

Bacheloroppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for maskinteknikk og produksjon

Jørgen Stakset
Edvart Bahi S. Balendran
Håkon O. Skavhaug

Analyse av tappevannsanlegg i idrettsbygg / Analysis of Water Supply Systems in Sports Buildings

Bacheloroppgave i Maskiningeniør
Veileder: Oddbjørn Sjøvold
Mai 2019

Jørgen Stakset
Edvart Bahi S. Balendran
Håkon O. Skavhaug

Analyse av tappevannsanlegg i idrettsbygg / Analysis of Water Supply Systems in Sports Buildings

Bacheloroppgave i Maskiningeniør
Veileder: Oddbjørn Sjøvold
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for maskinteknikk og produksjon



RAPPORT BACHELOROPPGAVEN

**FAKULTET FOR
INGENIØRVITENSKAP
Institutt for maskinteknikk og
produksjon
7491 Trondheim**

Besøksadresse:
R.Birkelands vei, 2B, Trondheim

Tittel:

**Analyse av tappevannsanlegg i idrettsbygg /
Analysis of Water Supply Systems in Sports
Buildings**

Prosjektnr:

MTP-V-2019-02

Forfattere:

**Jørgen Stakset, Edvart Bahi S. Balendran og
Håkon O. Skavhaug.**

Oppdragsgiver(e) eksternt:

SIAT - Senter for Idrettsanlegg og Teknologi

Dato levert:

20.05.2019

Antall
vedlegg:

15

Totalt antall
sider:

102

Veileder internt:

Oddbjørn Sjøvold

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

Kort sammendrag: I denne oppgaven skal det sees på om dagens varmt- og kaldtvannssystemer som blir levert til idrettsbygg er i henhold til gjeldende regelverk, forskrifter og veiledere. Fokus rettes mot kvaliteten på anlegget, hvordan varmt- og kaldtvannssystemer dimensjoneres, hvordan forebyggingen mot legionellautbrudd i varmtvannssystemer utføres og hvordan kvaliteten på de valgte løsningene er. Det er gjort analyse av Lade Sportsarena som sammenlignes med Heimdalshallen. På anleggene er det utført målinger av trykk, temperatur og vannmengder.

Stikkord fra prosjektet: NTNU, SIAT, Lade Sportsarena, Heimdalshallen, fjernvarme, tappevann, legionella, sanitæranlegg, idrettsanlegg, TEK10.

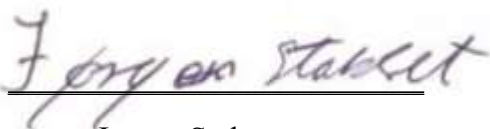
FORORD

Denne bacheloroppgaven er utført våren 2019 og regnes som den avsluttende oppgaven for studieretningen maskiningeniør med VVS-teknikk som spesialisering ved NTNU i Trondheim. Bacheloroppgaven er gjort i samarbeid med SIAT – Senter for Idrettsanlegg og Teknologi. Hensikten med denne oppgaven er å finne ut hvordan sanitæranleggene i idrettsbygg er oppbygd i forhold til forskrifter, veiledninger og standard abonnementsvilkår for vann og avløp, i tillegg til å få vist ingeniørkunnskapen forfatterne har.

Det har vært en svært lærerik prosess, der alle gruppe medlemmene har fått økt faglig kunnskap om sanitæranlegg og bruk av måleutstyr. Vi har også utviklet oss mye innenfor prosjektarbeid.

Vi vil rette en takk til alle som har hjulpet oss i denne prosessen, spesielt vår veileder Oddbjørn Sjøvold for veiledning underveis, Bjørn Aas fra SIAT for oppgaven, Sverre Sund som er driftsansvarlig i Heimdalshallen for tilgang, og sist, men ikke minst Øystein Glåmseter som er daglig leder ved Lade Tennisarena og styremedlem ved Lade Sportsarena, som har gitt oss tilgang til idrettsbygget og et møterom som vi har hatt til disposisjon under rapportskrivningen.

Problemstillingen til oppgaven har endret seg i løpet av prosessen med godkjenning fra intern veileder, Oddbjørn Sjøvold.



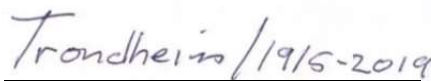
Jørgen Stakset



Edvart Bahi S. Balendran



Håkon O. Skavhaug



Sted/dato

SAMMENDRAG

I denne oppgaven skal det sees på om dagens varmt- og kaldtvannssystemer som blir levert til idrettsbygg er i henhold til gjeldende regelverk, forskrifter og veiledere. Fokus rettes mot kvaliteten på anlegget, hvordan varmt- og kaldtvannssystemer dimensjoneres, hvordan forebyggingen mot legionellautbrudd i varmtvannssystemer utføres og hvordan kvaliteten på de valgte løsningene er. Det er gjort analyse av Lade Sportsarena som sammenlignes med Heimdalshallen. På anleggene er det utført målinger av trykk, temperatur og vannmengder.

Målingene av vannmengder ut ifra dusjene ble gjort med forskjellige antall dusjer påskrudd for å se om de leverer tilfredsstillende vannmengde. På Lade Sportsarena varierer vannmengden fra 0,18 l/s med én dusj på til 0,07 l/s med 27 dusjer på samtidig, mens i Heimdalshallen varierer den fra 0,17 l/s med én dusj på til 0,08 l/s med 8 dusjer på. Det er ca. 1/3 av vannmengden ut ifra dimensjonerende normalvannmengde. Det er gjort en redimensjonering av anleggene på Lade Sportsarena og Heimdalshallen med dimensjoneringsmetoden forenklet dimensjonering og det viser seg at samtlige rørstrekk er underdimensjonert hvis man skal kunne bruke alle dusjene samtidig. Forholdstallet mellom antall dusjer og antall brukere på Lade Sportsarena er ca. 1:10. Oppgaven viser at Lade Sportsarena har for mange dusjer i forhold til det som blir brukt. Dette er funnet ut ved målinger av temperatur og vannforbruk. For å sjekke hvor lang ventetid det er på varmt- og kaldt tappevann er tappetiden målt. Målingene ble gjennomført på ytterste tappested som var blandebatteriet til en utslagsvask. Tappetiden som ble målt på varmtvannsledningen på Lade Sportsarena, viser at det tar 10 sekunder før det kommer 47,3°C varmt vann i utslagsvasken i tredje etasje. På kaldtvannsledningen tar det 10 minutter med tapping til temperaturen er nede på 12,2°C. Det er også funnet ut hvilken form for legionellabehandlingsmetode det er ved Lade Sportsarena og Heimdalshallen. De forskjellige metodene er vurdert om det er i henhold til gjeldende forskrifter og veiledere. I Heimdalshallen er det funnet ut at varmebehandlingsmetoden for forebygging av legionellavekst er løst på en måte som er beskrevet i veilederen fra folkehelseinstituttet. Lade Sportsarena har en slags oppvarmingsmetode for å bekjempe legionella, de har kun oppvarming av vann i sirkulasjonskretsen en gang i uken. Det er i oppgaven kommet med to forslag til hvordan man kan få varmebehandlingsmetoden. Den ene løsningen innebærer å kjøre varmt vann inn på kaldtvannssiden ved å montere inn en slange i mellom fordelerstokkene på varmt- og kaldtvannsledningen. Den andre løsningen vil være å bytte ut alle dusjpanelene til noen som kan kobles opp imot SD-anlegget.

ABSTRACT

This bachelor's thesis looks at domestic hot watersystems in sports buildings. Regulations and guidelines will be used for relevant requirements for the systems. The focus will be towards the quality and the dimensioning of the system, as well as how the impediment of legionnaires' disease and what quality the solutions have. The thesis will be an analysis of Lade Sportsarena, and it will be compared to Heimdalshallen. To make an analysis of the hot water systems, data of water flow, temperatures and pressure has been collected.

The water flow was measured from showers with different number of showers in use. The goal was to see if the water flow was acceptable. The water flow at Lade Sportsarena differentiate from 0,18 l/s with one shower in use to 0,07 l/s with 27 showers in use. At Heimdalshallen, the water flow went from 0,17 l/s with one shower to 0,08 l/s with eight showers. The lowest value of the water flow was ca. 1/3 of the water used for dimensioning. The pipes at Lade Sportsarena and Heimdalshallen has been dimensioned all over again. The method used for dimensioning was «forenklet dimensjonering». The dimensioning showed the pipes were too small if all the showers were to be used at the same time. The number of showers at Lade Sportsarena was a ratio of one to ten compared to expected users. Still, the thesis shows that there is likely too many showers compared to how many is used.

The waiting time for hot water and cold water was measured at the mixing battery of the utility sink at the third floor. This is because this sink would be one of the installations that need the highest pressure. The data showed that the hot water used approximately ten seconds to reach at temperature of 47,3 °C. The cold water reached a temperature of 12,2 °C after 10 minutes.

It was checked what kind of method was used at Lade Sportsarena and Heimdalshallen to impede the growth of legionnaires' disease. The methods have been compared to relevant regulations and guidelines. At Heimdalshallen, the method was solved in a way that was acceptable regarding the guidelines of the health institute. At Lade Sportsarena, there was a kind of heating method. The water was heated and pushed around in the circulation system once a week. This is not good enough for the standard in the guidelines of the health institute.

In the thesis, there has been made two suggestions on how to solve the problem. The first suggestion is to push hot water on both sides of the shower mixer. This will be done by connecting the distributing pieces for hot and cold water with a tube. The other suggestion is to switch out the showers with new showers that can be connected to a BMS.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	ii
SAMMENDRAG.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INNHALDSFORTEGNELSE	v
FIGURLISTE.....	viii
TABELLISTE.....	ix
BEGREPSLISTE	x
1. INNLEDNING.....	1
1.1 Begrensninger.....	2
1.2 Lade Sportsarena	2
1.3 Heimdalshallen.....	3
1.4 Oppgavens oppbygging.....	3
2. MÅL.....	4
3. METODE.....	5
3.1 Arbeidsforløp	5
3.2 Måleutstyr	6
3.3 Kalibrering av Almemo 710	6
3.4 Temperaturlogging Lade Sportsarena.....	7
3.5 Dusjsimulering Lade Sportsarena og Heimdalshallen	8
3.6 Måling av vannforbruk	11
3.7 Måling av trykk	12
3.8 Tappetid.....	13
3.9 Innhenting av info om prosedyrer for forebygging av legionellavekst.....	13
3.9.1 Lade Sportsarena.....	13
3.9.2 Heimdalshallen	13
3.10 Litteratursøk.....	14
3.11 Feilkilder.....	14
3.11.1 Temperatur	14
3.11.2 Vannmengder dusj	14
3.11.3 Forbruk av vann	14

3.11.4	Trykkmåling.....	15
3.12	Helse, miljø og sikkerhet.....	15
4.	TEORI.....	16
4.1	Tappekarakteristikk tappeutstyr.....	16
4.2	Dimensjoneringsmetoder.....	16
4.2.1	Forenklet dimensjonering.....	16
4.2.2	Trykktapsdimensjonering.....	19
4.3	Sannsynlig maksimal vannmengde.....	22
4.4	Normalvannmengder.....	22
4.5	Energi.....	23
4.6	Grunnleggende kunnskap om legionellabakterien.....	23
4.7	Legionella behandlingssystemer.....	24
4.7.1	Rengjøringsmetoden.....	24
4.7.2	Varmebehandling.....	25
4.7.3	Gjennomspyling.....	25
4.8	Dårlige vekstbetingelser for legionella.....	25
5.	RESULTATER.....	26
5.1	Lade Sportsarena.....	27
5.1.1	Systemskjema.....	27
5.1.2	Dusjsimulering.....	28
5.1.3	Tappetid.....	34
5.1.4	Dimensjonering.....	35
5.1.5	Legionella.....	38
5.1.6	Avvik.....	42
5.2	Heimdalshallen.....	43
5.2.1	Dusjsimulering.....	43
5.2.2	Dimensjonering.....	44
6.	DISKUSJON.....	47
6.1	Dusjanlegg.....	47
6.2	Tappetid.....	50
6.3	Dimensjonering.....	51
6.3.1	Dimensjoneringsmetoder.....	51
6.3.2	Forenklet dimensjonering.....	51
6.4	Legionella behandlingssystemer.....	55
6.4.1	Lade Sportsarena.....	55

6.4.2	Heimdalshallen	55
6.4.3	Sammenligning	55
6.4.4	Løsning nr. 1 for legionellaspyling på Lade Sportsarena	57
6.4.5	Løsning nr. 2 legionellaspyling på Lade Sportsarena.....	58
6.4.6	Sammenligning av løsning nr. 1 og 2	59
6.5	Avvik og mangler.....	60
6.5.1	Sanitærreglementet Trondheim kommune.....	60
6.5.2	Universell utforming av idretts- og nærmiljøanlegg.....	60
6.5.3	Generelle funn.....	61
6.5.4	FDV dokumentasjon	61
7.	KONKLUSJON	62
7.1	Konklusjon	62
7.2	Videre arbeid	64
8.	REFERANSELISTE.....	65
9.	VEDLEGG.....	67
	Vedlegg 1- Populærvitenskapelig artikkel.....	67
	Vedlegg 2 - Tabell for verdier ved kalibrering av Almemo 710 V7	69
	Vedlegg 3 - Datablad: Dusjpaneler Lade Sportsarena	72
	Vedlegg 4 - Vannmengder ved fordelerstokker Lade Sportsarena.....	76
	Vedlegg 5 - Plantegning: Plan 1 Heimdalshallen	77
	Vedlegg 6 – Tabell for Figur 21	78
	Vedlegg 7 - Tabeller for utvalgte verdier ved logging av vannforbruk: 25.02-28.02	80
	Vedlegg 8 - Tabell for verdier ved måling av tappetid.....	81
	Vedlegg 9 - E-mail fra Lars-Erik Fiskum angående tappetid.....	82
	Vedlegg 10 - Temperaturlogging Lade Sportsarena: Grafer for uker.....	83
	Vedlegg 11 – Blandeventil Heimdalshallen: Eurotherm Ultramix.....	85
	Vedlegg 12 - Data for stabilisering av temperaturer ved legionellabehandling på Lade Sportsarena.....	86
	Vedlegg 13 - Utrekninger for energiforbruk og energibehov	88
	Vedlegg 14 - Pristilbud for ulike legionellabehandlinger.....	89
	Vedlegg 15 - Systemskjema: Heimdalshallen	92

FIGURLISTE

Figur 1: Visning av hvordan PT-100 elementene er montert på rørene i teknisk rom.	7
Figur 2: Viser hvordan målingene ble utført ved dusjsimulering.	8
Figur 3: Skisse av målepunkter i damegarderoben 1. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.	9
Figur 4: Skisse av målepunkter i damegarderoben 2. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde. ...	10
Figur 5: Skisse av målepunkter i herregarderobe 1. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.	10
Figur 6: Skisse av målepunkter i herregarderobe 2. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.	10
Figur 7: Skisse av målepunkter i garderobe 5 i Heimdalshallen.	11
Figur 8: Oppsett for logging av totalt vannforbruk Lade Sportsarena.	11
Figur 9: Måling av trykk i servant.	12
Figur 10: Oppsett for måling av tappetid Lade Sportsarena.	13
Figur 11: Trykktapsdiagram – koblingsledninger (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 51).	18
Figur 12: Nomogram for kobberrør i mm-serien uten avsetning vann 10°C (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 52).	20
Figur 13: Nomogram for plastrør. Vann 10°C (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 55).	21
Figur 14: Systemskjema for Lade Sportsarena.	27
Figur 15: Viser vannstrålen fra dusjhodet ved angitt antall dusj i 2. etasje på Lade Sportsarena.	29
Figur 16: Temperaturen når det 6 og 4 dusjer på i andre etasje.	29
Figur 17: Temperaturlogging 16.02 kl. 15:44-17:10	30
Figur 18: Temperaturlogging 25.02 kl. 18:51-19:26	30
Figur 19: Viser det totale vannforbruket i løpet av en periode fra 25.03 til 28.03.	31
Figur 20: Vannforbruk ved Lade Sportsarena - Døgn til døgn.	31
Figur 21: Graf av målt vannmengde og trykk sammenlignet mot forventet trykk og vannmengde.	33
Figur 22: Viser endringen av kaldtvannstemperaturen i batteriet for utslagsvask i 3. etasje ved Lade Sportsarena.	34
Figur 23: Viser endringen av varmtvannstemperaturen i batteri for utslagsvask i 3. etasje ved Lade Sportsarena.	34
Figur 24: Viser mulig løsning for legionellaspyling på Lade Sportsarena	38
Figur 25: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 5	39
Figur 26: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 6	39
Figur 27: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 7	40
Figur 28: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 8	40
Figur 29: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 9	40
Figur 30: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 10	41
Figur 31: Oppvarmingsmetoden Lade Sportsarena	41
Figur 32: Viser avgreining til brann skap før vannmåler Lade Sportsarena.	42
Figur 33: Viser vannstrålen ved angitt antall dusjer på i Heimdalshallen	44
Figur 34: Sammenligning av vannmengder på Lade Sportsarena og Heimdalshallen	46

TABELLISTE

Tabell 1. Dimensjoner og maksimal sannsynlig vannmengde (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 50).	17
Tabell 2: Motstandstall i rørdeler og ventiler. Grunnlag for beregning av enkeltmotstand (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 56).	21
Tabell 3: Normalvannmengder for tappesteder (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 46).	22
Tabell 4: Viser vannmengde og trykk ved dusjsimulering.	28
Tabell 5: Viser beregning og måling av statisk trykk Lade Sportsarena.	32
Tabell 6: Sum av normalvannmengder tappeutstyr Lade Sportsarena	35
Tabell 7: Viser forenklet dimensjonering av kaldtvannskrets på Lade Sportsarena.....	35
Tabell 8: Viser forenklet dimensjonering av varmtvannskrets på Lade Sportsarena	36
Tabell 9: Dimensjoner og vannmengde til ulikt utstyr koblet på fordelerstokkene.....	37
Tabell 10: Viser forenklet dimensjonering av rør på teknisk rom Lade Sportsarena.	37
Tabell 11: Antall personer som bruker Lade Sportsarena (Ref.: Øystein Glåmseter).....	38
Tabell 12: Komponentliste til Figur 24.....	39
Tabell 13: Energi som blir brukt under legionellaforebygging Lade Sportsarena.....	42
Tabell 14: Viser vannmengde, trykk og temperaturer målt under dusjsimulering Heimdalshallen	43
Tabell 15: Sum av normalvannmengder tappeutstyr Heimdalshallen	44
Tabell 16: Viser forenklet dimensjonering av kaldtvannskrets i Heimdalshallen.....	45
Tabell 17: Viser forenklet dimensjonering av varmtvannskrets i Heimdalshallen.	45

BEGREPSLISTE

VVS – Ventilasjon, varme og sanitær.

KV- Kaldtvann

VV – Varmtvann

TEK10 – Teknisk forskrift 2010

Vannmåler – En vannmåler er en innretning som måler volumet av vannet som strømmer gjennom den (Havellen, 2018a).

Reduksjonsventil – En reduksjonsventil er en ventil som reduserer trykket i væsker og gasser (*reduksjonsventil*, 2009).

Sikkerhetsventil – En sikkerhetsventil er en ventil som blåser av trykket når det tillatte trykket overstiges, ved at ventilen åpner seg (*sikkerhetsventil*, 2009).

Tilbakeslagsventil – Tilbakeslagsventil er en ventil som skal sikre at vannet kun strømmer i en retning (Stensaas, 2002, p. 147).

Motorisert shuntventil (blandeventil) – En ventil som blander vann som forskjellige temperaturer (Havellen, 2018b).

Varmeveksler – Innretning som muliggjør varmeoverføring mellom to væske- eller gasstrømmer med forskjellig temperatur (Pedersen, 2017).

1. INNLEDNING

I dagens samfunn er det flere og flere som bruker idrettshaller og/eller treningsstudio for å få sin daglige mosjon. Samtidig har det generelt blitt et stort fokus på energibesparelse. I et bygg med stort varmtvannsforbruk vil et tiltak være å senke temperaturen på tappevannet. Ved å senke temperaturen kreves det mindre energi og varmeoverføringen fra rør og ut i rommet går ned, og derfor er det aktuelt å se på hvordan legionellproblematikken skal løses.

Legionellabakterien trives bedre jo nærmere vanntemperaturen er 20-50 °C.

Sanitæranleggene er bygd opp av mange komponenter som påvirker vannmengden som kommer ut av tappeutstyret. For at det skal bli gode opplevelser i dusjanleggene i idrettsbygg krever det at det er gode løsninger som er prosjektert, dimensjonert og utført riktig.

Problemstillingen er: Hvordan bør varmt- og kaldtvannssystemet for sanitæranlegg i idrettsbygg være designet og dimensjonert?

Kravene skal være relatert til forskrifter/veiledninger for legionella samt TEK og Tekniske bestemmelser - Standard abonnementsvilkår for design og dimensjonering.

I denne oppgaven skal det sees på om dagens varmt- og kaldtvannssystemer som blir levert til idrettsbygg er i henhold til gjeldende regelverk, forskrifter og veiledere. Fokus rettes mot kvaliteten på anlegget, hvordan varmt- og kaldtvannssystemer dimensjoneres, hvordan forebyggingen mot legionellautbrudd i varmtvannssystemer utføres og hvordan kvaliteten på de valgte løsningene er.

Oppgaven skal belyse løsninger og målinger som er utført ved to idrettsanlegg i Trondheim. Det er målt vannmengder, trykk og temperaturer. Det er i hovedsak sett på Lade Sportsarena, som er sammenlignet med Heimdalshallen.

Disse to idrettsbyggene ble valgt på grunn av anbefaling fra veiledere, lett tilgjengelighet og hjelpsomme eiere. Det er to relativt nye bygg, men med to forskjellige løsninger på varmtvannssystemet. Begge oppvarmes av fjernvarme, men Lade Sportsarena har direkte oppvarming mens Heimdalshallen har energilagring ved hjelp av en varmtvannsbereder.

1.1 Begrensninger

Dimensjoneringen er begrenset til forenklet dimensjonering da det gir et bra bilde på hvordan anlegget er dimensjonert. Når det kommer til legionellabehandlingssystemer er det i hovedsak sett på varmebehandlingsmetoden. For design og dimensjonering av varmt- og kaldtvannssystemet er det i hovedsak sett på det som avviker fra TEK10, forskrifter, veiledninger og Tekniske bestemmelser - Standard abonnementsvilkår for vann og avløp. Det er i hovedsak sett på dusjanlegg i idrettsbygg.

Trykket som er målt på Lade Sportsarena er målt i servanten som er koblet til samme fordelerstokk som dusjene. Dette var den eneste muligheten for å få målt trykket utenom å gjøre endringer på anlegget, noe som ikke ble tillatt siden anlegget enda var i garantitiden. Det mest optimale her hadde vært å montere inn manometer rett før dusjbatteriet.

I Heimdalshallen er det begrenset med målinger på grunn av vanskeligheter med å få tilgang på mer enn én garderobe om gangen, siden idrettsbygget er i kontinuerlig bruk hele tiden. Derfor er det utført dusjsimulering i kun én garderobe med åtte dusjer. Under dusjsimuleringen blir det målt vannmengder med forskjellig antall dusjer på samtidig.

1.2 Lade Sportsarena

Lade Sportsarena er en sambrukshall for Trondheim Taekwon-Do klubb, Lade Tennisarena og Trondheim Bordtennisklubb. Trondheim Taekwon-Do klubb disponerer kampsportsanlegg på 1800m², Lade Tennisarena disponerer 2600m² og Trondheim Bordtennisklubb disponerer 800m². Totalt er Lade Sportsarena 5600m². Bygget er relativt nytt og ble åpnet 18. april 2018. Det er idrettsklubbene selv som eier og drifter anlegget (Kessel, 2018).

Bygget er prosjektert etter TEK10.

Sanitærinstallasjonene i bygget er 27 dusjer som er fordelt på 4 garderober, 2 herre- og 2 damegarderober. Det er 11 servanter, 15 toaletter, 4 kjøkkenbatterier, 3 drikkestasjoner og 2 utslagsvasker som er fordelt på 3 etasjer.

1.3 Heimdalshallen

Heimdalshallen er en idrettshall som ligger i Heimdal i Trondheim kommune. Idrettshallen består av én stor og flere små basishaller. Det er også treningscenter, felles oppholdsrom og resepsjon med kiosk. Hele bygget er på totalt 4800m² og ble åpnet 10. juni 2014. Det er Heimdal idrettsforening som eier og drifter anlegget (Brox, 2014).

Sanitærinstallasjonene i bygget er 66 dusjer som er fordelt på 10 garderober, 4 herre-, 4 dame- og 2 dommergarderober. Det er 17 servanter, 11 toaletter, 1 kjøkkenbatterier, 12 tappeventiler og 3 utslagsvasker som er fordelt på alle 3 etasjene i bygget.

1.4 Oppgavens oppbygging

Kapittel 1	Innledning: I dette kapitlet er det presentert bakgrunn og problemstilling for oppgaven. Det er også kort info om de idrettsbyggene vi har sett på.
Kapittel 2	Mål: I dette kapitlet er målene for oppgaven presentert.
Kapittel 3	Metode: Dette kapitlet inneholder info om hvordan arbeidsforløpet har foregått, hvilke måleutstyr som er brukt og hvordan utstyret har blitt kontrollert og kalibrert, metoden på målingene og avvik.
Kapittel 4	Teori: I dette kapitlet beskrives teorien som var nødvendig for å kunne forstå resultatene, diskutere og konkludere. Det er beskrevet trykk karakteristikk, dimensjoneringsmetoder, sannsynlig maksimal tappevannsmengde, formel for energibergening og grunnleggende kunnskap om legionella.
Kapittel 5	Resultater: I dette kapitlet er resultatene presentert med forklaringer på figurene og tabellene.
Kapittel 6	Diskusjon: I dette kapitlet blir resultatene knyttet opp mot problemstillingen og diskutert.
Kapittel 7	Konklusjon: I dette kapitlet er konklusjonen og videre arbeid til oppgaven.
Kapittel 8	Referanseliste: I dette kapitlet er kildene presentert.
Kapittel 9	Vedlegg: I dette kapitlet ligger alle vedlegg til oppgaven.

2. MÅL

Gruppen har som mål å finne ut hvordan varmt- og kaldtvannssystemet bør være designet og dimensjonert i henhold til TEK10, forskrifter, veiledninger og standard abonnementsvilkår.

Gruppen har også som mål å bli kjent med forskjellige målemetoder og kunne bruke måleutstyr for å måle temperatur, vannmengder og trykk.

Et annet mål med denne oppgaven er å få en bra oppgave slik at den kan bli brukt av anleggets eiere til å få en forståelse og bli opplyst om mulige feil og mangler av systemet sitt. Men også lage en oppgave som kan være til nytte i senere tid for andre som skal bygge eller renovere idrettsbygg slik at de kan unngå de samme feilene.

Effekt målet med denne bacheloroppgaven er å vise kunnskapen, ferdighetene og den generelle kompetansen vi har utviklet over de 3 årene på maskiningeniør studiet.

3. METODE

Dette kapitlet inneholder info om hvordan arbeidsforløpet har foregått, hvilke måleutstyr som er brukt og hvordan utstyret har blitt kontrollert og kalibrert. Metodene som er brukt for å komme frem til resultatene, er forklart på en slik måte at leseren av oppgaven kan komme frem til samme resultater som det er gjort i denne oppgaven. Det er også beskrevet hvilken informasjon som var tilgjengelig om de forskjellige byggene før målingene startet. Under litteratursøk er det en kort beskrivelse av prosessen for å finne relevant litteratur. Under feilkilder er det nevnt forskjellige måleavvik som kan skyldes utstyr eller menneskelig svikt. Det er også tatt med generelle HMS regler som ble utarbeidet før feltarbeidet begynte.

3.1 Arbeidsforløp

Gruppemedlemmene diskuterte innledningsvis hva den enkelte ønsket å skrive oppgave om, og ble enige om å se nærmere på sanitæranlegg. Deretter ble Bjørn Aas fra SIAT- Senter for Idrettsanlegg og teknologi kontaktet. Under et møte ble det enighet om en oppgave som omhandlet sanitæranlegg i idrettsbygg.

Gjennom et forprosjekt ble det laget en fremdriftsplan og besluttet hvordan oppgaven skulle utføres med arbeidsfordeling og møter. Det ble laget et gant-skjema med tidsperioder til de forskjellige aktivitetene. Etter råd ifra Bjørn Aas, ble det satt opp et møte med han og daglig leder for Lade Tennisarena, der ble det diskutert hvordan man kunne utføre målingene og om han ga tillatelse til dette. I starten av prosjektet var det i hovedsak målinger ute i felt og opparbeidelse av grunnleggende kunnskap om sanitæranlegg. Det ble gjort litteratursøk på skolens bibliotek og nettet, der bøkene «Sanitærteknikk» utgitt av Leif Stensaas og «Varme og kjøleteknikk» utgitt av David Zijdemans er litteratur som er mye brukt. Tekniske bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp, veilederen – Universell utforming av idretts- og nærmiljøanlegg, veilederen – Forebygging av legionellasmitte og byggeteknisk forskrift (TEK10) er også litteratur som er mye brukt i oppgaven.

Etter hvert som alle målinger på anleggene var ferdig ble disse nøye gjennomgått for å sikre at alle utvalgte målepunkter var avlest. Når det var gjort ble fokuset flyttet over til oppgaveskriving, der det først ble utarbeidet en plan på oppbyggingen av oppgaven.

3.2 Måleutstyr

Alt måleutstyr som er brukt i dette prosjektet er nevnt under:

Hva:	Type:	Serienummer:	Tilbehør	Referanse til produktside:
Elektronisk temperaturmåler	Fluke 51 II thermometer	81380013	-	(Fluke, 2019)
Datalogger	Almemo 710	H16110188	PT100 element	(Ahlborn, 2019)
Trykkmåler	Danfoss MBD1000	060G1125	Omformer	(Danfoss, 2019)
Stoppeklokke	Garmin Forrunner 920xt	-	-	(Garmin, 2019)
Koblings ur	(Clas Ohlson) 11GW/3A-1	SE-79385 insjøn	-	(Clas Ohlson, 2019)
Kamera	GoPro Hero 5 black	3202-16-3924	Ladeledning	-

3.3 Kalibrering av Almemo 710

Dataloggeren av typen Almemo 710 ble testet. Dette ble utført på VVS- laben på Kalvskinnet. Det ble koblet til 9 stykk PT-100 element som ble satt i et glass med vann som sto på en magnetrører med varme. Det ble logget fra temperaturene 5-95 °C. Det avviket som var i mellom PT-100 elementene er såpass lite at det ble ikke gjort noen justeringer på verdiene som ble utført ute i felt. Dette er fordi det allerede er en feilmargin, da det blir målt temperaturer med PT-100 elementene utenpå rørene. Verdiene fra testen ligger vedlagt i Vedlegg 2.

3.4 Temperaturlogging Lade Sportsarena



Figur 1: Visning av hvordan PT-100 elementene er montert på rørene i teknisk rom.

På Lade Sportsarena ble det foretatt temperaturmålinger på tappevannsanlegget i teknisk rom. Det ble brukt en datalogger av typen Almemo 710 med PT-100 elementer på 9 målepunkt for å utføre loggingen. Målepunktene som ble valgt var tur og retur på primærsiden av varmeveksleren, kaldt- og varmtvann før og etter varmevekslerne på sekundærsiden, rørene etter blandeventilene, sirkulasjonsledningene og kaldtvannsinntaket. I målepunktene ble PT100-elementene festet på utsiden av rørene og under isolasjonen, som vist på Figur 1.

Dataloggeren har stått på fra 25. februar frem til 11. mars med kun noen timers opphold når data har blitt lagt over til en PC fra loggeren. Mens loggeren har målt, så har den vært tilkoblet strømmettet for å være sikker på at loggeren ikke ville skru seg av. Dataloggeren var innstilt på at den skulle logge alle temperaturene til de 9 målepunktene hvert 10 sekund.

3.5 Dusjsimulering Lade Sportsarena og Heimdalshallen



Figur 2: Viser hvordan målingene ble utført ved dusjsimulering.

For målinger av vannmengder ble det benyttet en vaskebøtte, litermål, stige, stoppeklokke, strips og en festereim. For å gjennomføre målingene ble det målt opp 10 liter i en bøtte. Vannmengden ble kontrollert ved bruk av litermål også ble det satt merker på bøtta som viste hvor tilitersgrensa var. Deretter ble bøtta plassert under dusjhode som det var ønske om å måle vannmengden til. Stoppeklokka ble startet samtidig som sensoren til dusjen ble utløst og stoppeklokka ble stoppet idet vannkanten nådde tilitersmerke på bøtta.

Det er to forskjellige oppsett som ble brukt for å henge opp bøtten. Da det ble gjort målinger i handicapdusjen i herregarderobene, ble dusjhodet med slange brukt. Bøtten ble plassert på en lav stige og dusjhode ble stripset fast i stigen sånn at alt vannet kom ned i bøtten. Der det ikke var dusjhode med slange, ble det benyttet en høyere stige og bøtten hengt i en festereim som var festet i toppen av stigen. Som vist på Figur 2. Denne løsningen ble brukt både på Lade Sportsarena og Heimdalshallen.

På Lade Sportsarena ble det foretatt målinger med én til 27 dusjer på samtidig. I starten av forsøkene var det en person som styrte stoppeklokken, fulgte med på vannmengden i bøtten, og

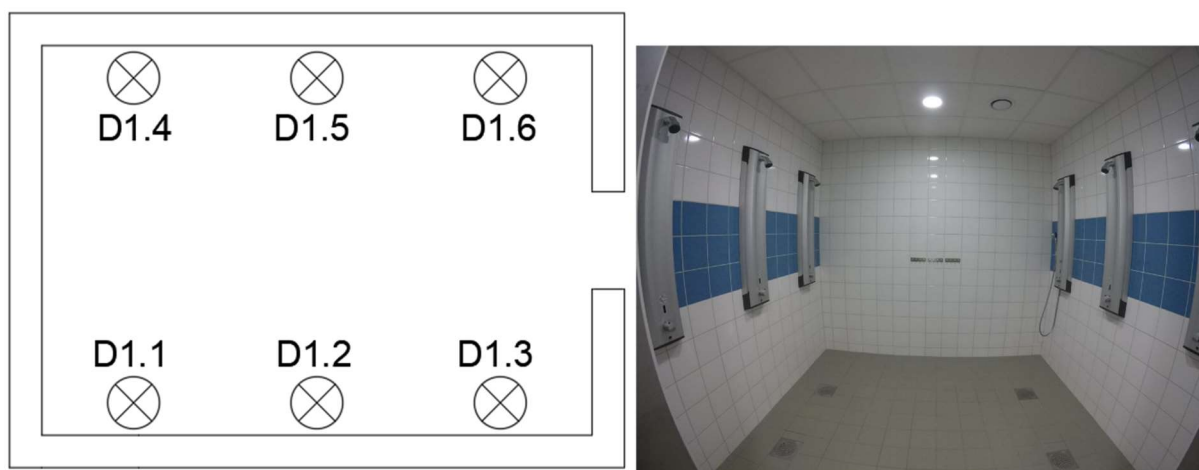
sørget for at dusjen som det ble målt på ikke stoppet. Samtidig var det to andre personer som utløste bevegelsessensorene for det ønskede antall dusjer. Disse bevegelsessensorene måtte aktiveres hvert fem sekund. Det gikk greit da det skulle være få dusjer på samtidig, men etter hvert som det skulle være flere dusjer på samtidig ble det funnet en annen løsning. Den nye løsningen ble å sette en tapebit over bevegelsessensoren som gjorde at dusjene sto på i fem minutter. Teipen måtte bli festet slik at den var 3-6 cm vekk fra sensoren.

