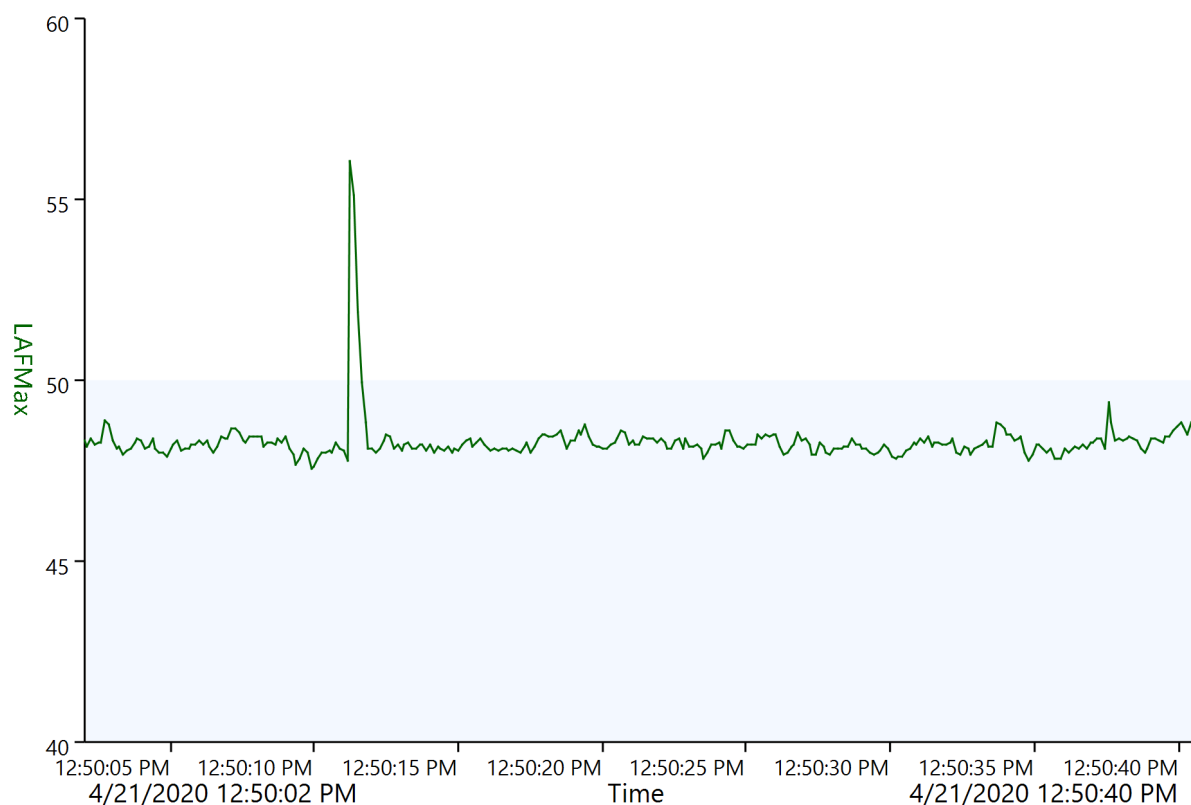
Under målingene kjentes det en trekk i hallen utenom målepunktene. Denne var i hovedsak i oppholdssonen, og var spesielt til stede da viftene står på full pådrag. Trekken kjentes helt ut til sidelinjen på håndballbanen, og den var følt tydelig da viftene var innstilt på trinn 2 (60%) og trinn 3 (100%).

4.1.2 Lyd

I dette kapittelet fremstilles resultater fra lydmålingene gjennomført i bydelshallen. Først fremstilles resultater med feilkilder for å begrunne og forklare behandling av data som er fremstilt under resultater. Rådata for alle lydålingene er inkludert i vedlegg.zip.

Feilkilder

I tabellene i NoiseTools er LAFmax fra lydtopper som antageligvis kommer fra kilder annet enn viftene og aggregatet, altså «unaturlige» kilder eller feilkilder. Dette gjelder spesielt for målingene med lavt viftepådrag. Grafene blir derfor vurdert manuelt for å finne reell LAFmax sett bort fra disse toppene. Målingen vist i figur 4.1 har en lydtopp på 56 dB(A) langt kraftigere enn resten av målingen. Dette reflekterer ikke den reelle LAFmax fra anlegget. En verdi for LAFmax på 48,7 dB(A) ble derfor lest av og brukt i tabell.

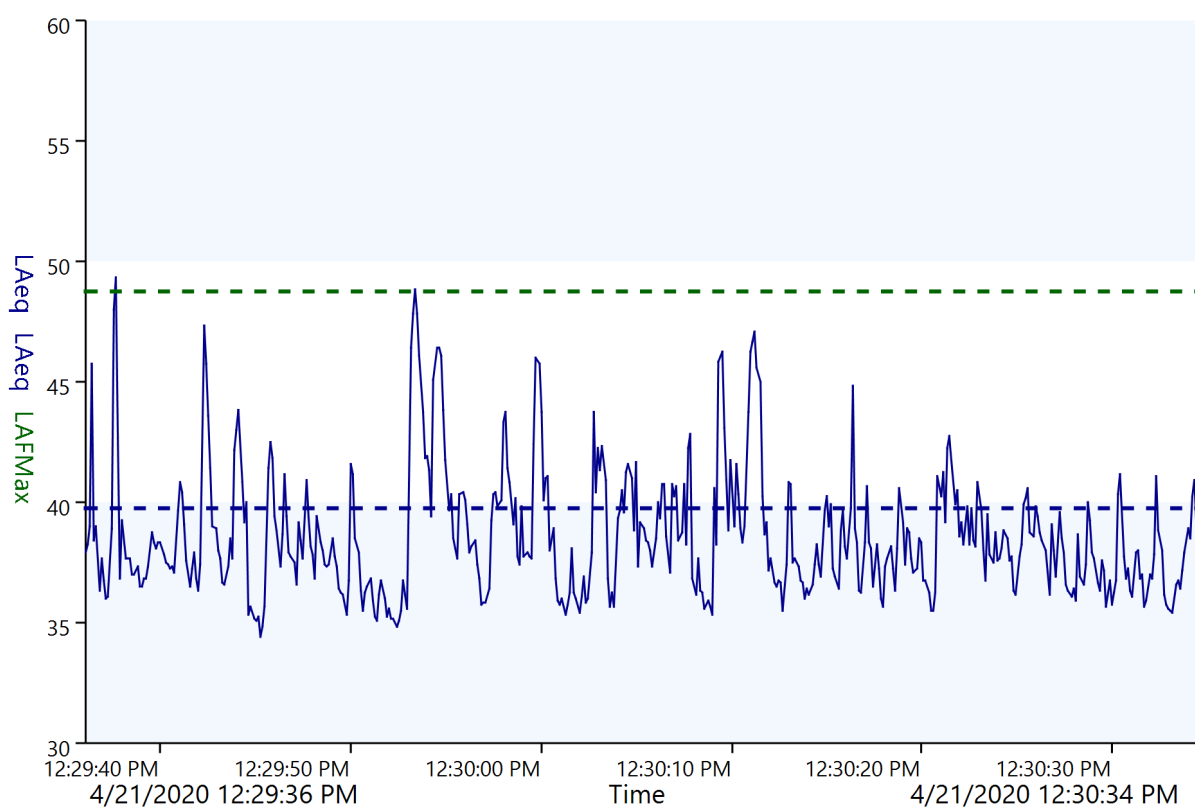


Figur 4.1: Lydmåling med feilkilde

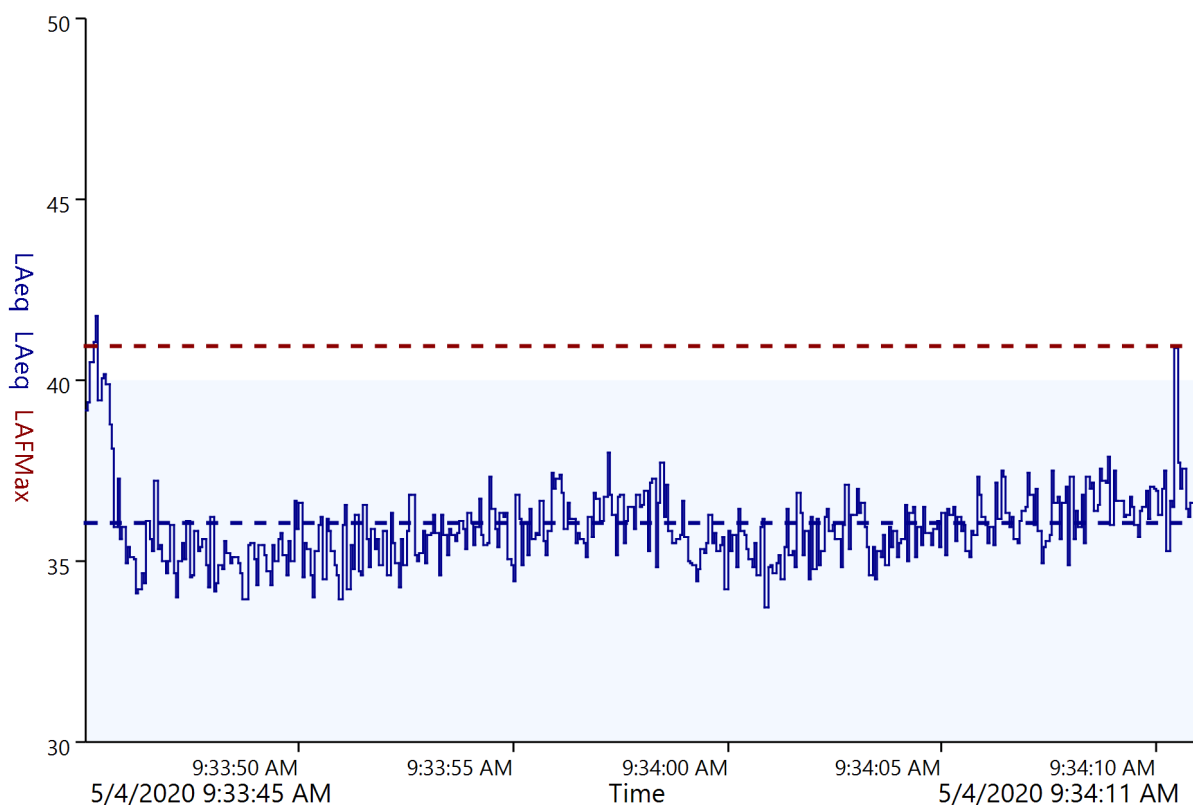
For LAeq derimot er det ikke mulig eller veldig krevende å se bort fra unøyaktighetene og lese av manuelt, så for målingene ved viftepådrag på 50% og 60% som ikke ble gjort på nytt uten samtaler i bakgrunnen er denne verdien antageligvis for høy og ikke representativt for en gjennomsnittsmåling av anlegget. Ved høyere viftepådrag har andre eventuelle kilder enn viftene lite påvirkning på lydbildet, og LAeq blir dermed igjen mer pålitelig.

Følgende er et eksempel på hvor mye utslag uønsket bakgrunnsstøy og andre feilkilder til lyd kan gi. Målingene vist i figur 4.2 ble gjort ved punkt 1 i hallen, uten pådrag på viftene. Under denne målingen var det moderat til høylytt samtale mellom 3 personer på andre siden av hallen. Siden lydnivået var relativt lavt i utgangspunktet ettersom viftene ikke var på ga dette store utslag i resultatet. Lydnivået fluktuerer her fra omtrent 35 dB(A) til 48 dB(A). Denne målingen ble anslått som for unøyaktig, og det ble målt på nytt i senere tid, som vist i figur 4.3. Her var det mindre uønsket bakgrunnstøy og ingen samtaler, men det er likevel noen topper ved start og avslutning av målingen som forskyver LAeq og LAFMax ved denne tilstanden. LAFMax blir dermed høyere ettersom toppen vist ved slutten av målingen i figur 4.3 er en feilkilde. Gjennomsnittet LAeq blir lite påvirket i dette tilfellet.

Det ble kun gjennomført én ny måling uten viftene, ved punkt 1, ettersom lydnivået var stabilt i rommet uten viftene og annen bakgrunnstøy. Nye målinger ble og gjort når viftene sto på 30% ved alle punktene, ettersom disse og var unøyaktige i første omgang. Målinger med viftepådrag 50%, 60% og 100% ble ikke gjennomført på nytt på grunn av tidsbegrensninger til våre kontakter i kommunen. Også her forekom det unøyaktigheter som påvirket LAeq og LAFmax. For målinger hvor LAFmax er vanskelig å anslå, kan LAFmin benyttes som referanseverdi. Dersom verdien for LAFmin i en måling er høyere enn kravet i NS8175 (se figur 2.3), vet vi at LAFmax også er høyere og at kravet da er oversteget.



Figur 4.2: Lydmåling med mye bakgrunnsstøy



Figur 4.3: Lydmåling uten mye bakgrunnsstøy

Resultater

Målingene er fremstilt nedenfor i tabeller sortert etter punkt og situasjon som beskrevet i situasjonsbeskrivelse. Målinger markert med stjerne (*) er målinger med merkelige feilkilder, hvor den rapporterte verdien har blitt lest av manuelt i NoiseTools.

Situasjonsbeskrivelse av tabell 4.4, 4.5 og 4.6

Situasjon 1: Aggregat står på normal drift (28%) og viftene er av.