I Heimdalshallen ble samme oppsett som beskrevet over brukt på oppheng av bøtte, tidtaking og måling av vannmengde. På disse dusjarmaturene er det trykknapp i stedet for bevegelsessensor, så her var det bare å gå rundt å trykke på ønsket antall dusjer så de ikke stoppet. Dusjene sto på i ca. 30 sekunder på hvert trykk.

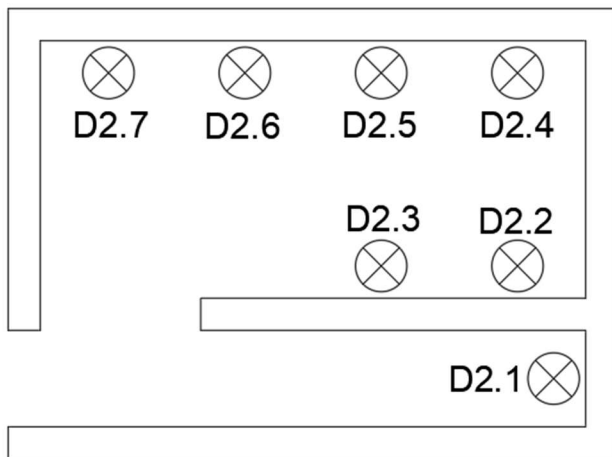
Tiden som ble målt for å fylle til litersbøtten ble skrevet ned på et måleskjema i Excel.

Vannmengde ble regnet ut ved å dele vannvolumet på tiden. Alt dette ble gjort i Excel.

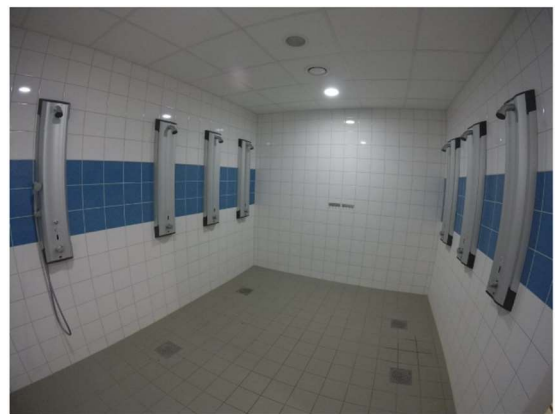
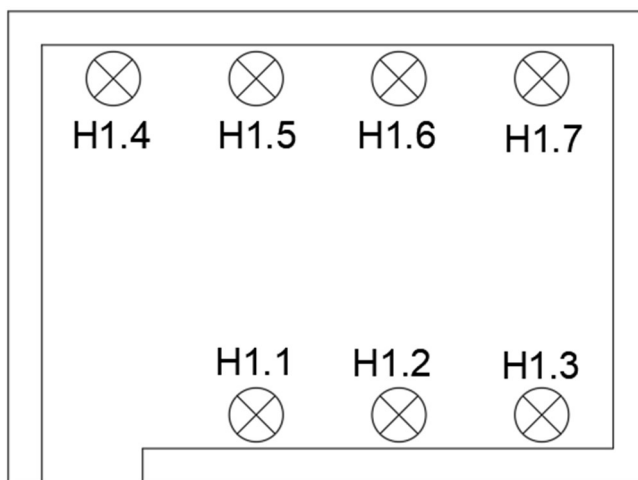
Det ble lagd skisser av garderobene med gitte målepunkt som vist på Figur 3, Figur 4, Figur 5, Figur 6 og Figur 7. Dette er gjort for å holde kontroll på hvilken garderobe og dusj som ble målt på til enhver tid. Det ble også notert dato og klokkeslett for når vi utførte forsøkene. Dette ble gjort for å kunne se på hvilke temperaturer det var på de forskjellige målepunktene på teknisk rom ved endret antall dusjer på. Dataloggeren logget også dato og tid.



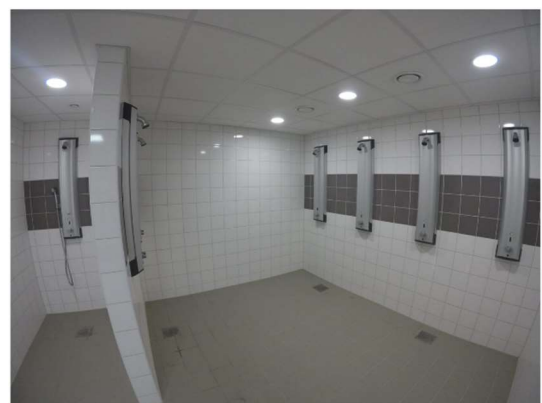
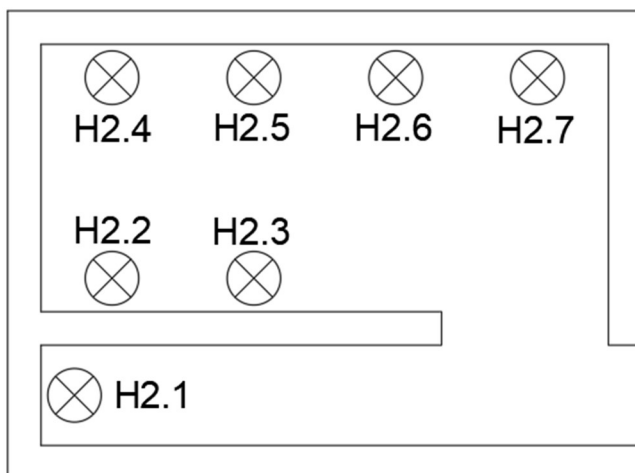
Figur 3: Skisse av målepunkter i damegarderoben 1. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.



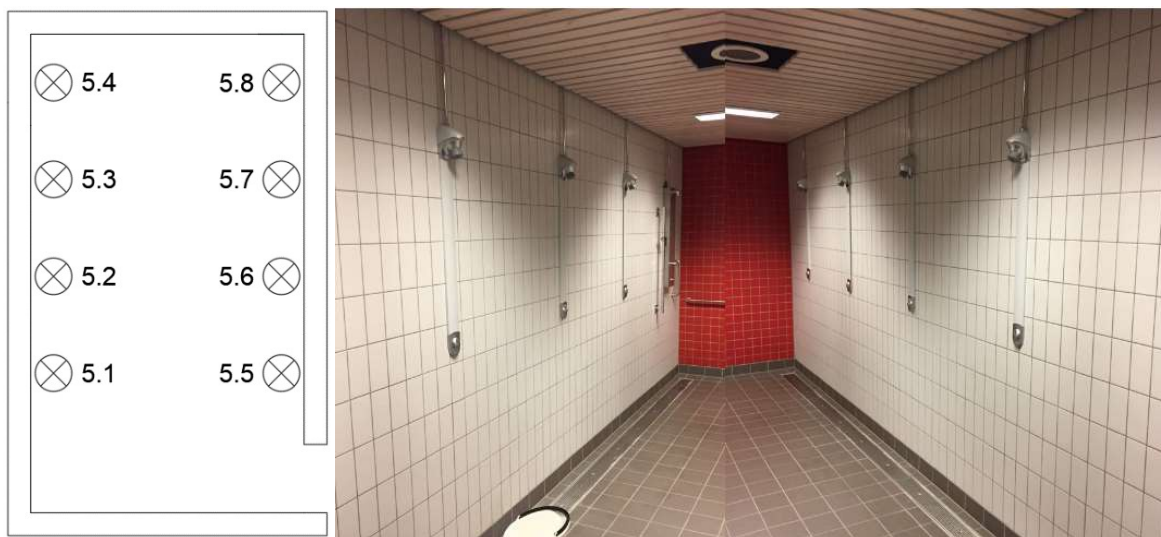
Figur 4: Skisse av målepunkter i damegarderoben 2. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.



Figur 5: Skisse av målepunkter i herregarderober 1. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.



Figur 6: Skisse av målepunkter i herregarderober 2. etasje på Lade Sportsarena pluss bilde.



Figur 7: Skisse av målepunkter i garderobe 5 i Heimdalshallen.

3.6 Måling av vannforbruk



Figur 8: Oppsettet for logging av totalt vannforbruk Lade Sportsarena.

For å få et forbruksmønster på tappevannet, ble det hengt opp et GoPro-kamera i hyssing over vannmåleren. I lokket på vannmåleren ble det festet en klokke som viste tid og dato. Oppsettet er vist på Figur 8. Kameraet ble innstilt på å ta bilde hvert minutt. For å ta vare på batteriet i dette kameraet, ble det brukt et støpsel med timer. Den slo på strømmen i 1t og 45 min, så var

den av i tilsvarende tid. Etter at kameraet hadde stått noen dager ble bildene lastet over på en PC, og alle målingene ble notert i et Excel-ark. Denne metoden ble brukt siden skolen ikke hadde måleutstyr for å måle vannmengder i rør, de hadde heller ikke ressurser til å skaffe utstyret vi trengte.

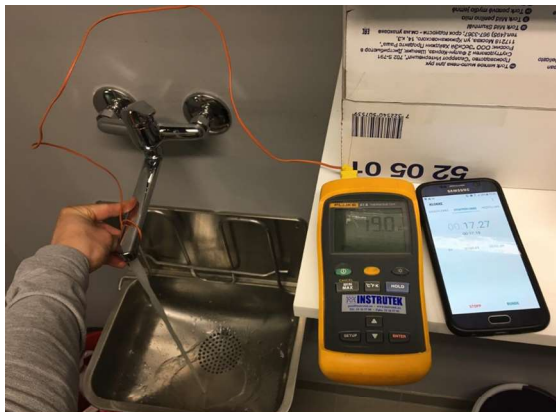
3.7 Måling av trykk



Figur 9: Måling av trykk i servant.

For måling av trykk ble det benyttet en trykkmåler av typen Danfoss MBD1000. Der det var manuelt servantbatteri ble trykkmåler montert som vist til venstre i Figur 9, men der det var berøringsfri servantbatteri ble trykkmåleren montert som vist til høyre i Figur 9. Dette ble gjort fordi med en berøringsfri servant må man aktivere servanten med bevegelse foran sensoren, eller så lukker den og man får ikke målt trykk. Med et vanlig servantbatteri ble det montert trykkmåler og kranen ble åpnet. Når det ble kjørt dusjsimulering ble verdiene som trykkmåleren viste filmet med et mobilkamera og avlest i etterkant.

3.8 Tappetid



Figur 10: Oppsett for måling av tappetid Lade Sportsarena.

For måling av tappetiden på varmtvannet og kaldtvannet, ble det benyttet en elektronisk temperaturføler av typen Fluke 51 II Thermometer, stoppeklokke og filmkamera (telefon). Temperaturføleren ble festet på servanten slik at den målte i vannstrålen. Stoppeklokken ble startet samtidig som servanten ble skrudd på og det ble avlest temperaturer hvert femte sekund. Forsøket ble utført i 3 etasje, da dette er ved den fordelerstokken som er lengst unna teknisk rom. Målingene ble utført tidlig på morgenen for å unngå at det var noen som brukte eller hadde brukt tappevann før oss den dagen. Tappetiden på varmt- og kaldtvann er målt på et batteri til en utslagsvask. Oppsettet av måleutstyret er vist på Figur 10.

3.9 Innhenting av info om prosedyrer for forebygging av legionellavekst

3.9.1 Lade Sportsarena

På Lade Sportsarena var det lite informasjon å få om sanitæranlegget, noe mest sannsynlig skyldes dårlig opplæring av de som driver bygget på Lade Sportsarena da anlegget ble overlevert fra utførende entreprenør til utbygger. For å få mer informasjon om dette sanitæranlegget ble det startet med å logge temperaturer på tappevannet.

3.9.2 Heimdalshallen

For å finne informasjon om hvordan legionellabekjempelse foregikk i Heimdalshallen ble det snakket med Sverre Sund, som er driftsansvarlig på bygget. Det ble avtalt en dag for å komme på omvisning og befaring, der ble det forklart hvordan anlegget fungerte og hvordan prosedyrene for legionellabekjempelse fungerte.

3.10 Litteratursøk

For å kunne skrive denne oppgaven så har det vært nødvendig å finne hvilke retningslinjer som gjelder for å dimensjonere og designe sanitæranlegg. Siden det har vært undervisning om akkurat dette, var det en viss formening om hvilke bøker og nettsider det fantes relevant litteratur i. Samtidig har det blitt sjekket hva som står i TEK10, siden Lade Sportsarena er bygget etter denne forskriften. Det ble også stilt spørsmål om det ikke eksisterte en veileder for legionellabekjempelse, det ble gjort litt undersøkelser rundt dette og etter samtale med ekstern veileder tipset han om veilederen for legionellabekjempelse utgitt av folkehelseinstituttet.

3.11 Feilkilder

3.11.1 Temperatur

Det var et avvik på målingene av temperaturer på tappevannsanlegget på teknisk rom. Dette kom av at målingene av temperaturer ble utført ved at PT-100 elementene var plassert på utsiden av røret. Måling av temperaturen på vannet ut av et av servantbatteriene i første etasje viste at temperaturen ut var 54-55°C. Mens loggingen av teknisk rom viste at temperaturen etter blandeventilen lå på 49-50°C. Avviket var dermed av en slik størrelse at det var viktig å tenke på at avviket eksisterte når det blir gjort vurderinger av systemet.

3.11.2 Vannmengder dusj

For målingen av dusjenes vannmengde, var de største måleavvikene som følge av at tiden ble målt ved bruk av en stoppeklokke som måtte startes og stoppes manuelt, og at stoppeklokken skulle stoppes når vannflaten nådde merket for 10 liter. Man fikk altså avvik fordi stoppeklokka ikke ble startet i rett tid, stoppet i rett tid og at tolkning av når vannoverflaten krysset merket varierte.

3.11.3 Forbruk av vann

For måling av forbruket av vann ved hjelp av vannmåleren framkom et bilde på forbruket i anlegget. Det som ikke framkom var hvilket tappeutstyr som ble brukt. Det kunne vært en servant, dusjbatteri, drikkestasjon, kjøkkenbatteri, brannskap eller toalett som det ble tappet fra.

3.11.4 Trykkmåling

Når trykkmålingene ble utført ble det målt trykk i en servant der det målte trykket både på varmt- og kaldtvannsledningen. Trykket på disse vil være forskjellig da det er et større trykktap gjennom oppvarmingssystemet. Så dette vil gi et avvik siden den måler det høyeste trykket ved målepunkt. I dette tilfellet er det høyere trykk i kaldtvannsledningen.

3.12 Helse, miljø og sikkerhet

Før målinger, undersøkelser og forsøk ble det tatt en risikovurdering i forkant. Disse punktene ble fulgt under målingene.

- Forsiktighet rundt tekniske installasjoner
- Påsett at hendler og andre ventilers posisjoner er urørt, da dette kunne ha innvirkning på anlegget.
- Ved bruk av gardintrapp var det alltid en person som holdt i trappen for å unngå fallskader. Øverste plataet på gardintrappen ble aldri brukt, da dette plataet kan være farlig å bruke som ett trinn.
- Hensynstakelse til brukerne av bygget.
- Møbler og andre gjenstander på bygget ble behandlet med forsiktighet.

4. TEORI

I dette kapittelet beskrives teorien som var nødvendig for å kunne forstå resultatene, diskutere og konkludere. Det er beskrevet trykk karakteristikk, dimensjoneringsmetoder, sannsynlig maksimal tappevannsmengde, formel for energibergening og grunnleggende kunnskap om legionella.

4.1 Tappekarakteristikk tappeutstyr

For at et tappeutstyr skal kunne levere normalvannmengden, kreves det et gitt trykk.

Vannmengden til tappeutstyret endres ved trykkendringer, og kan bli funnet ved bruk av formelen:

$$\frac{Q}{Q_N} = \sqrt{\frac{p}{p_N}}$$

Der Q_N (m^3/s) er normalvannmengden, Q (m^3/s) er vannmengden, p_N (Pa) er normaltrykket og p (Pa) er det statiske trykket foran ventilen (Austbø, 2018a).

4.2 Dimensjoneringsmetoder

4.2.1 Forenklet dimensjonering

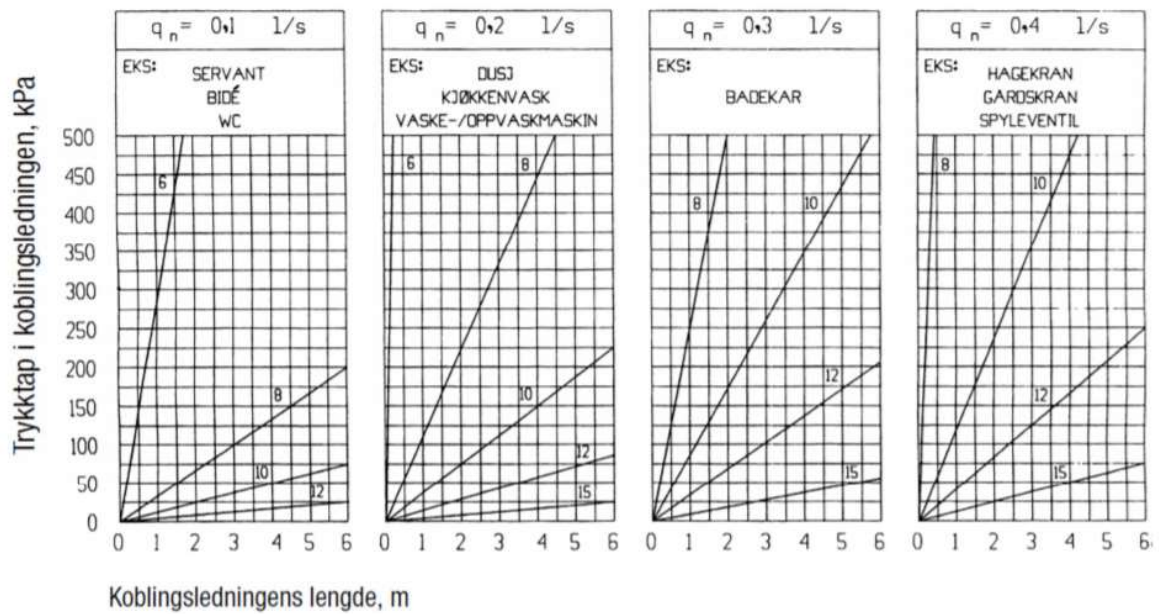
Ved bruk av forenklet dimensjonering, så benyttes tabeller som er laget på forhånd. Disse tabellene setter noen krav til om de kan brukes til å dimensjonere anlegget. Kravene er at høydeforskjellen mellom anboringspunkt og øverste tappested ikke skal overskride 15 meter og at rørsystemet er til vanlige boligbygg, forretningsbygg, hoteller eller lignende. I tillegg til disse kravene, så er det ulike krav avhengig av om man ser på fordelingsledninger, stikkledninger eller koblingsledninger. For fordelingsledninger kreves det at trykket ved forgreiningen i hovedledningen er over 350 kPa. Da kan man benytte seg av Tabell 1. For stikkledninger kan man benytte Tabell 1 når trykket ved forgreiningspunktet i hovedledningen er 350 kPa, men da må stikkledningen ha en lengde som er under 10 meter. Hvis det er for stikkledninger med lengder mellom 10 til 20 meter, så krever man at trykket i forgreiningspunktet er over 400 kPa. For lengder opptil 60 meter så benytter man Tabell 1, men man øker med en dimensjon (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 13).

Utvendig diameter		Innvendig diameter		Største samtidige vannmengde q l/s
mm 1	tommer 2	mm 3		
12	1/2	10,0	9,5	0,2
15	5/8	12,6	12,7	0,4
18	3/4	15,6	15,9	0,5
22		19		0,6
28	1	22,2		0,85
		25		1,1
35	1 1/4	27,8		1,5
		31		1,8
42	1 1/2	34,1		2,1
		38		2,8
	1 3/4	40,5		2,9
	2	46,8		3,7
54		50		4,5
	2 1/4	52,1		4,7
	2 1/2	58,5		5,9
	3	71,1		8,0

For fordelingsledninger kan ved tilnærmet dimensjoneringsberegning brukes en midlere bevegelsesmotstand (for friksjons- og enkeltmotstand) = 2,0 kPa/m for samtlige dimensjoner unntatt for 12 og 15 mm samt 1/2"-5/8", hvor trykktapet kan regnes = 10,0 kPa/m. Konstante vannuttak må i sin helhet tillegges den funne sannsynlige maks. belastning.

Tabell 1. Dimensjoner og maksimal sannsynlig vannmengde (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 50).

For koblingsledninger, benyttes det tilgjengelig trykk ved forgreiningen til koblingsledningen og trekker fra nødvendig trykk for den ønskede armaturen. Det som blir igjen er trykket som er tilgjengelig til å bruke i koblingsledningen. Man bruker så Figur 11 og finner dimensjonen som ved den gitte lengden gir et trykktap som er mindre, men så nærme som mulig det tilgjengelige trykket (Stensaas, 2002, s. 130).



q_n = normalvannmengde

I diagrammet er det bare vist utvendig diameter i millimeter.

Figur 11. Trykktapsdiagram – koblingsledninger (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 51).

Ved bruk av forenklet dimensjonering kan man anta at trykktapet i fordelingsledningen er 2,0 kPa/m for alle dimensjoner over 15 mm, mens for dimensjonene 12 og 15 mm kan man anta et trykktap på 10,0 kPa/m. Disse verdiene skal kompensere for friksjonstap og støttap (Stensaas, 2002, s. 128).

4.2.2 Trykktapsdimensjonering

Ved trykktapsdimensjonering starter man med å bruke Tabell 1 til finne dimensjonene til rørene. Så bruker man Figur 12 for kobberør og Figur 13 for plastrør for å finne friksjonstapet i de ulike kursene frem til koblingsledningen for den ønskede armaturen. Støttapet kan man velge om man skal telle alle enkeltmotstander og bruke Tabell 2 til å finne det totale motstandstallet, eller så kan man gjøre en forenkling å anta at støttapet er 20 % av friksjonstapet. I tillegg må man legge på motstanden i vannmåleren. Etter at man har regnet det totale trykktapet frem til koblingsledningen, så trekker man det totale trykktapet og armaturens nødvendige trykk fra trykket man har inn i bygget. Da får man det trykket man har tilgjengelig for koblingsledningen. Da kan man bruke Figur 11 til å finne nødvendig diameter. Hvis det er veldig lavt trykk inn i bygget, så kan det hende at man øke dimensjonen på de kursene man fant ved hjelp av figurene (Stensaas, 2002, s. 34).

Det er også mulig å regne ut friksjonstapet ved å bruke formelen

$$R = * \frac{f}{D_i} * \rho * \frac{v^2}{2} \text{ [Pa/m]}$$

Hvor:

R = friksjonstap per meter [Pa /m]

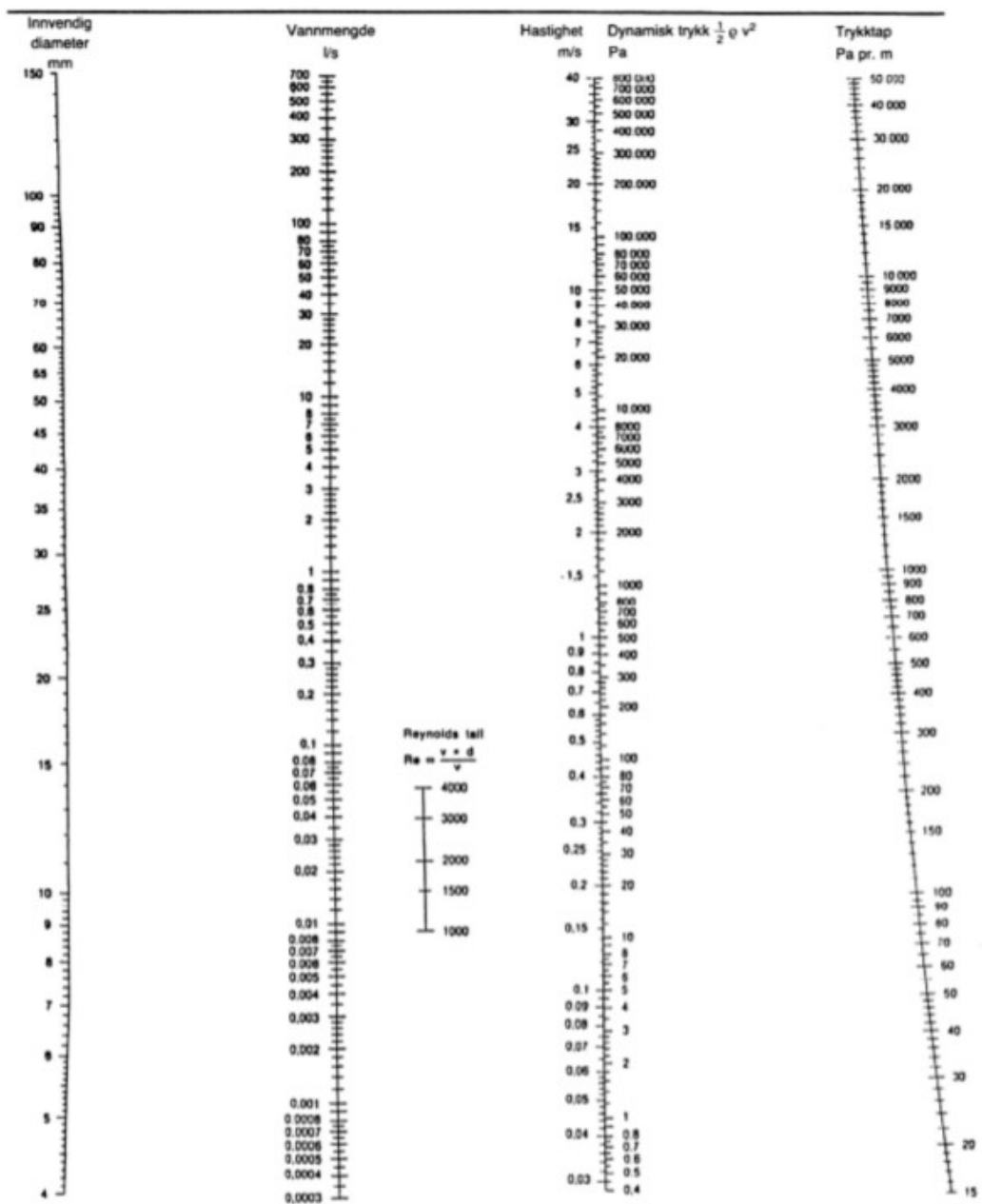
f = friksjonstall [-]

D_i = innvendig diameter [m]

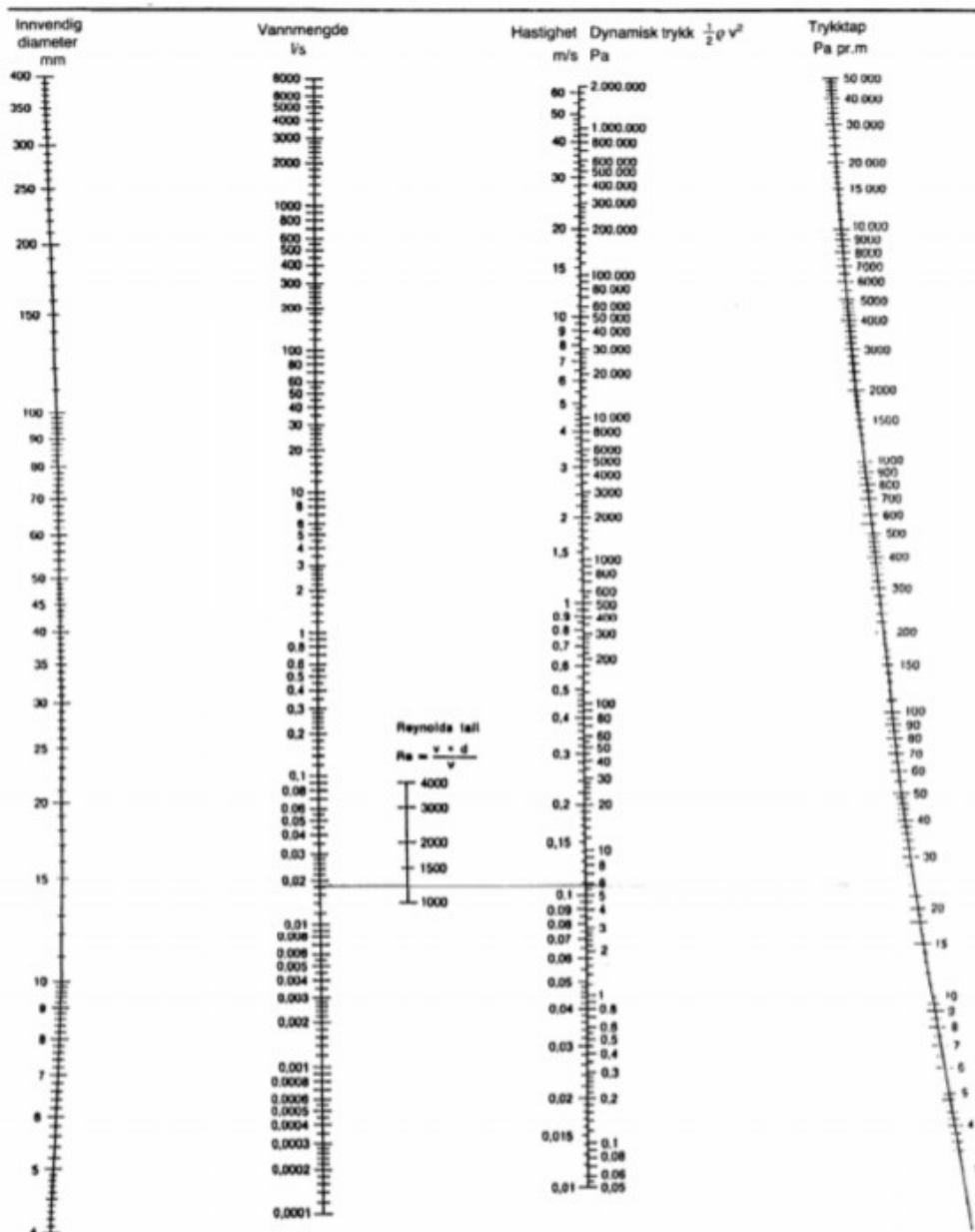
ρ = massetetthet [kg/m³]

v = midlere hastighet [m/s]

(Zijdemans, 2014, s. 238)



Figur 12: Nomogram for kobberør i mm-serien uten avsetning vann 10°C (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 52).



Figur 13: Nomogram for plastrør. Vann 10°C (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 55).

enkeltmotstand	motstandstall ζ
avgreining og sammeløp	$\frac{v_d}{v}$ $\rightarrow v (\zeta = 0)$ $\frac{v_a}{v}$ $\rightarrow v (\zeta = 0)$ 2.0 for $\frac{v_a}{v} \leq 1$ 1.0 for $\frac{v_a}{v} > 1$
anboring	5.0 for anboring i topp, $d \geq 25$ mm 3.0 for anboring i siden, $d < 25$ mm 2.0 for anboring i siden, $d \geq 25$ mm
bøy	0.5 for $\frac{L}{d} \leq 3$ (r = bøyingsradius) 0 for $\frac{L}{d} > 3$
dimensjonsendring	0.2
fristømsventil	0.3
sluseventil	2.0 for $d \leq 25$ mm 1.5 for $d > 25$ mm
seteventil	10 for $d \leq 25$ mm 5.0 for $d > 25$ mm
Vinkel – albue	1.0

Tabell 2: Motstandstall i rørdeler og ventiler. Grunnlag for beregning av enkeltmotstand (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 56).

4.3 Sannsynlig maksimal vannmengde

For å regne ut største samtidige vannmengde (q) kan man benytte formelen:

$$q = qn + 0,015 * (Q - qn) + 0,17 * \sqrt{Q - qn}$$

Der q er største samtidige vannmengde (l/s), qn er normalvannmengden fra største tappested (l/s) og Q er summen av alle normalvannmengder (l/s) (Stensaas, 2002, s. 125).

4.4 Normalvannmengder

Tappeded	Normalvannmengder l/s	
	kaldt	varmt
Drikkefontene	0,05	–
Klosettsisterne	0,1	–
Servantbatteri	0,1	0,1
Bidébatteri	0,1	0,1
Tappeventil/slangekran (innendørs)	0,2	0,2
Oppvaskbatteri	0,2	0,2
Batteri til utslagsvask og til skyllekar/vaskekar	0,2	0,2
Dusjbatteri	0,2	0,2
Vaskemaskin til husholdninger	0,2	0,2
Oppvaskmaskin til husholdninger	0,2	–
Badebatteri	0,3	0,3
Hagekran, gårds-kran	0,4	–
Spyleventil for urinaler	0,4 ¹⁾	–
Spyleventil for WC	1,3 ¹⁾	–
Prefabrikkert dusjløsning m. flere hoder	<i>Må undersøkes i hvert enkelt tilfelle.</i>	

1) For flere spyleventiler i serie regnes de øvrige med 0,2 l/s i tillegg som samtidighet. For urinaler regnes 0,2 l/s i tillegg pr. 0,60 m.

Tabell 3: Normalvannmengder for tappesteder (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 46).

I Tabell 3 ser man normalvannmengdene til forskjellige tappeutstyr. Denne tabellen er tatt med for å kunne sammenligne normalvannmengdene i tabellen med de verdiene som er målt på de forskjellige anleggene. Normalvannmengdene brukes for å gjøre en forenklet dimensjonering.

4.5 Energi

For å kunne regne ut energiforbruket som kreves for å øke temperaturen til en vannstrøm, kan formlene under benyttes:

$$E = N * t \text{ [kWh]}$$

$$E = q * \rho * c_p * (T_v - T_k) * t \text{ [kWh]}$$

E = energimengden (kWh)

N = effekten (kW)

t = tiden (h)

q = vannmengden (m³/s)

ρ = massetettheten (kg/m³)

c_p = spesifikk varmekapasitet (kJ/(kg*°C))

T_v = varmtvannstemperatur (°C)

T_k = kaldtvannstemperatur (°C)

(Austbø, 2018b)

4.6 Grunnleggende kunnskap om legionellabakterien

Første gangen legionella ble oppdaget var i USA i 1976 etter en konferanse for legionærer hvor flere ble smittet av bakterien. Derfor har bakterien fått navnet Legionella (Bøvre, 2014).

Bakterien slekter på gramnegative bakterier og forårsaker legionærsykdommen. Sykdommen har to forskjellige former. Lungebetennelse som er svært dødelig og influensalignende symptomer som er mindre alvorlig sykdom (Bøvre, 2014).