Situasjon 2: Aggregat står på normal drift (28%) og viftene på 30%.

Situasjon 3: Aggregat står på normal drift (28%) og viftene på 50%.

Situasjon 4: Aggregat står på normal drift (28%) og viftene på 60%.

Situasjon 5: Aggregat står på normal drift (28%) og viftene på 100%.

Situasjon 6: Aggregat står på maksimal ytelse (100%) og viftene på 30%.

Situasjon 7: Aggregat står på maksimal ytelse (100%) og viftene på 100%.

| Situasjon | Punkt 1 | Punkt 2 | Punkt 3 |
|-----------|---------|---------|---------|
| 1 | 36 | - | - |
| 2 | 36,4 | 36,6 | 37,8 |
| 3 | 44,2 | 44,2 | 43,4 |
| 4 | 48,2 | 48,1 | 46,6 |
| 5 | 60 | 59,6 | 57,6 |
| 6 | 50,2 | 52,5 | 56 |
| 7 | 60,2 | 59,8 | 58,9 |

Tabell 4.4: Lydnivå $L_{p,A,T}$ [dB(A)]

| Situasjon | Punkt 1 | Punkt 2 | Punkt 3 |
|-----------|---------|---------|---------|
| 1 | 37,3* | - | - |
| 2 | 38,6* | 37,3* | 36,8* |
| 3 | 44,2* | 44,6* | 42,7* |
| 4 | 48,7 | 48,7* | 46,6 |
| 5 | 60,6 | 60,2 | 57,8 |
| 6 | 51 | 53,4 | 54,6* |
| 7 | 61 | 60,5 | 59,4 |

Tabell 4.5: Lydnivå $L_{p,AF,max}$ [dB(A)]

| Situasjon | Punkt 1 | Punkt 2 | Punkt 3 |
|-----------|---------|---------|---------|
| 1 | 34,3 | - | - |
| 2 | 34,9 | 34,7 | 35,9 |
| 3 | 42,9 | 42,9 | 41,6 |
| 4 | 47,7 | 47,3 | 45,3 |
| 5 | 59,0 | 58,8 | 56,6 |
| 6 | 48,8 | 50,5 | 52,1 |
| 7 | 59,5 | 59,0 | 58,0 |

Tabell 4.6: Lydnivå $L_{p,AF,min}$ [dB(A)]

4.1.3 Termisk kamera

Det ble tatt en rekke bilder av interessepunkter for eventuelle kuldebroer. Følgende punkter er termografert:

- Fundament med fotplate og bygningssøyle langs sør-vestlig vegg i hallen (Figur V2.1 og V2.2)
- Sør-vestlig hjørne av fundament med fotplate og bygningssøyle. (Figur V2.3)
- Fundament inne i lagerrom. (Figur V2.4)

- Dør som leder direkte fra hallen og ut til sørvest-siden av hallen. (Figur V2.5)
- Avkastkanal og avkast sett innenfra. (Figur V2.6)
- Røykluke i taket. (Figur V2.7)
- Innendørs taknedløp i nord-vestlig hjørne av hallen. (Figur V2.8)

Termografiene er vedlagt i vedlegg V2. Ved siden av er hvert termografi, er det et fotografi av motivet som er termografert. Bildene viser at ved interessepunktene er det temperaturforskjeller fra omgivelsene på 4-6 °C. Den største temperaturforskjellen er mellom innvendig taknedløp og overflater rundt.

Det var fundamentet det var størst mistanke til en tydelig kuldebro. Termografiene av fundamentet forskjellige steder i bygget (figur V2.1, V2.3 og V2.4) viser at det er nedsatt temperatur ved fundamentet langs hele bygget som er undersøkt.

4.2 FDV

I dette kapittelet skal det kartlegges mulige avvik i FDV-dokumentasjonen til Leangen Bydelshall. Dette gjelder avvik fra kravene beskrevet i Trondheim Kommunes Kravspesifikasjon for forvaltnings- drifts og vedlikeholdsdokumentasjon.[4] Det understrekes igjen at versjonen av FDV-dokumentasjon omtalt i denne oppgaven ikke er endelig.

4.2.1 Avvik fra krav i FDV-dokumentasjon

Språk

Til å begynne med spesifiserer KS00002 at all dokumentasjon skal være på norsk, og ved eventuell oversettelse fra andre språk skal det oversendes komplett sett på originalspråket uten ekstra kostnad.

Kravspesifikasjonen til Hugaas Entreprenør sier midlertidig at det kan gjøres unntak «for datablader for generelt materiell, måle-, og innreguleringsprotokoller.» (se V6 side 3). Dette reflekteres i FDV-dokumentasjonen, hvor enkelte dokumenter er skrevet på engelsk og/eller litauisk.

Krav til innhold og inndeling

Videre krever KS00002 at alle leveranser skal ha utarbeidet FDV-dokumentasjon, og at inndeling av fag skal følge Norsk Standards *Bygningsdelstabell (NS 3451)*[23]. Eksempelvis er bygningsdelsnummer for hendholdsvis sanitær, varme og luftbehandling 31, 32 og 36. Standarden går senere mer inn i detalj med bygningsdelsnumre på opp til fire sifre.

Mappen med tegninger avbildet i figuren 4.10 er en digresjon fra krav satt i *Bygningsdelstabell*[23]. Undermappene er ikke nummerert, men listet opp alfabetisk.

Mappestruktur og filtyper

Kravspesifikasjonen har også krav for mappestruktur og filtyper til digital utgave av FDV-dokumentasjon, som er utgaven vurdert i denne oppgaven. I følge punkt 4.1.1 i KS00002 skal FDV-dokumentasjonen «settes inn i en predefinert mappestruktur i mal utformet av Trondheim eiendom.»[4] Videre er det beskrevet hvilke mapper som skal inngå i dokumentasjonen, og hvordan de skal være nummerert og navngitt.

Trondheim Kommune har en mal til FDV-dokumentasjon *Zip-fil FDV dokumentasjon v 03.07.2012*[4] som kan hentes fra samme side som KS00002 og andre kravspesifikasjoner. Nedenfor vises utvalgte utklipp fra denne malen som er relatert til VVS og tegninger:

| Name | Date modified | Type | Size |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|-------|
| 00 Byggnavn | 6/10/2020 2:15 PM | File folder | |
| Dokumentoversikt_FDV.xlsx | 11/10/2009 12:23 PM | Microsoft Excel W... | 18 KB |
| Materialspesifikasjon_FDV.xlsx | 11/10/2009 12:27 PM | Microsoft Excel W... | 25 KB |
| prosjektinformasjon_fdv.docx | 9/22/2009 7:20 AM | Microsoft Word D... | 19 KB |

Figur 4.4: Første mappenivå (mal)

| Name | Date modified | Type | Size |
|--------------------------|-------------------|-------------|------|
| 2 Bygg | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 3 VVS | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 4 Elektroinstallasjoner | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 5 Automatisering | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 6 Andre installasjoner | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 7 Utendørs | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 8 Brannsikkerhet | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 9 Tegninger | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 10 Originaldokumentasjon | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 11 Revisjoner | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |

Figur 4.5: Andre mappenivå. Mappe 00 *Byggnavn* (mal)

| Name | Date modified | Type | Size |
|--------------------------------|-------------------|-------------|------|
| 30 VVS-installasjoner generelt | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 31 Sanitærinstallasjon | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 32 Varme | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 33 Brannsløkking | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 34 Gass | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 35 Kjøling | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 36 Luftbehandling | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 37 Komfortkjøling | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 38 Vannbehandling | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 39 Andre VVS-installasjoner | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |

Figur 4.6: Tredje mappenivå. Mappe 3 *VVS* (mal)

| Name | Date modified | Type | Size |
|--------------------------|-------------------|-------------|------|
| 20 Bygg | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 30 VVS | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 40 Elektroinstallasjoner | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 50 Automatisering | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 60 Andre installasjoner | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 70 Utendørs | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |
| 80 Brannsikkerhet | 11/6/2009 2:14 PM | File folder | |

Figur 4.7: Tredje mappenivå. Mappe 9 *tegninger* (mal)

Til sammenligning er det nedenfor vedlagt utvalgte utklipp fra FDV-dokumentasjonen til Leangen Bydelshall som er utarbeidet av entreprenøren:

| Name | Date modified | Type | Size |
|--|--------------------|----------------------|----------|
| 01 - Leangen Bydelshall FDV | 6/12/2020 6:47 PM | File folder | |
| 02 - Bygning | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 03 - VVS | 4/1/2020 2:45 PM | File folder | |
| 04 - Elektro | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 05 - Tele og automatisering | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 06 - Andre installasjoner | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 07 - Utendørs | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 08 - Brann | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 09 - Tegninger og rådatafiler | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 10 - Originaldokumentasjon | 2/10/2020 10:13 AM | File folder | |
| 367- Leangen Bydelshall FDV Concrete.pdf | 2/10/2020 10:07 AM | PDF File | 3,340 KB |
| 367- Leangen Bydelshall FDV Steel.pdf | 2/10/2020 10:13 AM | PDF File | 3,793 KB |
| Dokumentoversikt_FDV.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 53 KB |
| FDV - Folder Overview EN_NO.xlsx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Excel W... | 41 KB |
| Innholdsregister_FDV.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 55 KB |
| KS_FDV_DOC.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 57 KB |
| KS_FDV_DOC_ENG.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 60 KB |
| Kvittering FDV.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 26 KB |
| Leverandorregister_FDV.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 39 KB |
| Materialspesifikasjon_FDV.xlsx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Excel W... | 31 KB |
| Orientering_FDV.docx | 2/10/2020 10:13 AM | Microsoft Word D... | 51 KB |
| Sjekkliste kap 4 og 5.pdf | 2/10/2020 10:13 AM | PDF File | 186 KB |

Figur 4.8: Første mappenivå (Leangen)

| Name | Date modified | Type | Size |
|---------------------------|--------------------|----------------------|-------|
| Dokumentoversikt_FDV.xlsx | 2/10/2020 10:07 AM | Microsoft Excel W... | 24 KB |
| Orientering_FDV.docx | 2/10/2020 10:07 AM | Microsoft Word D... | 35 KB |

Figur 4.9: Andre mappenivå. Mappe 01 - Leangen Bydelshall FDV (Leangen)

| Name | Date modified | Type | Size |
|----------------------------------|--------------------|-------------|------|
| A-Arkitekt | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| B-Byggeteknikk | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| C-Akustikk | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| E-Elektro | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| F-Brann | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| H-Heis | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| I-Interiorarkitekt | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| K-Andre konsulenter | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| M-Maskin | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| O-Oppmaaling | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| S-Storkjøkken | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| T-Tele og automatisering | 2/10/2020 10:12 AM | File folder | |
| V-Varme, ventilasjon og sanitaer | 4/21/2020 9:21 PM | File folder | |
| Z-Teknisk infrastruktur | 2/10/2020 10:13 AM | File folder | |

Figur 4.10: Andre mappenivå. Mappe 09 - *Tegninger og rådatafiler* (Leangen)

| Name | Date modified | Type | Size |
|--|--------------------|----------------------|-------|
| 30-VVS Installasjoner generelt | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 31-Sanitaer | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 32-Varme | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 33-Brannsløkking | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 36-Luftbehandling | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 36-Luftbehandling-Arnsteins MAC Mini (2) | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 367 - Leangen Bydelshall Romskjema.xlsx | 2/10/2020 10:08 AM | Microsoft Excel W... | 22 KB |
| Materialspesifikasjon VVS_FDV.xlsx | 2/10/2020 10:10 AM | Microsoft Excel W... | 33 KB |

Figur 4.11: Andre mappenivå. Mappe 03 - *VVS* (Leangen)

| Name | Date modified | Type | Size |
|--|--------------------|-------------|--------|
| 362 Kanalnett for luftbehandling | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 364 Utstyr for luftfordeling | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 365 Utstyr for luftbehandling | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 366 Isolasjon av installasjon for luftbehan... | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| 369 Annet utstyr for luftbehandling | 4/1/2020 12:17 PM | File folder | |
| FDV - 36 - Leangen Ventilasjon.pdf | 2/10/2020 10:09 AM | PDF File | 118 KB |
| Leangen Bydelshall Ventilation FDV chec... | 2/10/2020 10:10 AM | PDF File | 900 KB |

Figur 4.12: Tredje mappenivå. Mappe 36-*Luftbehandling* (Leangen)

Det første avviket dukker allerede opp i første mappenivå vist i figur 4.8. Mappene nummerert 02 til 10 skal i følge malen være undermapper til 00 *Leangen bydelshall* (se figur 4.5). I stedetfor

er alle mappene plassert i samme nivå som *01 - Leangen Bydelshall FDV*, som vist i figur 4.9 kun inkluderer dokumentoversikt og orientering.

Førstenivået i figur 4.8 inneholder også flere filer som ikke er med i malen. Flere av disse, som *Materialspesifikasjon_FD.V.xlsx* og *Leverandorregister_FD.V.docx* er tomme tabeller. Filen *KS_FD.V_DOC.docx* i 4.8 er en redigert versjon av Trondheim sin KS00002[4]. Denne versjonen letter blant annet på kravene om språk og filtyper.

Sammenlignet med malen i figur 4.4, virker FDV til Leangen Bydelshall sin struktur mindre oversiktlig.