Legionellabakterien finnes mest sannsynlig over alt i naturen hvor det er fuktighet. Dens typiske størrelse er rundt 2-6µm i lengde og 0,5µm i bredde. Ute i naturen vil konsentrasjonen av bakterien være gjennomgående lav, og vil derfor ikke være farlig for friske personer. Legionella kan være skadelig for mennesket når konsentrasjonen av bakterier er høy. De som er mest utsatt for smitte er personer som røyker, har nedsatt immunforsvar og som er eldre. Smitten skjer når bakterien kommer i lungene ved innånding av vannstøv. Driker man vann som inneholder denne bakterien og svelger vrangt kan en også bli smittet. (Pettersen, 2015, s. 14). Når skaden har skjedd vil det ta noen dager før man blir syk på grunn av at bakterien vil formere seg videre i lungene (Zijdemans, 2014, s. 332).

Ved ideelle forhold vil konsentrasjonen med bakterier være farlig for mennesker etter ca. en uke (Zijdemans, 2014, s. 332). For å få farlig konsentrasjon må visse forutsetninger være

tilstede. Legionellabakterien trives i temperaturer mellom 20°C og 50°C, men den optimale temperaturen for vekst er 36±1 °C. En biofilm er nesten en forutsetning for at bakterien skal vokse, en slik film dannes på vannutsatte flater, som for eksempel i veggene på et vannrør (Pettersen, 2015, s. 14). Denne biofilmen og andre organismer som alger, protozoer og andre bakterier som finnes i vannet, gir grobunn til disse bakteriene (Zijdemans, 2014, s. 361).

Noen andre kriterier som bidrar til legionellavekst:

- Oksygeninnholdet i vannet må være på minimum 2,2mg/l for at bakterien skal formere seg (Zijdemans, 2014, s. 361).
- pH-verdien på vannet må være mellom 3-10, men det er optimalt med en pH verdig mellom 6-7 (Pettersen, 2015, s. 14).
- Natriumsalt må ha en konsentrasjon som er lavere enn 1,5% (Pettersen, 2015, s. 14).
- Magnesium og kalsium er bra for legionella vekst som er hardt vann (Zijdemans, 2014, s. 361).
- Metaller som jern og sink fremmer også legionella vekst (Zijdemans, 2014, s. 361).

Bakterien trives ikke så bra i temperaturer mellom 55-60°C, i denne temperatursonen blir bakterien inaktivert eller død. Det er anbefalt en behandlingstid av bakterien på 5 min, med en tappevannstemperatur på 70°C, ved kort behandlingstid med 70°C kan bakterien overleve inni amøber (Zijdemans, 2014, s. 361).

4.7 Legionella behandlingssystemer

4.7.1 Rengjøringsmetoden

Næringen til legionellabakterien er en biofilm som legger seg inni rørene. Ved å fjerne denne filmen vil man hindre legionellavekst. Dette gjøres på flere måter. Det kan brukes fysiske metoder som spyling med høyt trykk, nedtapping av hele systemet, staking, slamsuging eller kosting. Det kan også benyttes kjemikalier for å fjerne denne filmen. Dette kan være vaskemidler som fjerner kalk, humus og korrosjonsprodukter (Pettersen, 2015, s. 45).

4.7.2 Varmebehandling

For å drepe legionellabakterien krever det temperaturer over 70°C på vannet. Er det temperaturer mellom 50-60°C i en varmtvanns ledning med sirkulasjon vil det ikke drepe alle bakteriene, men vil hindre at bakterien formerer seg. En slik rørledning vil holde høy temperatur så langt sirkulasjonen går. Er det en avstikker som ikke har sirkulasjon og den ikke blir brukt vil ikke denne avstikkeren inneholde vann med disse temperaturene. Kombinerer man dette med sjokkoppvarming, som innebærer å spyle gjennom hele anlegget med 70°C varmt vann i 5 min to eller flere ganger i året, vil det være en god beskyttelse mot legionella. Dersom metoden brukes etter eventuelt utbrudd, anbefales det 30 minutters gjennomspyling med 80°C varmt vann, men selv da kan det være vanskelig å bli kvitt bakterien for belegg og smuss kan forhindre det varme vannet å komme i kontakt med bakterien (Pettersen, 2015, s. 45-47).

4.7.3 Gjennomspyling

Et tiltak for å utsette beleggdannelse i stillestående vann anbefaler folkehelseinstituttet en gjennomspyling hver uke, både på varmt- og kaldtvann. En slik gjennomspyling bør ha en varighet mellom 1-3 minutter (Pettersen, 2015, s. 71).

4.8 Dårlige vekstbetingelser for legionella

Som nevnt tidligere er væskens temperatur og bakteriens tilgang til næringsstoffer viktig for vekst. Ved et anlegg, vil en helhetsvurdering av anlegget være viktig for å vurdere risikoen for oppvekst av legionella. Ved at forholdene for oppvekst er tilstede i en del av ledningssystemet, vil dette kunne spres videre. Dette til tross for at forholdene ellers i systemet ikke gir grobunn for oppvekst. Hvis et anlegg ikke har lommer i systemet, vil det være dårlige vekstbetingelser for legionella ved disse forutsetningene (Pettersen, 2015, s. 31).

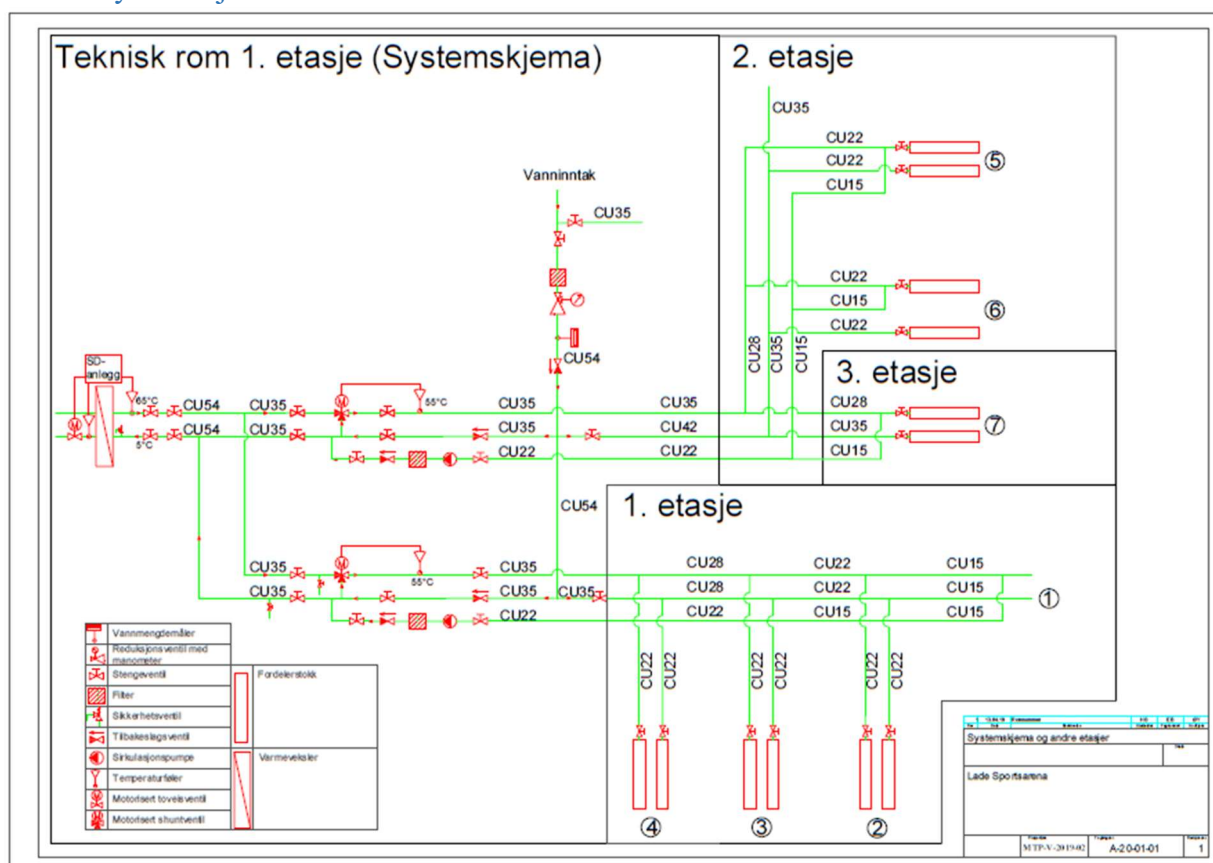
- Hvis prosessvann har temperaturer over 60 °C eller under 20 °C til enhver tid, og det ikke finnes blindledninger som kan ha vann med temperaturer under 60 °C eller over 20 °C (Pettersen, 2015, s. 31).
- Når temperaturen overstiger 65 °C daglig eller ukentlig i hele sirkulasjonssystemet, og det ikke finnes lommer eller blindledninger hvor vanntemperaturene ikke blir over 65 °C (Pettersen, 2015, s. 31).
- Når prosessvannet har en pH-verdi over 10 eller under 3 (Pettersen, 2015).

5. RESULTATER

I dette kapitlet er resultatene presentert med forklaring på hver av figurene og tabellene. For å kunne sammenligne Lade Sportsarena og Heimdalshallen må resultatene av våre målinger analyseres. For å sjekke om Lade Sportsarena sitt sanitæranlegg er bygd i forhold til forskriftene, må dette analyseres. Dette for å se om det var merkverdige variasjoner på temperaturen og for å se hvilke temperaturer det er på vannet. Det ble også gjennomført dusjsimuleringer for å se hvor mange dusjer anlegget er dimensjonert for. Det er laget et systemskjema som viser hvordan rørføringen går og hvilke dimensjoner det er på røranlegget. Vannforbruket ble logget i tre dager, og vannforbruket ble sjekket dag for dag i en uke. Heimdalshallen ble valgt for å kunne sammenligne to forholdsvis like bygg, der ble det også kjørt dusjsimulering. Her var det ikke nødvendig å tegne et systemskjema, da dette var vedlagt FDV dokumentasjonen til bygget. I begge byggene ble det observert hvilke tiltak de hadde mot legionella, og avdekket eventuelle mangler.

5.1 Lade Sportsarena

5.1.1 Systemskjema



Figur 14: Systemskjema for Lade Sportsarena.

Figur 14 er utarbeidet for å få en oversikt over tappevannsanlegget på Lade Sportsarena. Dette er en oversikt over rørstrekke fra teknisk rom til de forskjellige fordelerstokkene og tappepunktene i 1-, 2- og 3-etasje. Tallene med sirkel rundt viser til ulike endepunkt. Nummer 1 er til kjøkkenet i bordtennishallen, 2 er fordelerstokken for damegarderoben i første etasje, 3 er fordelerstokken for herregarderoben i første etasje, 4 er fordelerstokken for toalett og vaskerom ved teknisk rom i første etasje, 5 er fordelerstokken for damegarderoben i andre etasje, 6 er fordelerstokken for herregarderoben i andre etasje og 7 er fordelerstokken for tredje etasje. Rørdimensjonene er beskrevet ved hvert rørstrekk og er utvendig dimensjon i millimeter(mm).

5.1.2 Dusjsimulering

Sted/Dusj målt	Dato	Tid start	Tid slutt	Antall dusjer på (1. etg)	Antall dusjer på (2. etg)	Antall servanter på	Tappevolum (l)	Tid (s) snitt	Vannmengde (l/s)	Trykkmåler plassering	Trykk (bar) snitt
H1.1 - handicap	7.2	09:54	09:55	0	0	0	0	0,00	0	Servant H1	4,14
H1.1 - handicap	7.2	10:13	10:16	1	0	0	10	55,09	0,18	Servant H1	3,78
H1.1 - handicap	7.2	10:18	10:22	2	0	0	10	54,78	0,18	Servant H1	3,83
H1.1 - handicap	7.2	10:25	10:35	4	0	0	10	59,11	0,17	Servant H1	3,43
H1.1 - handicap	7.2	10:39	10:46	6	0	0	10	64,01	0,16	Servant H1	3,16
H1.1 - handicap	7.2	11:00	11:17	7	0	0	10	64,67	0,15	Servant H1	3,18
H1.1 - handicap	7.2	11:20	11:40	7	0	3	10	68,33	0,15	Servant H1	3,01
H1.1 - handicap	7.2	11:42	12:04	13	0	3	10	83,68	0,12	Servant H1	2,66
H1.1 - handicap	7.2	12:07	12:15	13	0	0	10	77,51	0,13	Servant H1	3,05
H2.1 - handicap	8.2	11:14	11:16	0	0	0	0	0,00	0	Servant H2	3,79
H2.1 - handicap	8.2	11:25	11:40	0	13	0	10	93,00	0,11	Servant H2	2,36
H2.1 - handicap	8.2	11:46	12:01	0	7	0	10	82,68	0,12	Servant H2	2,71
H2.1 - handicap	8.2	12:02	12:14	0	6	0	10	79,53	0,13	Servant H2	2,81
H2.1 - handicap	8.2	12:15	12:23	0	4	0	10	72,16	0,14	Servant H2	3,10
H2.1 - handicap	8.2	12:24	12:31	0	2	0	10	66,54	0,15	Servant H2	3,39
H2.1 - handicap	8.2	12:32	12:38	0	1	0	10	63,94	0,16	Servant H2	3,55
H2.4	23.2	10:58	11:01	0	14	0	10	95,87	0,10	Servant H2	2,19
H2.7	23.2	11:05	11:08	0	14	0	10	96,66	0,10	Servant H2	2,21
H2.2	23.2	11:10	11:14	0	14	0	10	99,52	0,10	Servant H2	2,21
H2.2	23.2	11:19	11:21	0	13	0	10	97,13	0,10	Servant H2	2,24
H2.7	23.2	11:23	11:29	0	13	0	10	90,65	0,11	Servant H2	2,18
H2.4	23.2	11:31	11:34	0	13	0	10	90,91	0,11	Servant H2	2,19
H2.4	23.2	11:48	11:51	0	7	0	10	71,03	0,14	Servant H2	2,75
H2.7	23.2	11:52	11:58	0	7	0	10	76,37	0,13	Servant H2	2,76
H2.2	27.2	09:58	10:00	0	7	0	10	82,02	0,12	Servant H2	2,63
H2.2	27.2	10:00	10:03	0	6	0	10	77,99	0,13	Servant H2	2,87
H2.2	27.2	10:04	10:06	0	4	0	10	68,26	0,15	Servant H2	3,16
H2.2	27.2	10:06	10:08	0	2	0	10	64,61	0,15	Servant H2	3,41
H2.2	27.2	10:09	10:11	0	1	0	10	64,19	0,16	Servant H2	3,59
H2.7	27.2	10:14	10:16	0	6	0	10	73,75	0,14	Servant H2	2,76
H2.7	27.2	10:18	10:20	0	4	0	10	66,70	0,15	Servant H2	3,05
H2.7	27.2	10:20	10:22	0	2	0	10	61,10	0,16	Servant H2	3,43
H2.7	27.2	10:22	10:24	0	1	0	10	61,89	0,16	Servant H2	3,61
H2.4	27.2	11:58	12:00	0	1	0	10	61,65	0,16	Servant H2	3,54
H2.4	27.2	12:01	12:02	0	2	0	10	63,74	0,16	Servant H2	3,36
H2.4	27.2	12:02	12:04	0	4	0	10	65,07	0,15	Servant H2	3,01
H2.4	27.2	12:05	12:07	0	6	0	10	69,88	0,14	Servant H2	2,84
H2.4	27.2	12:20	12:45	13	14	0	10	138,15	0,07	Servant H2	1,44
H1.7	27.2	13:05	13:14	13	14	0	10	110,87	0,09	Servant H1	2,36
H2.1 - handicap	11.3	09:35	09:36	0	0	0	0	0,00	0	Servant H2	3,71
H2.1 - handicap	11.3	09:44	09:48	7	14	0	10	122,43	0,08	Servant H2	1,28
H2.1 - handicap	11.3	09:52	09:56	5	14	0	10	114,96	0,09	Servant H2	1,36
H2.1 - handicap	11.3	10:01	10:05	3	14	0	10	106,98	0,09	Servant H2	1,53
H2.1 - handicap	11.3	10:13	10:18	13	14	0	10	153,66	0,07	Servant H2	1,07

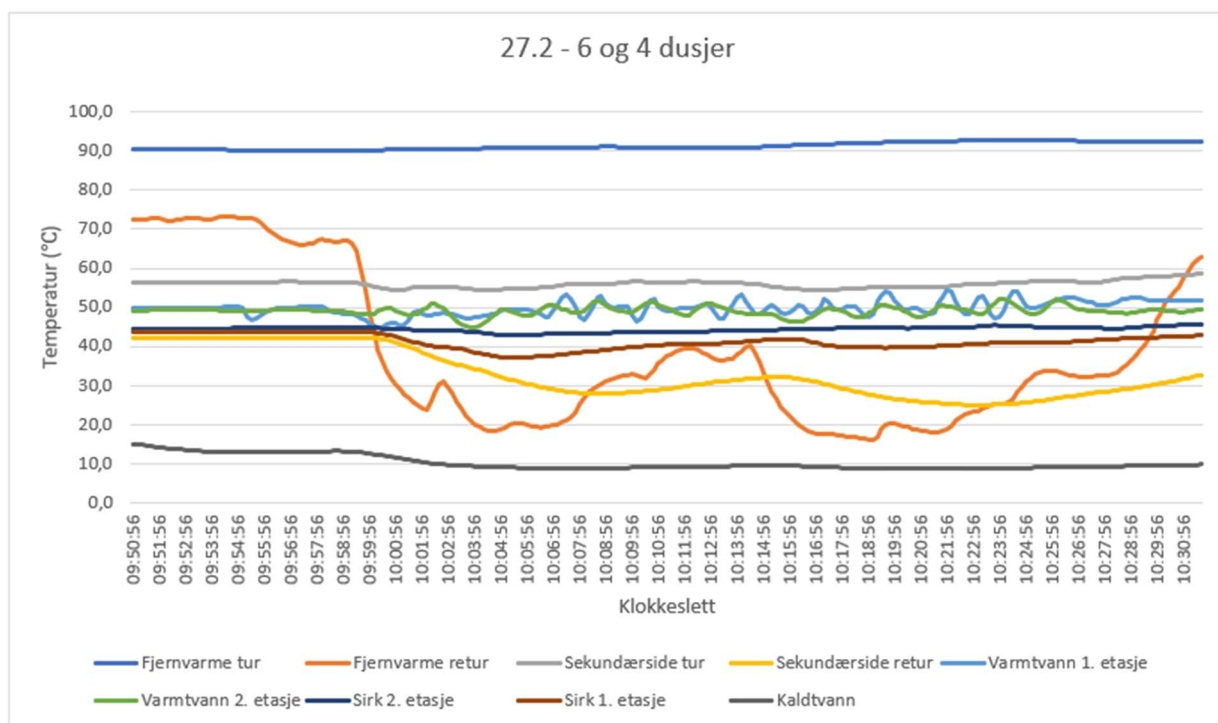
Tabell 4: Viser vannmengde og trykk ved dusjsimulering.

I Tabell 4 er det en oversikt over all data som ble registrert under dusjsimulering på Lade Sportsarena. I tabellen er det tatt med Sted/dusj målt, som er hvilken dusj det er målt på. Nummereringen av sted/dusj målt følger Figur 3, Figur 4, Figur 5 og Figur 6. I tabellen er det dato og tid for når målingene ble utført, antall dusjer og eventuelt servanter som var på under måling av vannmengden, tappevolum, tiden det tok å tappe ønsket volum, vannmengden i l/s, plassering av trykkmåler og trykk ved målepunkt i dusj. Start- og slutt tiden er tatt med for å kunne se hvordan temperaturer utviklet seg på sanitæranlegget i teknisk rom ved ulik belastning på dusjanlegget



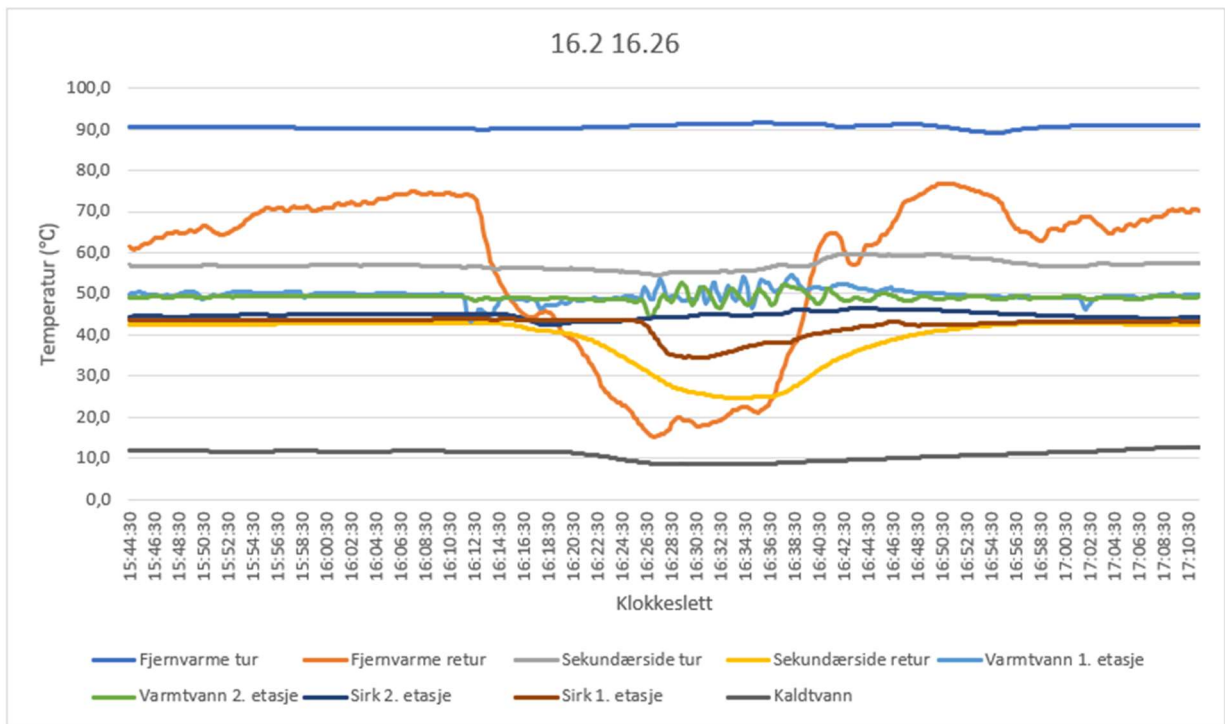
Figur 15: Viser vannstrålen fra dusjhodet ved angitt antall dusj i 2. etasje på Lade Sportsarena.

Figur 15 viser dusjstrålen med forskjellig antall dusjer på samtidig. På første bilde fra venstre, er det bare 1 dusj som står på. Bilde i midten er alle dusjene i andre etasje på. På det siste bildet er alle 27 dusjene på samtidig. Vannmengden står på toppen av hvert bilde.

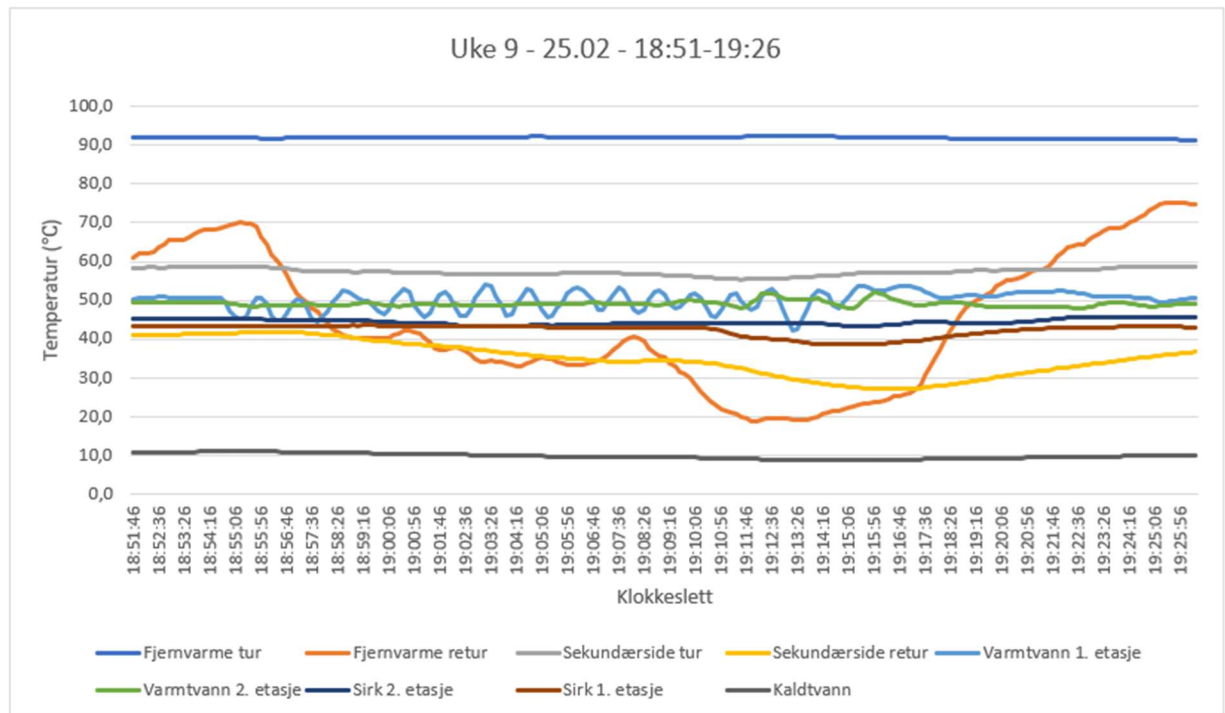


Figur 16: Temperaturen når det 6 og 4 dusjer på i andre etasje.

Figur 16 er grafer med x og y akse. X-retningen viser tiden, mens y-retningen viser temperatur. De ulike grafene har forskjellige farger, disse fargene er forklart nederst på figuren. Figuren viser hvordan temperaturlene var mens dusjsimuleringen den 27.2 foregikk. På de tidspunktene som blir vist i figurene så ble det simulert én til sju dusjer.

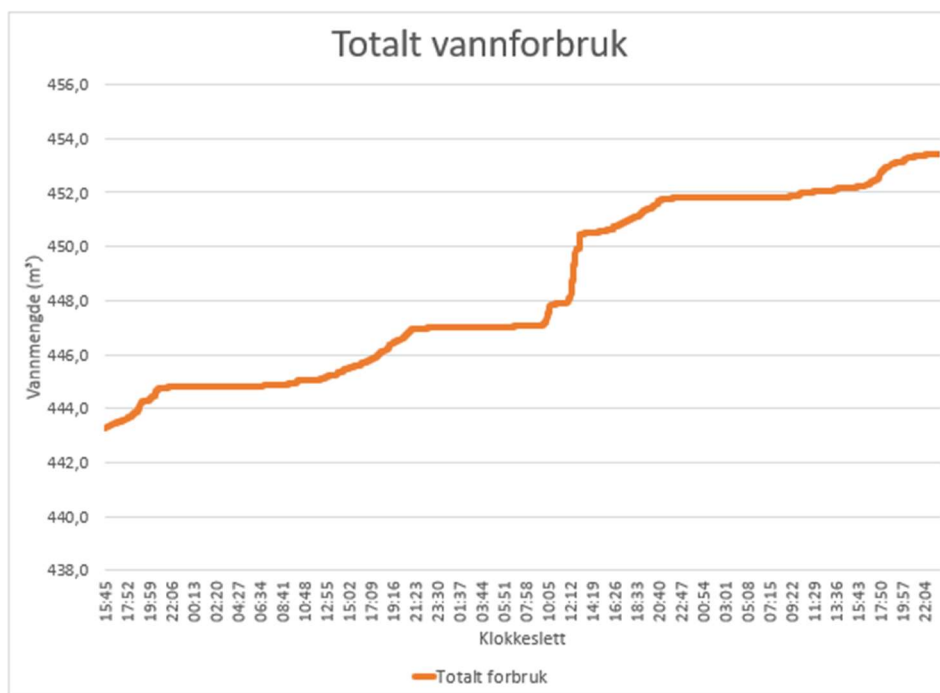


Figur 17: Temperaturlogging 16.02 kl. 15:44-17:10



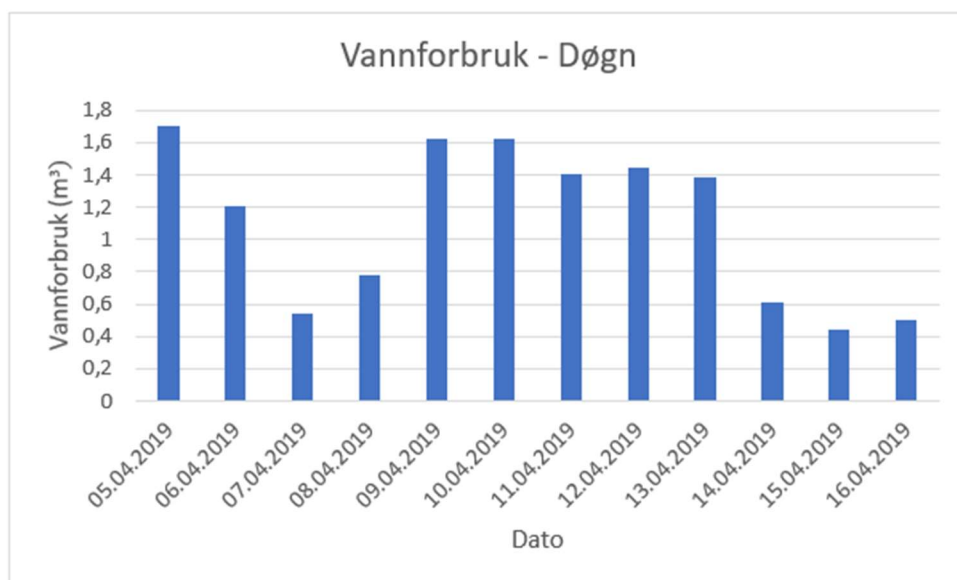
Figur 18: Temperaturlogging 25.02 kl. 18:51-19:26

Figur 17 og Figur 18 er grafer med x og y akse. X-retningen viser tiden, mens y-retningen viser temperatur. De ulike grafene har forskjellige farger, disse fargene er forklart nederst på hver figur. Disse figurene viser når returtemperaturen til fjernvarmen var på sitt laveste, utenom dusjsimuleringen, i løpet av de ukene det ble logget temperaturer.



Figur 19: Viser det totale vannforbruket i løpet av en periode fra 25.03 til 28.03.

Figur 19 er grafer med x- og y-akse. X-retningen viser tiden, mens y-retningen viser vannmengden målt i kubikk. Tidsmessig er denne grafen på 3 dager. Vi ser at det er 3 toppe i denne grafen, spesielt den midterste toppen, dette er en dag det ble gjennomført dusjsimulering med maks belastning.



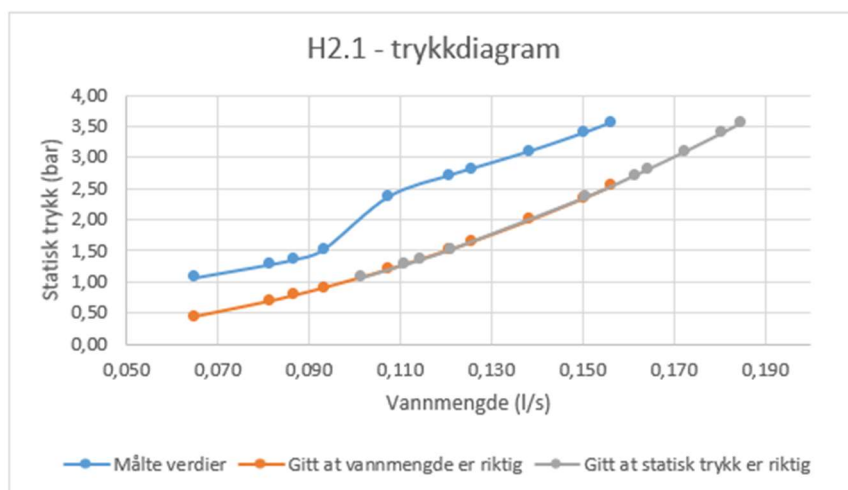
Figur 20: Vannforbruk ved Lade Sportsarena - Døgn til døgn

Figur 20 er et stolpediagram, der hver stolpe forteller vannforbruket på en dag, dette ble målt i kubikk. Under stolpene så står det hvilke datoer disse målingene ble utført på.

Målepunkt	Målt trykk (bar)	Beregnet høyde (m)	Målt høyde (m)	Beregnet trykk (bar)	Differanse høyde (m)	Differanse trykk (bar)
Reduksjonsventil	4,23	43,13	43,13	4,23	0,00	0,00
Servant 1.etg	4,14	42,21	42,28	4,15	-0,07	-0,01
Servant 2.etg	3,75	38,24	38,08	3,73	0,16	0,02

Tabell 5: Viser beregning og måling av statisk trykk Lade Sportsarena.

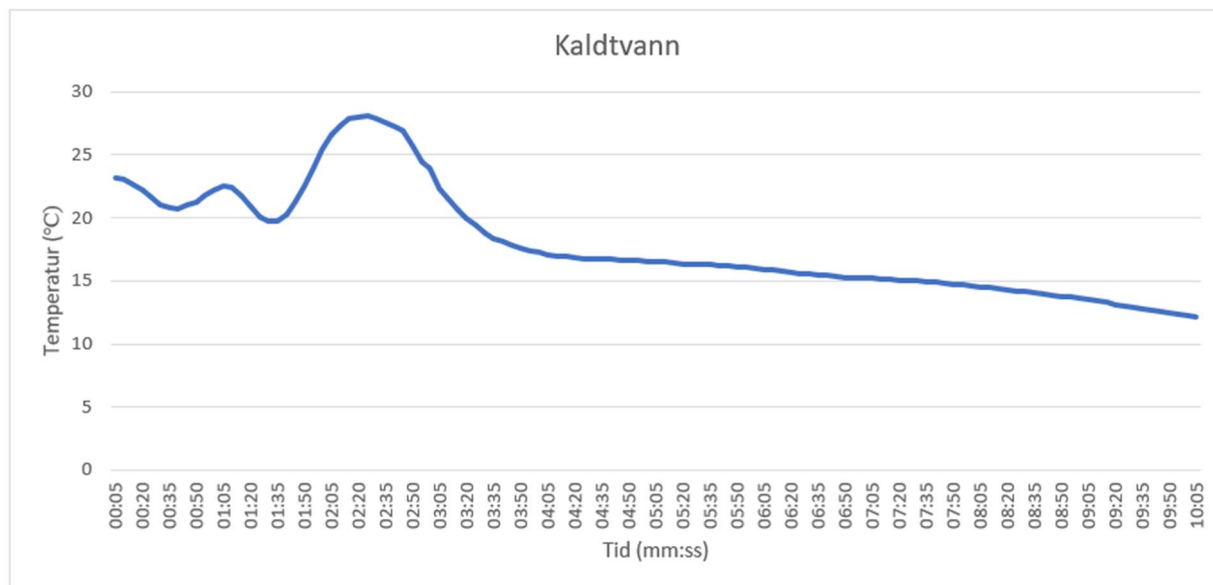
I Tabell 5 er det gjort en kontroll på det statiske trykket, for å få en god indikasjon på målenøyaktigheten på måleinstrumentet som ble brukt. Dette for å se om differansen mellom høydemetrene i bygget tilsvarer trykkforskjellen i første og andre etasje. Det er beskrevet hvor det er målt. De blå feltene er det som er målt, de grå er det som er beregnet og de hvite feltene til høyre i tabellen viser differansen mellom målt og beregnet trykk og målt og beregnet høyde. De grønne rutene viser ‘ nullpunktet’ som er ved reduksjonsventilen på teknisk rom. Høydeforskjellen mellom Reduksjonsventilen og Servant i 1.etg er 0,85 meter mens mellom Servant 1.etg og Servant 2.etg er det 4,2 meter.