Mottak og kontroll

Siste kapittel av KS00002 og kravspesifikasjonen til Hugaas Entreprenør gjelder mottak og kontroll av FDV-dokumentasjon. Her er det utarbeidet en liste over enkelte vesentlige mangler som kan danne grunnlag for avvisning av FDV-dokumentasjon. Dette gjelder siste utkast av dokumentasjonen som blir overlevert til eier eller kunde. Etttersom FDV-dokumentasjon ikke er ferdigstilt og bydelshallen ikke er overlevert, er det ikke hensiktsmessig å vurdere dette kapitlet videre. Likevel vil vi bemerke at byggherre bør utføre mottakskontroll som avtalt med Trondheim Kommune.

4.2.2 Vurdering av innhold i FDV-dokumentasjon

For å vurdere om FDV har tilstrekkelig dokumentasjon for å drift og vedlikehold, gjennomføres det stikkprøver av dokumentasjonen.

Vedlegg V5 hentet fra FDV har en tabell med anbefalinger for vedlikeholdsrutiner av ventilasjonsanlegget på side 3.

En tilsvarende tabell er lagt til i FDV-dokument for sanitæranlegg V3 på side to under *DRIFTSINSTRUKS* og *VEDLIKEHOLDSINSTRUKS*.

Filter

Det skal nå gjennomføres stikkprøve av vedlikeholdsprosedyre for filter i ventilasjonsaggregat. Da er det nødvendig å kjenne til rutine for kontroll, rengjøring og eventuell utbytting av filter. Produktspesifikasjon må også være tilgjengelig.

Fra tabell i vedlegg V5 side 3 står det at filtre i alle ventilasjonsenheter skal kontrolleres, rengjøres eller byttes ut minst to ganger i året. Det er ikke spesifisert prosedyre for kontroll eller gitt

informasjon om filteret i denne tabellen.

Ved gjennomgang av mappen 03 - VVS (avbildet i figur4.11) i FDV lyktes det ikke å finne datablad for filter eller ytterligere informasjon om prosedyre for kontroll og utskifting. I flere av undermappene er det lagt ved tekniske spesifikasjonsdokument om ventilasjonsaggregatene. Vedlegg V7 er et utdrag fra et slikt dokument. Her står det litt informasjon om typen filter benyttet i ventilasjonsaggregatet. Merket til filteret er kjent, men ikke produktkode eller lignende informasjon.

Til sammenligning er det vedlagt utdrag fra vedlikeholdsbeskrivelse for Flatåsen idrettsanlegg i vedlegg V8. Dokumentet er delt opp under tilsyn, rengjøring og funksjonskontroll. Informasjon er vist for tre forskjellige systemer (360.001, 360.002 og 360.003). Informasjon hentet fra vedlegg V8 er vist i figurene nedenfor. Rengjøring samt bytting av filter og forbruksmaterieell gjennomføres i følge dokumentet samtidig med funksjonskontroll som skal gjennomføres 2 ganger hvert år.

| | | |
|----------------------------------|----------------|---|
| Tilsynkontroll tilluftsfilter | FILTER TILLUFT | Visuell kontroll, vurdere tilsmussing, anbefale skifting av filter ved høyt trykkfall |
| Tilsynkontroll avtrekkfilter | FILTER AVTREKK | Visuell kontroll, vurdere tilsmussing, anbefale skifting av filter ved høyt trykkfall |

Figur 4.13: Tilsyn av filter

| | | |
|----------------------------------|----------------|--|
| Funksjonskontroll filter | FILTER TILLUFT | |
| Bytte filter | FILTER TILLUFT | Engangsfilter skiftes og trykkfall måles |
| Funksjonskontroll filter | FILTER TILLUFT | Trykkfall måles. Filter skiftes etter avtale ved oppnådd sluttrykk. Kontroll og utbedring av eventuell lekkasje forbi filterene. |
| Energivurdering | FILTER TILLUFT | |
| Lett vedlikeholdskontroll filter | FILTER AVTREKK | |
| Bytte filter | FILTER AVTREKK | Engangsfilter skiftes og trykkfall måles |
| Funksjonskontroll filter | FILTER AVTREKK | Trykkfall måles. Filter skiftes etter avtale ved oppnådd sluttrykk. Kontroll og utbedring av eventuell lekkasje forbi filterene. |
| Energivurdering | FILTER AVTREKK | |

Figur 4.14: Funksjonskontroll av filter

Flatåsen sin vedlikeholdsbeskrivelse forklarer i detalj hva som skal gjøres under tilsyn og funksjonskontroll, og inneholder vilkår for bytting av filter. Vedlikeholdsanbefaling til Leangen virker svært mangefull i forhold.

Sanitær

I denne stikkprøven er det ønskelig å se om FDV-dokumentasjonen har tiltak for forebygging mot legionellabakterie.

Vedlegg V3 er vedlikeholdsbeskrivelse for sanitæranlegg tatt fra FDV-dokumentasjonen til Leangen bydelshall. I dokumentet står det at forebygging av legionella er termosjokkbasert. Dette er forklart som at varmtvannsbeholderene varmes opp til 70-75 °C, før dette vannet forbikles en blandingsventil som er montert etter beholderene og sirkuleres gjennom systemet. I følge vedlikeholdsanbefalingene på neste side (se vedlegg V3 side 2) under *5. DRIFTSINSTRUKS og VEDLIKEHOLDSINSTRUKS* skal dette gjøres minst to ganger i året.

Her står det også at et automatisk panel skal settes på «Legionella forebyggingsmodus». Hva dette vil si er ikke videre forklart i dokumentet. I vedlikeholdsbeskrivelsen for oppvarming i Leangen bydelshall (se vedlegg V4) står det også om legionellaforebygging. Her er det derimot spesifisert at legionellaspuling skal utføres manuelt.

5 Diskusjon

I kapittel 5 diskuteres resultatene som fremkommer fra beregningene og vurderingene som ble foretatt i kapittel 4.

5.1 Ventilasjon

5.1.1 Luftmengdebehov

Kravene utarbeidet i TEK17 synes mangelfulle for bygg beregnet for høyere aktivitetsnivå. Veilederen for idrettshaller utgitt av Kulturdepartementet har verdier som synes veldig høye, og blir ikke nødvendigvis fulgt under dimensjonering av idrettsanlegg.

Selv om ventilasjonsmengden i følge veilederen fra KD er underdimensjonert, betyr ikke det nødvendigvis at hallen har for liten luftmengde i praksis. I slike store haller blir luftmengdene fort urealistisk store om tallene fra veilederen blir brukt. Det kan føre til økte kostnader i både investering og drift av ventilasjonanlegget som kanskje kan unngås.

5.1.2 Lufthastigheter

Etter å ha utført lufthastighetsmålinger, kommer det frem at hastigheten spesielt under viftene er høy. Spesielt dersom viftene skal gå på hastigheter høyere enn 30% (trinn 1). I Ventilasjonsteknikk Del I av Sturla Ingebrigtsen, kommer det derimot frem at i lokaler der folk er i stadig bevegelse, er passende lufthastighet mellom 0,2 og 0,45 m/s.[7]. Likevel kan vi se av tabell for lufthastighet under vifte (tabell 5.1) at de aller fleste av målingene under viften er over høyeste passende verdi fra Ventilasjonsteknikk Del I. Målinger over 0,45 m/s er markert i blått.

| Viftepådrag | 6m | 3m | 1,5m | 0,1m |
|-------------|------|------|------|------|
| 30% | 0,58 | 0,21 | 0,32 | 0,06 |
| 50% | 0,90 | 0,67 | 0,51 | 0,12 |
| 60% | 1,19 | 0,85 | 0,47 | 0,27 |
| 100% | 1,93 | 1,40 | 1,02 | 0,39 |

Tabell 5.1: Utvalgte lufthastighet under vifte [m/s]

I all hovedsak er det under viftene det er høye lufthastigheter, men som nevnt i 4.1.1

ble det kjent en trekk i store deler av hallen ved pådrag fra 60% eller høyere. Vi kan av målingene som ble gjennomført midt i håndballbanen (tabell 5.2), se at det i oppholdssonen (0,1 meter og 1,5 meter) er høyere hastighet ved nettopp pådrag fra 60% eller høyere. Målingene omtalt er markert i blått.

| Viftepådrag | 6m | 3m | 1,5m | 0,1m |
|-------------|------|------|------|------|
| 30% | 0,04 | 0,09 | 0,06 | 0,11 |
| 50% | 0,05 | 0,11 | 0,14 | 0,08 |
| 60% | 0,03 | 0,12 | 0,22 | 0,21 |
| 100% | 0,04 | 0,04 | 0,13 | 0,38 |

Tabell 5.2: Utvalgte lufthastighet midt i håndballbane [m/s]

Som beskrevet i 2.6.1 har viftene tre trinn, hvor trinn 2 nettopp er på 60%. Det vil si at dersom viftene må gå på høyere pådrag enn ved trinn 1, vil hastigheten under viftene og midt i hallen være diskutabel. Dette betyr at hvis det til noen tid krever at viftene må gå på nivå 2 eller nivå 3, vil lufthastigheten kunne bli et problem for personene eller idretten som praktiseres i hallen.

Som nevnt finnes det idretter som har spesielle krav til lufthastighet. Badminton er et godt eksempel på dette, hvor man på tross av høyt aktivitetsnivå, har en faktor i idretten som er følsom for høye lufthastigheter. Norges Badminton Forbund anbefaler at maksimum lufthastighet ved badminton er på 0,20 m/s. [22] Hvis vi ser på hastighetene under viften, ligger nesten alle målingene over 0,20 m/s. Alle målinger fra 1,5m og høyere er over denne hastigheten.

Etter samtale med Trondheim Kommune ble det formidlet at hvis hallen hadde vært ferdig høsten 2019, skulle spilles en badmintonturnering i hallen.[24] Turneringen ble flyttet til Leangenhallen like ved, men dersom turneringen hadde blitt gjennomført i Leangen bydelshall med dagens anlegg, ville luftbevegelsene i rommet, etter målinger i denne rapporten, hatt innvirkning for spillet og turneringen.

For de fleste øvrige idretter vil det ikke nødvendigvis gjøre noe at lufthastigheten overgår 0,2 m/s, men den bør holdes til under 0,45 m/s. Dette på grunn av eventuell trekk som kan føre til ubehag hos personer i hallen.

Kaldrasvurdering

Det var ønskelig å undersøke om det var kaldras langs vegg. Målingene som er gjennomført avkrefter at det oppstår kaldras ved den aktuelle veggen. Av disse målingene, vist i tabell 4.3, er ingen verdier for lufthastighet merkverdig høye. Det ble heller ikke følt noe kjølig luftstrøm langs vegg.

5.2 Termisk kamera

Det er ingen av interessepunktene som er termografert som stikker seg særlig ut i mengden, og forskjellen mellom laveste og høyeste temperatur ligger stort sett på rundt 4-6 °C. Fundamentet som var den største bekymringen før målingen ble gjennomført, viste seg å være bedre enn antatt. Likevel kan man tydelig se at det ved flere steder i hallen er små kuldebroer. så vil det ha utslag hvis det viser seg å være mye areal som potensielt er kuldebroer.

Selv om en temperaturforskjell på 4-6 °C gjerne ikke er veldig stor, vil transmisjonstapet kunne være av betydelig størrelse om denne temperaturforskjellen gjelder langs hele fundamentet. All transmisjonstap vil øke varmeeffektbehovet, som svarer til økt pågang på ventilasjons- og varmeanlegg.

5.3 Lyd

De målte lydnivåene settes opp mot kravene i NS8175. Følgende tabell inkluderer de laveste verdiene for LAeq, LAFmax og LAFmin for hver situasjon uansett punkt. Nederste rad viser kravene for LAeq og LAFmax i NS8175 tabell 44 klasse C.

| Situasjon | LAeq | LAFmax | LAFmin |
|-------------|------|--------|--------|
| 1 | 36 | 37,3 | 34,3 |
| 2 | 36,4 | 36,8 | 34,7 |
| 3 | 43,4 | 42,7 | 41,6 |
| 4 | 46,6 | 46,6 | 45,3 |
| 5 | 57,6 | 57,8 | 56,6 |
| 6 | 50,2 | 51 | 48,8 |
| 7 | 58,9 | 59,4 | 59,5 |
| Krav | 35 | 37 | 37 |

Tabell 5.3: Sammenligning målinger og krav [dB(A)]

Målinger som oppfyller lydklasse C fra NS8175 Tabell 44 (se figur 2.3) er farget blått i tabell 5.3 ovenfor. Det er kun verdier målt i situasjon 1 og 2 beskrevet i situasjonsbeskrivelsen i 4.1.2 som faller innenfor disse kravene. Dette er målinger hvor takviftene enten er av eller går på 30%. Når takviftene er avslått er det antageligvis ventilasjonsaggregatet, som står på normal drift, og annen bakgrunnstøy som dominerer lydbildet. Forskjellen i både LAeq, LAFMax, og LAFmin er veldig liten fra situasjon 1 til situasjon 2, som betyr at takviftene er veldig stillegående ved 30% pådrag.

LAFmin kan betraktes som den «snilleste» verdien ettersom dette er minsteverdien for enhver måling. Selv her er kravet overgått med 4,6 dB(A) allerede i situasjon 3. Subjektivt sett er dette fortsatt relativt stillegående, men ved viftepågang på 60% med gjennomsnittsmåling på 48,2 dB(A) tar viftene over lydbilde i hallen. Målinger med høyere pådrag på takviftene og ventilasjonsaggregatet når opp mot 60 dB(A). Dette oppfattes som meget forstyrrende og ukomfortabelt.

Som beskrevet i 2.6.1 vil ventilasjonsaggregatet gå på full hastighet om CO₂ nivå går over 1000ppm. Da vil LAeq variere fra 50 - 56 dB(A), avhengig av hvor nærme aggregatet målingen er tatt (se 4.4 situasjon 6). Et alternativ for å unngå så høye lydnivå er å gradvis øke pådraget på aggregatet før 1000ppm er nådd. Denne oppgaven har ikke foretatt lydmålinger av ventilasjonsaggregatet ved andre hastigheter enn 28% (normal drift) og 100%, så lydnivå fra aggregatet ved andre pådrag er ukjent.

5.4 Funksjonalitet

Det som er uvisst er om luftkvaliteten i hallen kommer til å nå de forholdene som beskrevet i 2.6.1 som gir et behov for viftepådrag over 30%. Om den nåværende ventilasjonsløsningen fungerer godt uten at takviftene overskrider et pådrag på 30%, er det mulig at anlegget etter våre målinger møter kravene med feilkilder tatt i betraktning.

For å finne ut av dette, og generelt funksjonaliteten til ventilasjonsanlegget i hallen, ser vi på det som nødvendig å utføre målinger av luftkvalitet under aktivitet. Eksempelvis vil en håndballturnering med voksne deltagere over flere timer kunne være en god stresstest for anlegget. En røyktest vil også være til hjelp for å se hvor godt tilluften fordeler seg i hallen. Dette hadde vi planer om å gjennomføre, men det ble desverre aldri noe av på grunn av begrensninger forklart i innledningen (avsnitt 1.4).

Våre målinger antyder at takviftene ikke bør kjøres på hastigheter særlig over 30%, da lydnivået som genereres overskrider støykrav satt av NS8175[13] figur 2.3 og TEK17.[12] Fordi viftene etter instruks fra FDV (vedlegg V5) ser ut til å være drivende komponent i regulering av luftkvaliteten i hallen, mener vi at de bør vurderes byttes ut til fordel for en annen løsning.

Flatåshallen er en idrettshall med en innendørs kunstgressbane på 3090 m². Det ble gjort undersøkelser og skrevet en rapport[25] på denne hallen av studenter fra NTNU i forbindelse med feltarbeid i 2019. Rapporten tar for seg blant annet lydnivå, luftsirkulasjon og kuldebro i likhet med denne oppgaven.

I fotballhallen går det to ventilasjonskanaler i tekstil langs lengden av hallen som vist i V10. Det er ikke installert takvifter i denne hallen, men to aerotempere på ene siden av hallen blir brukt til oppvarming dersom ventilasjonsaggregatet ikke leverer nok varme. Disse sender ut varm luft som så blir blandet inn og fordelt med tilluft fra ventilasjonsanlegget.[25] Her ble det utført målinger både før og etter aktivitet, samt en røyktest for å vurdere funksjonaliteten til anlegget. Rapporten konkluderer med at systemsløsningen i fotballhallen fungerer slikt som prosjektert"[25] og at luftdistribusjonen ved full drift fungerer utmerket."[25] Lydmålinger som ble gjort ved full drift av anlegget nådde opp til LAeq 55 dB(A), men rapporten konkluderer likevel at dette er akseptabelt siden aggregatet sjelden vil operere ved full kapasitet."[25] Denne rapporten er vedlagt i ZIP-fil.

Det er mulig at en løsning med to ventilasjonskanaler vil kunne være bedre enn nåværende løsning i Leangen bydelshall. Dette ville sannsynligvis begrenset behovet for ytterligere hjelp til luftdistribusjon, nå i form av takvifter. Optimalt sett vil dette føre til lavere støynivå, redusert lufthastighet, bedre luftfordeling og kvalitet, og generelt bedre inn klima.

5.5 FDV

Der et viktig at FDV-dokumentasjon leder bruker inn i en god og detaljert vedlikeholds rutine. Jo mer som er avklart og spesifisert i FDV, jo mindre må bruker eller servicepersonell finne ut selv etter overtakelse av bygg. Dette vil hjelpe med å effektivisere drift og vedlikehold.

For Leangen bydelshall sin del er det synd at FDV-dokumentasjonen omtalt i denne oppgaven ikke er komplett. Dette er noe vi var klar over når vi fikk tilgang på det, og det er tatt i betraktning under vurdering. Likevel er det funnet avvik og mangler i det som til nå er inkludert i FDV-dokumentasjonen.

Dokumentasjonen til Leangen bydelshall ser ut til å følge en egen kravspesifikasjon som er utarbeidet av Hugaas Entreprenør (se vedlegg V6) som devierer fra Trondheim Kommune sin KS00002.[4] Om dokumentasjonen fortsatt følger Hugaas sin kravspesifikasjon ved overtakelse, kan dette potensielt føre til kompliseringer i drifting av bygget fra kommunen sin side. At FDV-dokumentasjonen til et byggverk har forskjellig struktur fra andre bygg eid av kommunen er antageligvis ikke ønskelig. Eventuelt vil dette kunne føre til mer arbeid for kommunen om de velger å reformatere FDV-dokumentasjonen slik at den følger oppsettet utarbeidet i KS00002.

Som nevnt i innledningen (se avsnitt 1.4) er det uvisst om det er enighet mellom Trondheim kommune og Hugaas Entreprenør om hvilken kravspesifikasjon som skal benyttes for FDV-dokumentasjon.

Vedlikeholdsrutinene som er presentert i avsnitt 4.2.2 fremstår lite spesifikke. Sammenlignet med vedlikeholdsbeskrivelsen av ventilasjon i FDV-dokumentasjonen til Flatåsen idrettshall (se vedlegg V8) virker FDV-dokumentasjonen til Leangen bydelshall mangelfull. Her har Flatåsen FDV en liste på 15 sider med vedlikeholdsbeskrivelse kun for ventilasjon, sammenlignet med Leangen FDV sin ene tabell (se figur 5.1). Til informasjon er vedlegg V8 kun et utdrag fra hele vedlikeholdsrutinen for ventilasjon til Flatåsen, resten er vedlagt i ZIP-fil som avklart i avsnitt 3.1.

| Ventilasjon system: | | |
|-------------------------------|---|-----------------------|
| Utstyr | Rutine | Periode |
| AHU filtre | Kontroller, rengjør eller bytt filtre i alle AHU-enheter | Minst 2 ganger i året |
| AHU | Kontroller AHU-enheter etter produsentens anbefaling. | Minst 2 ganger i året |
| AHU vifter, varmeveksler osv. | Sjekk om utstyret fungerer riktig | Minst 2 ganger i året |
| Kanaler | Kontroller og rengjør kanaler | Minst 1 gang pr 5.år |
| Tekstilkkanaler | Demonter fabrikk fra tekstilkanaler og vask i en vaskemaskin. Etterpå kan de monteres igjen | Minst 1 gang pr 5.år |

Figur 5.1: Vedlikeholdsanbefalinger for ventilasjon (Leangen)

Ved vurderinger av FDV-dokumentasjon til sanitæranlegget ser det ut til at det er motsigelser i hvordan en gjennomspyling for å forhindre vekst av bakterie skal utføres. Det er ikke klart hva som menes med «automatisk panel» i vedlikeholdsanbefalingen (se vedlegg V3).

Etter råd fra FHI[21] bør dusjer gjennomspyles med vann på 70 °C i fem minutt om gangen, 4 ganger i året. Vedlikeholdsinstruksen (se vedlegg V3) spesifiserer ikke tidsrom for gjennomspyling, og sammenlignet med anbefaling fra FHI er to ganger årlig i minste laget. Det spesifiseres at dette ikke gjelder krav, men en anbefaling.

6 Konklusjon

I dette kapittelet konkluderes oppgaven, og det anbefales arbeid i videre studier.

6.1 VVS-anlegg

Nåværende ventilasjonsanlegg med bruk av takvifter genererer støy i hallen som ved viftepådrag over 30% overgår veiledende krav satt av TEK17 og Norsk Standard NS 8175:2012. Det er uvisst om anlegget i praksis trenger å driftes med høye viftepådrag.

Siden det av praktiske årsaker ikke har latt seg gjøre for prosjektet å foreta målinger av luftkvalitet i hallen under aktivitet, så anbefales kommunen å foreta slike målinger og kartlegge eventuelle konsekvenser før anlegget overtas fra entreprenøren.

Anlegget genererer også luftbevegelser som kan være til forstyrrelse for enkelte idretter, for eksempel badminton. I rapporten fremkommer det av utførte målinger at lufthastigheten i mange områder av hallen overskrider maksimumsverdier anbefalt av Norges Badminton Forbund. Dette er uheldig siden det ifølge opplysninger som er fremkommet er forventet at flerbrukshallen vil kunne bli benyttet til blant annet badminton.

Kommunen bør derfor søke og avklare hvilke konsekvenser dette kan ha for deres planer for bruk av hallen fremover

Rapporten anbefaler basert på resultater av målinger og vurderinger at det bør vurderes å gjøre endringer i ventilasjonsløsningen før ferdigstilling og overtakelse av bygget, slik at man oppnår en tilfredsstillende funksjonalitet.

6.2 FDV-dokumentasjon

Som vi ble gjort kjent med fra starten av, var det mangler i FDV-dokumentasjonen til Leangen bydelshall som vi fikk tilgang til. Den FDV-dokumentasjonen som er vurdert i denne rapporten er ikke en ferdigstilt utgave.

Rapporten har avdekket mangler og avvik i deler av innholdet som er med i dokumentasjonen.

Det er gjort sammenligning med FDV-dokumentasjon for Flatåsen idrettshall, som er

en annen nybygget idrettshall i kommunen, men gjennomført av en annen entreprenør. Denne sammenligningen avdekker manglende innhold og informasjon i dokumentasjon og vedlikeholdsplaner til Leangen Bydelshall som denne rapporten mener bør forbedres.

Generell struktur i dokumentasjonen samsvarer ikke med Trondheim Kommune sin kravspesifikasjon. Siden Trondheim Kommune er kunde foreslår denne rapporten at Hugaas Entreprenør leverer endelig FDV-dokumentasjon i henhold til Trondheim Kommune sin kravspesifikasjon før Leangen bydelshall overtas fra entreprenøren.

6.3 Videre studier

Som nevnt i kapittel 5.4 anbefaler vi at det utføres flere målinger, gjerne under aktivitet, før den overtas av kommunen og tas i full bruk.

Det anbefales å gjennomføre en fullskala røyktest i tilluftskanal. Dette bør gjøres for å kartlegge om fordelingen av tilluft ned i oppholdssonen er tilfredsstillende. Under denne testen kan det også være interessant å undersøke tilluftens eventuelle kortslutningsmuligheter fra tekstilkanalen til avtrekksrist.

Oppvarming gjennom ventilasjon er sjeldent anbefalt å benytte i idrettsanlegg. I Leangen bydelshall er denne løsningen valgt, men det anbefales at man senere ved et lignende byggeprosjekt vurderer om denne løsningen er mer hensiktsmessig enn en løsning hvor man for eksempel monterer varmepaneler i taket i hallen.

Lydmålinger gjort i denne oppgaven var interessante, og har gitt innsikt i lydbildet i den nye flerbrukshallen. Det anbefales å gjennomføre nye målinger over lengre tid under roligere og uforstyrrede omstendigheter for å kvalitetssikre resultatene fra våre målinger. En rapport som går mer inn i detalj om lydemne kan vurdere ulike frekvensbånd for å kartlegge hva som forårsaker økning i lydnivå ved høye pådrag av anlegg, og om det kan unngås. I tillegg vil måling og kartlegging av midlere lydabsorpsjonsfaktor og etterklangstid være til hjelp for å bekrefte om byggverket oppnår en viss lydklasse i NS 8175.

Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet. § 13-1. Generelle krav til ventilasjon; 2017 [hentet 25.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/13/i/13-1/>.
- [2] Idrettshaller – Planlegging og bygging. Kulturdepartementet; 2016 [hentet 05.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/veileder-idrettshaller.-planlegging-og-bygging-v-0989b/id2480609/>.
- [3] SIAT. Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT); [hentet 27.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/siat/siat>.
- [4] Trondheim eiendom. Kravspesifikasjon for forvaltnings- drifts og vedlikeholdsdokumentasjon; 2019 [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/prosjektkrav/>.
- [5] Standard Norge. NS-EN 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 (ISO 7730:2005) [Internett]. ISO; 2006 [hentet 16.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=158329>.
- [6] Direktoratet for byggkvalitet. § 13-3. Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning; [hentet 25.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/13/i/13-3/>.
- [7] Ingebrigtsen S. Ventilasjonsteknikk Del I. VVS-foreningen/Nemitek; 2019.
- [8] Zijdemans D. Vannbaserte oppvarmings- og kjølesystemer. 3rd ed. Skarland Press AS; 2019.
- [9] Thue JV. kaldras. Store norske leksikon; [hentet 15.06.2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kaldras>.
- [10] The Editors of Encyclopaedia Britannica. Decibel. Encyclopædia Britannica, inc.; 2020 [hentet 03.06.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.britannica.com/science/decibel>.
- [11] A Guide to Environmental Noise Measurement Terminology. Cirrus Research plc; 2016 [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.cirrusresearch.co.uk/library/documents/ebooks/environmental-noise-terminology-guide.pdf>.
- [12] Direktoratet for byggkvalitet. § 13-6. Lyd og vibrasjoner; [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/13/iv/13-6/>.
- [13] Standard Norge. NS 8175:2012. Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper [Internett]. NS; 2012 [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=532803>.
- [14] Acoustic Glossary - Frequency weighting terms. Gracey & Associates; [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.acoustic-glossary.co.uk/frequency-weighting.htm>.