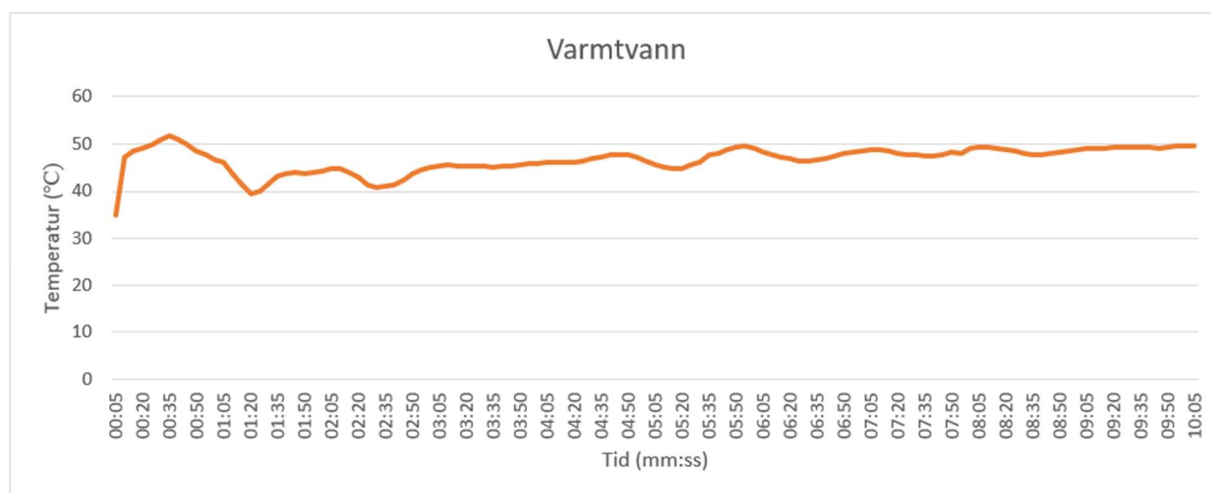
Figur 21: Graf av målt vannmengde og trykk sammenlignet mot forventet trykk og vannmengde

I Figur 21 er det plottet 3 grafer som er tatt ut ifra målinger av dusj H2.1 på Lade Sportsarena og bruk av formelen i kapittel 4.1. Den blå grafen viser punktene som ble gitt av de målte verdiene for vannmengde og tilsvarende trykk. Den grå og den oransje grafen kommer ved bruk av formelen oppgitt i kapittel 4.1. Der Q_n og P_n ble satt til å være 0,17 l/s og 3,0 bar, som er vannmengden og trykket som ble oppgitt i databladet til dusjpanelet H2.1, som er av typen 6662F. Databladet ligger vedlagt i Vedlegg 3. Den grå grafen viser hva vannmengden skulle vært hvis det målte trykket stemmer. Punktet i grafen for riktig statisk trykk korresponderer med punktet i grafen for målte verdier man finner ved å gå til venstre i grafen. Mens den oransje grafen viser hvilket trykk punktene i grafen for målte verdier skulle hatt hvis vannmengden stemmer. Ved å ta et punkt på grafen for de målte verdiene, og så gå rett ned til man treffer den oransje grafen så får man det trykket skulle vært for at vannmengden skal stemme.

5.1.3 Tappetid



Figur 22: Viser endringen av kaldtvannstemperaturen i batteriet for utslagsvask i 3. etasje ved Lade Sportsarena.



Figur 23: Viser endringen av varmtvannstemperaturen i batteri for utslagsvask i 3. etasje ved Lade Sportsarena.

Figur 22 og Figur 23 er grafer med x- og y-akse. X-retningen viser tiden, mens y-retningen viser temperaturen. Denne målingen ble gjort i et blandebatteri til utslagsvask i tredje etasje. Disse figurene er tatt med for å kunne se hvor lang tid det tar å få varmt- og kaldtvann i utslagsvask og for å finne ut om sirkulasjonen til fordelerstokken i tredje etasje fungerer, siden det ikke er innreguleringsventiler på sirkulasjonssystemet.

5.1.4 Dimensjonering

Sanitær utstyr	Antall				Normalvannmengder KV		Normalvannmengde VV	
	Etasje 1	Etasje 2	Etasje 3	Totalt	Pr. stk(l/s)	Sum(l/s)	Pr. stk(l/s)	Sum(l/s)
Dusj	13	14	0	27	0,2	5,40	0,2	5,40
Servantbatteri	4	4	3	11	0,1	1,10	0,1	1,10
Toalett	4	4	7	15	0,1	1,50	0	0,00
Kjøkkenbatteri	2	1	1	4	0,2	0,80	0,2	0,80
Drikkestasjon	2	0	1	3	0,05	0,15	0	0,00
Utslagsvask	1	0	1	2	0,2	0,40	0,2	0,40
SUM						9,35		7,70

Tabell 6: Sum av normalvannmengder tappeutstyr Lade Sportsarena

I Tabell 6 er alle normalvannmengdene fra tappeutstyret på Lade Sportsarena lagt sammen. I tabellen er det forklart hvilke tappeutstyr det er snakk om, antall utstyr fordelt på etasje, totalt antall utstyr og normalvannmengder på KV og VV pluss sum av normalvannmengden.

Normalvannmengdene er hentet ifra Tabell 3. Denne tabellen er lagd for å få oversikt over antall utstyr og hvilken sum av vannmengder man har på de forskjellige plassene i bygget og vil gjøre dimensjoneringen lettere og mer oversiktlig.

KV	Rørstrekk	Sum vannmengde (l/s)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde (l/s)	Min. innv diameter (mm)	Dimensjon på Lade Sportsarena innv. Diameter (mm)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde med dimensjon som er på lade (l/s)	Tilsvarende antall dusjer på samtidig (stk)	Antall dusjer på anlegget (stk)	Forhold mellom antall dusjer med dimensjonen som er på Lade og antall dusjer.
1 etasje	Inntak (1,2,3,4,5,6,7)	17,05	5,4	6,15	71,1	50	3,68	4,50	18,4	27	0,68
	1,2,3,4	4,10	2,6	2,83	40,5	25	0,74	1,10	3,7	13	0,28
	1,2,3	3,70	2,6	2,79	38	25	0,74	1,08	3,7	13	0,28
	4	0,40	0,20	0,28	12,6	19	0,2	0,28	1,0		
	1,2	1,85	1,20	1,35	27,8	19	0,37	0,60	1,9	6	0,31
	3	1,85	1,40	1,52	31	19	0,37	0,60	1,9	7	0,26
	2	1,65	1,20	1,32	27,8	19	0,39	0,60	2,0	7	0,28
1	0,20	0,20	0,20	10	12,6	0,2	0,20	1,0			
2 & 3 etasje	5,6,7	5,25	2,8	3,10	46,8	31	1,41	1,80	7,1	14	0,50
	5,6	3,80	1,40	1,70	31	31	1,51	1,80	7,6	14	0,54
	7	1,45	0,20	0,41	15,6	31	0,20	0,41	1,0		
	6	2,20	1,40	1,56	31	19	0,34	0,60	1,7	7	0,24
	5	1,60	1,40	1,48	27,8	19	0,4	0,60	2,0	7	0,29

Tabell 7: Viser forenklet dimensjonering av kaldtvannskrets på Lade Sportsarena

VV	Rørstrekk	Sum vannmengde (l/s)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde (l/s)	Min. innv diameter (mm)	Dimensjon på Lade Sportsarena innv. Diameter (mm)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde med dimensjon som er på lade (l/s)	Tilsvarende antall dusjer på samtidig (stk)	Antall dusjer på anlegget (stk)	Forhold mellom antall dusjer med dimensjonen som er på Lade og antall dusjer.
1 etasje	1,2,3,4	3,60	2,6	2,79	38	25,0	0,77	1,10	3,9	13	0,30
	1,2,3	3,30	2,6	2,75	38	25,0	0,79	1,10	4,0	13	0,30
	4	0,30	0,20	0,26	12,6	19,0	0,20	0,26	1,0		
	1,2	1,60	1,20	1,31	27,8	19,0	0,40	0,60	2,0	6	0,33
	3	1,70	1,40	1,50	27,8	19,0	0,39	0,60	2,0	7	0,28
	2	1,40	1,20	1,28	27,8	19,0	0,42	0,60	2,1	6	0,35
	1	0,20	0,20	0,20	10	12,6	0,20	0,20	1,0		
2 & 3 etasje	5,6,7	4,10	2,8	3,01	46,8	25,0	0,74	1,10	3,7	14	0,26
	5,6	3,40	2,80	2,94	46,8	25,0	0,79	1,10	4,0	14	0,28
	7	0,70	0,20	0,33	12,6	25,0	0,20	0,33	1,0		
	6	1,90	1,40	1,53	31	19,0	0,37	0,60	1,9	7	0,26
	5	1,50	1,40	1,46	27,8	19,0	0,41	0,60	2,1	7	0,29

Tabell 8: Viser forenklet dimensjonering av varmtvannskrets på Lade Sportsarena

I Tabell 7 og Tabell 8 er det gjort en redimensjonering med metoden forenklet dimensjonering. Tabell 7 er for KV og Tabell 8 er for VV. I begge tabellene er det beskrevet hvilke rørstrekk det er, nummereringen på rørstrekkene finner man igjen på Figur 14. Summen av vannmengden er hentet fra Tabell 6 og tabell i vedlegg 4. Største tappested er det valgt verdi, i dette eksempelet er det valgt at alle dusjene er i bruk samtidig. Største samtidige tappemengde er utregnet med formelen for sannsynlig maksimal vannmengde, ved hjelp av sum vannmengde og største tappested. Min. innv. diameter er hentet fra Tabell 1 der man har brukt største samtidige vannmengde og tatt ut minimum innvendig diameter fra tabellen. Dimensjon på Lade Sportsarena innv. Diameter er dimensjonene som er på bygget i dag, disse er hentet fra systemskjema som er vist i Figur 14. Største tappested og største samtidige tappemengde med dimensjon som er på Lade Sportsarena er regnet ut for å passe dimensjonen som er på anlegget. Dette er sjekket for å finne ut av hvor mange dusjer anlegget er dimensjonert for og hva som er brukt som største tappested. Det er også regnet ut hvor mange dusjer største tappested tilsvarende. Her er største tappested delt på normalvannmengden som er 0.2 l/s. Forholdet mellom antall dusjer som er på Lade og antall dusjer er regnet ut av det som står under, tilsvarende antall dusjer på samtidig og antall dusjer på anlegget. Dette er tatt med for å få en oversikt hvor i røret det er mest feildimensjonert.

Fra fordelerstokk til utstyr	Vannmengde (l/s)	Rør type	Dimensjon utv. (mm)	Dimensjon innv. (mm)	Dimensjon innv. fra tekniske bestemmelser (mm)
Dusj	0,2	PEX	15	10	10
Servantbatteri	0,1	PEX	15	10	10
Toalett (bidebatteri)	0,1	PEX	15	10	10
Kjøkkenbatteri	0,2	PEX	15	10	10
Drikkestasjon	0,05	PEX	15	10	10
Utslagsvask	0,2	PEX	15	10	10

Tabell 9: Dimensjoner og vannmengde til ulikt utstyr koblet på fordelerstokkene.

I Tabell 9 er det gjort en kontroll på dimensjonene på koblingsledningene, der det er nevnt hvilke utstyr koblingsledningen går til, normalvannmengden hentet fra Tabell 3, hvilke materialer som er brukt, utvendig og innvendig dimensjon som er på anlegget og anbefalt innvendig dimensjon fra tekniske bestemmelser.

Teknisk rom	Sum vannmengde (l/s)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde (l/s)	Min. innv diameter (mm)	Dimensjon på Lade Sportsarena innv. Diameter (mm)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde med dimensjon som er på lade (l/s)	Tilsvare antall dusjer på samtidig (stk)
Felles	7,70	5,4	5,69	58,8	50,0	4,12	4,50	20,6
1. etasje	3,60	2,6	2,79	38	31,0	1,52	1,80	7,6
2. etasje	4,10	2,8	3,01	46,8	31,0	1,49	1,80	7,45

Tabell 10: Viser forenklet dimensjonering av rør på teknisk rom Lade Sportsarena.

I Tabell 10 er det gjort en redimensjonering med metoden forenklet dimensjonering av rørene inne på teknisk rom. Rørdimensjonene er hentet fra systemskjema vist i

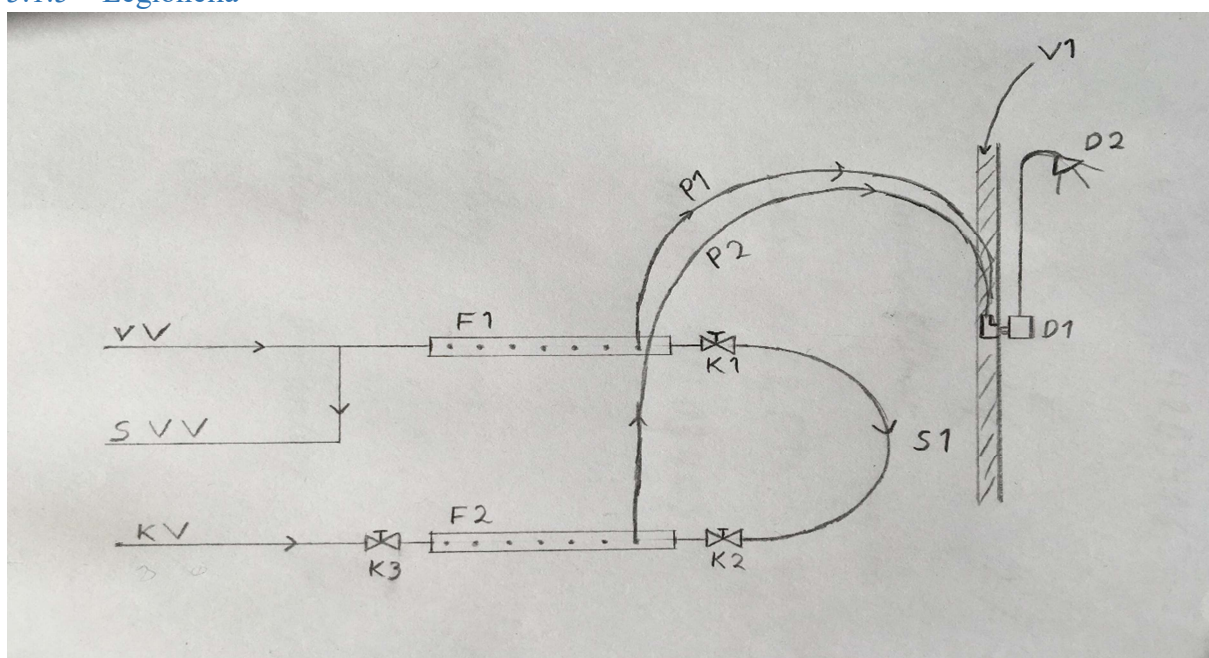
Figur 14. Der ser man at det er mange rør på teknisk rom men med samme dimensjoner. Så det er kun tatt med beregning for de dimensjonene som er. Sum vannmengde er hentet fra Tabell 6 til hver av etasjene. Største tappested er valgt til at alle dusjene er på samtidig, med en normalvannmengde på 0,2 l/s pr. dusj, som er hentet fra Tabell 3. Det er også regnet ut hvor mange dusjer største tappested tilsvarer. Her er største tappested delt på normalvannmengden.

Avdeling	Antall (personer)
Bortennis	30-40
Tennishall	20 barn, ellers 2-8 pr bane
Teakwondo	220 aktive + 150 publikum

Tabell 11: Antall personer som bruker Lade Sportsarena (Ref.: Øystein Glåmseter)

Tabell 11 viser hvor mange brukere det er på Lade Sportsarena. Tabellen viser hvilken avdeling det er og antall personer som bruker de forskjellige avdelingene. Dette er tatt med for å kunne se om det er riktig antall dusjer per bruker på bygget.

5.1.5 Legionella



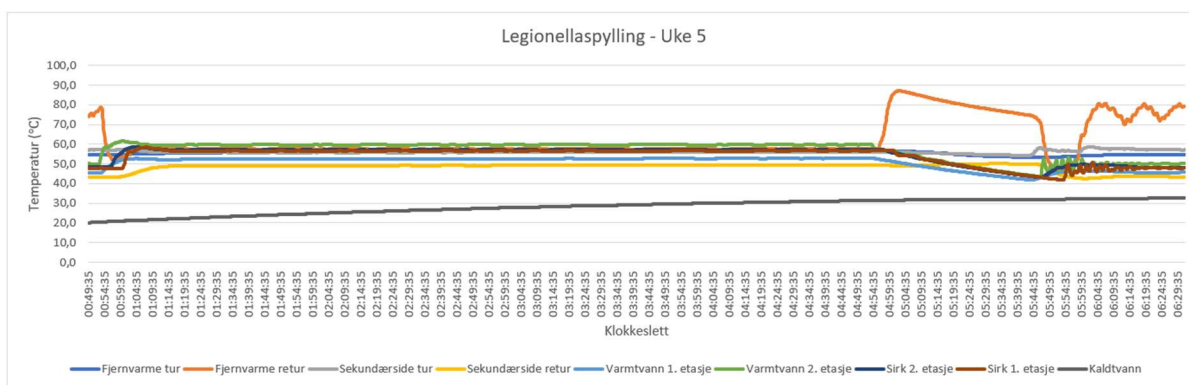
Figur 24: Viser mulig løsning for legionellaspyling på Lade Sportsarena

Figur 24 er en skisse av løsning nr. 1 for å bekjempe legionella bakterien med varmebehandlingsmetoden.

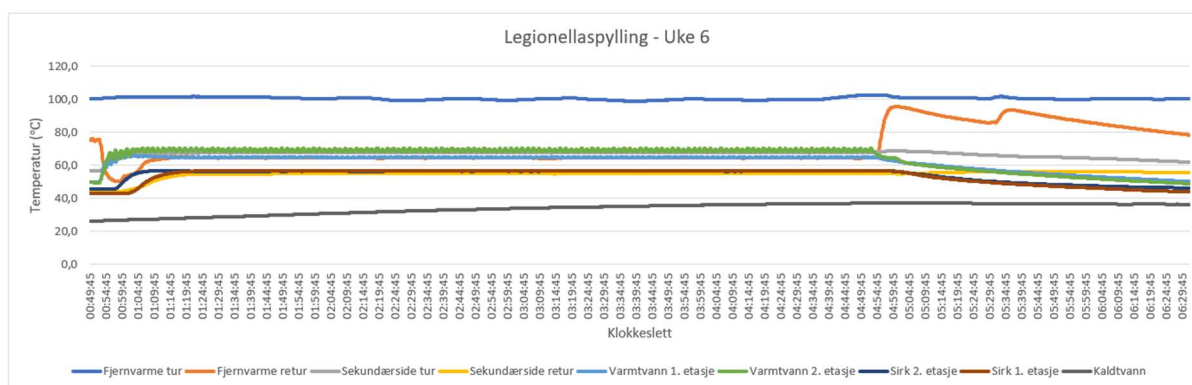
VV	VV
SVV	Sirkulasjon VV
KV	KV
F1	Fordeler stokk på VV
F2	Fordeler stokk på KV
K1, K2 og K3	Kulekran
S1	Demonterbar slange som tåler temperaturer opp mot 80°C
P1	Pex-rør VV
P2	Pex-rør KV
D1	Termostatstyrt dusj batteri
D2	Dusjhode
V1	Vegg

Tabell 12: Komponentliste til Figur 24.

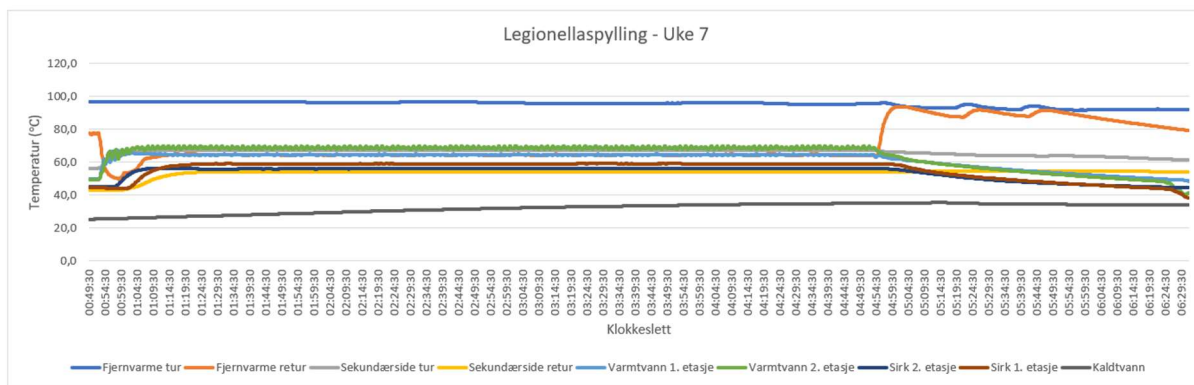
Tabell 14 er en komponentliste for Figur 24, her er alle komponenten beskrevet, så det skal være enkelt å forstå hva som er tegnet.



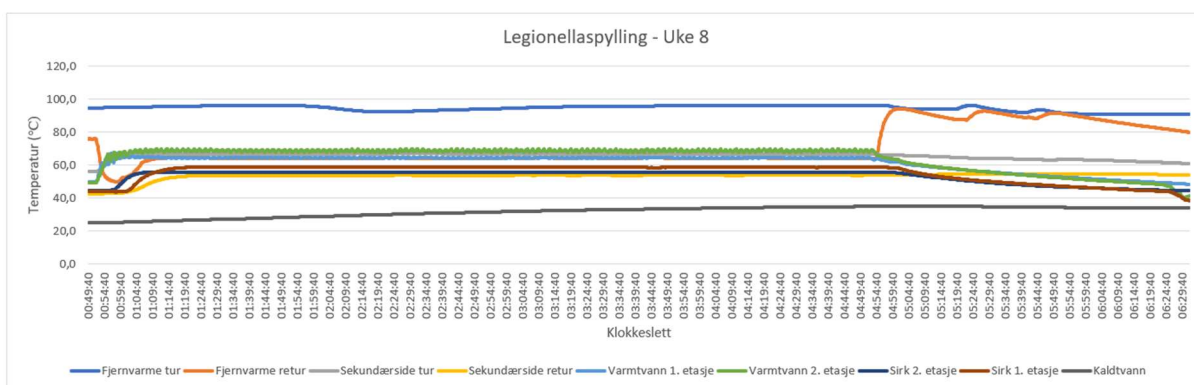
Figur 25: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 5



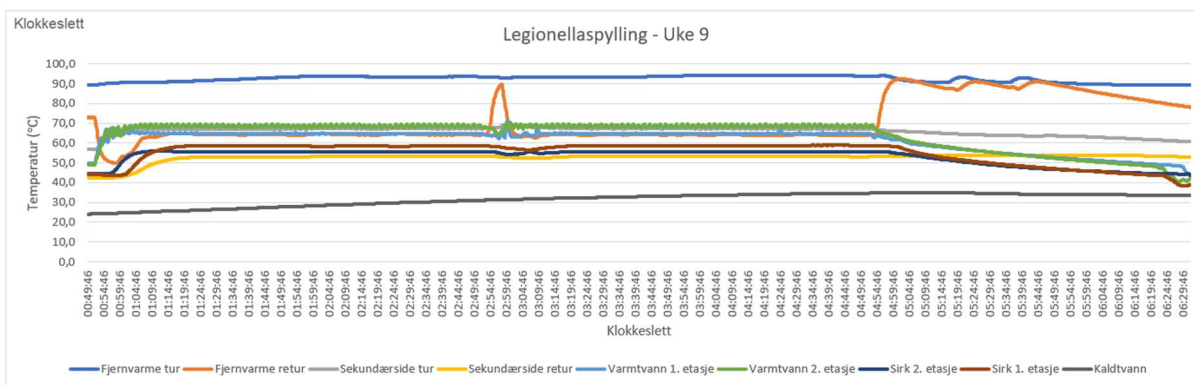
Figur 26: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 6



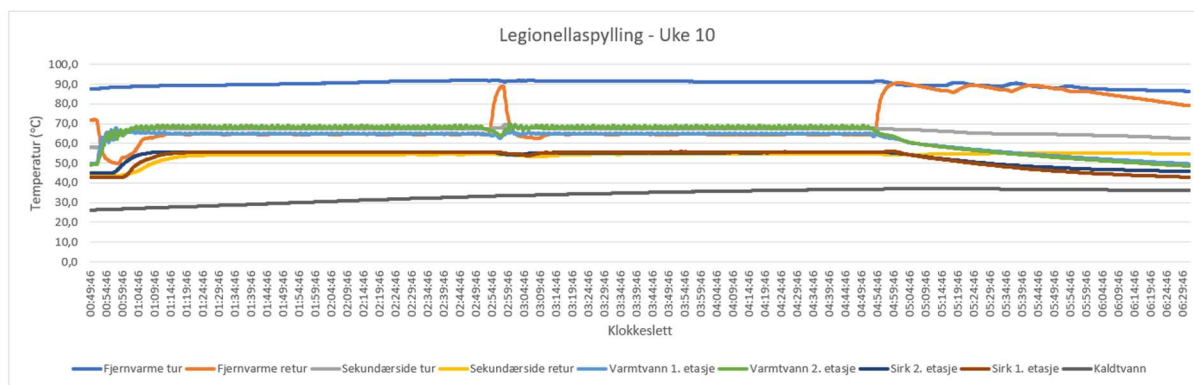
Figur 27: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 7



Figur 28: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 8

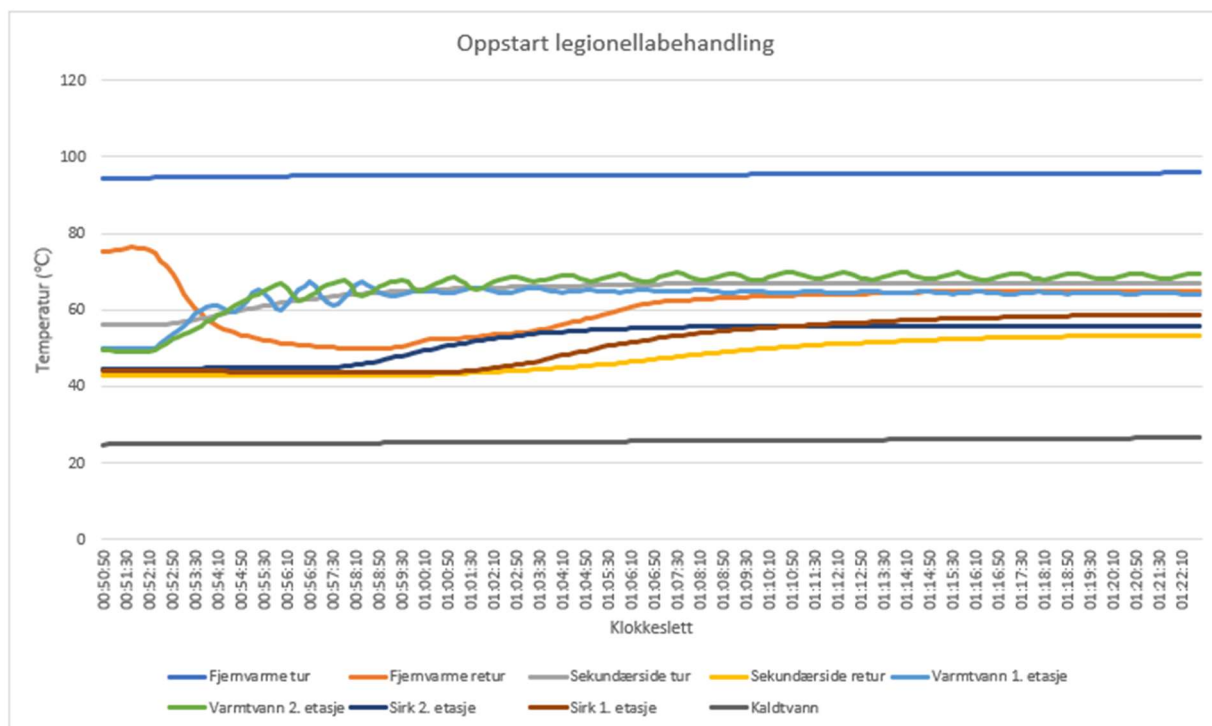


Figur 29: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellbehandlingen foregikk i uke 9



Figur 30: Viser temperaturer i teknisk rom mens legionellabehandlingen foregikk i uke 10

I Figur 25 til og med Figur 30 er grafer med x og y akse. X-retningen viser tiden, mens y-retningen viser temperatur. De ulike grafene har forskjellige farger, disse fargene er forklart nederst på hver graf. Dette er tatt med for å kunne vise hvordan legionella bekjempelsen på Lade Sportsarena fungerer. Tiden er tatt med for å kunne se når oppvarmingen starter og hvor lenge den varer.



Figur 31: Oppvarmingsmetoden Lade Sportsarena

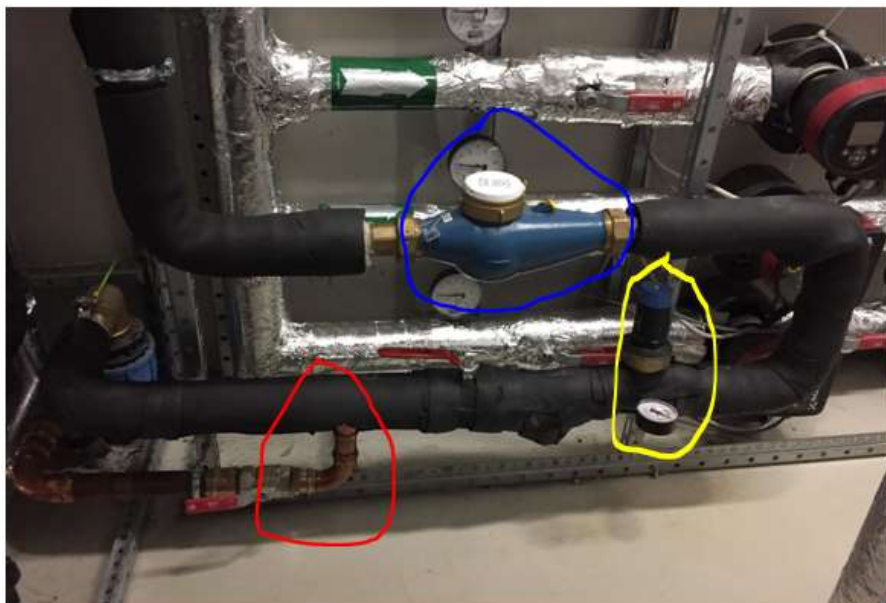
Figur 31 er grafer med x og y akse. X-retningen viser tiden, mens y-retningen viser temperatur. De ulike grafene har forskjellige farger, disse fargene er forklart nederst på hver graf. Denne figuren viser hvor lang tid anlegget bruker på å varme opp vannet.

Lade sportsarena: Energibehov ved dagens legionellabehandling.			
Et år med behandling 1 gang i uka			
Intensitet	Oppvarming (kWh)	Varmetap (kWh)	Totalt (kWh)
1 time	271,67	114,9	386,61
4 timer	271,67	459,8	731,43

Tabell 13: Energi som blir brukt under legionellaforebygging Lade Sportsarena

Tabell 13 viser hvor mye energi det trengs for å utføre legionellabekjempelse på Lade Sportsarena. Det er to forskjellige rader, der den ene er for 1 times behandling og oppvarming, mens den andre er for 4 timers behandling og oppvarming. Det er beskrevet intensiteten på oppvarmingen, hvor mye energi som brukes for å varme opp vannet fra 55°C til 75°C i gitt tid, varmetap som er i systemet og totalt energiforbruk. Varmetapet er satt til 10 W/m. Disse tabellene er tatt med for å kunne se om det lønner seg å senke tiden på oppvarmingen av vannet, da det ikke trengs 4 timer med varmt vann over 70°C for å drepe legionellabakterien.

5.1.6 Avvik



Figur 32: Viser avgreining til brann skap før vannmåler Lade Sportsarena

Figur 32 viser avgreiningen som går til brannskapene i første etasje. Dette er tatt med fordi det er et avvik i forhold til Sanitærreglementet. Alt tappeutstyr skal være koblet etter vannmåleren. Avgreiningen til brannskapene er den nederst i bildet med rød markering, reduksjonsventilen er den komponenten med gul markering mens vannmåleren er den komponenten med blå markering.

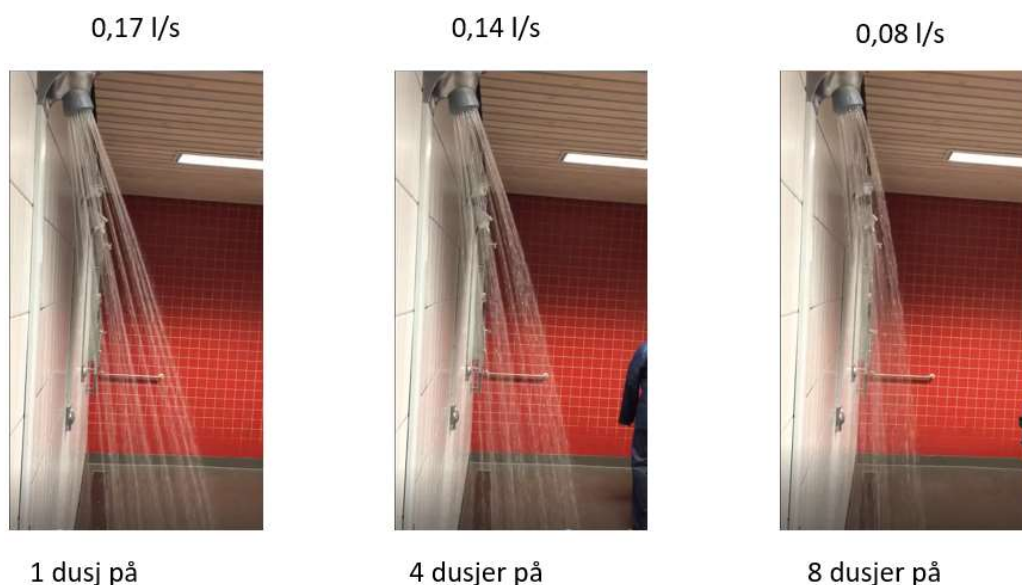
5.2 Heimdalshallen

5.2.1 Dusjsimulering

Sted/Dusj målt	Dato	Antall dusjer på	Antall servanter på	Tappevolum (l)	Tid (s) snitt	Vannmengde (l/s)	Trykkmåler plassering	Trykk (bar) snitt	Temperatur målepunkt dusj (°C)
Ingen dusj	20.3.	0	0	0	0,0	0,00	Servant Gard. 5	5,56	-
5.2	20.3.	1	0	10	61,7	0,16	Servant Gard. 5	4,84	36,5
5.3	20.3.	1	0	10	61,8	0,16	Servant Gard. 5	4,78	36,5
5.1	20.3.	1	0	10	58,5	0,17	Servant Gard. 5	4,78	36,5
5.1	20.3.	2	0	10	62,4	0,16	Servant Gard. 5	4,71	34,7
5.1	20.3.	4	0	10	71,7	0,14	Servant Gard. 5	4,68	33,7
5.1	20.3.	6	0	10	101,5	0,10	Servant Gard. 5	4,65	33,5
5.1	20.3.	7	0	10	116,4	0,09	Servant Gard. 5	4,69	33,3
5.1	20.3.	8	0	10	125,5	0,08	Servant Gard. 5	4,60	33,4

Tabell 14: Viser vannmengde, trykk og temperaturer målt under dusjsimulering Heimdalshallen

I Tabell 14 er det en oversikt over all data som ble registrert under dusjsimulering i Heimdalshallen. I tabellene er det tatt med Sted/dusj målt som er hvilken dusj det er målt på, dato for når målingene ble utført, antall dusjer og eventuelt servanter som var på under måling av vannmengden, tappevolum, tid det tok å tappe ønsket volum, vannmengden i l/s, plassering av trykkmåler, trykk og temperatur ved målepunkt i dusj. For å finne ut hvilken dusj det er målt i de forskjellige garderobene kan man se Figur 7.