- [15] Sound and Vibration Basics - Leq - Equivalent Continuous Sound Level - LAeq. Gracey & Associates; [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.gracey.co.uk/basics/leq-b1.htm>.
- [16] Om FDV-dokumentasjon. Byggtjeneste; 2020 [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://byggtjeneste.no/om-fdv-dokumentasjon>.
- [17] Direktoratet for byggkvalitet. Innledning til kapittel 4 Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV); [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/4/innledning/>.
- [18] Direktoratet for byggkvalitet. Spørsmål og svar om FDV-dokumentasjon; [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/verktoy-og-vevisere/andre-fagomrader/sporsmal-og-svar-om-fdv-dokumentasjon/>.
- [19] Direktoratet for byggkvalitet. § 4-1. Dokumentasjon for driftsfasen; [hentet 26.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/4/4-1/>.
- [20] Direktoratet for byggkvalitet. § 15-5. Innvendig vanninstallasjon; [hentet 13.06.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/15/ii/15-5/>.
- [21] Folkehelseinstituttet. Råd for forebygging av legionellasmitte i hjemmet; 2012 [oppdatert 29.01.2016; hentet 13.06.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/sv/smittsomme-sykdommer/legionella/legionellasmitte-hjemme-kan-forebyg/>.
- [22] Forbund NB. Anlegg; [hentet 13.06.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.badminton.no/temasider/anlegg/>.
- [23] Standard Norge. Bygningsdelstabell. NS; 2019 [hentet 12.06.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1107101>.
- [24] Badmintonklubb T. Trondheim KM Midtnorsk Sør 2019 / Trondheim Open; 2019 [hentet 13.06.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.badmintonportalen.no/NBF/Turnering/VisInfo/#18415>.
- [25] Andresen F, Lindaas N, Reinfjord EWH, Sørheim E, Borisoff M, Olsen AP. Flatåshallen. Trondheim: NTNU; 2019.

Vedlegg

V1 Måleutstyr

| Modell | Merke | Serienummer |
|--------------|---------------------------------|-------------|
| CP11 | ROTRONIC AG | 1180137 |
| SwemaAir 300 | Swema AB | 386669 |
| CR:161C | Cirrus Research plc | G078620 |
| FLIR T640bx | FLIR [®] Systems, Inc. | 55909862 |

Tabell V1.1: Serienummer Måleutstyr

V1.1 Kalibrering

Instrument: CR:161C

| Type | Value |
|--------------------------|---|
| Instrument | G078620, CR:161C |
| Time History Rate | 62.5 ms |
| Last Factory Calibration | 11/30/2016 |
| Time | 4/21/2020 12:18:06 PM |
| Level | 93.7 dB |
| Offset | 1.49 dB |
| ISO LAeq | Q=3dB, Crit. 85dB 8h, No tresh., A wtg. |

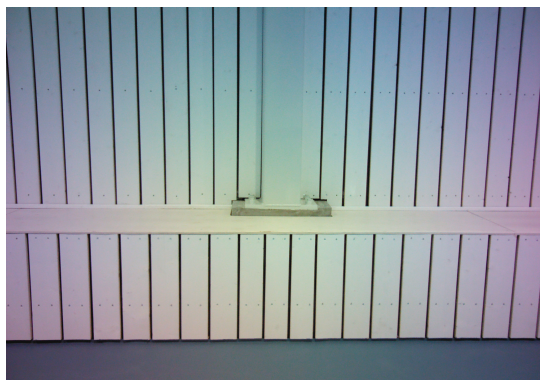
Tabell V1.2: Kalibreringsdata CR:161C dag 1

| Type | Value |
|--------------------------|---|
| Instrument | G078620, CR:161C |
| Time History Rate | 62.5 ms |
| Last Factory Calibration | 11/30/2016 |
| Time | 5/4/2020 9:09:59 AM |
| Level | 93.7 dB |
| Offset | 1.25 dB |
| ISO LAeq | Q=3dB, Crit. 85dB 8h, No tresh., A wtg. |

Tabell V1.3: Kalibreringsdata CR:161C dag 2

Kalibreringsdata er hentet fra NoiseTools.

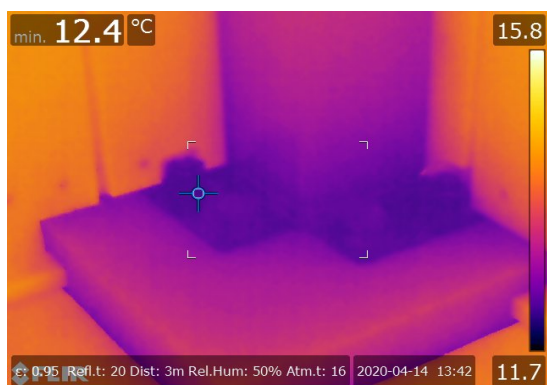
V2 Termografer



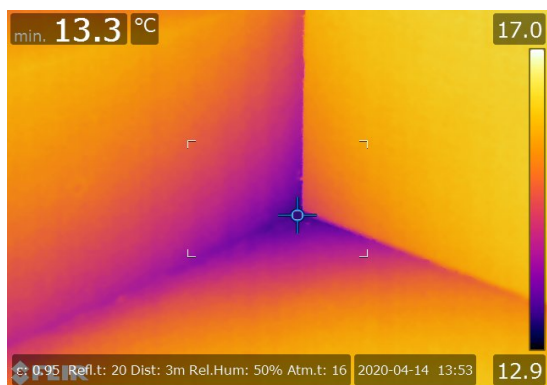
Figur V2.1: Fundament med fotplate og bygningsøyle langs sør-vestlig vegg i hallen sett forfra



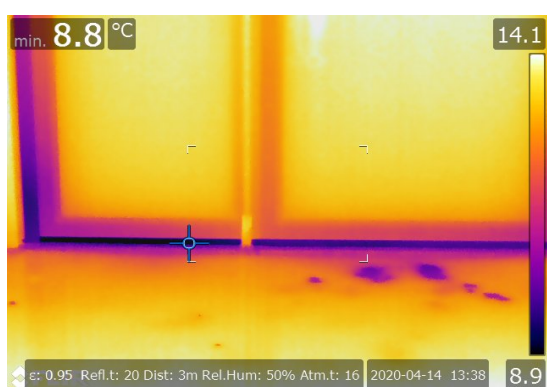
Figur V2.2: Fundament med fotplate og bygningsøyle langs sør-vestlig vegg i hallen sett på skrå



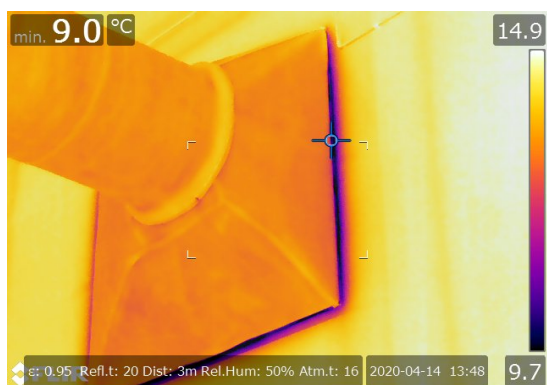
Figur V2.3: Sør-vestlig hjørne av fundament med fotplate og bygningsøyle



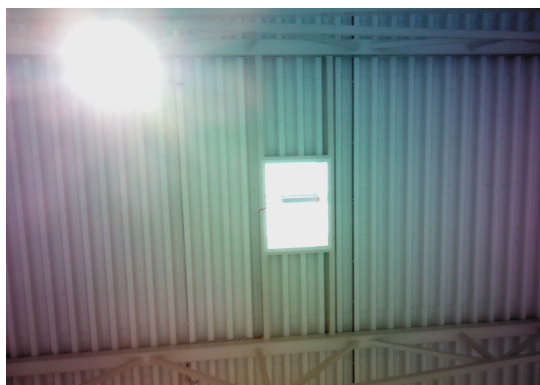
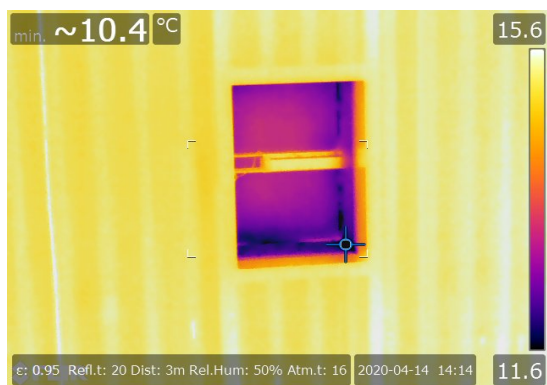
Figur V2.4: Fundament inne i lagerrom



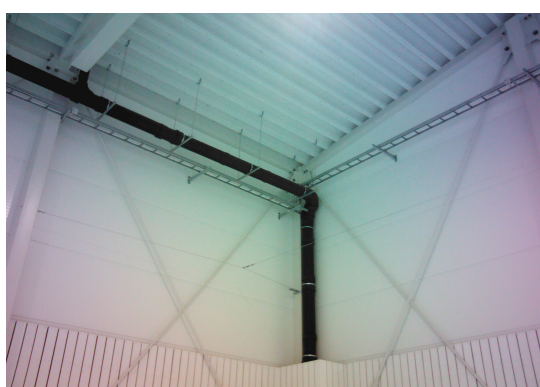
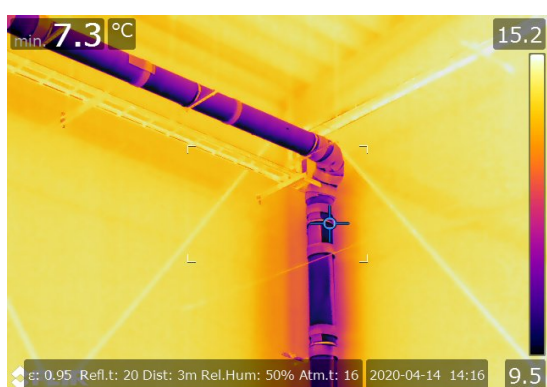
Figur V2.5: Dør som leder direkte fra hallen og ut til sørvest-siden av hallen



Figur V2.6: Avkastkanal og avkast sett innenfra



Figur V2.7: Røykluke i taket



Figur V2.8: Innendørs taknedløp i nord-vestlig hjørne av hallen

V3 FDV - 31 - Leangen Sanitær



LEANGEN BYDELSHALL
3. FDV – 3.1 – SANITÆR ANLEGG

Date: 05.09.2019
REV: 1

LEANGEN BYDELSHALL 3. FDV – 3.1 – SANITÆR ANLEGG

Teknisk beskrivelse:

Leangen Bydelshall er flerbrukshall med servicebygning. Vanninntak er lagt i teknisk rom 29 og kommer fra eksisterende bygg. Spilvann og overvann samles i kummene, som ligger i bygg og deretter føres til kommunalt nett (Se bunnledningsplan). Rørledninger er konstruert i henhold til kravene til oppheng og festing i NS3420.

3.1.1 Bunnledninger

Tabell 1 Bunnledninger

| System | Materiale | Plassering |
|-------------------|-----------------------------------|---|
| Spillvannsledning | PVC SN8, jordingsmuffe installert | Eksisterende kum i servicebygning (akser C/1b-2) |
| Overvannsledning | PVC SN8, jordingsmuffe installert | Eksisterende kum i servicebygning (akser C/1b-2) og utvendige ledninger |

3.1.2 Ledningsnett for sanitærinstallasjoner

Tabell 2 Ledninger over bakken

| System | Materiale | Plassering |
|---|--|--|
| Varmtvann, varmtvannssirkulasjon og kaldtvannsledninger | Kobber rør DN35 - DN22, Forkrommet kobber DN15 | Kobberrør og forkrommet kobber: Synlig installasjon, over himlinger og festet til vegger |
| Spillvannsledning | Støpejern, SML | Åpen installasjon |
| Overvannsledning | Støpejern, SML | Åpen installasjon |

Varmtvannsproduksjon – i teknisk rom 29. Varmtvannssirkulasjonen er plassert i servicebygg. Vann oppvarmes i to varmtvannsberedere. Den første er tilkoblet og oppladet av varmeveksler - 82,5 kW (den har også 2 backup el-varmere 9 kW hver), og den andre tanken bruker 3x9 kW el-kolber. Utløpstemperatur er kontrollert med tre-veis ventil, settpunkt er ≥ 55 ° C.

Legionella forebygging er termosjokkbasert. For legionella-forebygging oppvarmes begge varmtvannsbeholdere (-LA01 og -LA02) til 70-75 ° C med el.varmere (VG01-VG02) for å drepe legionellabakterier. Ladepumpe (-MF01) virker ikke under termokjokkprosessen. Bypassventil (-AN01) avleder oppvarmet vann direkte til brukere, forbikobler termostatblandingsventil (-AI01). Sirkulasjonslinje settpunkt endres til + 70 ° C i henhold til sensor (-TF45).

For varmtvannsspyling er dusjpaneler utstyrt med elektroniske spyleventiler for full åpning av varmt vann i dusjpaneler. Legionella forebygging utføres i henhold til planen.

FDV - 31 - Leangen Sanitær



LEANGEN BYDELSHALL
3. FDV – 3.1 – SANITÆR ANLEGG

3.1.4 Armaturer for sanitærinstallasjoner

Det finnes avstengningsventiler for alle sanitærutstyr og vanndreneringsventiler for hovedrør. For å ha hydraulisk balanse, korte ventetider, vann og energibesparelser og redusere risikoen for legionella, er det installert Multifunksjonell termostatisk sirkulasjonsventil (MTCV) på sirkulasjonsledninger.

3.1.5 Utstyr for sanitærinstallasjoner

Sanitærutstyr er i henhold til romskjema.

3.1.6 Isolasjon for sanitærinstallasjoner

Alle rør isolert i henhold til NS-EN 12828 forskrifter.

Tabell 3 Rør isolasjon

| System | Isolasjon |
|--|---|
| Varmt, varmtvannsirkulasjon og kaldtvannsledninger | Kaldt – 9mm Armaflex, Varmtvann og varmtvannsirkulasjon – 30mm mineralull isolasjon |
| Overvannsledninger | 9mm Armaflex |

3.1.9 Andre deler av sanitærinstallasjoner

Radonsystem

Radonsperre installert i servicebygging. Rør - PVC d110. Radon-stopper er gjort i teknisk rom nr. 29.

4. KLARGJØRING

Kontroller ved prøving at automatiske sikkerhets og reguleringssystemer fungerer.

Kontroller visuelt / ved prøving at alle ventiler står i riktig driftsposisjon.

Kontroller visuelt at alt utstyr og alle ledninger er korrekt tilkoplest anlegget.

5. DRIFTSINSTRUKS og VEDLIKEHOLDSINSTRUKS

Anbefalinger:

Table 4 System vedlikeholds anbefalinger

| System | Rutine | Periode |
|------------------------------|--|--|
| Kaldt- og varmtvannssystemer | <ul style="list-style-type: none"> Kontroller visuelt for lekkasje Sjekk kaldt og varmt vann flyt fra hver kran | Minst 1 gang i uken |
| Spillvann | <ul style="list-style-type: none"> Sjekk og rengjør alle sluker og gulvrenner Kontroller at vann fra alt sanitærutstyr går ut riktig. Rengjør siffrerne om nødvendig | Minst 1 gang i måneden eller etter produsentens anbefaling |
| Legionella forebygging | Thermo-sjokk. Sett opp automatisk panel på Legionella forebyggingsmodus. | Minst 2 ganger i året. |

V4 FDV - 32 - Oppvarming



Date: 05.09.2019
REV: 1

LEANGEN BYDELSHALL
3. FDV – 3.2 – OPPVARMING

LEANGEN BYDELSHALL 3. FDV – 3.2 – OPPVARMING

Teknisk beskrivelse:

Leangen Bydelshalls varmesentral er plassert i "Teknisk rom 29". Den produserer varme for luftvarmebatterier for ventilasjonsaggregatene AHU1 og AHU2, gulvvarmesystemer i servicebygg, radiatorer i rom 03 kiosk, Teknisk rom 29 og for varmtvannsproduksjon.

I varmtvannsproduksjonsanlegget er det 2 stk 1000 liters varmtvannstanker. Fra varmeveksler (-JC001) forsyner det den første varmtvannstanken (-LA01), med retur til varmeveksler for sirkulasjon, ivaretatt med sirkulasjonspumpe -MF01. Dette kontrolleres av sensor -TF41, opp mot temperatur på primærsiden av varmeveksleren - JC001. Pumpen - MF01 vil ikke være i drift om det ikke er tilført varme til varmeveksleren - JC001. Primærvarmevekslerside på -JC001 er koblet til eksisterende bygg via varmeveksleren -JC05. Om primærsiden på veksleren skulle bli koblet bort / slått av, vil veksleren kobles ut. El.kolbene i -LA01 vil da sørge for en minimumstemperatur på 40°C, mens el.kolbene i -LA02 vil sørge for at temperaturen der holder 55°C.

For bruk av all levert avfallsvarme, er temperaturen i tank - LA01 lavere enn i -LA02. Tank - LA02 er alltid varm ved hjelp av el.kolber i tank som er på 3x9 kW, med temperatur settpunkt 55°C i tank, kontrollert av temperatursensor -TF42. Termostatisk blandeventil -312.001 AB40 har settpunkt på 55°C, og settes mekanisk på ventilen. Sirkulasjon i bygg beholdes ved hjelp av pumpe -MF02, sirkulasjonslinjes settpunkttemperatur er 45°C kontrollert av sensor -TF45.

Oppvarming av bygg skjer via 3 stk. varme fordelingsskap for gulvvarme og radiatorer. Temperaturer i rom kontrolleres av termostatventiler i henhold til romtemperatur sensorer. Tur temperatur til fordelingsskapene styres av treveisventil -320.001 AB40, strømningsparametere er med temperaturer inn/ut = 35/27 ° C kontrollert av temperatursensorer -TF42 og -TF41. Radiator -CA001 i Teknisk rom 29 styres av termostat ventil.

System er laget med automatisk påfyllingsventil -AH01, trykksensor for systemtrykkovervåking og magnetventil -AC40 for å automatisk etterfylle systemet ved for lavt trykk.

Ventilasjonsaggregatene AHU1 og AHU2 er plassert i "Hall 25" over "lagerrom 27". AHU1 (96,71 kW) og AHU2 (11,66 kW) er konstruert med RMG sirkulasjons blandingsenheter. De er tilkoblet til eksisterende bygg via separat kurs. Her er det væskefylt med glykol. AHU batterier konstruert for å bruke lave parametere varmestrøm Tin / ut 40/25 ° C. AHU varmebatterier er utført med shunt pumpe grupper. Blandeventiler og pumper styres av temperatursensor -360.007 TF60, -360.006 TF60 og AHU lufttemperaturføler på tilluft.

Legionella forebygging er termokjokkbasert. Ved legionella-forebygging vil varmtvannsbeholdere - LA01 og - LA02 oppvarmes til 70-75 ° C med el.kolbene i tankene VG01-VG02. Ladepumpe - MF01 virker ikke under prosessen. Ved passventil -AN01 avledes oppvarmet vann direkte til brukere, forbi kobler termostatblandingsventil -AB40. Sirkulasjonslinjes settpunkt er endret til 70°C kontrollert av sensor -TF45. For varmtvannsspyling er dusjpaneler utstyrt med elektroniske spyleventiler - for å kunne åpne helt ved legionella spyling. Legionellaspyling utføres manuelt.

V5 FDV - 36 - Leangen Ventilasjon



LEANGEN BYDELSSHALL
3. FDV – 3.6 – VENTILASJON

Date: 05.09.2019
REV: 1

LEANGEN BYDELSSHALL 3. FDV – 3.6 – VENTILASJON

Teknisk beskrivelse:

Leangen Bydelsshall er multifunksjonell sportshall. Det er 2 stk ventilasjonsanlegg i bygget:

- 360.001 (AHU-1), 20 000 m³/h – forsyner sportshallen. Ventilasjonsaggregatet er plassert på messanin. AHU-1 har vannbasert varmebatteri, som gir – 96,71 kW varme. Luftinntaket (akser K / 9-10) og avkast (Aksel J-K / 12) er installert med fasaderist, som er utstyrt med beskyttelsesgitter. AHU-1 friskluftsmengde reguleres av CO₂-sensor på 2 steder 1,5m over bakken.

Ventil i resirkuleringsseksjonen åpnes eller lukkes i henhold til CO₂ sensorenes parametere, maks 1000ppm.

I idrettshallen er det 4 takvifter for å presse ned luften. Disse styres 2 og 2 av hvert sitt sett med sensorer, 2 stk til hver vifte. En av dem er i 1,8m høyde (kombinert CO₂ og temperatur) og andre nær taket på 7,3m høyde. Takviftene har man mulighet for å sette den hastigheten man vil via 0-10V styring. Vi har valgt å sette det på 3 nivåer som de kan fungere på. Hvis temperaturforskjellen mellom nedre og øvre termostat er over 3°C, slås takvifter på første hastighet. Hvis temperaturforskjellen ikke endres innen 2 minutter, økes hastigheten til andre nivå og igjen om temperaturforskjellen ikke faller innen nye 2 minutter, øker takviftene til tredje hastighet. Om CO₂ nivået skulle være lavt (under 1000ppm), vil AHU gå til full hastighet. Om CO₂ nivået ikke endres innen 10 minutter, vil takvifter automatisk aktiveres på full hastighet.

- 360.002 (AHU-2), 5 200 m³/h – forsyner servicebygg og kioskrom. AHU-2 har vannbasert varmeapparat, som gir – 11,66 kW varme. Luftinntaket (Aks K / 6-7) og avkast (Aks K / 5-6) er installert med fasaderist, som er utstyrt med beskyttelsesgitter. AHU-2 har to operasjonsmoduser: dagtid, når den kjører på utformet arbeidsmodus og nattetid. Rengjøringsluker installeres i kanalene for rengjøring. I kanalene er det montert termometre som overvåker temperaturen via SD anlegget.

3.6.2 Kanalnett for luftbehandling

Kanaler - galvanisert sirkulær, synlig installasjon. I steder hvor plass er begrenset av lav takhøyde benyttes rektangulære kanaler.

Tekstilkkanaler med dyser for lufttilførsel er utformet i hall. Farge på tekstilkkanaler er lysegrå.

FDV - 36 - Leangen Ventilasjon



LEANGEN BYDELSHALL
3. FDV – 3.6 – VENTILASJON

Utstyr for luftfordeling:

For tilluft og avtrekk er disse typer diffusorer prosjektert: P-DVS, DVS. Tilluften kommer også gjennom tekstilkanalen i hallen.

På kryssinger av branncellene er brannspjeld med smeltesikring installert.

Utstyr for luftbehandling:

System nr, plassering og minimum tekniske krav til AHU er vist i tabell 1.

Isolasjon av installasjon for luftbehandling:

Luftinntak og avkast kanaler er isolert med mineralull, min. 100 mm tykkelse.

3.6.9 Annet utstyr for luftbehandling

For systemer 360.001 (AHU-1) og 360.002 (AHU-2) er tillufts- og avtrekkslyddempere installert. Hver lydtemper reduserer lyden til 40 dB.

Tabell 1. AHU-1, AHU-2 parametere

| System NR: | 360.001 (AHU-1) | 360.002 (AHU-2) |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Tilluft, m ³ /h: | 20000 | 5200 |
| Avtrekk, m ³ /h: | 20000 | 5200 |
| El. varmebatteri, kW | 96,01 | 13,02 kW |
| Tilluft temperatur i winter °C: | 18 | 18 |
| Trykkvariabel / Konstant: | Konstant | Variabel |
| Trykk, Pa: | Tilluft 250 Pa Avkast 100 Pa | Tilluft 250 Pa Avkast 250 Pa |
| CO2 sensor: Ja/Nei | Ja | Nei |
| SFP: | >=1.28 | >=1.51 |
| Resirkuleringsseksjon Ja / Nei | Ja | Nei |
| Roterende varmeveksler, % | >83 | >83 |
| Filtere | Tilluft F7 Avtrekk F5 | Tilluft F7 Avtrekk F5 |
| Forsyner | Hall | Service bygning og kiosk |

FDV - 36 - Leangen Ventilasjon



LEANGEN BYDELSHALL
3. FDV – 3.6 – VENTILASJON

| | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Plassering | Over lager 28 | Over lager 26 og 27 |
| Plassering av inntak | Akser K/9-10, fasaderist | Akser K/6-7, fasaderist |
| Plassering av avkast | Akser J-K/12, fasaderist | Akser K/5-6, fasaderist |

Klargjøring:

Normalt ikke relevant for driftspersonell, da anlegget er klargjort ved overlevering. Denne beskrivelse kan være aktuell etter evt. driftsstans på anlegget.

Sjekk tilstand av filtre, rengjør eller bytt hvis nødvendig. Kontroller visuelt at alt utstyr og alle ledninger er korrekt tilkople. Sjekk SD anlegg om feil meldinger e.l.

Driftsinstruks og vedlikeholds instruks:

Anbefalinger:

Tabell 2. AHU-1, AHU-2 vedlikeholds anbefalinger

| Ventilasjon system: | | |
|-------------------------------|--|-----------------------|
| Utstyr | Rutine | Periode |
| AHU filtre | Kontroller, rengjør eller bytt filtre i alle AHU-enheter | Minst 2 ganger i året |
| AHU | Kontroller AHU-enheter etter produsentens anbefaling. | Minst 2 ganger i året |
| AHU vifter, varmeveksler osv. | Sjekk om utstyret fungerer riktig | Minst 2 ganger i året |
| Kanaler | Kontroller og rengjør kanaler | Minst 1 gang pr 5.år |
| Tekstilkkanaler | Demonter fabrikk fra tekstilkkanaler og vask i en vaskemaskin. Etterpå kan de monteres igjen | Minst 1 gang pr 5.år |

For å unngå kondens i sportshallene må AHU være i drift hele tiden. Om natten kan oppvarming reduseres.