Figur 33: Viser vannstrålen ved angitt antall dusjer på i Heimdalshallen

Figur 33 viser dusjstrålen med forskjellig antall dusjer på samtidig i Heimdalshallen. På første bilde fra venstre, er det bare en dusj som står på. Bilde i midten er det fire dusjer som står på samtidig. På det siste bildet er alle åtte dusjene på samtidig. Vannmengden står på toppen av hvert bilde.

5.2.2 Dimensjonering

Sanitær utstyr	Antall				Normalvannmengder KV		Normalvannmengde VV	
	Etasje 1	Etasje 2	Etasje 3	Totalt	Pr. stk(l/s)	Sum(l/s)	Pr. stk(l/s)	Sum(l/s)
Dusj	66	0	0	66	0,2	13,20	0,2	13,20
Servantbatteri	13	4	0	17	0,1	1,70	0,1	1,70
Toalett	10	1	0	11	0,1	1,10	0	0,00
Kjøkkenbatteri	0	1	0	1	0,2	0,20	0,2	0,20
Tappeventil	9	2	1	12	0,2	2,40	0,2	2,40
Utslagsvask	1	1	1	3	0,2	0,60	0,2	0,60
SUM						19,20		18,10

Tabell 15: Sum av normalvannmengder tappeutstyr Heimdalshallen

I Tabell 15 er alle normalvannmengdene fra tappeutstyret i Heimdalshallen lagt sammen. I tabellen er det forklart hvilke utstyr det er snakk om, antall utstyr fordelt på etasje, totalt antall utstyr og normalvannmengder på KV og VV pluss sum av normalvannmengden.

Normalvannmengdene er hentet ifra Tabell 3. Tabell 15 er lagd for å få oversikt over antall utstyr og hvilken sum av vannmengder man har på de forskjellige plassene i bygget og vil gjøre dimensjoneringsjobben lettere og mer oversiktlig.

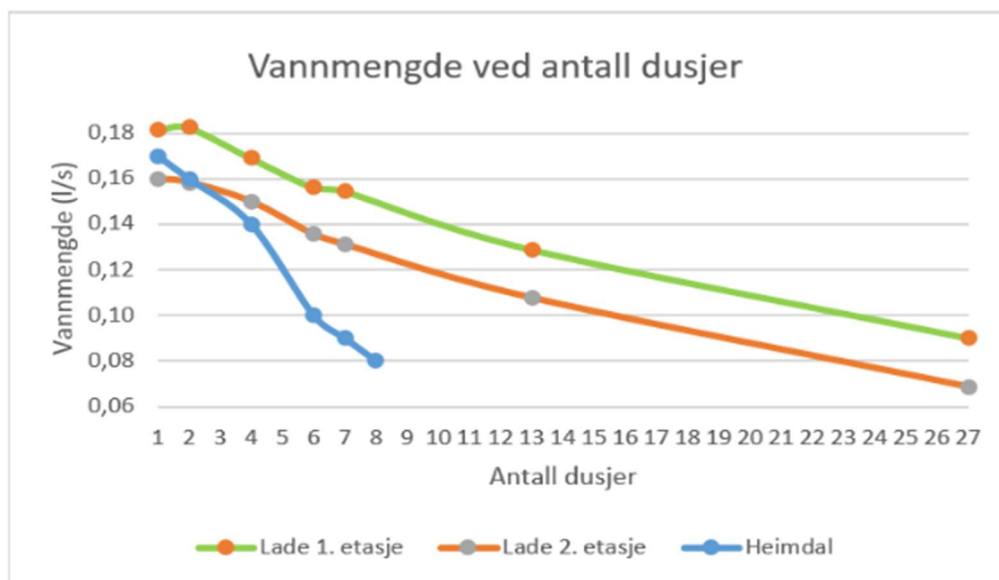
KV	Rørstrekk	Sum vannmengde (l/s)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde (l/s)	Min. innv diameter (mm). (I parentes fra tabell 3a Tekniske bestemmelser)	Dimensjon på heimdalshallen innv. Diameter (mm)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde med dimensjon som er på Heimdalshallen (l/s)
1 etasje	1	17,5	13,2	13,62	(64)	38	1,89	2,80
	2	17,1	13,2	13,59	(64)	38	1,91	2,80
	3	16,9	13,2	13,58	(64)	38	1,92	2,80
	4	16,7	13,2	13,57	(64)	38	1,93	2,80
	5	15,1	11,60	11,97	(62)	38	1,99	2,80
	6	14,3	11,60	11,92	(62)	38	2,02	2,80
	7	12,7	10,00	10,32	(60)	38	2,09	2,80
	8	11,1	8,40	8,72	(55)	38	2,16	2,80
	9	10,7	8,40	8,69	(55)	38	2,18	2,80
	10	9,1	6,80	7,09	71,1	38	2,25	2,80
	11	8,8	6,80	7,07	71,1	38	2,27	2,80
	12	8,4	6,40	6,67	71,1	38	2,29	2,80
	13	8	6,40	6,64	71,1	38	2,31	2,80
	14	7,2	4,80	5,10	58,5	38	2,35	2,80
	15	5,6	4,80	4,96	58,5	38	2,45	2,80
	16	4	3,2	3,36	46,8	38	2,58	2,80
	17	3,2	3,2	3,20	46,8	38	2,67	2,80
	18	1,6	1,6	1,60	31	38	1,6	1,60
Til dusj	19	1,6	1,6	1,60	31	31	1,6	1,60
	20	1,6	1,6	1,60	31	31	1,6	1,60
	21	0,8	0,8	0,80	22,2	25	0,8	0,80

Tabell 16: Viser forenklet dimensjonering av kaldtvannkrets i Heimdalshallen.

VV	Rørstrekk	Sum vannmengde (l/s)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde (l/s)	Min. innv diameter (mm). (I parentes fra tabell 3a Tekniske bestemmelser)	Dimensjon på heimdalshallen innv. diameter (mm)	Største tappested (l/s)	Største samtidige tappemengde med dimensjon som er på Heimdalshallen (l/s)
1 etasje	1	16,5	13,2	13,56	(64)	38	1,93	2,80
	2	16,1	13,2	13,53	(64)	38	1,95	2,80
	3	16	13,2	13,53	(64)	38	1,95	2,80
	4	15,8	13,2	13,51	(64)	38	1,96	2,80
	5	14,2	11,60	11,91	(62)	38	2,02	2,80
	6	13,6	11,60	11,87	(62)	38	2,05	2,80
	7	12	10,00	10,27	(60)	38	2,12	2,80
	8	10,4	8,40	8,67	(55)	38	2,19	2,80
	9	10,1	8,40	8,65	(55)	38	2,2	2,80
	10	8,5	6,80	7,05	71,1	38	2,28	2,80
	11	8,2	6,80	7,02	71,1	38	2,3	2,80
	12	7,8	6,40	6,62	71,1	38	2,32	2,80
	13	7,6	6,40	6,60	71,1	38	2,33	2,80
	14	7	4,80	5,09	58,5	38	2,365	2,80
	15	5,4	4,80	4,94	58,5	38	2,47	2,80
	16	3,8	3,2	3,34	46,8	38	2,59	2,80
	17	3,2	3,2	3,20	46,8	38	2,67	2,80
	18	1,6	1,6	1,60	31	38	1,6	1,60
Til dusj	19	1,6	1,6	1,60	31	31	1,6	1,60
	20	1,6	1,6	1,60	31	31	1,6	1,60
	21	0,8	0,8	0,80	22,2	25	0,8	0,16

Tabell 17: Viser forenklet dimensjonering av varmtvannkrets i Heimdalshallen.

I Tabell 16 og Tabell 17 er det gjort en redimensjonering med metoden forenklet dimensjonering. Tabell 16 er for KV og Tabell 17 er for VV. I begge tabellene er det beskrevet hvilke rørstrekk det er, rørstrekk nummer 1 begynner på teknisk rom så øker den med en for hver avgrening. Summen av vannmengden er hentet fra Tabell 15. Største tappested er valgt verdi der det i dette eksempelet er valgt at alle dusjene er i bruk samtidig. Største samtidige tappemengde er utregnet med formelen om sannsynlig maksimal vannmengde ved hjelp av sum vannmengde og største tappested. Min. innv. diameter er hentet fra Tabell 1 der man har brukt største samtidige vannmengde og tatt ut minimum innvendig diameter fra tabellen. Dimensjon i Heimdalshallen innv. diameter er dimensjonene som er på bygget i dag, disse er hentet fra plantegning som ligger i vedlegg 5. Største tappested og største samtidige tappemengde med dimensjon som er i Heimdalshallen er regnet ut for å passe dimensjonen som er på anlegget. Dette er sjekket for å finne ut av hvor mange dusjer anlegget er dimensjonert for og hva som er brukt som største tappested. Det som står i parentes og fet skrift i Tabell 16 og Tabell 17 er der vannmengden ble for stor for Tabell 1 som er for forenklet dimensjonering, så her ble det brukt nomogrammet i Figur 12 for å finne rørdimensjonene. Der ble det brukt et trykktap på 2000 Pa/m for å finne dimensjonene. De rutene som er markert grønt i tabellene viser at dimensjonene er innenfor kravene til vannmengder med forenklet dimensjonerings metode. De det er rød skrift nederst i tabellen er etter blandeventil, ferdigblandet vann.



Figur 34: Sammenligning av vannmengder på Lade Sportsarena og Heimdalshallen

Figur 34 er en sammenligningsgraf av vannmengder og antall dusjer på der vannmengdene er oppover på y-aksen og antall dusjer er bortover på x-aksen, de ulike grafene har forskjellige farger og de er navngitt hvilke anlegg de tilhører nederst i grafen

6. DISKUSJON

I dette kapittelet blir resultatene knyttet opp mot problemstillingen som er: Hvordan bør varmt- og kaldtvannssystemet for sanitæranlegg i idrettsbygg være designet og dimensjonert?

Kravene skal være relatert til forskrifter/veiledninger for legionella samt TEK og standard abonnementsvilkår for design og dimensjonering.

6.1 Dusjanlegg

Målingene under dusjsimuleringen viste, som vi kan se på Figur 34 og Tabell 4, at vannmengden fra dusjene i første etasje på Lade Sportsarena gikk fra 0,18 l/s med én dusj på til 0,09 l/s når 27 dusjer sto på. For andre etasje startet vannmengden på 0,16 l/s når én dusj sto på og sank til 0,07 l/s når alle 27 dusjene var på. Det er ca. 1/3 av vannmengden ut ifra dimensjonerende normalvannmengde. I Figur 34 ser man at det er et ganske jevnt avvik mellom grafene for første- og andre etasje. Dette kommer som følge av høydeforskjellen på dusjene, og som dermed medfører at det er mindre tilgjengelig trykk i andre etasjen. I Tabell 5 er det gjort en kontroll på det statiske trykket for å verifisere at trykkmåleren måler noenlunde riktig. Etasjehøydene er målt og satt inn for å sjekke om det stemmer med det statiske trykket, det er også regnet ut et avvik på målingene av trykk- og høydeforskjell ved målepunktene. I garderoben i Heimdalshallen startet vannmengden på 0,17 l/s ved én dusj på til 0,08 l/s ved åtte dusjer på, alle verdiene mellom én og åtte dusjer i Heimdalshallen kan man se fra Tabell 14. Figur 34, Tabell 4 og Tabell 14 viser at vannmengden fra den målte dusjen synker når det blir skrudd på flere dusjer.

Figur 15 viser hvordan vannstrålen endrer seg i andre etasje på Lade Sportsarena, mens Figur 33 viser hvordan vannstrålen endret seg i Heimdalhallen. Endringene er ganske markante, man vil merke det hvis man starter å dusje alene og det etter hvert blir skrudd på flere dusjer. Dette kan sees i Figur 15 og Figur 33. Variasjonen i vannmengden kommer av at vannmengden er avhengig av trykket ved tappepunktet. Når flere dusjer skrues på blir etterspørselen etter vann større og dermed må vannstrømmen gjennom hovedrørene øke. Siden rørene ikke øker i størrelse, må vannet bevege seg fortere gjennom røret. Ifølge formelen for friksjonstap i kapittel 4.2.2, vil en økning i hastigheten øke friksjonstapet i rørene. Dermed vil det tilgjengelige trykket ved tappepunktet synke.

For å få en følelse av hvordan de ulike vannmengdene opplevdes, ble det gjort et dusjforsøk der vannmengden ble målt. Der kom man frem til at 0,07 l/s virket akseptabelt når man såpet seg inn, men at under avskylling av såpen var vannmengden for liten. Det ble kommet frem til at

0,13 l/s var tilstrekkelig. Disse verdiene vil nok variere en god del fra person til person. Personer vil ha ulik oppfatning av hva som er akseptable verdier, forskjellige utforminger på dusjhodene kan også gi forskjellige opplevelser, og det kan variere fra hva man finner akseptabelt eller hva man kunne godtatt hvis formålet var å spare vann.

I databladet for dusjbatteriene på Lade Sportsarena, som er vedlagt i Vedlegg 3, står det at når dusjbatteriene har vannmengdebegrensere og et tilgjengelig trykk på 3,0 bar, skal vannmengden ut av dusjhodene være 0,18 l/s. Databladet viser også at hvis dusjbatteriet har vannmengdebegrensere, vil vannmengden holde seg konstant ved trykk høyere enn 3,0 bar. Mens under 3,0 bar så synker vannmengden tilnærmet eksponentielt. Databladet til dusjene, som har enda et dusjhode koblet på via en slange, viser at vannmengden ut er 0,17 l/s ved et trykk på 3,0 bar.

Grafen for målte verdier, som vises i Figur 21, ble lagd ut ifra målinger av H2.1. Denne grafen avviker en betydelig del fra grafene der det har blitt brukt Q_n og P_n . Mest sannsynlig er det det målte trykket som står for store deler av avviket, siden feilmarginen for vannmengdemålingene ikke er begrenset. Trykkavvikene fra grafen for målte verdier til grafen for riktig vannmengde er på ca. én bar. Selve måleutstyret ble koblet til både varmt- og kaldtvann, dette kan være utslagsgivende for avviket mellom grafen for målte verdier og grafen til riktig vannmengde. Trykkmåleren kan ha blitt påvirket av en trykkforskjell på kaldtvannet og varmtvannet. Grunnen til trykkforskjellen kan være at det vil tappes mer varmtvann enn kaldtvann i dusjen. Varmtvannet er ca. 55°C, kaldtvann er ca. 5°C og temperaturen i dusjen er 38°C. Her vil forholdet være ca. to deler varmtvann og én del kaldtvann. Det vil mest sannsynlig være lavere trykk i varmtvannsledningen siden det er mer motstand i denne ledningen. Det er ikke regnet ut trykktap i varmeveksler eller blandeventilen for å sjekke om dette tilsvarer avviket som er mellom den blå og oransje grafen i Figur 21. Tabeller med verdiene for figurene er vedlagt i Vedlegg 6.

I Tekniske bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 11) står det at dimensjonerte anlegg skal ha tilstrekkelig vannmengde og tilfredsstillende trykk for å dekke vannbehovet, og at normalvannmengdene i Tabell 3 gjelder ved maksimal samtidig belastning i anlegget. Tabell 3 sier at normalvannmengdene for dusjer er 0,2 l/s. Dusjene på Lade Sportsarena varierte fra 0,18 l/s til 0,07 l/s. En sparedusj vil vanligvis ha en vannmengde på 6,0-9,0 l/min (*dusj*, 2018). Dette tilsvarer 0,10-0,15 l/s. Vannmengden på Lade Sportsarena varierer altså fra å ha vannmengder som er litt mindre enn det som blir regnet som normalvannmengden til å være under det som blir betegnet som en sparedusj. Med vannmengdebegrensere på dusjene på Lade Sportsarena vil ikke vannmengden

stige over 0,18 l/s. Hvis man antar at 0,18 l/s fungerer som normalvannmengde i stedet for 0,20 l/s, burde vannmengden holdt seg på 0,18 l/s frem til belastningen når den maksimale samtidige belastningen. Grafene for Lade Sportsarena i Figur 34 burde holdt seg på 0,18 l/s for mer enn to dusjer. Det kan tyde på at det tilgjengelige trykket er for lavt i anlegget. Det ville vært interessant å se på mulighetene for å øke trykket i teknisk rom. Trykket er ca. 4,5 bar etter reduksjonsventilen, som er det reduksjonsventilen er stilt inn på. Ved å heve trykket her vil det bli mer tilgjengelig trykk for installasjonene, og dermed kunne øke vannmengden. Hvis trykket heves er det viktig å sjekke at komponentene i anlegget tåler trykkøkningen.

Hvis dusjene skulle bli byttet ut, kunne det vært aktuelt å montere sparedusjer for å spare på vannforbruket. Da er det viktig å tenke på at vannforbruket ikke uten videre ville gått lineært ned, da dusjetiden kunne blitt lenger. I tillegg er det risiko for at brukere blir misfornøyde hvis vannmengden blir for liten.

Under dusjsimuleringen i Heimdalshallen, så kunne man se at vannmengden ut av dusjbatteriene begynte å svinge etter hvert som flere og flere dusjer ble skrudd på. Årsaken til dette kan være en kombinasjon av at blandeventilen er for liten og forskjellige trykk på varmt- og kaldtvannsledningen.

Figur 19 viser grafen etter logging av tappevannsforbruket på Lade Sportsarena. De eksakte verdiene er hentet fra Vedlegg 7. I løpet av disse dagene ble det gjennomført en dusjsimulering der 27 dusjer var på. Her er det maksimale forbruket på 135,6 l/min, her var alle dusjene på samtidig. Mens ved daglig bruk sa loggingen at et maksimalt forbruk er på 43,6 l/min. Hvis man tar vannmengden ved fire dusjer i andre etasje og ganger med 4 og 60, så blir det 33,3 l/min. Mens hvis man gjør det for seks dusjer i første etasjen så blir det 56,2 l/min. Dermed vil det være sannsynlig at det var ca. fem dusjer i bruk samtidig. Det daglige forbruket ble målt i en helt vanlig uke, og bruksmønsteret vil mest sannsynlig være annerledes i en helg når det arrangeres turneringer. I ukedagene og ved normal bruk i helgene, vil det mest sannsynlig være dusjer som ikke blir brukt. Figur 20 viser en uke hvor det har blitt tatt bildet av vannmåleren ca. klokken 0900 hver morgen, her ligger forbruket på ca. 1600 liter per dag, og det stemmer ganske bra med Figur 19. Det er derfor sannsynlig at bruksmønsteret er ganske likt som vist i Figur 19. Under dusjsimuleringen ble det målt temperaturer på teknisk rom, dette ble gjort for få et bilde på hvordan anlegget oppførte seg. Denne temperaturloggingen ble gjort i fem uker med vanlig drift. Figur 16, som er fra simuleringen med seks og fire dusjer påskrudd, har en ganske lik kurve som figuren under vanlig drift. Figur 17 og Figur 18 viser at det kan se ut som det blir brukt ca. seks dusjer samtidig.

6.2 Tappetid

Målingene av tappetiden til varmt- og kaldtvann ble gjort i tredje etasje på Lade Sportsarena, da det var her det mest sannsynlig ville være størst behov for trykk. Dette ble utført for å finne ut hvor lang tid det tar å få varmt- og kaldtvann ved tappepunktet. Det ble ikke oppdaget noen innreguleringsventiler på sirkulasjonsledningene, og dermed at det sannsynligvis ikke sirkulerte den vannmengden som var beregnet. Dataene for relevante figurer ligger i Vedlegg 8.

På Figur 22 ser man at det tar det veldig lang tid før temperaturen på kaldtvannet blir lav. Det tar hele 10 minutter med tapping til temperaturen er nede på 12,2°C. Disse eksakte verdiene er hentet fra Vedlegg 8. Grunnen til at det tar så lang tid som det gjør og at temperaturen går opp og ned før dette, er at det vannet som ligger i rørene er oppvarmet av romluften. Etter 1 minutt og 35 sekunder stiger temperaturen, dette kan være det vannet som har stått i rørene som er på teknisk rom. På teknisk rom er romtemperaturen høyere enn andre rom. Hvis det er ønskelig å kutte ned tappetiden for kaldtvannsledningen vil det være nødvendig å sirkulere kaldtvannet. Siden kaldtvannet vil sirkulere i omgivelser med romtemperatur, og dermed oppvarmes, så må det settes inn en kjøler i teknisk rom for at løsningen skal ha noe formål. En annen løsning ville være å droppe sirkulasjonen og sette en kjøler før hver fordelerstokk. Spørsmålet er likevel om det i det hele tatt er ønskelig å få 5 °C ut av servanter og dusjer, i og med at de mest sannsynlig bare vil bruke kaldtvann til å blande med varmtvann for å få en ønsket temperatur. Dagens løsning er at de har montert inn drikkestasjoner i fellesarealene med kjøler og denne dekker allerede behovet hvis det er noen som ønsker å få 5°C vann. I tillegg så vil det være en stor kostnad å montere inn kjøler på tappevannet og det er ikke så energivennlig.

På Figur 23 ser man tiden og temperaturen på varmtvannet. Temperaturen varierer mellom 34,9°C og 51,6°C. Disse verdiene er hentet fra Vedlegg 8. Det tar 10 sekunder før temperaturen er 47,3°C. Dette er tiden det tar å tappe det vannet som ligger mellom tappestedet og til dit sirkulasjonsledningen går. I Figur 14 ser man hvor langt sirkulasjonsledningen går, det er ved fordelerstokk nr. 7 og i tredje etasje. Ulempen med lang ventetid på varmtvann kan være at man bruker unødvendig mye vann på for eksempel å vaske hendene etter endt toalettbesøk. Hvis tappetiden i dette tilfellet hadde vært lengre kunne man kortet ned lengden på koblingsledning mest mulig fra fordeler til tappested og flyttet sirkulasjonsledningen nærmere fordelerstokken. I forhold til dagens krav er det ikke tallfestet noen krav om tappetiden i dagens regelverk. Se Vedlegg 9 for tabell med alle målte verdier for tappetid.

6.3 Dimensjonering

6.3.1 Dimensjoneringsmetoder

I Teknisk bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 11) står det ”anlegg skal være dimensjonert slik at det er tilstrekkelig mengde og tilfredsstillende trykk til å dekke vannbehovet for husholdninger, næringsvirksomheter, institusjoner o.l., samt alminnelig brannslukking.”

Tilstrekkelig mengde og tilfredsstillende trykk kan tolkes på mange måter, men det sier jo at anlegget burde dimensjoneres slik at det tappeutstyret som er montert skal levere riktig vannmengde. For å få en mengde ut av tappeutstyret så er det avhengig av et visst trykk ved tappepunktet.

I veiledningen til TEK10 (Direktoratet for byggkvalitet, 2012) står det at ”Krav til vannmengde tilfredsstilles når ledningene er dimensjonert etter Norsk Standard.” Denne standarden som omhandler dimensjonering av sanitæranlegg bruker samme dimensjoneringsmetoder som står i Teknisk bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp, som også er beskrevet i teoridelen og utført i resultat.

Det finnes flere dimensjoneringsmetoder, men i denne rapporten er det sett på forenklet dimensjonering. En annen kjent metode er trykktapsdimensjonering. Begge metodene er beskrevet i teoridelen. Hovedforskjellene på disse dimensjoneringsmetodene er at det med forenklet dimensjonering er tatt høyde for friksjonstap og trykktap gjennom enkeltmotstander og rør. Med trykktapsmetoden derimot må man finne/regne ut alle trykktap gjennom enkeltmotstander og trykktap i rør og sjekke om man har nok tilgjengelig trykk til tappepunktet med valgte dimensjoner på rørene.

Forenklet dimensjonering kan være kostnadsbesparende for at det er en enkel metode å utføre, men kan føre til under- eller overdimensjonert anlegg. Trykktapsmetoden kan være en mer omstendelig og tidkrevende prosess, men er mer nøyaktig. (Austbø, 2018b)

6.3.2 Forenklet dimensjonering

På Lade Sportsarena og Heimdalshallen er det gjort en redimensjonering av anlegget med dimensjoneringsmetoden forenklet dimensjonering. I Tabell 7, Tabell 8, Tabell 10, Tabell 16 og Tabell 17 ser man at det er utført forenklet dimensjonering. I tabellene er det regnet ut største samtidig vannmengde, formelen for denne er vist i teoridelen. I disse beregningene er det regnet med at alle dusjene på de forskjellige anleggene er største tappested, det er også sjekket hvilken vannmengde som er største samtidige vannmengde med de dimensjonene som

er på anleggene. Summen av normalvannmengdene er vist i Tabell 6 for Lade Sportsarena og Tabell 15 for Heimdalshallen.

På Lade Sportsarena er det hentet ut tall fra den daglige lederen i tennishallen på antall personer som skal bruke garderobene samtidig. Disse tallene ble brukt for å dimensjonere garderobene når bygget ble satt opp. Garderobene i første etasje blir delt med et treningssenter, en tennishall med fire baner og en stor bordtennishall, de er dimensjonert for 10 personer i hver garderobe. I andre etasje på Lade Sportsarena er det en taekwondoklubb som disponerer to garderober, der er det dimensjonert for 20 personer i hver garderobe. Alle deltagerne i gruppetreningene og eventuelle konkurranser er ferdig til samme tid og det kan være at mange av de bruker garderobene til samme tid. Det kan være vanskelig å vite hvor mange av brukerne av bygget som vil benytte seg av dusjanlegget når man skal bygge et idrettsbygg. I garderobene i første etasje er det sagt at det skal være 10 personer i garderobene samtidig, men det er kun 6 dusjer i damegarderoben og 7 dusjer i herregarderoben. I andre etasje er det sagt det skal være 20 personer samtidig, men det er kun 7 dusjer i hver av dame- og herregarderoben.

Ifølge (Kulturdepartementet, 2012, s. 49) er forholdet mellom antall dusjer og antall brukere 1:4. Ser man på Tabell 11 så er det totalt 280 personer som bruker Lade Sportsarena. Med disse tallene skulle det ha vært 70 dusjer totalt på bygget. Hvis man hadde brukt dette til å dimensjonere dusjanleggene, hadde det vært en større kostnad for utbygger og det hadde vært enda flere dusjer som ville stått ubrukt. Det er mange brukere på bygget, men ut ifra loggingen av vannforbruk ser det ut til at flesteparten av de ikke benytter seg av dusjanlegget. Sånn anlegget er i dag så er forholdstallet mellom antall dusjer og antall brukere på bygget ca. 1:10. De fleste utøverne på taekwondohallen er barn som kommer ferdig skiftet, de bruker verken garderobe eller dusjanlegg. Det er nevnt tidligere at i den perioden som det er utført målinger av vannforbruk, tilsvarer vannmengden som er brukt at det er maksimalt ca. 5 dusjer på hele bygget som blir brukt samtidig. Årsaken til at det er så få dusjer som blir brukt kan være at de fleste bytter og dusjer hjemme.

Tappevannsanlegget på Lade Sportsarena har to blandeventiler med felles inntaksledning. Tabell 10 viser at det er sjekket dimensjoneringene av rørene på teknisk rom. Der ser man at rørstrekket som er felles som går fra inntak til de to blandeventilene med dagens dimensjoner kan tilsvare at det står på 20,6 dusjer samtidig med en normalvannmengde på 0,2 l/s på hver av dusjene. Derfor er ikke anlegget dimensjonert for at alle dusjene skal være på samtidig. Rørene som går til de to blandeventilene, en for første etasje og en til andre- og tredje etasje, er for små hvis alle dusjene skal være på samtidig. Det er 31mm innvendig på begge rørene mens det skulle vært 38mm innvendig diameter til første etasje og 46,8 mm innvendig diameter til andre-

og tredje etasje. Tabell 7 og Tabell 8 viser forenklet dimensjonering på varmt- og kaldtvannsledningen på Lade Sportsarena, der rørstrekke er nummerert. I Figur 14 ser man hvor de forskjellige nummereringene av rørstrekke går. I Tabell 7, ser man at inntaksledningen på KV (kaldtvannsledningen) med sum vannmengde på 17,05 l/s og største tappested 5,4 l/s som tilsvarer 27 dusjer gir største samtidige vannmengde på 6,15 l/s. Hvis man ser på Tabell 1 om forenklet dimensjonering gir dette en dimensjon på minimum 71,1 mm innvendig diameter. Men rørdimensjonen på Lade Sportsarena er 50 mm i innvendig diameter. I Tabell 7 er det også tatt ut hva som kan være største vannmengde med den dimensjonen som er på anlegget, i dette tilfellet er det 50 mm innvendig diameter, med denne dimensjonen kan man ha 3,69 l/s som største tappested som gir største samtidige tappevannsmengde på 4,5 l/s. Med største tappested på 3,69 l/s kan det tilsvare at det er 18,45 dusjer på samtidig. Tabell 9 viser dimensjonene til koblingsledningene på Lade Sportsarena. Vannmengdene som står i tabellen er normalvannmengder hentet i Tabell 3 fra Tekniske bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp. I Tabell 7, Tabell 8 og Tabell 10 er det regnet ut hvor mange dusjer største tappested tilsvarer med dimensjonene som er på Lade Sportsarena. Der ser man at inntaksledningen kan ha 18,45 dusjer på samtidig. Fellesledningen på teknisk rom som går gjennom veksler og før den splittes til begge blandeventilene har største tappested som tilsvarer 20,6 dusjer, og de rørene som går til hver sin blandeventil tilsvarer største tappested ca. 7,5 dusjer. I Tabell 7 og Tabell 8 er det regnet ut et forholdstall mellom antall dusjer med største tappested for dimensjonene som er på Lade Sportsarena og antall dusjer det er på bygget. Der ser man at samtlige dimensjoner er for små i forhold til at alle dusjene kan benyttes samtidig bortsett fra koblingsledningene. Forholdet viser hvor det er mest feildimensjonert, det kan se ut som at det er i fordelingsledningene det er mest kritisk. Når dimensjonene er for små til vannmengden blir hastigheten og trykktapet i rørstrekke høy, noe som gir lavt trykk ved tappepunktet.

Tabell 16 og Tabell 17 viser forenklet dimensjonering av Heimdalshallen. Her ser man at det blir for små dimensjoner hvis man bruker alle dusjene i de åtte garderobene samtidig. I Heimdalshallen ble vannmengden for stor for Tabell 1 som er for forenklet dimensjonering så her ble det brukt nomogrammet i Figur 12 for å finne rørdimensjonene. Der ble det brukt et trykktap på 2000 Pa/m for å finne dimensjonene. Dette er det som står i parentes og fet skrift i Tabell 16 og Tabell 17. De rutene som er markert grønt i tabellene viser at dimensjonene er innenfor kravene til vannmengder med forenklet dimensjoneringsmetode.

Årsaken til at dimensjonene blir for små ved forenklet dimensjonering på Lade Sportsarena og Heimdalshallen kan være at det ikke har blitt dimensjonert for at alle dusjene skal være på

samtidig. Ifølge driftsansvarlig i Heimdalshallen har han to hele garderober som nesten aldri blir brukt. Dette tilsvarer 16 dusjer som bare står der og skaper unødvendige drift- og vedlikeholdskostnader, med tanke på renhold, legionellaspøying og gjennomspøying som blir utført ved anlegget regelmessig.

For å levere tilfredsstillende vannmengde når alle dusjene brukes samtidig må man bruke antall dusjer ganger normalvannmengden for én dusj for å finne ut hva som er største samtidige tappested. På Lade vil det si å bruke de dimensjonene som står i Tabell 7, Tabell 8 og Tabell 10. I Heimdalshallen blir det å bruke de dimensjonene som er nevnt i Tabell 16 og Tabell 17.

I TEK10 (Direktoratet for byggkvalitet, 2012) står det ”Anlegg skal være dimensjonert slik at det gir tilstrekkelig mengde og tilfredsstillende trykk til å dekke vannbehovet, inklusive slokkevann. Byggevarer i kontakt med drikkevann skal ikke avgi stoffer som kan forringe kvaliteten på drikkevannet eller medføre helsefare”. Hva som defineres med tilstrekkelig mengde og tilfredsstillende trykk kan man tolke på mange måter. Men det er i hvert fall ganske normalt at hvis én garderobe er i bruk og alle er ferdig til samme tid på trening, så kan det være stor sannsynlighet at alle dusjene blir brukt samtidig. Med dagens anlegg og dimensjoner kan vannmengden som kommer ut av dusjhode oppfattes som for liten ved begge anlegg. Typisk vanskelig å få ut sjampo fra hår og såpe fra kropp.

Når man skal sette opp et bygg med dusjanlegg burde man vurdere nøye hvor stort dusjanlegg man skal ha, da med en oversikt over antall og alder på brukerne. Med for mange dusjer som ikke blir brukt blir det problemer med stillestående vann, som ikke er bra i forhold til legionellavekst hvis man ikke har noen form for gjennomspøying. Gjennomspøying er å bytte ut vannet i rørene for å unngå at vannet blir stillestående over en lengre periode. Med færre dusjer per garderobe blir drift- og vedlikeholdskostnadene på bygget lavere. Varmt- og kaldtvannsledningen burde være dimensjonert slik at alle tappested får tilfredsstillende trykk og -vannmengde. For å oppnå det må man regne ut største sannsynlig vannmengde ved hjelp av formelen for dette. I formelen settes største tappested som normalvannmengden til dusjen ganger antall dusjer. Summen av normalvannmengden er en sum av alle normalvannmengdene på anlegget. Når man har største samtidige vannmengde kan man utføre en dimensjonering av rørene med dimensjoneringsmetoden forenklet dimensjonering. Antall dusjer som skal være påskrudd samtidig burde være alle dusjene på anlegget. Det er ikke noe vits å ha et dusjanlegg med altfor mange dusjer i forhold til det som blir brukt, i hvert fall ikke hvis det ikke er dimensjonert for at dette skal kunne brukes samtidig.