V6 Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør

| | | | |
|---|---------|----------------|------------------|
| Kravspesifikasjon for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon | | | |
| HUGAAS Entreprenør AS | Filnavn | KS_FDV_DOC.doc | Rev: 1.0 |
| HMS & K | | | Dato: 13.10.2017 |

Kravspesifikasjon for forvaltnings- drifts og vedlikeholdsdokumentasjon (FDV-dokumentasjon) for



Innholdsfortegnelse

| | |
|--|---|
| 1. Orientering om denne kravspesifikasjonen..... | 2 |
| 2. Generelle retningslinjer for FDV-dokumentasjonen..... | 3 |
| 3. Krav til FDV-dokumentasjonen..... | 3 |
| 4. Krav til digital utgave av FDV-dokumentasjonen | 3 |
| 4.1. Mappestruktur | 3 |
| 4.2. Filtyper..... | 5 |
| 5. Krav til papirutgaver av FDV-dokumentasjonen..... | 5 |
| 6. Mottak og kontroll av FDV-dokumentasjon | 6 |
| 6.1. Overlevering og kontroll av endelig utkast..... | 6 |

Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør

| | | | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kravspesifikasjon for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon | | | |
| HUGAAS Entreprenør AS | Filnavn | KS_FDC_DOC.doc | Rev: 1.0 |
| Kvalitetssystem | | | |

1. Orientering om denne kravspesifikasjonen

FDV-dokumentasjonen skal gi tilstrekkelig informasjon til optimal drift og vedlikehold for et bygg og dets tekniske løsninger. Dokumentasjonen skal også inneholde all informasjon som vil være relevant for etterfølgende kontroller, sertifiseringer og lignende (eksempelvis energiberegningsfiler, brannkonsepter etc.). I tillegg skal FDV-dokumentasjonen være av en slik kvalitet at den forenkler mulige fremtidige ombygginger.

Denne kravspesifikasjonen definerer:

1. Minimum detaljnivå på dokumentasjon
2. Rutiner for innsamling av Forvaltnings-, Drifts- og Vedlikeholdsdokumentasjon (FDVdokumentasjon)
3. Organisering av FDV-dokumentasjonen i digital- og papirutgave
4. Ansvarsgrenser

Plan- og bygningslovens § 21-10, andre avsnitt, stiller krav til overlevering av FDVdokumentasjon før ferdigattest kan utstedes. Mangelfull FDV-dokumentasjon er således å anse som en vesentlig mangel.

FDV-dokumentasjonen skal settes sammen av hovedentreprenøren om annet ikke er avtalt. Hovedentreprenøren plikter å skaffe frem all nødvendig dokumentasjon, og bærer alene ansvaret for manglende eller mangelfull FDV-dokumentasjon.

Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør

| | | | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kravspesifikasjon for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon | | | |
| HUGAAS Entreprenør AS | Filnavn | KS_FDC_DOC.doc | Rev: 1.0 |
| Kvalitetssystem | | | |

I prosjekter der hvor det er delte entrepriser, må prosjektet etablere en FDV-kordinator. Denne koordinatoren skal sammenstille FDV-dokumentasjonen fra de forskjellige del-entrepriene til en felles dokument- og mappestruktur. Hver del-entreprise har imidlertid samme ansvar og rolle som en hovedentreprenør, men da kun for sine og eventuelle underleverandørers leveranser.

2. Generelle retningslinjer for FDV-dokumentasjonen

I resten av dette dokumentet refererer betegnelsen *entreprenør(en)* til enten *Hugaas Entreprenør* eller *del-entreprenørene* (i en delt entreprise), mens eventuelle underleverandører ikke inngår i denne betegnelsen.

Entreprenøren skal planlegge å legge til rette for overføring av informasjon fra prosjektet til kunde. Dette skal gjøres på en måte som sikrer effektiv forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling.

All dokumentasjon skal i utgangspunktet være på Norsk. Unntak kan til nøds gjøres for datablader for generelt materiell, måle-, og innreguleringsprotokoller.

All dokumentasjon som produseres også skal overleveres i digitale formater. For å sikre at den digitale dokumentasjonen er anvendbar, stilles det krav til både utforming av filstruktur, navngiving og formater på digitale filer samt oversikt av filer i et eget ark.

3. Krav til FDV-dokumentasjonen

3.1.1. Det skal utarbeides FDV-dokumentasjon for alle leveranser.

3.1.2. Inndeling av fag skal følge gjeldende Norsk Standards *Bygningsdelstabell (NS 3451)*

4. Krav til digital utgave av FDV-dokumentasjonen

Dette kapittelet beskriver krav til mappestruktur, navngiving av filer, filtyper samt registrering av filer i et *oversiktsdokument* med hyperlenker. I tillegg beskrives krav til *materialoversikt* og *orienteringsdokument*.

4.1. Mappestruktur

4.1.1. Den digitale FDV-dokumentasjonen skal settes inn i en predefinert mappestruktur i mal utformet ihht. *NS3451*. Dersom entreprenøren er usikker på hvor ulike dokumenter skal plasseres, anbefales det å se på eksempelprosjekter.

4.1.2. Det første mappenivået skal navngis etter bygnavnet. I denne mappen skal det ligge to filer:

1. Dokumentoversikt (*Dokumentoversikt_FDV.docx*)
2. Orienteringsdokument (*Orientering_FDV.docx*)

Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør

| | | | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kravspesifikasjon for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon | | | |
| HUGAAS Entreprenør AS | Filnavn | KS_FDC_DOC.doc | Rev: 1.0 |
| Kvalitetssystem | | | |

- 4.1.3. Dokumentoversikten skal gi oversikt over alle FDV-filene og entreprenøren skal ta utgangspunkt i mal levert produsert av FDV ansvarlig ihht. *NS3451*. Her skal hver fil beskrives og det skal fremgå hvilket bygningsdelstallnummer filen angår.
- 4.1.4. Orienteringsdokumentet skal inneholde en overordnet, kortfattet informasjon om prosjektet og bygget. Her skal det inngå kontaktinformasjon for entreprenører og rådgivere og en kort teknisk beskrivelse med systeminformasjon. I tillegg skal det inngå et eget avsnitt vedrørende sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA). Dette avsnittet skal beskrive forhold som kan ha betydning for SHA ved eventuelle fremtidige arbeidere. Her skal teksten henvise til relevante FDV-dokumenter som beskriver byggets eller anleggets konstruksjon og utforming, samt de byggeprodukter som er brukt. Beskrivelsen skal være av et slikt omfang at det ivaretar SHA ved drift, vedlikehold, endring og riving, jmfør *Byggherreforskriften §12*.
- 4.1.5. På det andre mappenivået skal det være 10 mapper med følgende navn:
- 2 Bygg
 - 3 VVS
 - 4 Elektroinstallasjoner
 - 5 Tele og automatisering
 - 6 Andre installasjoner
 - 7 Utendørs
 - 8 Tegninger som bygget
- 4.1.6. Mappene nummerert fra 2 – 7 i punkt 4.1.4, samt deres undermapper, er direkte basert på NS 3451 Bygningsdelstall. Alle disse mappene har 1 undernivå. Til sammen representerer denne mappestrukturen 1- og 2-sifret bygningsdelstall.
- 4.1.8. Mappen *8 Tegninger som bygget* inngår ikke i NS 3451, men er tilføyd og har en mappestruktur som korresponderer med mappene 1 til 7.
- 4.1.9. For mappene 2 – 7, samt alle undermapper, skal all dokumentasjon være tilgjengelig i PDF-format. Dersom originalfilene har annet filformat, må det produseres et pdfdokument. All dokumentasjon under disse mappene skal inngå i *Dokumentoversikt_FDV.docx*.
- 4.1.10. Rådatafiler av tegninger, simuleringer, lysstyringsoppsett og lignende skal plasseres under mappen *9 Tegninger og rådatafiler*. Her skal filene plasseres i undermapper som korresponderer med bygningsdelstall ell jmfør mappene 2 – 8. Dokumentasjonen under mappe 9 skal inngå i *Dokumentoversikt_FDV.docx*.

Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør

| | | | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kravspesifikasjon for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon | | | |
| HUGAAS Entreprenør AS | Filnavn | KS_FDC_DOC.doc | Rev: 1.0 |
| Kvalitetssystem | | | |

4.2. Filtyper

- 4.2.1. Alle tekstdokumenter skal overleveres i søkbart DOC eller PDF-format. Dette innebærer at det ikke aksepteres skannede dokumenter.
- 4.2.2. Som unntak gis det tillatelse til å levere signerte papirdokumenter i skannet og ikke søkbar PDF-utgave. Forutsetningen for slike unntak, er at det samtidig leveres ikke-signerte utgaver av de samme dokumentene i søkbart PDF-format, at de plasseres i samme mappe og at de har det samme filnavn – med den forskjell av filnavnet til signerte kopier avsluttes med ”_SIGNERT” – eksempelvis skal undertegnet utgave av ”kontrakt.pdf” navngis som ”kontrakt_SIGNERT.pdf”
- 4.2.3. Regneark skal enten leveres i XLS- eller XLSX-format, og det skal i tillegg medfølge søkbare PDF-kopier.
- 4.2.4. Tegninger og skjemaer skal leveres i originalformatet samt en kopi i PDF-format. Filene i originalformat samt PDF-kopien plasseres i samme mappe og skal ha korresponderende navn.
- 4.2.5. Alle rådatafiler som inngår i grunnlaget til entreprisen skal vedlegges på originalformat. Disse filene skal plasseres under katalog 9, *Tegninger som bygget*. Eksempler på slike filer (men ikke begrenset til) er:
- IFC-filer – *Industry Foundation Classes*-filer fra prosjekter med *Building Information Modeling* (BIM)
 - SMI-filer – Rådata- og simuleringsfiler fra energi- og inneklimateknologiprogrammet *SIMIEN*
 - Lysstyring – De originale filene for lysstyring samt nødvendig programvare og filer for endre lysstyringen

5. Krav til papirutgaver av FDV-dokumentasjonen

Kravene til papirutgaven av FDV-dokumentasjonen er, på samme måte som den digitale FDV-dokumentasjonen, strukturert basert på NS 3451. Således gjelder alle krav relatert til NS 3451 i kapittel 4, like fullt for papirutgaven.

- 5.1.1. Papirutgaven skal være en komplett utgave som inkluderer all FDV-dokumentasjon.
- 5.1.2. Papirutgaven skal inneholde de dokumentversjoner som er signerte, som protokoller for tetthetsprøving av luft- og vannsystemer, lydmåling, etc.
- 5.1.3. Papirutgaven av FDV-dokumentasjonen skal plasseres i ring-permer og være innordnet etter samme struktur som den digitale FDV-dokumentasjonen.
- 5.1.4. Permene skal ikke fylles mer enn 80 %.

Kravspesifikasjon Hugaas Entreprenør

| | | | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kravspesifikasjon for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon | | | |
| HUGAAS Entreprenør AS | Filnavn | KS_FDC_DOC.doc | Rev: 1.0 |
| Kvalitetssystem | | | |

5.1.5. Permene skal være uten firmareklame og skal være tydelig merket med entrepriser, anleggsadresse og årstal.

5.1.6. Ark med en størrelse mellom A4 og A3 skal brettes til en størrelse av A4

5.1.7. Ark større enn A3 skal brettes og plasseres i A4 plastlommer med sideåpning.

5.1.8. Tegninger brettes slik at tegningsnummer og tittel fremkommer i nedre høyre hjørne.

5.1.9. Tegninger skal produseres i en slik skala at de gir god oversikt og lesbarhet – og det kreves således en minimum teksthøyde på 1,2 med mer.

6. Mottak og kontroll av FDV-dokumentasjon

6.1. Overlevering og kontroll av endelig utkast

6.1.1. En digital utgave av FDV dokumentasjon skal overleveres kunden senest 4 uker før ferdigstilling for gjennomsyn såfremt ikke annet er spesifisert i kontrakt. Alle tegninger skal leveres i papirversjon. Det skal legges ved et dokument som presenterer hvilken dokumentasjon som ikke kan ferdigstilles før overtakelse – men det vil ikke gis unntak for dokumenter som kunne vært ferdigstilt.

6.1.2. Det vil være hensiktsmessig å sette en kommenter/gjennomsynsfrist på 14 kalenderdager etter overlevering til kunde.