6.4 Legionella behandlingssystemer

6.4.1 Lade Sportsarena

På Lade Sportsarena blir vannet varmet opp av fjernvarme gjennom en varmeveksler. Her blir vannet varmet opp til ca. 70°C, deretter går det til to blandeventiler, én for første etasje og én for andre- og tredje etasje. (Her er det brukt ca. på temperatur fordi det er et avvik på målingene.) Blandeventilen blander så ned til ca. 55°C. Dusjbatteriene har termostatstyrte blandeblender, og ut ifra målingene er det en maksimumstemperatur på 48°C fra dusjhodet. Disse dusjpanelene har berøringsfrie sensorer som krever strøm, derfor er det 6V batterier montert inne i panelene, se Vedlegg 3. Disse sensorene aktiverer dusjbatteriet. Legionellabekjempelse i anlegget skjer mellom klokken 0100 og 0500 natt til onsdag. I denne perioden blir temperaturen på varmtvannet etter blandeventilen justert opp til ca. 70°C. Dette vises i Figur 25 til og med Figur 30. Alle ukene det er utført temperaturmålinger vises i Vedlegg 10.

6.4.2 Heimdalshallen

I Heimdalshallen blir vannet varmet opp av fjernvarme gjennom en varmeveksler. Her blir vannet varmet opp til 70°C. Etter veksleren er det montert en akkumuleringstank. Etter akkumuleringstanken går vannet til en blandeventil, denne blander vannet ned til 67°C. Videre går det ut på røret. Det er derfor mulig å tappe opp mot 67°C i alle tappepunktene, bortsett fra dusjene. I garderobene er det montert en Ultramix sentralblender se Vedlegg 11, som blander vannet ned til 38°C for så å sende det ferdigblandede vannet til dusjene. Tiltakene for legionellabekjempelsen i dette bygget er gjennomspyling en gang i uka, minimum annenhver uke. Ifølge driftsansvarlig Sverre Sund ved Heimdalshallen blir det tre ganger i året kjørt det som kalles legionellaspyling, da kjører man vann med temperatur over 70°C gjennom hele systemet og det blir spylt gjennom dusjhodene med denne temperaturen. Denne prosessen blir utført i påsken, julen og sommeren, ifølge driftsansvarlige på bygget. Begge disse prosessene blir styrt fra SD anlegget i bygget.

6.4.3 Sammenligning

Folkehelseinstituttet er det beskrevet forskjellige metoder når det gjelder behandling av legionella og varmebehandlingsmetoden er en av mange. (Pettersen, 2015).

Det Lade Sportsarena og Heimdalshallen har til felles når det kommer til de tekniske installasjonene er blant annet at de har fjernvarme som varmekilde og det er idrettshaller med

flere dusjer. Men ellers er de veldig forskjellige, Heimdalshallen er et mindre idrettsbygg med tanke på m², men har flere dusjer og har derfor akkumulering av varmt vann. På Lade Sportsarena er det direkte oppvarming uten noen form for akkumulering. Når det kommer til legionellabekjempelse er det helt forskjellige installasjoner og rutiner på disse to anleggene. På Lade Sportsarena ble det funnet ut gjennom logging av temperaturer over flere uker, at natt til onsdag hver uke mellom 0100-0500 ble temperaturen på tappevannet justert opp til ca. 70°C. Dette ser man på Figur 25, Figur 26, Figur 27, Figur 28, Figur 29 og Figur 30. Det blir ikke spylt noe vann gjennom dusjbatteriener eller andre armaturer mens dette pågår. Dette kan man se av at temperaturen på kaldtvannet stiger gjennom hele natten. Hadde det blitt tappet vann ville denne temperaturen sunket.

I veilederen for forebygging av legionellasmitte nevner de situasjoner der vekstbetingelsene for legionellabakterier er dårlige. En av situasjonene er (Pettersen, 2015, s. 31) ”Når temperaturen daglig eller minimum ukentlig overstiger 65°C i hele sirkulasjonssystemet for prosessvannet, og man er sikker på at det ikke finnes blindledninger eller andre lommer hvor temperaturen ikke blir så høy”. Denne beskrivelsen er veldig likt det som er på Lade Sportsarena. Ifølge Figur 25 til og med Figur 30 har sirkulasjonsledningen en temperatur mellom 60-65°C når vannet kommer tilbake til teknisk rom. Målingen av denne temperaturen har en feilmargin på ca. 5°C, temperaturen som er registrert er på 55°C og 58 °C. Det kan se ut som at det ikke er tilstrekkelig med temperatur på sirkulasjonsledningen. Det finnes ikke blindledninger i røranlegget på Lade Sportsarena, men dusjer som ikke blir brukt vil fungere som blindledninger. Disse rørene som går fra fordelerstokk til dusj blir aldri utsatt for høyere temperaturer enn 55°C. Når det er flere dusjer som ikke blir brukt, virker det som at dette ikke er tilstrekkelig for å bekjempe legionella i et dusjanlegg, spesielt ikke i et dusjanlegg som er overdimensjonert. Det bør heller installeres en varmebehandlingsmetode slik det er i Heimdalshallen. Her er det i tillegg til denne varmebehandlingsmetoden, en ukentlig gjennomspyling, en slik gjennomspyling er det anbefalt en varighet på 1-3 minutter. Denne funksjonen kan i tillegg til å forhindre beleggdannelse (Pettersen, 2015, s. 71), også være en viktig funksjon for å forhindre høy konsentrasjon av legionellabakterien når forholdene for vekst er optimale. For å få en konsentrasjon som er farlig for mennesket, kreves en formeringstid på ca. en uke (Zijdemans, 2014, s. 361).

I TEK10 anbefaler de å ha en sirkulerende varmtvannsledning som opprettholder 65°C (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). I Heimdalshallen er temperaturen på den sirkulerende varmtvannsledningen 67°C, mens på Lade Sportsarena er den 55°C. Lade Sportsarena har

oppvarming av anlegget en gang i uken som det er nevnt i veilederen, men har ikke høy nok temperatur på sirkulasjonen. Dette er ikke i henhold til TEK10, eller veilederen. Det kan være mulig at de har valgt denne løsningen for å spare energi, da det vil være energibesparende å ha en rørledning med temperatur opp imot 65°C en gang i uken i stedet for en kontinuerlig temperatur på 65°C. Som nevnt, vil for lav temperatur på vannet øke vekstforholdene til legionella. Er energisparing et fokus kan endringer i innstillingene på SD-anlegget vurderes.

Ifølge Figur 31 så tar det ca. 30 min før temperaturen på sirkulasjonen stabiliserer seg på høyeste temperatur, se Vedlegg 12. Med dagens innstillinger på SD-anlegget står denne på i ca. fire timer om gangen. Om en slik prosess varer i en time eller fire timer har mest sannsynlig samme nytte, da legionellabakterien dør ved kun fem minutter i 70°C varmt vann (Pettersen, 2015, s. 46). Ved å senke denne behandlingstiden er det mulig å spare litt energi. I Tabell 13 ser man at fire timer med behandling og oppvarming en gang per uke krever 731,43kW i året, mens en time med behandling og oppvarming en gang i uken krever 386,61kW i året. Besparelsen av energi ved å korte ned til en time er dermed 344, 82kW. For utregninger se Vedlegg 13.

Anlegget på Lade Sportsarena kan ha unngått legionellasmitte siden det er et nytt bygg og fordi at biofilmen som er helt nødvendig for at legionellabakterien skal gro ikke eksisterer i rørene. En annen årsak som kan ha reddet anlegget for legionellavekst kan være at Trondheim kommune har såpass god vannkvalitet at biofilmen foreløpig ikke eksisterer. En slik biofilm kan komme etter hvert, det er vanskelig å anslå noe om hvor lang tid det kan ta. Det kan også hende denne biofilmen eksisterer i røranlegget i dag, men det er det vanskelig å si noe om. Sånn som anlegget er i dag, kan det være eller bli fare for legionellasmitte. I Heimdalshallen er det mest sannsynlig de gode rutinene som er årsaken til at legionellasmitte ikke har skjedd i dette anlegget. Dersom det skulle skje kan det bydd på problemer med å bli kvitt bakterien med spyling av varmtvann. Da kan rengjøringsmetoden som tidligere beskrevet, fungere bedre for å bli kvitt denne biofilmen legionellaen vokser i.

6.4.4 Løsning nr. 1 for legionellaspyling på Lade Sportsarena

I folkehelseinstituttets veiledning er det oppgitt et tiltak som tilrettelegger for forebyggende vedlikehold (Pettersen, 2015, s. 67) ”Montere ”by-pass” forbi blandeventiler i tekniske rom, og evt. på sentrale termostatstyrte blande batteri, slik at sjokkoppvarming er mulig.” En by-pass er ikke nødvendig i dette bygget da blandeventilen kan reguleres opp til ønsket temperatur via SD-anlegget. Systemtegningen som vist på Figur 24 ovenfor viser hvordan det systemet kan

bygges opp for å få 70°C varmt vann forbi det termostatstyrte dusjbatteriet. Denne løsningen krever ikke store inngrep eller kostnader for å fungere optimalt, men krever en del jobb for å gjennomføre selve prosessen. Hensikten med denne løsningen er å spyle 70°C varmt vann helt ut gjennom dusjhodet.

Prosess for legionellaspyling: For sikkerhetsmessige årsaker må enten hele bygget være stengt eller så må man stenge av hver garderobe der det skal utføres legionellaspyling. Dette må gjøres for å unngå at personer som skal dusje blir skåldet av 75°C varmt vann. Etter det må temperaturen på tappevannet justeres opp til 75°C via SD anlegget. Deretter kan S1 monteres, denne slangen kobles mellom K1 og K2. Etter det må K3 stenges, dette hindrer kaldt vann i å komme til dusjbatteriene. Så kan K1 og K2 åpnes. Når alt dette er klart, så er det bare aktivere dusjene. Dette gjøres enkelt ved å bevege hånden foran sensoren på dusjpanelet. Da går det varmt vann gjennom P1 og P2, dette er for å tvinge varmt vann gjennom D1, så varmt vann blir spylt ut av D2. Denne sensoren må registrere bevegelse for at dusjen skal spyle, denne sensoren kan lures med å sette på en aluminiumtapebit over hele dusjpanelet, så tapen har 3-5 cm klaring fra sensoren. Dette er en metode som ble brukt for å gjennomføre dusjsimuleringen. Det kommer an på hvilke fabrikkinnstillinger det er på dusjpanelene om hvor lenge hver enkelt dusj spuler ved aktivering av sensoren, dette er justerbart. Under dusjsimuleringen spylte dusjene i ca. fem minutter. Med tanke på at anlegget kun har direkte oppvarming og har en varmeveksler med en kapasitet på 175kW, klarer veksleren å levere vann med 75°C til ca. fire dusjer med dagens trykk. Derfor er det best om det ikke blir spylt i flere enn fire dusjer samtidig under legionellaspylingen. For den som aktiverer dusjen, vil det være lurt å ha på støvler og reinklær så denne personen ikke blir spylt med 70°C varmt vann rett på huden.

Å kjøre så varmt vann inn på kaldtvannssiden, vil være en stor belastning for røranlegget, med tanke på temperaturforskjellene (Pettersen, 2015, s. 46), derfor kan det vært lurt å begrense det bare til garderobene, som det er vit i løsning nr. 1. Med denne løsningen vil det ikke være mulig å starte noe samtidig gjennomspyling, så derfor bør en person gå en runde i alle garderobene å starte alle dusjene og la de spyle 1-3 minutter, en gang i uka, som er anbefalt (Pettersen, 2015, s. 71). For å forhindre at vann blir stående i røret over en uke.

6.4.5 Løsning nr. 2 legionellaspyling på Lade Sportsarena.

Dusjpanelene som er montert i dag er Oras Elektra 6664F, disse panelene har en strømtilførsel som skjer gjennom 6V batteri se Vedlegg 3. Ved å bytte disse panelene til Oras Elektra 6664FTX se Vedlegg 3, som må kobles til strømmettet, kan det også kobles opp imot et SD-

anlegg. Dette er en mye dyrere løsning i innkjøp, men dette vil gjøre legionellaspylingen enklere enn løsningen nevnt tidligere.

Prosess for legionellaspyling: I likhet med det første eksemplet må garderobene stenges, så en unngår at personer blir skåldet i dusjen. Så må temperaturen til tappevannet justeres opp til 75°C. Når dusjene er koblet opp imot et SD-anlegg kan panelene styres fra SD-anlegget. Da er det bare å trykke inn en temperatur på 75°C og la dusjene spyle i 5 min. Da vil det være 75-70°C varmt vann helt ut til dusjhodet. Dette bør kontrolleres med et termometer, så en er sikker på at temperaturen er 70°C eller mer. Er vannet lavere enn 70°C må temperaturen fra varmeveksleren justeres opp. Ut ifra beregningene som er vist i vedlegg 13, så klarer veksleren å levere 75°C varmt vann til ca. fire dusjer samtidig, så derfor kan det være lurt å spyle maksimalt fire dusjer om gangen. Det vil også være mulig å startes en gjennomspyling en gang i uken via SD-anlegget.

6.4.6 Sammenligning av løsning nr. 1 og 2

Det er innhentet priser på de forskjellige løsningene, se Vedlegg 14. Disse prisene er basert på ganske gode beskrivelser, men kan hende prisene hadde blitt annerledes hvis firmaet hadde tatt en egen befaring. Løsning nr. 2 som er på 363 125,- vil bli noe dyrere, da denne prisen ikke inneholder tilkobling av strøm og tilkobling opp imot SD-anlegget. Dette er noe som er helt nødvendig for at det skal fungere. Men hadde slike dusjpanel blitt installert når bygget ble bygget, hadde det ikke vært så stor forskjell på innkjøp av disse dusjpanelene. Nettoprisen på disse to forskjellige dusjpanelene har en differanse på 875,6,-. Når det er snakk om 27 dusjer vil det blitt 23641,2,- dyrere pluss tilkobling av strøm og SD-anlegg. Mens løsningen nr. 1 som er på 17750,- er ganske eksakt, her er det bare rørlegger som er nødvendig av fagarbeidere og det er en liten jobb. Her er det lite sannsynlig at det blir store ekstrakostnader. Men ulempen med denne løsningen er at selve prosessen for å gjennomføre legionellaspylingen er tidkrevende og tungvint. Når en prosess krever mye tid og energi, kan det hindre at prosessen blir gjennomført. Mens ved å bruke løsning nr. 2 kan alt styres fra SD-anlegget, da kan det være større sjanse for at det blir gjennomført. Med tanke på hva som er mest skånsomt for røranlegget og det som har størst sjanse for å bli gjennomført, er nok løsning nr. 2. Da slipper du å koble på en armert slange og manøvrere ventilene for å få varmt vann inn på kaldtvannside som det er i løsning nr. 1. En av disse løsningene bør monteres, for at det skal være tilstrekkelig med forebygging mot legionellavekst.

6.5 Avvik og mangler

6.5.1 Sanitærreglementet Trondheim kommune

Det er funnet et avvik fra sanitærreglementet utgitt av Trondheim kommune (Trondheim kommune, 2019, s. 39), hvor det står ”Vannmåler skal monteres slik at den registrerer alt varmt og kaldt forbruksvann som brukes på eiendommen”. På Figur 32 ser man at det er en avgreining som en koblet før vannmåleren, dette er en avgreining som går til alle brannskapene i første etasje på Lade Sportsarena. Hvis de brukes til å for eksempel vaske gårdsplassen blir ikke det vannet som blir brukt registrert siden den er koblet før vannmåleren. Det kan forekomme at brannslanger brukes til å vaske med, selv om brannslangens oppgave er å slokke brann.

I henhold til Tekniske bestemmelse – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 12) står det ”Dersom normalt vanntrykk inne i bygningen overstiger 600 kPa (6 bar), skal det monteres reduksjonsventil rett etter hovedstengeventilen og før første avstikker. Ved lavt vanntrykk installeres eventuelt eget trykkøkningssystem”. Det er montert reduksjonsventil på Lade Sportsarena, men den er montert etter første avstikker. Første avstikker er som nevnt tidligere til brannskapene i første etasje. Det vil altså si at den har det trykket det er i den kommunale ledningen. Noe som kan gi et høyt trykk i rørledningene til brannskapene, som kan være uheldig for rørene og utstyret.

Årsaken til at det har blitt en avgreining før vannmåler og reduksjonsventil kan være at det var der det var mest praktisk mulig å koble seg på i teknisk rom og at den som har utført jobben ikke har tilstrekkelig med kunnskap om reglene.

6.5.2 Universell utforming av idretts- og nærmiljøanlegg

Veiledning dusj, avvik HC dusj. Alle dusjer skal ha minst en handicapdusj.

Kulturdepartementets veileder for universell utforming av idretts- og nærmiljøbygg (Kulturdepartementet, 2012, s. 48). sier ”I hvert dusjrom skal minst én av dusjene være tilrettelagt for bevegelseshemmede. ”

På Lade Sportsarena så er det plassert handicapdusj i herre- og damegarderoben i andre etasje og i herregarderoben i første etasje. I damegarderoben i første etasjen ble det montert et dusjhode for funksjonshemmede mens denne oppgaven ble skrevet. Dette var et avvik fra veiledningen men det har endret seg.

6.5.3 Generelle funn

Da oppgaven ble startet så kunne man se at sikkerhetsventilen stadig ble utløst, men det ble senere montert inn et ekspansjonskar på tappevannet.

6.5.4 FDV dokumentasjon

Det er gått igjennom FDV dokumentasjonen på sanitæranleggene til Heimdalshallen og Lade Sportsarena, man kan tydelig se en forskjell. For eksempel på Lade Sportsarena er det noen mangler som systemskjema til varme- og tappeanlegg. Et systemskjema er viktig å ha for å kunne operere og vedlikeholde anlegget. Det er derfor utarbeidet et systemskjema.

Figur 14 viser et systemskjema med oversikt over rørstrekken til de forskjellige rommene som har sanitærutstyr. Dette var nødvendig for å få oversikt, med tanke på dimensjonering og generell vurdering av anlegget.

Heimdalshallen hadde systemskjema i FDV dokumentasjonen sin, dette ligger i Vedlegg 15. Her var dokumentasjon av anlegget lett tilgjengelig, så her var det lett å slå opp i den for å få forståelse og oversikt om hvordan anlegget var bygd opp og hvilke dimensjoner det var på de forskjellige rørstrekkenene.

7. KONKLUSJON

7.1 Konklusjon

Målet med denne oppgaven er å finne ut hvordan varmt- og kaldtvannssystemet for sanitæranlegg i idrettsbygg bør være designet og dimensjonert.

Gjennom arbeidet med oppgaven ble det funnet ut at det på Lade Sportsarena og Heimdalahallen er for mange dusjer i forhold til det som blir brukt. Årsaken til dette kan være at det er mange unge brukere på byggene som ikke benytter seg av dusjanlegget. Veilederen Universell utforming av idretts- og nærmiljøanlegg (Kulturdepartementet, 2012, s. 49) viser til at forholdstallet mellom dusjer og antall brukere på bygget er 1:4, hvis man hadde brukt dette på Lade Sportsarena hadde det blitt enda flere dusjer enn det er i dag. Forholdet mellom antall dusjer som er på anlegget og antall brukere er i dag ca. 1:10. Med disse forskjellene er det vanskelig å komme med en anbefaling på hvilke forhold man skal bruke til dimensjonering av dusjanlegg, men det burde i hvert fall undersøkes grundig om antall brukere stemmer og hvilke brukere det er. Hvis man skal bygge et idrettsbygg burde man ikke stole blindt på veilederen med forholdstallet mellom antall dusjer og antall brukere på bygget, da dette kan gi store dusjanlegg i forhold til det som er nødvendig.

Vannmengdene som er målt på anleggene er mindre enn normalvannmengden som brukes for dimensjonering av systemene fra Tekniske bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp (Kommuneforlaget AS, 2017). På Lade Sportsarena varierer vannmengden fra 0,18 l/s med én dusj på til 0,07 l/s med 27 dusjer på samtidig mens i Heimdalshallen varierer den fra 0,17 l/s med én dusj på til 0,08 l/s med 8 dusjer på. Det er ca. 1/3 av vannmengden ut ifra dimensjonerende normalvannmengde. Ut ifra egne meninger kan det være i det minste laget med en vannmengde på 0,07 l/s, men 0.13 l/s er en akseptabel vannmengde ifra dusjen. Ved dimensjonering av varmt- og kaldtvannsledningen burde man vurdere nøye hvor mange dusjer man trenger i idrettsbygget. For å oppnå riktige dimensjoner må man regne ut største sannsynlig vannmengde ved hjelp av formelen for dette. I formelen settes største tappested som normalvannmengden til dusjen ganger antall dusjer. Summen av normalvannmengden er en sum av alle normalvannmengdene på anlegget. Når man har regnet ut største samtidige vannmengde kan man utføre en dimensjonering av rørene med dimensjoneringsmetoden forenklet dimensjonering. Antall dusjer som skal være på samtidig burde være alle dusjene på anlegget. Det er ikke nødvendig å ha for mange dusjer i forhold til det som blir brukt og i hvert fall når det ikke er dimensjonert for at alle skal være i bruk samtidig. Hvis man har noen dusjer

som aldri blir brukt, er dette uheldig da det blir stillestående vann som står i romtemperatur over lengre tid som er optimalt for legionellavekst.

Tappetiden som er sjekket på Lade Sportsarena, gir at det tar 10 sekunder før det kommer 47,3°C varmt vann i servanten i tredje etasje. I dette tilfellet er det vanskelig å korte ned tiden. I TEK10 er det ikke noe krav til tappetiden, men ved design av varmtvannsledningen burde man ha sirkulasjonsledningen nærmest mulig fordelerstokken og ha en kortest mulig koblingsledning. Det som er bakdelen hvis det er lang tappetid er at man må vente lenge på varmt vann ved tappestedet og man får uførnøyde brukere. En annen ting som er viktig, er at vannforbruket på bygget vil være større desto lengere man må vente på varmt vann. Dette fordi man skrur på tappested for så å vente på ønsket temperatur. Det er lang ventetid på kaldtvannet, men dagens løsning på Lade Sportsarena er mer enn god nok siden det er drikkestasjoner med kjølere til å dekke behovet for kaldt drikkevann.

I Heimdalshallen er varmebehandlingsmetoden for legionellabekjempelse løst slik som det er beskrevet i veilederen fra folkehelseinstituttet (Pettersen, 2015, s. 45-47). Blir det ikke gjennomført i dette bygget, så er det menneskelig svikt som er årsaken. Heimdalshallen er et eksempel på at idrettsbygg blir bygget etter forskrifter og veiledninger med tanke på forebygging av legionellavekst. På Lade sportsarena er ikke den formen de har for oppvarmingsmetode nevnt som en anbefaling. Det kan virke som oppvarmingsmetoden de har for å bekjempe legionella, ikke er tilstrekkelig nok for dusjanlegg, siden det er flere dusjer som ikke blir brukt og vil fungere som blindledninger. Det er ikke store endringene som må gjøres for å få en varmebehandlingsmetode og en ukentlig gjennomspyling. Det er kommet med to forslag til hvordan dette burde gjøres for å ha et anlegg som er beskrevet i veilederen utgitt av folkehelseinstituttet. Løsning nr.1 som innebærer å kjøre varmtvann inn på kaldtvannssiden, er en enkel og den billigste løsningen, men med mye jobb hver gang det skal utføre sjokkoppvarming, og spesielt mye jobb når hver dusj bør spyle i 1-3 minutter hver uke (Pettersen, 2015, s. 71), som må gjøres manuelt. Derfor anbefales heller løsning nr. 2, denne løsningen innebærer å bytte ut alle dusjpanelene til noen som kan kobles opp imot SD-anlegget. Dette er en dyrere løsning, men vil gjøre prosessen med å gjennomføre gjennomspyling og sjokkoppvarming mye enklere da hele prosessen kan styres fra SD-anlegget. Desto lettere prosessen er å gjennomføre jo større sjans er det for at det blir gjennomført.

Ifølge sanitærreglementet utgitt av Trondheim kommune (Trondheim kommune, 2019, s. 40) skal alt tappeutstyr monteres etter vannmåler, på Lade Sportsarena er det en avgreining til alle brannskapene i første etasje før vannmåler. Det skal også ifølge Tekniske bestemmelser –

Standard abonnementsvilkår for vann og avløp (Kommuneforlaget AS, 2017, s. 12) ikke monteres noe tappeutstyr før reduksjonsventilen. Avgreiningen til brannslangene er montert før denne. Dette fører til at vannmengdene fra brannslangene ikke blir registrert og trykket blir høyt, noe som er uheldig for rørene og utstyret – og det burde derfor endres slik at forgreiningen er etter vannmåler og reduksjonsventil for at man skal ha kontroll på hvilke trykk det er og at vannforbruket skal bli registrert.

7.2 Videre arbeid

Videre arbeid for Lade Sportsarena vil være å installere komponenter så bekjempelsen av legionellabakterien blir som anbefalt i denne oppgaven. Det bør også gjøres om på teknisk rom da avgreining til brannskapene bør tilkobles etter vannmåleren og reduksjonsventilen. Videre arbeid med denne oppgaven ville vært å kartlegge dusjvaner til dagens brukere i forskjellige idrettsbygg, for å finne et forholdstall mellom antall dusjer og antall brukere. Dette kan gjøres gjennom en spørreundersøkelse. Det går også an å sette på en elektronisk vannmåler på kaldtvannsrøret til hver enkelt dusj, da kan vannmengden logges over en lengre periode. Dette vil være en enkel måte å kartlegge brukermønstret og et godt utgangspunkt for å sette et forhåndstall for antall brukere og antall dusjer. Det forutsetter at bygget har en detaljert oversikt over antall brukere som er på bygget hver dag.

Det hadde også vært interessant å sett på andre legionellabekjempelsesmetoder, da energibesparelse har kommet i fokus og legionellaspyling bruker en god del energi til å varme opp vann som går rett i sluket, i tillegg er det et stort ønske fra eiere av bygget å senke driftskostnadene.

8. REFERANSELISTE

Ahlborn. (2019) *Ahlborn - Precision measuring instrument, latest V7 generation ALMEMO® 710*.

Tilgjengelig fra: https://www.ahlborn.com/en_UK/products/precision-measuring-instrument-latest-v7-generation-almemo-710

[Hentet: 08.april 2019].

Austbø, B. 2018a. Varmtvannsforsyning. *TMAS2012 Sanitær og husbygging*.

Tilgjengelig fra: <https://ntnu.blackboard.com>

[Hentet: 19.mai 2019].

Austbø, B. 2018b. Dimensjonering av vannforsyningssystemer. *TMAS2012 Sanitær og husbygging*.

Tilgjengelig fra: <https://ntnu.blackboard.com>

[Hentet: 19.mai 2019].

Brox, K. H. (2014) *Heimdalshallen*

Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1198069?image=dp-image50089-1198090>

[Hentet: 18.mars 2019].

Bøvre, K. (2014) *Store Norske Leksikon*.

Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/Legionella>

[Hentet: 27. mars 2019].

Clas Ohlson (2019) *Clas Ohlson – Koblingsur*.

Tilgjengelig fra: <https://www.clasohlson.com/no/Koblingsur/36-2899>

[Hentet: 09.mai 2019].

Danfoss (2019) *Danfoss - Plug in display- for temperatursensorer 060G2850*.

Tilgjengelig fra: <http://products.danfoss.no/productdetail/industrialautomation/accessories-and-spare-parts/accessories-and-spare-parts-temperature-sensors/plug-in-displays-for-temperature-sensors/060g2850/#/>

[Hentet: 08.april 2019].

dusj. (2018).

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/dusj>

[Hentet: 16.mai 2019].

Direktoratet for byggkvalitet (2012) *Byggteknisk forskrift (TEK10)*.

Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/tek/>

[Hentet: 29.april 2019].

Fluke (2019) *Fluke - Fluke 52 II Dual Probe Digital Thermometer*.

Tilgjengelig fra: <https://www.fluke.com/no-no/produkt/temperaturmaling/ir-termometre/fluke-52-ii>

[Hentet: 08.april 2019].

Garmin (2019) *Garmin - Forerunner® 920XT*.

Tilgjengelig fra: <https://buy.garmin.com/nb-NO/NO/p/pn/010-01174-41>

[Hentet 09.mai 2019].

Havellen, V. (2018a) *vannmåler*.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vannm%C3%A5ler>
[Hentet: 18.mai 2019].

Havellen, V. (2018b) *varmeanlegg*.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/varmeanlegg>
[Hentet: 18.mai 2019].

Kessel, E. (2018) *Slik realiserte 3 idrettsanlegg drømmen om et nytt idrettsanlegg sammen*.

Tilgjengelig fra: <https://www.idrettsforbundet.no/nyheter/arkiv/slik-realiserte-3-idrettslag-drommen-om-et-nytt-idrettsanlegg-sammen/>
[Hentet: 18.mars 2019].

Kommuneforlaget AS. (2017). *Tekniske bestemmelser - Standard abonnementsvilkår*. 2. utg. Oslo: Kommuneforlaget AS.

Kulturdepartementet. (2012). *Universell utforming av idretts- og nærmiljøanlegg*.

Oslo: Kulturdepartementet.

Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kud/idrett/publikasjoner/veileder-universell-utforming-enkeltsider.pdf>
[Hentet: 18.mars 2019].

Pedersen, B. (2017) *varmeveksler*.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/varmeveksler>
[Hentet: 18.mai 2019].

Pettersen, J. E. (2015). *Forebygging av legionella - en veiledning*. Oslo: Nasjonalt folkehelseinstitutt.

Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2015/forebygging-legionellasmitte-veiledning.pdf>
[Hentet: 18.mars 2019].

reduksjonsventil. (2009).

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/reduksjonsventil>
[Hentet 18.mai 2019].

sikkerhetsventil. (2009).

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/sikkerhetsventil>
[Hentet: 18.mai 2019].

Stensaas, L. (2002) *Sanitærteknikk*. 2. utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Trondheim kommune. (2019) *Sanitærreglementet for Trondheim kommune del 2*.

Trondheim: Trondheim kommune

Tilgjengelig fra:

<https://www.trondheim.kommune.no/contentassets/31e5229eaa41437fb2d219eadd62a4c6/sanit-arreglementet-del-2---revisjon-26-mars-2019.pdf>
[Hentet: 16.mai 2019].

Zijdemans, D. (2014) *Vannbaserte oppvarmings- og kjølesystemer*.

Oslo: Skarland Press AS.

9. VEDLEGG

Vedlegg 1- Populærvitenskapelig artikkel

Hvordan bør varmt- og kaldtvannssystemet for sanitæranlegg i idrettsbygg være designet og dimensjonert



Illustrasjon: Lade Sportsarena. Foto: Øystein Glåmseter

I dagens samfunn er det flere og flere som bruker idrettshaller og/eller treningsstudio for å få sin daglige mosjon.

Vi er 3 studenter på VVS-teknikk på NTNU som har skrevet en bacheloroppgave om tappevannsanlegg i idrettsbygg. I bacheloroppgaven har det blitt sett på om tappevannsanlegget er designet og dimensjonert i henhold til gjeldende regelverk, forskrifter og veiledninger. Det er utført en analyse av Lade Sportsarena som sammenlignes med Heimdalshallen og regelverket. Hovedfokus til gruppen har vært dusjanlegg. Studentene har utført målinger av vannmengder, trykk, temperaturer og tappetid.

Lade Sportsarena er en sambrukshall for Trondheim Taekwon-Do klubb, Lade Tennisarena og Trondheim Bordtennisklubb. Totalt er Lade Sportsarena 5600 m². Bygget er relativt nytt og ble åpnet 18. april 2018.

Heimdalshallen er en idrettshall som ligger i Heimdal i Trondheim kommune. Idrettshallen består av en stor basishall og flere små basishaller. Det er også treningsenter, felles oppholdsrom og resepsjon/kiosk. Hele bygget er på totalt 4800 m² og ble åpnet 10. juni 2014. På

Lade Sportsarena og Heimdalshallen er det sett på hvilke metoder de har for forebygging av legionellavekst og om dette er i forhold til gjeldende regelverk og veiledninger.

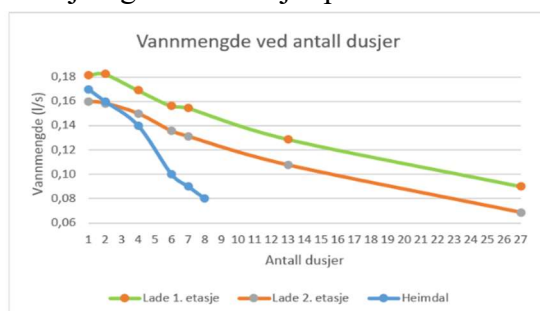
Det begge anleggene har til felles når det kommer til de tekniske installasjonene er blant annet at de har fjernvarme som varmekilde, og det er idrettshaller med flere dusjer. Ellers er det to forskjellige anlegg. Heimdalshallen er et mindre idrettsbygg med tanke på m², men har flere dusjer og har derfor akkumulering av varmt vann. På Lade Sportsarena er det direkte oppvarming uten noen form for akkumulering. Når det kommer til legionellabekjempelse er det to forskjellige oppbygginger og rutiner. I Heimdalshallen er det varmebehandlingsmetoden som er montert, i tillegg blir det gjennomført en gjennomspyling hver uke. På Lade Sportsarena er det en slags oppvarmingsmetode. Dette ble funnet ut av å logge temperaturer på teknisk rom over en lang periode. Temperaturer på tappevannsanlegget øker fra 55°C til 70°C natt til onsdag hver uke. Det blir ikke spylt noe vann igjennom dusjbatteriene eller andre armaturer mens dette pågår, det blir kun oppvarmet i rørnett så langt sirkulasjonsledningen går.

Tiltakene for legionellabekjempelsen i Heimdalshallen er at det blir utført gjennomspyling en gang i uka, som vil si å spyle igjennom systemet for å unngå stillestående vann. Tre ganger i året blir det kjørt det som kalles legionellaspyling, da kjører man vann med temperatur over 70°C gjennom hele systemet og ut igjennom dusjhodene.

I Heimdalshallen er varmebehandlingsmetoden for legionellabekjempelse løst på en måte som er beskrevet i veilederen fra folkehelseinstituttet. Dette er et godt eksempel i henhold til om idrettsbygg blir bygget etter forskrifter og veiledninger. Lade Sportsarena derimot, der er ikke legionellabekjempelsen tilstrekkelig.

Begge anleggene har flere dusjer enn det som blir brukt. Veilederen Universell utforming av idretts- og nærmiljøanlegg viser til at forholdstallet mellom antall dusjer og antall brukere skal være 1:4. Forholdet på Lade Sportsarena er i dag ca. 1:10. Det er derfor vanskelig å komme med en anbefaling på hvilke forhold man skal bruke til dimensjonering av dusjanlegg, men det må i hvert fall undersøkes grundig om antall brukere stemmer og hvilke brukere det er i bygget. På Lade Sportsarena er mange av brukerne barn som kommer ferdig skiftet og benytter seg ikke av dusjanlegget.

Det er utført målinger av hvilke vannmengder man får ut av dusjen ved forskjellige antall dusjer på.



På Lade Sportsarena varierer vannmengden fra 0,18 l/s med 1 dusj på til 0,07 l/s med 27 dusjer på samtidig. I Heimdalshallen varierer den fra 0,17 l/s med 1 dusj på til 0,08 l/s med 8 dusjer på. Det er ca. 1/3 av vannmengden ut ifra dimensjonerende vannmengde fra standard abonnementsvilkår, som er på 0,2 l/s. Ut ifra egne meninger kan det være litt i det minste laget med en vannmengde på 0,07 l/s, men 0.13 l/s er en akseptabel vannmengde ifra dusjen.

Tappetiden som er sjekket, gir at det tar 10 sekunder før vannet i servanten blir 47,3°C. Denne tiden kan forkortes ved å ha sirkulasjonen nærmest mulig fordelerstokken og kortest mulig fordelingsledning. Bakdelen ved lang tappetid er at man må vente lenge på varmt vann ved tappestedet som kan føre til misfornøyde brukere, i tillegg til høyt vannforbruk. Ved å korte ned tappetiden vil vannforbruket bli lavere.

Ifølge sanitærreglementet utgitt av Trondheim kommune skal alt tappeutstyr monteres etter vannmåler. Det skal også ifølge tekniske bestemmelser – Standard abonnementsvilkår for vann og avløp ikke monteres noe tappeutstyr før reduksjonsventilen. På Lade Sportsarena er det en avgreining før vannmåler og reduksjonsventil. Denne avgreiningen går til alle brannskapene i første etasje. I brannslangene er det derfor samme trykk som på hovedledningen fra kommunen. Dette fører til at vannmengdene fra brannslangene ikke blir registrert og trykket blir høyt, noe som er uheldig for rørene og utstyret – og det burde derfor endres.

En løsning for at forebygging av legionellavekst på Lade Sportsarena skal være i henhold til veiledningen vil være å bytte ut alle dusjpaneler med nye, som kan kobles opp mot et SD-anlegg. Med denne løsningen får man utført gjennomspyling og legionellaspyling. Dette er en stor kostnad som kunne vært unngått ved å montere disse når bygget ble satt opp.

Hvis varmt- og kaldtvannsledningen skal levere tilstrekkelig vannmengde og trykk når alle dusjene er på, bør de fleste rørdimensjonene byttes ut.

Tittelen på oppgaven er *Analyse av tappevannsanlegg i idrettsbygg* og bacheloroppgaven kan finnes på NTNU Open sine sider.

Vedlegg 2 - Tabell for verdier ved kalibrering av Almemo 710 V7

Dato	Tid	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
24.01.2019	10:17:47	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,6	6,7	6,6	6,7
24.01.2019	10:18:47	6,8	6,8	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8	6,7	6,8
24.01.2019	10:19:47	7,4	7,4	7,3	7,4	7,2	7,4	7,4	7,3	7,4
24.01.2019	10:20:47	8,2	8,4	8,2	8,3	8,2	8,3	8,3	8,2	8,3
24.01.2019	10:21:47	9,3	9,4	9,3	9,3	9,2	9,4	9,4	9,3	9,4
24.01.2019	10:22:47	10,5	10,7	10,5	10,6	10,4	10,7	10,6	10,5	10,7
24.01.2019	10:23:47	11,9	12,1	11,8	11,9	11,8	12,1	11,9	11,8	12,0
24.01.2019	10:24:47	13,2	13,4	13,2	13,3	13,1	13,4	13,3	13,2	13,3
24.01.2019	10:25:47	14,6	14,7	14,6	14,7	14,5	14,7	14,7	14,6	14,7
24.01.2019	10:26:47	15,9	16,1	15,9	16,0	15,8	16,1	16,0	15,9	16,0
24.01.2019	10:27:47	17,2	17,4	17,2	17,3	17,2	17,4	17,3	17,2	17,4
24.01.2019	10:28:47	18,6	18,7	18,5	18,6	18,5	18,7	18,6	18,5	18,7
24.01.2019	10:29:47	19,9	20,0	19,8	19,9	19,8	20,0	19,9	19,8	20,0
24.01.2019	10:30:47	21,1	21,2	21,1	21,2	21,0	21,2	21,1	21,1	21,2
24.01.2019	10:31:47	22,6	22,9	22,6	22,8	22,6	22,7	22,4	22,6	22,5
24.01.2019	10:32:47	23,6	23,6	23,5	23,6	23,5	23,6	23,7	23,5	23,6
24.01.2019	10:33:47	24,8	24,9	24,8	24,9	24,8	24,9	24,9	24,8	24,9
24.01.2019	10:34:47	26,0	26,1	26,0	26,1	26,0	26,2	26,1	26,0	26,1
24.01.2019	10:35:47	27,3	27,3	27,3	27,4	27,2	27,4	27,4	27,3	27,4
24.01.2019	10:36:47	28,5	28,6	28,5	28,6	28,5	28,6	28,6	28,5	28,6
24.01.2019	10:37:47	29,7	29,7	29,7	29,7	29,6	29,8	29,7	29,7	29,7
24.01.2019	10:38:47	30,8	30,9	30,8	30,9	30,8	30,9	30,9	30,8	30,9
24.01.2019	10:39:47	32,0	32,1	32,0	32,1	31,9	32,1	32,0	32,0	32,0
24.01.2019	10:40:47	33,1	33,2	33,1	33,2	33,1	33,2	33,2	33,1	33,2
24.01.2019	10:41:47	34,3	34,3	34,2	34,3	34,2	34,3	34,3	34,2	34,3
24.01.2019	10:42:47	35,3	35,4	35,3	35,4	35,3	35,4	35,4	35,3	35,4
24.01.2019	10:43:47	36,4	36,5	36,4	36,5	36,4	36,5	36,5	36,4	36,5
24.01.2019	10:44:47	37,5	37,6	37,5	37,6	37,4	37,6	37,6	37,5	37,6
24.01.2019	10:45:47	38,6	38,7	38,6	38,7	38,5	38,7	38,7	38,6	38,7
24.01.2019	10:46:47	39,7	39,7	39,7	39,8	39,6	39,8	39,7	39,6	39,8
24.01.2019	10:47:47	40,7	40,8	40,7	40,7	40,6	40,8	40,7	40,7	40,8
24.01.2019	10:48:47	41,7	41,8	41,7	41,8	41,7	41,8	41,8	41,7	41,8
24.01.2019	10:49:47	42,7	42,8	42,7	42,8	42,7	42,8	42,8	42,7	42,8
24.01.2019	10:50:47	43,7	43,8	43,7	43,8	43,6	43,8	43,8	43,7	43,8
24.01.2019	10:51:47	44,7	44,7	44,7	44,8	44,6	44,8	44,7	44,7	44,8
24.01.2019	10:52:47	45,7	45,7	45,6	45,7	45,6	45,7	45,7	45,6	45,7
24.01.2019	10:53:47	46,6	46,7	46,6	46,7	46,5	46,7	46,6	46,6	46,7
24.01.2019	10:54:47	47,5	47,6	47,5	47,6	47,4	47,6	47,5	47,5	47,6
24.01.2019	10:55:47	48,5	48,5	48,4	48,5	48,4	48,5	48,5	48,4	48,5
24.01.2019	10:56:47	49,3	49,4	49,3	49,4	49,3	49,4	49,4	49,3	49,4
24.01.2019	10:57:47	50,3	50,3	50,2	50,3	50,2	50,3	50,3	50,2	50,3
24.01.2019	10:58:47	51,1	51,2	51,1	51,2	51,0	51,2	51,1	51,1	51,2
24.01.2019	10:59:47	52,0	52,0	52,0	52,0	51,9	52,0	52,0	52,0	52,0
24.01.2019	11:00:47	53,0	53,0	53,0	53,0	52,9	53,0	53,0	53,0	53,1
24.01.2019	11:01:47	55,3	55,4	55,3	55,5	55,3	55,4	55,5	55,4	55,4
24.01.2019	11:02:47	57,7	57,7	57,7	57,9	57,7	57,8	57,7	57,7	57,8
24.01.2019	11:03:47	59,9	59,9	59,9	60,1	59,9	60,0	60,0	59,9	60,0
24.01.2019	11:04:47	62,0	62,1	62,0	62,1	62,0	62,1	62,1	62,0	62,1
24.01.2019	11:05:47	64,0	64,0	64,0	64,1	63,9	64,1	64,1	64,0	64,1
24.01.2019	11:06:47	65,8	65,9	65,8	65,9	65,8	65,9	65,9	65,8	65,9
24.01.2019	11:07:47	67,5	67,5	67,5	67,6	67,4	67,6	67,6	67,5	67,6

24.01.2019	11:08:47	69,1	69,1	69,1	69,2	69,0	69,1	69,2	69,1	69,2
24.01.2019	11:09:47	70,6	70,6	70,6	70,7	70,5	70,7	70,7	70,6	70,7
24.01.2019	11:10:47	72,0	72,0	72,0	72,1	71,9	72,0	72,0	72,0	72,0
24.01.2019	11:11:47	73,2	73,3	73,2	73,4	73,2	73,3	73,3	73,2	73,3
24.01.2019	11:12:47	74,4	74,5	74,4	74,5	74,3	74,5	74,4	74,4	74,5
24.01.2019	11:13:47	75,4	75,4	75,4	75,5	75,3	75,4	75,4	75,4	75,4
24.01.2019	11:14:47	76,4	76,4	76,4	76,4	76,3	76,4	76,4	76,4	76,4
24.01.2019	11:15:47	77,3	77,3	77,3	77,4	77,2	77,3	77,3	77,3	77,3
24.01.2019	11:16:47	78,1	78,2	78,1	78,2	78,1	78,1	78,1	78,1	78,2
24.01.2019	11:17:47	78,8	78,9	78,9	78,9	78,8	78,9	78,9	78,8	78,9
24.01.2019	11:18:47	79,5	79,5	79,5	79,6	79,4	79,5	79,5	79,5	79,6
24.01.2019	11:19:47	80,2	80,2	80,2	80,2	80,1	80,2	80,2	80,2	80,2
24.01.2019	11:20:47	80,7	80,8	80,7	80,8	80,6	80,7	80,7	80,7	80,8
24.01.2019	11:21:47	81,3	81,3	81,3	81,3	81,1	81,2	81,2	81,2	81,3
24.01.2019	11:22:47	81,7	81,7	81,7	81,7	81,6	81,7	81,7	81,7	81,7
24.01.2019	11:23:47	82,1	82,1	82,1	82,2	82,0	82,1	82,1	82,1	82,1
24.01.2019	11:24:47	82,5	82,6	82,5	82,5	82,4	82,5	82,5	82,5	82,5
24.01.2019	11:25:47	82,8	82,8	82,8	82,8	82,7	82,8	82,8	82,8	82,8
24.01.2019	11:26:47	83,1	83,1	83,1	83,1	83,0	83,1	83,1	83,1	83,2
24.01.2019	11:27:47	83,4	83,4	83,3	83,4	83,2	83,4	83,4	83,3	83,4
24.01.2019	11:28:47	83,7	83,7	83,6	83,7	83,5	83,6	83,7	83,6	83,7
24.01.2019	11:29:47	83,9	84,0	83,9	84,0	83,8	83,9	84,0	83,9	84,0
24.01.2019	11:30:47	84,5	84,5	84,4	84,5	84,4	84,4	84,5	84,4	84,5
24.01.2019	11:31:47	85,0	85,0	84,9	85,0	84,8	84,9	85,0	84,9	85,0
24.01.2019	11:32:47	85,4	85,4	85,3	85,4	85,2	85,3	85,3	85,3	85,4
24.01.2019	11:33:47	85,6	85,7	85,6	85,6	84,8	85,6	85,6	85,5	85,7
24.01.2019	11:34:47	85,9	85,9	85,8	85,9	85,8	85,9	85,9	85,8	85,9
24.01.2019	11:35:47	86,1	86,1	86,0	86,1	86,1	86,1	86,1	86,0	86,1
24.01.2019	11:36:47	86,3	86,4	86,3	86,3	86,2	86,3	86,3	86,2	86,3
24.01.2019	11:37:47	86,5	86,6	86,5	86,5	86,5	86,6	86,5	86,4	86,6
24.01.2019	11:38:47	86,7	86,7	86,7	86,7	86,6	86,7	86,6	86,6	86,7
24.01.2019	11:39:47	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,7	86,8
24.01.2019	11:40:47	87,0	87,0	86,9	86,9	86,9	87,0	86,9	86,9	87,0
24.01.2019	11:41:47	87,1	87,1	87,0	87,0	87,0	87,1	87,0	87,0	87,1
24.01.2019	11:42:47	87,1	87,2	87,1	87,1	87,0	87,1	87,1	87,0	87,1
24.01.2019	11:43:47	87,2	87,2	87,2	87,2	87,1	87,2	87,2	87,1	87,2
24.01.2019	11:44:47	87,3	87,3	87,2	87,2	87,2	87,3	87,2	87,2	87,3
24.01.2019	11:45:47	87,4	87,4	87,4	87,4	87,3	87,4	87,3	87,3	87,4
24.01.2019	11:46:47	87,5	87,5	87,5	87,5	87,4	87,5	87,4	87,4	87,5
24.01.2019	11:47:47	87,5	87,6	87,5	87,5	87,4	87,5	87,5	87,4	87,5
24.01.2019	11:48:47	87,6	87,6	87,6	87,6	87,5	87,6	87,5	87,5	87,6
24.01.2019	11:49:47	87,7	87,7	87,6	87,6	87,6	87,7	87,6	87,6	87,7
24.01.2019	11:50:47	87,7	87,7	87,6	87,6	87,5	87,6	87,5	87,5	87,6
24.01.2019	11:51:47	87,2	87,2	87,1	87,1	87,1	87,0	87,0	87,0	87,1
24.01.2019	11:52:47	86,5	86,5	86,4	86,5	86,3	86,4	86,3	86,4	86,4
24.01.2019	11:53:47	85,7	85,6	85,6	85,6	85,5	85,6	85,5	85,5	85,6
24.01.2019	11:54:47	85,2	85,0	85,0	85,1	84,9	85,0	84,9	85,0	85,0
24.01.2019	11:55:47	85,3	85,1	85,0	85,2	84,9	85,1	84,9	85,0	85,2
24.01.2019	11:56:47	85,6	85,4	85,3	85,5	85,2	85,5	85,2	85,3	85,5
24.01.2019	11:57:47	85,9	85,6	85,5	85,8	85,4	85,7	85,5	85,6	85,7
24.01.2019	11:58:47	86,2	85,9	85,9	86,1	85,8	86,0	85,8	85,9	86,0
24.01.2019	11:59:47	86,5	86,2	86,1	86,4	86,1	86,3	86,1	86,2	86,3
24.01.2019	12:00:47	86,7	86,4	86,4	86,6	86,3	86,5	86,3	86,4	86,5

24.01.2019	12:01:47	87,0	86,8	86,7	86,9	86,6	86,8	86,6	86,8	86,8
24.01.2019	12:02:47	87,1	86,9	86,8	87,0	86,7	86,9	86,8	86,8	86,9
24.01.2019	12:03:47	87,4	87,1	87,1	87,3	87,0	87,2	87,0	87,1	87,2
24.01.2019	12:04:47	87,6	87,4	87,3	87,5	87,2	87,4	87,2	87,4	87,4
24.01.2019	12:05:47	87,8	87,6	87,5	87,7	87,4	87,6	87,4	87,6	87,6
24.01.2019	12:06:47	88,0	87,7	87,6	87,9	87,6	87,8	87,6	87,7	87,8
24.01.2019	12:07:47	88,3	88,1	88,0	88,2	87,9	88,1	87,9	88,0	88,1
24.01.2019	12:08:47	88,5	88,2	88,2	88,4	88,1	88,3	88,1	88,2	88,3
24.01.2019	12:09:47	88,5	88,2	88,2	88,4	88,1	88,3	88,1	88,2	88,3
24.01.2019	12:10:47	88,5	88,3	88,2	88,5	88,2	88,3	88,1	88,3	88,3
24.01.2019	12:11:47	88,7	88,5	88,4	88,7	88,3	88,5	88,3	88,5	88,6
24.01.2019	12:12:47	88,8	88,5	88,4	88,7	88,4	88,6	88,3	88,5	88,6
24.01.2019	12:13:47	88,8	88,6	88,5	88,7	88,4	88,6	88,4	88,5	88,6
24.01.2019	12:14:47	88,9	88,6	88,5	88,8	88,5	88,7	88,5	88,6	88,7
24.01.2019	12:15:47	88,8	88,8	88,7	88,8	88,6	88,8	88,6	88,7	88,7
24.01.2019	12:16:47	89,1	89,1	89,0	89,1	88,9	89,1	89,0	89,1	89,1
24.01.2019	12:17:47	89,4	89,4	89,3	89,4	89,2	89,4	89,2	89,4	89,3
24.01.2019	12:18:47	89,6	89,6	89,5	89,6	89,4	89,6	89,4	89,5	89,5
24.01.2019	12:19:47	89,8	89,8	89,7	89,8	89,6	89,8	89,6	89,7	89,7
24.01.2019	12:20:47	89,9	89,9	89,9	89,9	89,8	89,9	89,8	89,9	89,9
24.01.2019	12:21:47	90,0	90,0	90,0	90,0	89,9	90,0	89,9	90,0	89,9
24.01.2019	12:22:47	90,2	90,2	90,1	90,2	90,0	90,2	90,0	90,2	90,2
24.01.2019	12:23:47	90,3	90,2	90,2	90,3	90,0	90,2	90,1	90,2	90,2
24.01.2019	12:24:47	90,3	90,3	90,2	90,3	90,2	90,3	90,2	90,3	90,2
24.01.2019	12:25:47	90,4	90,4	90,3	90,4	90,2	90,4	90,2	90,4	90,3
24.01.2019	12:26:47	90,4	90,4	90,3	90,4	90,2	90,4	90,2	90,3	90,3
24.01.2019	12:27:47	90,5	90,5	90,4	90,5	90,4	90,5	90,4	90,5	90,4
24.01.2019	12:28:47	90,6	90,6	90,6	90,6	90,4	90,6	90,5	90,6	90,6
24.01.2019	12:29:47	90,8	90,7	90,7	90,8	90,6	90,7	90,6	90,7	90,7
24.01.2019	12:30:47	90,7	90,7	90,6	90,7	90,5	90,7	90,5	90,7	90,6
24.01.2019	12:31:47	90,6	90,6	90,5	90,6	90,4	90,6	90,4	90,6	90,6
24.01.2019	12:32:47	90,7	90,7	90,6	90,7	90,5	90,7	90,5	90,7	90,6
24.01.2019	12:33:47	90,7	90,7	90,7	90,8	90,6	90,7	90,6	90,7	90,7
24.01.2019	12:34:47	90,9	90,9	90,8	91,0	90,8	90,9	90,8	90,8	90,8
24.01.2019	12:35:47	91,0	91,0	90,9	91,0	90,8	90,9	90,8	90,9	90,9
24.01.2019	12:36:47	91,1	91,1	91,0	91,2	91,0	91,1	90,9	91,1	91,1
24.01.2019	12:37:47	91,1	91,1	91,0	91,2	90,9	91,1	90,9	91,0	91,0
24.01.2019	12:38:47	91,1	91,1	91,0	91,1	90,9	91,0	90,9	91,0	91,0
24.01.2019	12:39:47	91,0	90,9	90,9	91,0	90,8	90,9	90,8	90,9	90,9
24.01.2019	12:40:47	90,9	90,9	90,9	91,0	90,8	90,9	90,8	90,9	90,9
24.01.2019	12:41:47	90,9	90,9	90,8	91,0	90,8	90,9	90,7	90,8	90,8
24.01.2019	12:42:47	91,0	91,0	91,0	91,1	90,9	91,0	90,9	91,0	91,0
24.01.2019	12:43:47	91,0	90,9	90,9	91,0	90,8	90,9	90,8	90,9	90,9
24.01.2019	12:44:47	90,8	90,8	90,8	90,9	90,7	90,8	90,7	90,8	90,8
24.01.2019	12:45:47	90,8	90,8	90,8	90,9	90,7	90,8	90,7	90,8	90,8
24.01.2019	12:46:47	90,8	90,8	90,8	90,8	90,7	90,8	90,6	90,7	90,8
24.01.2019	12:47:47	91,0	90,8	90,8	91,0	90,7	90,8	90,7	90,8	91,0
24.01.2019	12:48:47	91,6	91,5	91,5	91,6	91,4	91,6	91,4	91,5	91,6
24.01.2019	12:49:47	92,5	92,4	92,3	92,4	92,2	92,4	92,3	92,3	92,4
24.01.2019	12:50:47	93,5	93,2	93,2	93,3	93,1	93,3	93,2	93,2	93,4
24.01.2019	12:51:47	94,4	94,1	94,1	94,2	94,0	94,2	94,0	94,1	94,2
24.01.2019	12:52:47	95,1	94,9	94,8	94,9	94,8	94,9	94,8	94,8	95,0
24.01.2019	12:53:47	95,8	95,6	95,6	95,7	95,5	95,6	95,5	95,5	95,8
24.01.2019	12:54:47	96,3	96,1	96,1	96,2	96,0	96,1	96,0	96,0	96,2
24.01.2019	12:55:47	96,9	96,6	96,6	96,7	96,5	96,7	96,5	96,6	96,8
24.01.2019	12:56:47	97,0	96,9	96,9	96,9	96,7	96,9	96,8	96,8	97,0
24.01.2019	12:57:47	97,2	97,1	97,1	97,1	96,9	97,1	97,0	97,0	97,2
24.01.2019	12:58:47	97,5	97,3	97,3	97,4	97,2	97,3	97,2	97,2	97,5
24.01.2019	12:58:52	97,5	97,3	97,3	97,4	97,2	97,4	97,2	97,3	97,5

Vedlegg 3 - Datablad: Dusjpaneler Lade Sportsarena



6664F Oras Electra - Dusjpanel, 6 V

EAN: 6414150047329
NRF (Norway): 4203152
www.oras.com/no/products/oras/product/6664F



Berøringsfritt, batteridrevet 6 V dusjpanel i aluminium, med termostatblander og tilkobling til kaldt og varmt vann. Tilkobling via fleksible slanger. Dusjpanelet åpnes ved å føre hånden foran sensoren. Vannet renner så lenge brukeren står foran dusjen, og stopper når brukeren beveger seg ut av sensorens følsomhetsområde.

Tilbehøret selges separat: Såpekopp (199880), og støttehåndtak (199881)

- Dusj, Helse & omsorg
- Berøringsfri, Batteridrevet, Termostat
- Veggmontering
- Aluminium/Krom
- Temperaturreguleringsgrep
- Termostat
- Smussfilter, Tilbakeslagsventil
- Fleksible slanger
- Justerbare innstillinger (magnetpinne)

Teknisk data

Flow attributter

Vannmengde ved 300 kPa	0.195 l/s
Vannmengde ved 300 kPa (med vannmengdebegrensner)	0.18 l/s
Trykktap (0.2 l/s)	300 kPa

Tekniske egenskaper

Varmtvannsforsyning	max. +70°C
Arbeidstrykk	100 - 1000 kPa
Tilkoblingsstørrelse	G3/4
Installasjons bredde	CC150
ItemMaterial	Aluminium

Program innstillinger

Ettermønningstid	5 s
Funksjonstid	5 min
Åpningsavstand	0 - 5 cm
Følsomhetsområde	60 cm (50 / 60 cm)

Elektroniske attributter

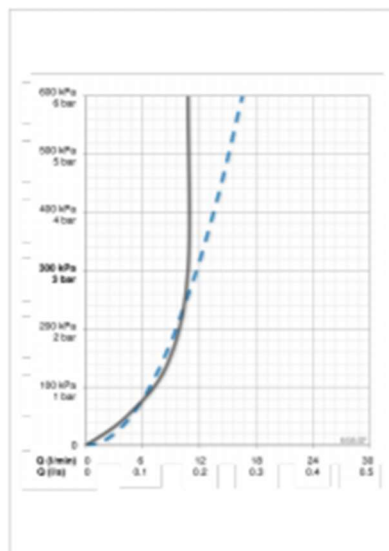
Batteri	Lithium 2CR5 6 V
---------	-------------------------

Bestemmelser

EMC Directive	CE 89/336/EEC
EN Standard	EN 1111 , EN 15091
Støyklasse	I (ISO 3822)
Tetthetsklasse	IP 55

Typegodkjennelse

STF Sertifikat	STF VTT-RTH-00114-11
ETA-Danmark	VA 1.43/19334





6662F Oras Electra - Dusjpanel, 6 V

EAN: 6414150047305
NRF (Norway): 4203151
www.oras.com/no/products/oras/product/6662F



Berøringsfritt, batteridrevet 6 V dusjpanel i aluminium, med termostatblander og tilkobling til kaldt og varmt vann, og hånddusj. Tilkobling via fleksible slanger. Dusjpanelet åpnes ved å føre hånden foran sensoren. Vannet renner så lenge brukeren står foran dusjen, og stopper når brukeren beveger seg ut av sensorens følsomhetsområde.

Tilbehøret selges separat: Såpekopp (199880) og støttehåndtak (199881).

- Dusj, Offentlige rom
- Berøringsfri, Batteridrevet, Termostat
- Veggmontering
- Aluminium/Krom
- Temperaturreguleringsgrep
- Hånddusj
- Termostat
- Smussfilter, Tilbakeslagsventil
- Fleksible slanger
- Justerbare innstillinger (magnetpinne)

Teknisk data

Flow attributter

Vannmengde ved 300 kPa	0.18 l/s
Vannmengde ved 300 kPa (med vannmengdebegrenser)	0.17 l/s
Trykktap (0.2 l/s)	350 kPa

Tekniske egenskaper

Varmtvannsforsyning	max. +70°C
Arbeidstrykk	100 - 1000 kPa
Tilkoblingsstørrelse	G3/4
Installasjons bredde	CC150
ItemMaterial	Aluminium

Program innstillinger

Etterrenningstid	5 s
Funksjonstid	5 min
Åpningsavstand	0 - 5 cm
Følsomhetsområde	60 cm (50 / 60 cm)

Elektroniske attributter

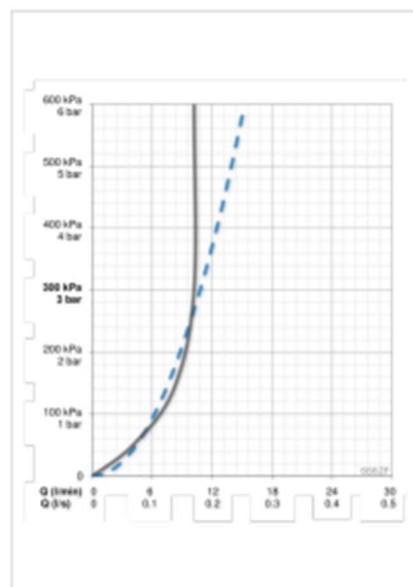
Batteri	Lithium 2CR5 6 V
---------	------------------

Bestemmelser

EMC Directive	CE 89/336/EEC
EN Standard	EN 1111, EN 15091
Støyklasse	I (ISO 3822)
Tetthetsklasse	IP 55

Typegodkjennelse

STF Sertifikat	STF VTT-RTH-00114-11
ETA-Danmark	VA 1.43/19334





6664FTX Oras Electra - Dusjpanel, 12 V

EAN: 6414150072949
NRF (Norway): 4203406
www.oras.com/no/products/oras/product/6664FTX



Berøringsfritt dusjpanel i aluminium, med termostatblender og tilkobling til kaldt og varmt vann. Tilkobling via fleksible slanger. Dusjpanelet åpnes ved å føre hånden foran sensoren. Vannet renner så lenge brukeren står foran dusjen, og stopper når brukeren beveger seg ut av sensorens følsomhetsområde. El-tilkobling gjennom bruk av Oras BUS-transformator, nr. 199501 eller 199502. (230 VAC/12 VDC).

Tilbehøret selges separat: Såpekopp (199880) og støttehåndtak (199881).

- Offentlige rom
- Berøringsfri, Separat omformer, Termostat
- Veggmontering
- Aluminium/Krom
- Temperaturreguleringsgrep
- Thermostatic cartridge that reacts quickly and precisely to changes in water temperature, Smussfilter, Tilbakeslagsventil
- Fleksible slanger
- Justerbare innstillinger (magnetpinne)

Teknisk data

Flow attributter

Vannmengde ved 300 kPa	0.195 l/s
Vannmengde ved 300 kPa (med vannmengdebegrensning)	0.18 l/s
Trykktap (0.2 l/s)	300 kPa

Tekniske egenskaper

Varmtvannsforsyning	max. +70°C
Arbeidstrykk	50 - 1000 kPa
Tilkoblingsstørrelse	G3/4
Installasjons bredde	CC150
Materiale	Aluminium

Program innstillinger

Etterrenningstid	5 s
Funksjonstid	5 min
Åpningsavstand	0 - 5 cm
Følsomhetsområde	60 cm (50 / 60 cm)

Elektroniske attributter

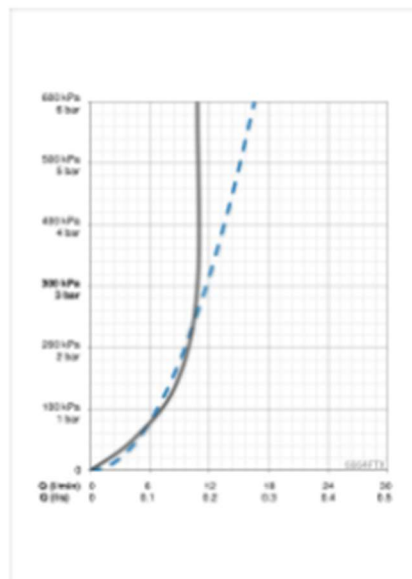
Elektrisk tilkobling	12 VDC
----------------------	--------

Bestemmelser

EMC Directive	CE 2004/108/EY
EN Standard	EN 1111, EN 15091
Støyklasse	I (ISO 3822)
Tetthetsklasse	IP 55

Typegodkjennelse

STF Sertifikat	STF VTT-RTH-00114-11
ETA-Danmark	VA 1.43/19334





6662FTX Oras Electra - Dusjpanel, 12 V

EAN: 6414150072932
NRF (Norway): 4203405
www.oras.com/no/products/oras/product/6662FTX



Berøringsfritt dusjpanel i aluminium, med termostatblander og tilkobling til kaldt og varmt vann, og hånddusj. Tilkobling via fleksible slanger. Dusjpanelet åpnes ved å føre hånden foran sensoren. Vannet renner så lenge brukeren står foran dusjen, og stopper når brukeren beveger seg ut av sensorens følsomhetsområde. El-tilkobling gjennom bruk av Oras BUS-transformator, nr. 199501 eller 199502. (230 VAC/12 VDC).

Tilbehøret selges separat: Såpekopp (199880), og støttehåndtak (199881).