6.1.4. Begrepet *vesentlige mangler* er eksempelvis (**men ikke begrenset til**):

- Manglende ”som-bygget” tegninger
- Manglende protokoller for innregulering, trykktesting, test av branntekniske anlegg, m.m.
- Og ikke å opplyse om filer som ikke er komplette, ikke er oppdaterte eller ikke er leverte.
- Manglende rådatafiler for energiberegninger
- Dokumentasjon som ikke tilfredsstillende gjeldende lov/forskrift. For eksempel *Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) §12*
- Systematiske og gjentatte feil

V7 Utdrag teknisk spesifikasjon Leangen



TECHNICAL SPECIFICATION SHEET

Unit No.:Q-018707-01-0

Version:VENTS AHU Select V2.01

Issue Date:01/01/2017

| PROJECT DETAILS | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------|------|---------------|
| Project No. | 018707 | Date: | 31 Aug 2018 | Unit No. | Q-018707-01-0 | Project Reference: | AHU-1 | | | |
| ACOUSTIC DATA EXHAUST UNIT | | | | | | | | | | |
| Frequency | | 63Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | 8kHz | Overall dB(A) |
| Inlet Sound Power | (dB) | 37 | 44 | 50 | 54 | 59 | 59 | 57 | 44 | 64 |
| Outlet Sound Power | (dB) | 45 | 58 | 64 | 74 | 78 | 78 | 75 | 68 | 83 |
| Air Borne Sound Power | (dB) | 34 | 45 | 52 | 44 | 42 | 42 | 40 | 33 | 54 |
| Inlet Sound Pressure @ 0 Meters | (dB) | 37 | 44 | 50 | 54 | 59 | 59 | 57 | 44 | 64 |
| Outlet Sound Pressure @ 0 Meters | (dB) | 45 | 58 | 64 | 74 | 78 | 78 | 75 | 68 | 83 |
| Air Borne Sound Pressure @ 0 Meters | (dB) | 34 | 45 | 52 | 44 | 42 | 42 | 40 | 33 | 54 |
| SUPPLY HEADER SECTION | | | | | | | | | | |
| INLET SECTION | | | | | | | | | | |
| Type | Fresh Air Damper | | Extra | | | | 130mm Flexible connections | | | |
| Blade Type | Opposed | | | | | | | | | |
| Position | Onair | | | | | | | | | |
| | | Size (HxWxD) | Material | | Velocity | | Position | | | |
| Fresh Air Damper | | 1100 x 2202 x 170 mm | Aluminium | | 2.29 m/s | | Onair | | | |
| PLENUM | | | | | | | | | | |
| Length | 150 mm | | | Access Side | | | Right | | | |
| REMOVABLE PANEL | | | | | | | | | | |
| Dimensions | | | | | Type | | | | | |
| 150 x 1616 mm | | | | | Removable panel | | | | | |
| BAG FILTERS | | | | | | | | | | |
| Type | Bag | | Filter Grade | | | F7 | | | | |
| Filter Size 1 (WxHxD) | 1 x 2292 x 1572 x 600 mm | | Make | | | Blauberg | | | | |
| Filter Size 2 (WxHxD) | N/A | | Efficiency | | | | | | | |
| Face Velocity | 1.54 m/s | | Pressure Drop Calculation | | | Clean | | | | |
| Filter Frame and Withdrawal | Side | | Initial Pressure Drop | | | 78.4 Pa | | | | |
| Filter Media | Synthetic Fibre | | Final Pressure Drop | | | 350 Pa | | | | |
| Spare Filters | 0 | | Design Pressure Drop | | | 214.2 Pa | | | | |
| REMOVABLE PANEL | | | | | | | | | | |
| Dimensions | | | | | Type | | | | | |
| 650 x 1616 mm | | | | | Removable panel | | | | | |
| DUAL HEADER SECTION | | | | | | | | | | |

V8 Utdrag vedlikeholdsbeskrivelse inneklime Flatåsen

Flatåshallen
Flatåsenget 28, 7099 FLATÅSEN
Prosjektnr.: 10017037



Vedlikeholdsbeskrivelse

4. sep. 2018

Det er byggeier/brukers ansvar å vedlikeholde anlegget iht. denne vedlikeholdsbeskrivelsen. Ved jevnlig tilsyn vil man oppdage avvik tidlig, noe som er vesentlig for et godt inneklime og å ha kontroll over driftsutgiftene.

Tilsyn:

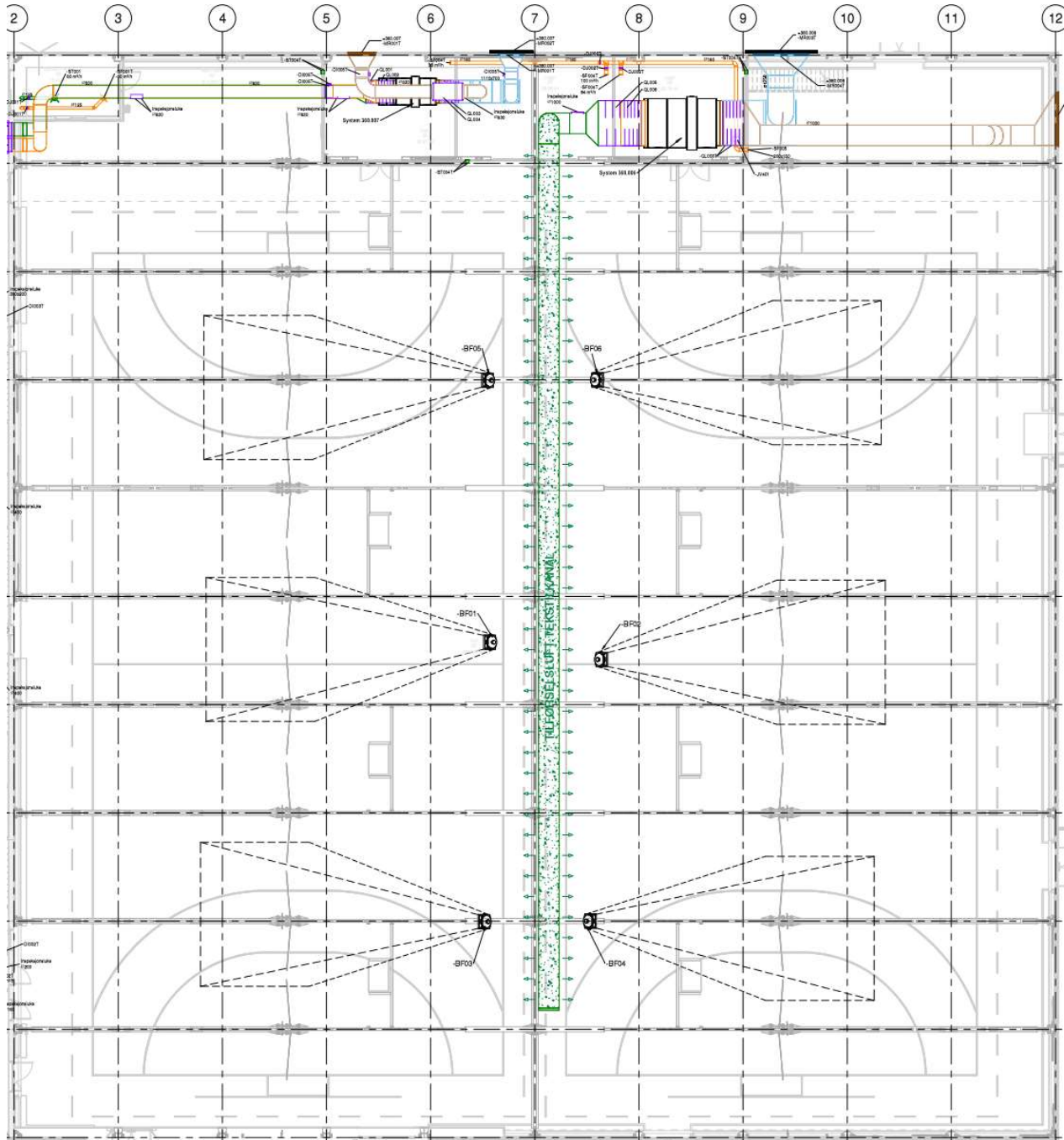
| Produkt | Systemnr/tjeneste | System beskrivelse |
|--------------------------------------|--|--|
| VENT 02A | 360.001 | Ventilasjonsaggregat, Roterende gjenvinner, med v.v.batteri |
| Emne | Artikkelpakke | Beskrivelse 1 |
| Inspeksjon | AGGREGAT (36) | Visuell kontroll av utvendig og innvendig renhet. Hengsler, låser, braketter, isolasjon kontrolleres. Kontrollere for vann- og luftlekkasjer. |
| Teknisk rom | AGGREGAT (36) | Kontrollere at teknisk rom er rent og ryddig med tilfredsstillende adkomst. Rommet skal ikke brukes som lagerplass. Vurdere om branntekniske forhold er tilfredsstillende, spesielt gjennomføringer, |
| Reklamasjosbesøk | AGGREGAT (36) | Utføres iht. kontrakt i reklamasjonsperioden. Utføres av kompetent servicetekniker. Entreprensens prosjektleder skal delta på første besøk etter overlevering. Besøket gjennomføres sammen med byggets driftsansvarlig. Formål med besøket er å avdekke evt. reklamasjonsforhold, samt tilrettelegge videre drift og vedlikehold. Forøvrig gjennomføres Reklamasjosbesøk iht. beskrivelse av tilsynsservice. |
| Tilsynsservice | AGGREGAT (36) | Visuell kontroll av utvendig og innvendig renhet. Hengsler, låser, braketter, isolasjon kontrolleres. Kontrollere for vann- og luftlekkasjer. |
| Tilsyn styring | STYRING (36) | Følg med at aggregat starter og stopper iht. driftsprogram. Feil driftsprogram kan medføre unødvendig energiforbruk. |
| Tilsyn regulering | REGULERING KONST. TILLUFT | Sjekk at tillufts- og avtekkstemperatur og at gjenvinning (vinter)er ok |
| Tilsynskontroll spjeld | SPJELD INNTAK | Visuell kontroll av spjeldet funksjoner |
| Tilsynskontroll spjeld | SPJELD AVTREKK | Visuell kontroll av spjeldets funksjon |
| Tilsynkontroll tilluftsfilter | FILTER TILLUFT | Visuell kontroll, vurdere tilsmussing, anbefale skifting av filter ved høyt trykkfall |
| Tilsynkontroll avtrekkfilter | FILTER AVTREKK | Visuell kontroll, vurdere tilsmussing, anbefale skifting av filter ved høyt trykkfall |
| Tilsyn varmegjenvinner | GJENVINNER ROTERENDE | Temperaturøkning kontrolleres (ved varmebehov). |
| Tilsynkontroll varmebatteri væske | VARMEBATTERI VÆSKE | Visuell kontroll, sjekk for lekkasjer |
| Tilsynkontroll vifte | VIFTE TILLUFT DIR FREKV M/MAN REGULERING | Visuell kontroll, sjekk for ulyd |

Utdrag vedlikeholdsbeskrivelse inneklima Flatåsen



| | | |
|--|--------------------------|---|
| | REGULERING | |
| Lett vedlikehold luftbehandlingsaggregat | AGGREGAT (36) | Hovedluftmengdene måles. Spjeldfunksjoner kontrolleres. |
| Vedlikehold luftbehandlingsaggregat | AGGREGAT (36) | Hovedluftmengdene måles. Spjeldfunksjoner kontrolleres. |
| Energivurdering | AGGREGAT (36) | |
| Lett vedlikeholdskontroll | STYRING (36) | |
| Rengjøring tavle | STYRING (36) | Tavle støvsuges innvendig og utvendig. |
| Funksjonskontroll styring | STYRING (36) | Koblingspunkter trekkes til. Mangler ved kabelgjennomføringer, pakninger og nipler bemerkes. Forbikoblinger som ikke fremkommer av skjema kontrolleres/fjernes/tegnes inn. Automatikk og sikkerhetsautomatikk kontrolleres og justeres. Lamper kontrolleres. Oppstart, restart og forsinking kontrolleres og justeres. Hvis jordfeil utenfor tavle avdekkes, varsles ansvarlig, så utbedring kan utføres av elektroinstallatør. |
| Lett vedlikeholdskontroll | SPJELD INNTAK | |
| Funksjonskontroll spjeld | SPJELD INNTAK | Bevegelse og tetting kontrolleres. Alle skruer og overføringer trekkes til. Spjeldblader rengjøres og pakninger sprayes med gummimykner. |
| Rengjøring | SPJELD INNTAK | |
| Lett vedlikeholdskontroll | SPJELD AVTREKK | |
| Funksjonskontroll spjeld | SPJELD AVTREKK | Bevegelse og tetting kontrolleres. Alle skruer og overføringer trekkes til. Spjeldblader rengjøres og pakninger sprayes med gummimykner. |
| Rengjøring | SPJELD AVTREKK | |
| Funksjonskontroll filter | FILTER TILLUFT | |
| Bytte filter | FILTER TILLUFT | Engangsfilter skiftes og trykkfall måles |
| Funksjonskontroll filter | FILTER TILLUFT | Trykkfall måles. Filter skiftes etter avtale ved oppnådd sluttrykk. Kontroll og utbedring av eventuell lekkasje forbi filterene. |
| Energivurdering | FILTER TILLUFT | |
| Lett vedlikeholdskontroll filter | FILTER AVTREKK | |
| Bytte filter | FILTER AVTREKK | Engangsfilter skiftes og trykkfall måles |
| Funksjonskontroll filter | FILTER AVTREKK | Trykkfall måles. Filter skiftes etter avtale ved oppnådd sluttrykk. Kontroll og utbedring av eventuell lekkasje forbi filterene. |
| Energivurdering | FILTER AVTREKK | |
| Produkt | Systemnr/tjeneste | System beskrivelse |
| VENT 00A_A | 362.001 | Avtrekksvifte direkte drift |
| Emne | Artikkelpakke | Beskrivelse 1 |
| Lett vedlikeholdskontroll | VIFTE AVTREKK DIR 1 HAST | |
| Funksjonskontroll direktdrevet vifte | VIFTE AVTREKK DIR 1 HAST | Kontrolleres for ulyd i lagre og varmgang i motor. Driftstrøm måles |

V9 Tegning Ventilasjon Leangen (Komprimert)



V10 Tegning Ventilasjon Flatåsen (Komprimert)