- Offentlige rom
- Berøringsfritt, Separat omformer, Termostat
- Veggmontering
- Aluminium/Krom
- Temperaturreguleringsgrep
- Hånddusj
- Thermostatic cartridge that reacts quickly and precisely to changes in water temperature, Tilbakeslottsventil
- Fleksible slanger
- Justerbare innstillinger (magnetpinne)

Teknisk data

Flow attributter

Vannmengde ved 300 kPa	0.18 l/s
Vannmengde ved 300 kPa (med vannmengdebegrensner)	0.17 l/s
Trykktap (0.2 l/s)	350 kPa

Tekniske egenskaper

Varmtvannsforsyning	max. +70 °C
Arbeidstrykk	100 - 1000 kPa
Tilkoblingsstørrelse	G3/4
Installasjons bredde	CC150
Materiale	Aluminium

Program innstillinger

Ettermønstertid	5 s
Funksjonstid	5 min
Åpningsavstand	0 - 5 cm
Følsomhetsområde	60 cm (50 / 60 cm)

Elektroniske attributter

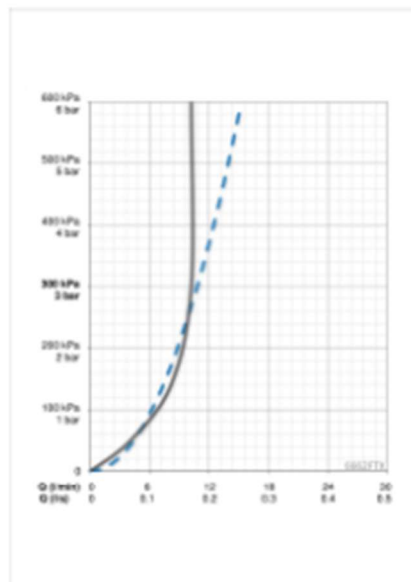
Elektrisk tilkobling	12 VDC
----------------------	--------

Bestemmelser

EMC Directive	CE 2004/108/EY
EN Standard	EN 1111, EN 15091
Støyklasse	I (ISO 3822)
Tetthetsklasse	IP 55

Typegodkjennelse

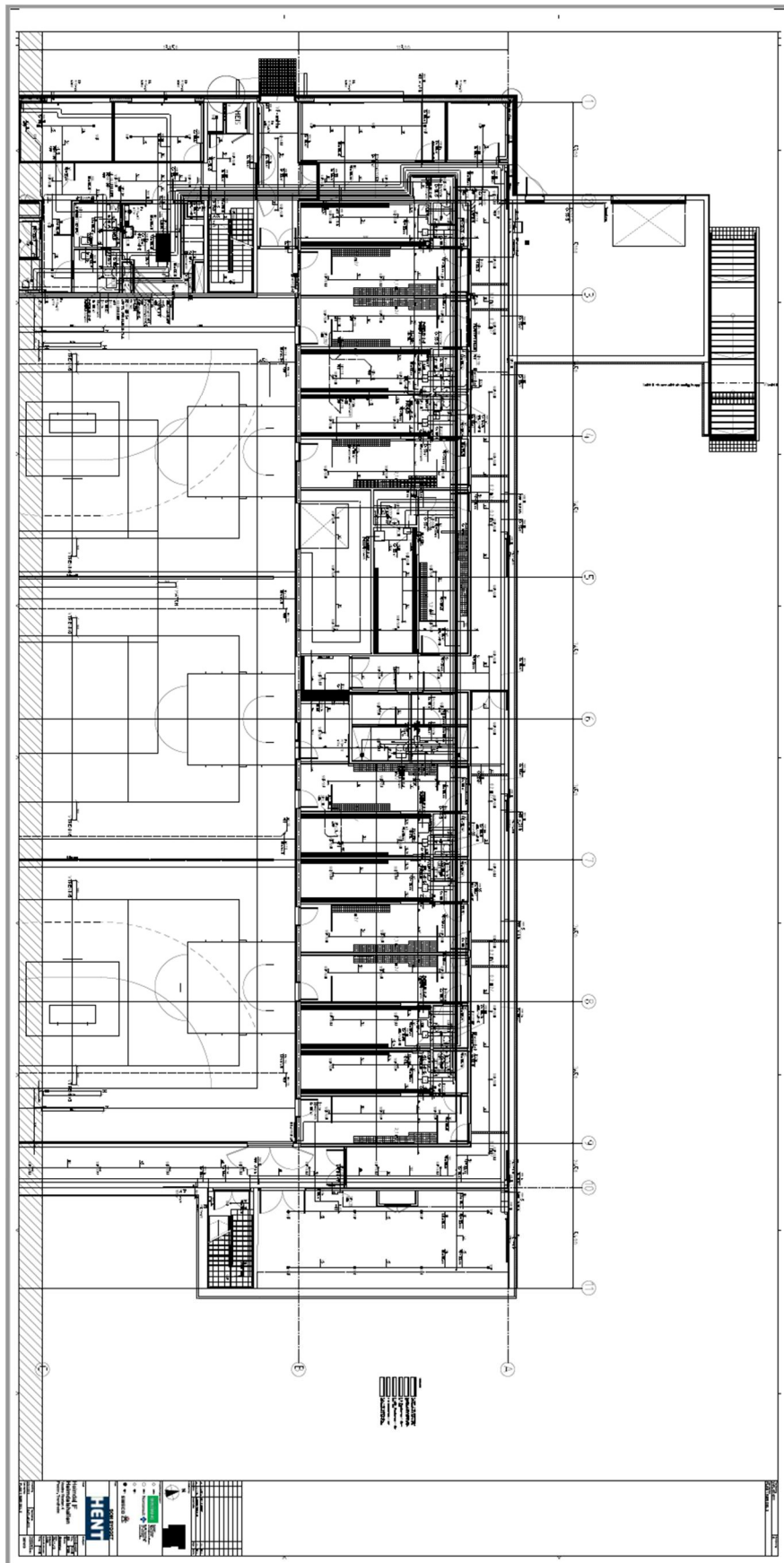
STF Sertifikat	STF VTT-RTH-00114-11
ETA-Danmark	VA 1.43/19334



Vedlegg 4 - Vannmengder ved fordelerstokker Lade Sportsarena

Utsyr	Pr. stk (l/s)	Pr. stk (l/s) KV	1. Etasje						2. Etasje						3. Etasje											
			Fordele Herre 1.		Fordele Dame 1.		Vaskerom 1.		Kjøkken bordkennis.		Fordele Herre 2.		Fordele Dame 2.		Fordele 3 etasje											
			Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)	Sum (l/s)	VV (l/s)								
Dusj	0,2	0,2	7	1,4	7	1,4	6	1,2	6	1,2	0	0	0	0	0	0	7	1,4	7	1,4	0	0	0			
Servantbatteri	0,1	0,1	1	0,1	1	0,1	2	0,2	2	0,2	1	0,1	1	0,1	0	0	3	0,3	3	0,3	1	0,1	3	0,3		
Toalett	0,1	0	1	0,1	0	0	2	0,2	0	0	1	0,1	0	0	0	0	3	0,3	0	0	1	0,1	0	0		
Kjøkkenbatteri	0,2	0,2	1	0,2	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	1	0,2	1	0,2	0	0	0	1	0,2	
Drikkestasjon	0,05	0	1	0,1	0	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	
Utslagsvask	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	
SUM			11	1,9	9	1,7	11	1,7	8	1,4	3	0,4	2	0,3	1	0,2	14	2,2	11	1,9	9	1,6	8	1,5	13	1,5

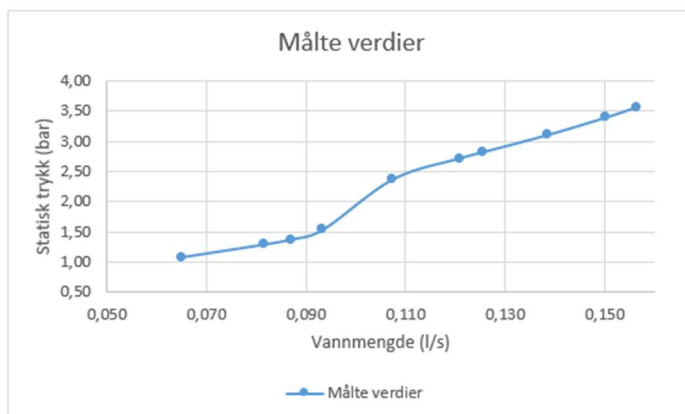
Vedlegg 5 - Plantegning: Plan 1 Heimdalshallen



Vedlegg 6 – Tabell for Figur 21

Qn (l/s)	Pn (bar)
0,17	3,0

H2.1	Målte verdier	
Vannmengde (l/s)	Statisk trykk (bar)	Antall dusjer
0,065	1,07	14+13
0,082	1,28	14+7
0,087	1,36	14+5
0,093	1,53	14+3
0,108	2,36	13
0,121	2,71	7
0,126	2,81	6
0,139	3,10	4
0,150	3,39	2
0,156	3,55	1



H2.1	Gitt at vannmengde er riktig	
Vannmengde (l/s)	Statisk trykk (bar)	Antall dusjer
0,065	0,44	14+13
0,082	0,69	14+7
0,087	0,79	14+5
0,093	0,91	14+3
0,108	1,20	13
0,121	1,52	7
0,126	1,64	6
0,139	1,99	4
0,150	2,34	2
0,156	2,54	1



H2.1	Gitt at statisk trykk er riktig	
Vannmengde (l/s)	Statisk trykk (bar)	Antall dusjer
0,101	1,07	14+13
0,111	1,28	14+7
0,115	1,36	14+5
0,121	1,53	14+3
0,151	2,36	13
0,162	2,71	7
0,165	2,81	6
0,173	3,10	4
0,181	3,39	2
0,185	3,55	1



Sted/Dusj målt	Dato	Tid start	Tid slutt	Antall dusjer på (1.e etg)	Antall dusjer på (2.e etg)	Antall servanter på	Tappervolum (l)	Tid (s) snitt	Vannmengde (l/1/2)	Trykkmåler plassering	Trykk (bar) snitt	Pn	Qn	P - Gitt at vannmengden er riktig	Q - Gitt at trykket er riktig	dif trykk	dif vannmengde	
H2.1 - handicap	8.2	11:14	11:16	0	0	0	0,00	0,0000	Servant H2	3,79								
H2.1 - handicap	8.2	11:25	11:40	0	13	0	93,00	0,1075	Servant H2	2,36		3,00	0,1700	1,200	0,151	-1,162	0,043	
H2.1 - handicap	8.2	11:46	12:01	0	7	0	82,68	0,1209	Servant H2	2,71				1,518	0,162	-1,190	0,041	
H2.1 - handicap	8.2	12:02	12:14	0	6	0	79,53	0,1257	Servant H2	2,81				1,641	0,165	-1,173	0,039	
H2.1 - handicap	8.2	12:15	12:23	0	4	0	72,16	0,1386	Servant H2	3,10				1,994	0,173	-1,102	0,034	
H2.1 - handicap	8.2	12:24	12:31	0	2	0	66,54	0,1503	Servant H2	3,39				2,344	0,181	-1,041	0,030	
H2.1 - handicap	8.2	12:32	12:38	0	1	0	63,94	0,1564	Servant H2	3,55				2,539	0,185	-1,015	0,029	

Vedlegg 7 - Tabeller for utvalgte verdier ved logging av vannforbruk: 25.02-28.02

Dato	Tid	Vannmengde (m ³)	
25.02.2019	18:53	443,8957	0,0006
25.02.2019	18:54	443,9035	0,0078
25.02.2019	18:55	443,9137	0,0102
25.02.2019	18:56	443,9267	0,0130
25.02.2019	18:57	443,9356	0,0089
25.02.2019	18:58	443,9374	0,0018
25.02.2019	18:59	443,9554	0,0180
25.02.2019	19:00	443,9656	0,0102
25.02.2019	19:01	443,9776	0,0120
25.02.2019	19:02	443,9956	0,0180
25.02.2019	19:03	444,0047	0,0091
25.02.2019	19:04	444,0232	0,0185
25.02.2019	19:05	444,0261	0,0029
25.02.2019	19:06	444,0323	0,0062
25.02.2019	19:07	444,0470	0,0147
25.02.2019	19:08	444,0693	0,0223
25.02.2019	19:09	444,1017	0,0324
25.02.2019	19:10	444,1453	0,0436
25.02.2019	19:11	444,1775	0,0322
25.02.2019	19:12	444,2038	0,0263
25.02.2019	19:13	444,2234	0,0196
25.02.2019	19:14	444,2347	0,0113
-----	-----	-----	-----
27.02.2019	09:58	447,2175	0,0162
27.02.2019	09:59	447,2703	0,0528
27.02.2019	10:00	447,3137	0,0434
27.02.2019	10:01	447,3264	0,0127
27.02.2019	10:02	447,3728	0,0464
27.02.2019	10:03	447,4223	0,0495
27.02.2019	10:04	447,4558	0,0335
27.02.2019	10:05	447,4893	0,0335
27.02.2019	10:06	447,5013	0,0120
27.02.2019	10:07	447,5163	0,0150
27.02.2019	10:08	447,5281	0,0118
27.02.2019	10:09	447,5314	0,0033
27.02.2019	10:10	447,5418	0,0104
27.02.2019	10:11	447,5437	0,0019
27.02.2019	10:12	447,5458	0,0021
27.02.2019	10:13	447,5568	0,0110
27.02.2019	10:14	447,5963	0,0395
27.02.2019	10:15	447,6424	0,0461
27.02.2019	10:16	447,6878	0,0454
27.02.2019	10:17	447,7301	0,0423
27.02.2019	10:18	447,7551	0,0250
27.02.2019	10:19	447,7839	0,0288
27.02.2019	10:20	447,8171	0,0332
27.02.2019	10:21	447,8338	0,0167
27.02.2019	10:22	447,8522	0,0184
27.02.2019	10:23	447,8618	0,0096
27.02.2019	10:24	447,8678	0,0060
27.02.2019	10:25	447,8678	0,0000
-----	-----	-----	-----
27.02.2019	12:17	448,1123	0,0087
27.02.2019	12:18	448,1665	0,0542
27.02.2019	12:19	448,2678	0,1013
27.02.2019	12:20	448,3709	0,1031
27.02.2019	12:21	448,4968	0,1259
27.02.2019	12:22	448,6131	0,1163
27.02.2019	12:23	448,7100	0,0969
27.02.2019	12:24	448,7188	0,0088
27.02.2019	12:25	448,7243	0,0055
27.02.2019	12:26	448,7347	0,0104
27.02.2019	12:27	448,7350	0,0003
27.02.2019	12:28	448,7407	0,0057
27.02.2019	12:29	448,7614	0,0207
27.02.2019	12:30	448,8504	0,0890
27.02.2019	12:31	448,9615	0,1111
27.02.2019	12:32	449,0971	0,1356
27.02.2019	12:33	449,1966	0,0995
27.02.2019	12:34	449,2053	0,0087
27.02.2019	12:35	449,3398	0,1345
27.02.2019	12:36	449,3398	0,0000
27.02.2019	12:37	449,3398	0,0000
27.02.2019	12:38	449,3398	0,0000
27.02.2019	12:39	449,3398	0,0000
27.02.2019	12:40	449,3398	0,0000
27.02.2019	12:41	449,3398	0,0000
27.02.2019	12:42	449,3401	0,0003
27.02.2019	12:43	449,4126	0,0725
27.02.2019	12:44	449,5242	0,1116
27.02.2019	12:45	449,6412	0,1170
27.02.2019	12:46	449,7597	0,1185
27.02.2019	12:47	449,8767	0,1170
27.02.2019	12:48	449,9252	0,0485
27.02.2019	12:49	449,9372	0,0021

Vedlegg 8 - Tabell for verdier ved måling av tappetid

Sted og dato	Tid	Temperatur kaldtvann (°C)	Temperatur varmtvann (°C)	
Utslagsvask 3. etasje 9.5.	00:05	23,2	34,9	
	00:10	23,1	47,3	
	00:15	22,6	48,5	
	00:20	22,2	49	
	00:25	21,7	49,8	
	00:30	21	51	
	00:35	20,8	51,6	
	00:40	20,7	51	
	00:45	21	49,8	
	00:50	21,2	48,5	
	00:55	21,8	47,6	
	01:00	22,2	46,7	
	01:05	22,5	46,2	
	01:10	22,4	43,6	
	01:15	21,8	41,5	
	01:20	20,9	39,6	
	01:25	20,1	39,9	
	01:30	19,8	41,7	
	01:35	19,8	43,2	
	01:40	20,3	43,8	
	01:45	21,3	43,9	
	01:50	22,5	43,8	
	01:55	24	43,9	
	02:00	25,4	44,3	
	02:05	26,6	44,8	
	02:10	27,4	44,9	
	02:15	27,9	44	
	02:20	28	42,9	
	02:25	28,1	41,4	
	02:30	27,9	40,9	
	02:35	27,6	41	
	02:40	27,2	41,3	
	02:45	26,9	42,5	
	02:50	25,7	43,6	
	02:55	24,5	44,6	
	03:00	23,9	45	
	03:05	22,3	45,4	
	03:10	21,5	45,5	
	03:15	20,6	45,3	
	03:20	20	45,2	
	03:25	19,4	45,2	
	03:30	18,8	45,2	
		03:35	18,4	45,1
		03:40	18,1	45,3
		03:45	17,8	45,4
		03:50	17,6	45,5
		03:55	17,4	45,8
		04:00	17,3	45,9
	04:05	17,1	46	
	04:10	17	46,2	
	04:15	17	46,2	
	04:20	16,9	46,2	
	04:25	16,8	46,4	
	04:30	16,8	46,8	
	04:35	16,8	47,3	
	04:40	16,7	47,6	
	04:45	16,6	47,8	
	04:50	16,6	47,7	
	04:55	16,6	47,1	
	05:00	16,5	46,3	
	05:05	16,5	45,7	
	05:10	16,5	45	
	05:15	16,4	44,7	
	05:20	16,3	44,9	
	05:25	16,3	45,6	
	05:30	16,3	46,2	
	05:35	16,3	47,8	
	05:40	16,2	48	
	05:45	16,2	48,8	
	05:50	16,1	49,2	
	05:55	16,1	49,5	
	06:00	16	49	
	06:05	15,9	48,2	
	06:10	15,9	47,8	
	06:15	15,8	47,2	
	06:20	15,7	46,8	
	06:25	15,6	46,5	
	06:30	15,6	46,4	
	06:35	15,5	46,6	
	06:40	15,5	47	
	06:45	15,4	47,5	
	06:50	15,3	48	
	06:55	15,2	48,3	
	07:00	15,2	48,6	
	07:05	15,2	48,7	
	07:10	15,1	48,7	
	07:15	15,1	48,5	
	07:20	15	48,1	
	07:25	15	47,8	
	07:30	15	47,6	
	07:35	14,9	47,5	
	07:40	14,9	47,5	
	07:45	14,8	47,6	
	07:50	14,7	48,2	
	07:55	14,7	48,1	
	08:00	14,6	49	
	08:05	14,5	49,2	
	08:10	14,5	49,3	
	08:15	14,4	49,1	
	08:20	14,3	48,7	
	08:25	14,2	48,4	
	08:30	14,2	48,1	
	08:35	14,1	47,8	
	08:40	14	47,7	
	08:45	13,9	48	
	08:50	13,8	48,3	
	08:55	13,7	48,5	
	09:00	13,6	48,8	
	09:05	13,5	49	
	09:10	13,4	49	
	09:15	13,3	49,1	
	09:20	13,1	49,2	
	09:25	13	49,2	
	09:30	12,9	49,3	
	09:35	12,8	49,3	
	09:40	12,7	49,2	
	09:45	12,6	49,1	
	09:50	12,5	49,2	
	09:55	12,4	49,5	
	10:00	12,2	49,6	
	10:05	12,1	49,6	

Vedlegg 9 - E-mail fra Lars-Erik Fiskum angående tappetid

26.4.2019

Gmail - Tappetid



Håkon Skavhaug <haakon.skavhaug@gmail.com>

Tappetid

Lars-Erik Fiskum <Lars-Erik.Fiskum@sintef.no>
Til: Håkon Skavhaug <haakon.skavhaug@gmail.com>

3. april 2019 kl. 16:05

Hei

Det er ikke noe myndighetskrav til 10 sek ventetid.

Ved dimensjonering av kobberrør prøvde man tidligere å velge rørdimensjoner som medførte at ventetiden var under 10 sek. Ved bruk av PEX rør har rørstrekene blitt mye lengre og det er vanskelig å oppnå så kort ventetid.

Vedlegger et utdrag av Byggforskanvisning 553.116 fra 1988. I dagens versjon av tilsvarende anvisning har vi ikke taifestet noe krav til ventetid.

Lars-Erik Fiskum

Siv.ing. – MSc. Forskningsleder| Research Manager

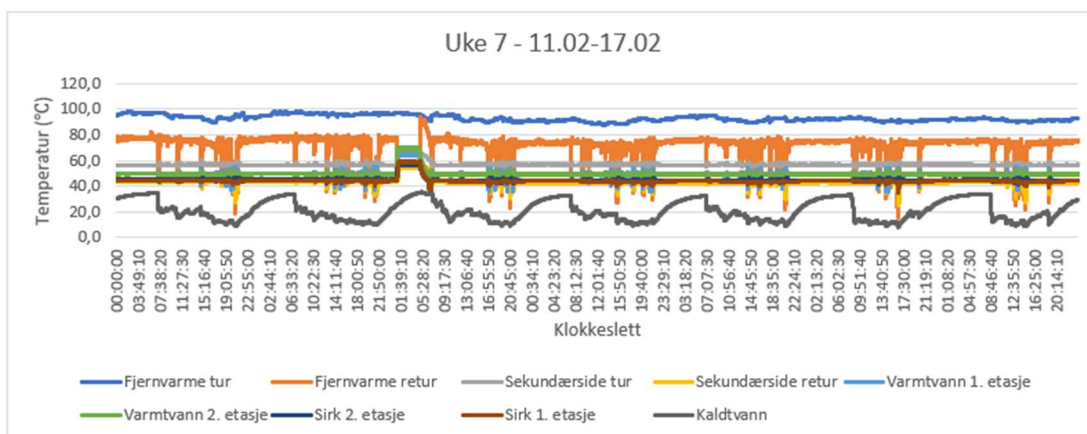
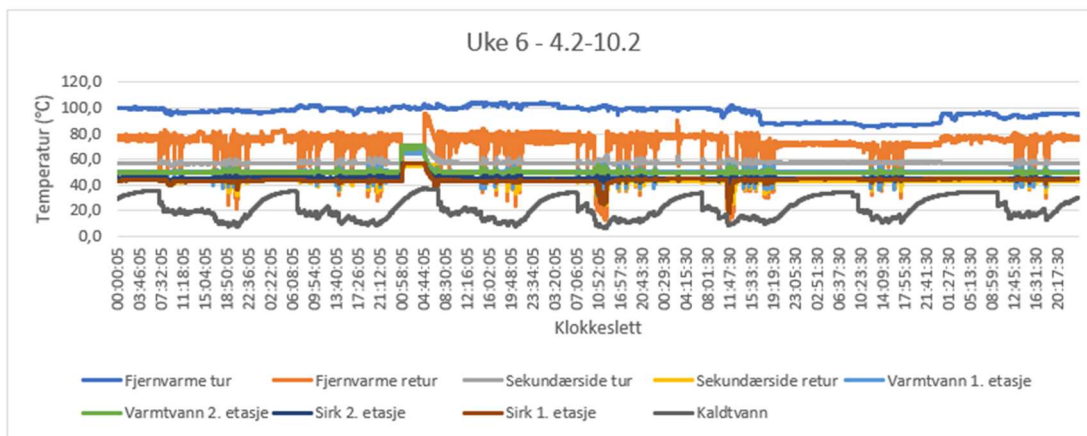
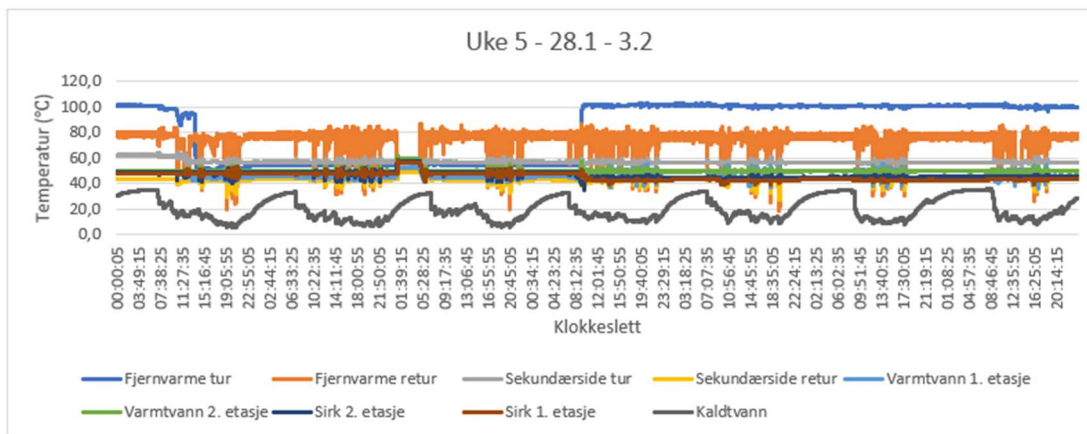
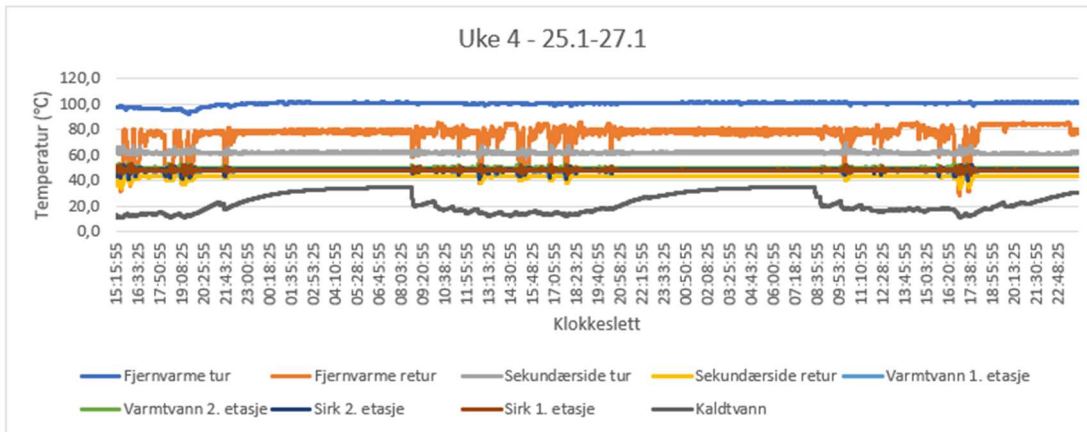
SINTEF Byggforsk| SINTEF Building and Infrastructure

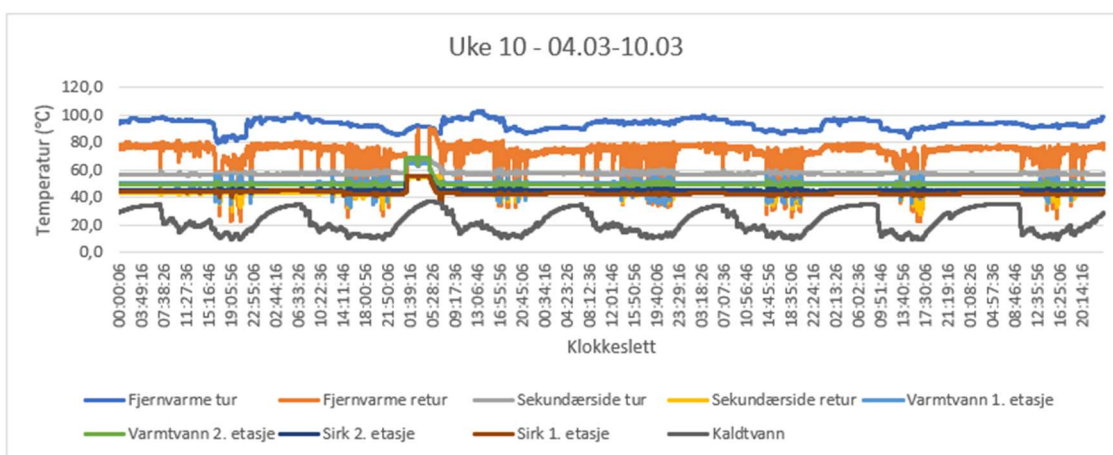
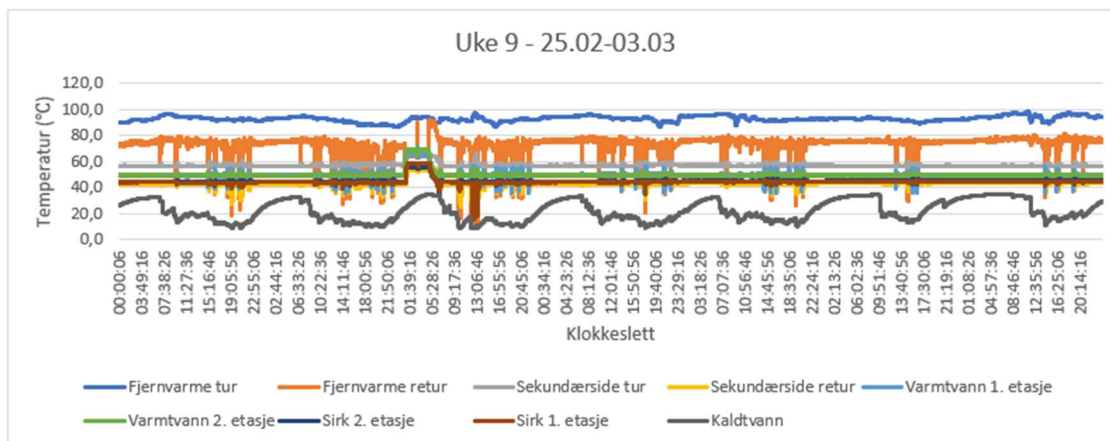
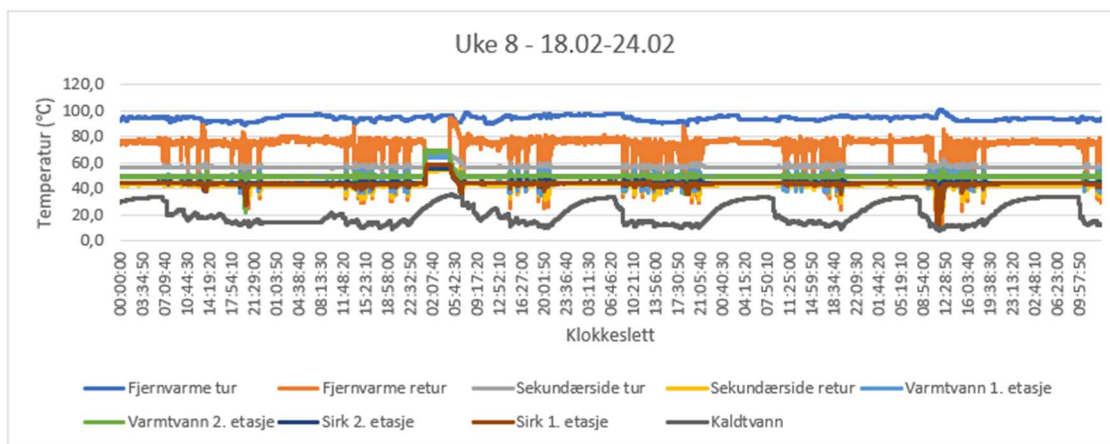
P.O. Box 124 Blindern, NO – 0314 Oslo|Visit: [Forskningsveien 3b](#)

+47 92 02 37 37| lars-erik.fiskum@sintef.no

www.sintef.no/byggforsk

Vedlegg 10 - Temperaturlogging Lade Sportsarena: Grafer for uker





shelby teknikk as



Shelby-katalog Avsnitt 4
16.05.2013

EUROTHERM ULTRAMIX

Termostatisk sentralblandeventil



Kapasitet i liter pr. minutt:

Min.	Maks.	Dim. "RG	Type	Vekt (kg)
3	56	1/2"	TX91E	2,3
3	80	3/4"	TX92E	2,3
3	120	1"	TX93E	3,5
5	175	1 1/2"	TX94E	5
5	260	1 1/2"	TX95E	8,6
6	400	2"	TX96E	11,1

- Et følsomt og hurtigvirkende bimetal sikrer at temperaturen holdes tilnærmet nøyaktig – +/- 1°C avvik fra ønsket temperatur ved alle normale anvendelser.
- Lagerførte temperaturområder : 30/70°C (standard) og 10/50°C
Kan også leveres : 0/40°C og 50/90°C.

Termisk desinfeksjon (legionellabekjempelse) velg temperaturområde 30-70°C

Teknisk: Maks. arbeidstrykk: 10 bar. Min. arbeidstrykk: 1 bar – anbefalt arbeidstrykk: 2-4 bar.
Min. temperaturredifferanse mellom kaldt og varmt vann: 5°C

Maks. varmtvannstemperatur: 85°C inn på ULTRAMIX

Sikkerhet: Innenfor valgt temperaturområde kan arbeidsområdet begrenses – for eksempel 25-35°C ved valgt temperaturområde 10/50°C. Skoldingsikring; uteblir kaldtvann, stenges automatisk varmtvannstilførselen. Alle typer har tømmeplugg ved frostfare. Man kan også låse grepet på en fast temperatur.

Temperaturstabilitet: Pga. ventilens konstruksjon, blir temperaturen på det tempererte vannet lite påvirket av endringer i trykk og temperatur på kaldt- og varmtvannstilførselen.

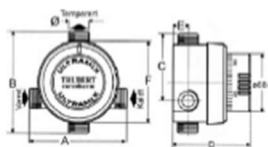
Komfort kapasitet: Ønsket temperatur er lett å innstille. Hele 7 grader vinkelreining på grepet pr. 1°C temperaturendring.

EUROTHERM FOR MINDRE VANNMENGDER



Kapasitet i liter pr. minutt:

Min.	Maks.	Dim. "RG	Type	Vekt (kg)
3	42	1/2"	T9715C	1
3	42	3/4"	T9107C	1,02



Mål:

Type	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Dim. Ø
T9107 og T9715	115	90	58	100	17,5	80	M 1/2" eller M 3/8"
TX81	117	120	81	93	18	98	M 1/2"
TX82	117	120	81	93	18	98	M 1/2"
TX83	144	142	95	101	23	116	M 1"
TX84	182	166	107	116	24	145	M 1 1/2"
TX85	218	199	129	127	32	175	M 1 1/2"
TX86	242	224	144	141	36	198	M 2"

Side 1 av 1

postadresse:
postboks 230
N-4379 egersund

kontoradresse:
strandgaten 55
4370 egersund

telefon: (47) 51 46 18 00
telefaks: (47) 51 46 18 01
e-post: post@shelby.no

konto: 3270 05 03193
NO 979 999 806 MVA
www.shelby.no

Vedlegg 13 - Utrengninger for energiforbruk og energibehov

Energibehov for oppvarming av varmtvannssystemet							
Volum (m ³)	Spesifik varmekapasitet (J/(kg*°C))	ΔT (°C)	Massetetthet (kg/m ³)	Energibehov (J)	Energibehov (kWh)	1 år, 1 gang i uka (kWh)	1 år, 4 ganger i året (kWh)
0,2266	4200	20	988,1	1,88E+07	5,22	271,67	20,90

	Lengde (m)	Varmetap per meter (W/m)	Totalt varmetap (W)	Totalt energitap (kWh) (4t)	Totalt energitap (kWh) (1t)
1. etasje + teknisk	97,34	10	973,4	3,9	1,0
2. etasje + teknisk	92,3	10	923	3,7	0,9
3. etasje	31,4	10	314	1,3	0,3
Sum			2210,4	8,8	2,2
			Et år, 1 gang hver uke:	459,8	114,9

Volumstrøm varmeveksleren skal klare å varme opp					
Effekt varmeveksler (W)	Varmekapasitet (W/(kg*°C))	ΔT (°C)	Massetetthet(kg/m ³)	Volumstrøm (m ³ /s)	Volumstrøm (l/s)
175000	4200	70	999,8	0,000595	0,595

Antall dusjer som varmeveksleren kan dekke. Vannmengder sammenlignet med verdier i tabell 4.	
Antall dusjer	Vannmengde (l/s)
5	0,12
4	0,15
3	0,20

Energibehov for sjokkspyling og gjennomspylling			
Antall dusjer	27	27	4
Vannmengde (fra tabell 4)	0,07	0,07	0,15
Volumstrøm (l/s)	1,89	1,89	0,6
Volumstrøm (m ³ /s)	0,00189	0,00189	0,0006
T inn (°C)	5	5	5
T ut (°C)	38	75	75
ΔT (°C)	33	70	70
Massetetthet (kg/m ³)	999,8	999,8	999,8
VK (J/(kg*°C))	4200	4200	4200
Effekt (kW)	261,9	555,5	176,4
Energibehov 5min (kWh)	21,8	46,3	14,7
Energibehov 10min (kWh)	43,7	92,6	29,4
Energibehov 1t (kWh)	261,9	555,5	176,4
Energibehov 5min (kWh). Et år med 1 gang i uka.	1134,9	2407,4	764,2
Energibehov 10min (kWh). Et år med 1 gang i uka.	2269,8	4814,8	1528,5
Energibehov 1t (kWh). Et år med 1 gang i uka.	13618,9	28888,5	9171,0
Energibehov 10min (kWh) 4 ganger i året	174,6	370,4	117,6

Vedlegg 14 - Pristilbud for ulike legionellabehandlinger

AS RØRLEGGER

Ladeveien 23

7066 TRONDHEIM

TRONDHEIM, 12.04.2019

JØRGEN STAKSET

TRONDHEIM

Vår ref.: Einar Wold

Deres ref.: Jørgen Stakset

Tilbud på rørleggerarbeid.

Vi takker for forespørselen og har herved fornøyelsen av å kunne tilby utført ovennevnte anlegg til en samlet pris av

	Kr.	290 500,00
+ 25% MVA	Kr.	72 625,00
SUM	Kr.	<u>363 125,00</u>

Det leveres og monteres:

- 23 STK Dusjpanel electra 6664ftx 12v termostat
- 4 STK Dusjpanel electra m/hånddusj 6 662ftx 12v termostat

Demonteringsarbeider er inkludert i prisen.

Prisen er basert på de senest noterte priser for materiell og arbeidslønn, og gis med forbehold om eventuelle senere prisstigninger - som blir beregnet ifølge statistisk sentralbyrå.

Arbeider utenom den opprinnelige avtale som foran beskrevet blir å betrakte som ekstraoppdrag.

I prisen er medtatt all frakt og transport av materiell samt reise for montør.

Unntatt i prisen er eventuell graving, bygningsmessige arbeider, elektriske montasjer, peiling av kabler og annen teknisk installasjon som ligger i anleggsområdet.

Vi garanterer et solid og håndverksmessig utført arbeid og håper å motta Deres ordre.

Med hilsen

AS RØRLEGGER

Einar Wold

AS RØRLEGGER

Ladeveien 23

7066 TRONDHEIM

TRONDHEIM, 12.04.2019

JØRGEN STAKSET

TRONDHEIM

Vår ref.: Einar Wold

Deres ref.: Jørgen Stakset

Tilbud på rørleggerarbeid.

Vi takker for forespørselen og har herved fornøyelsen av å kunne tilby utført ovennevnte anlegg til en samlet pris av

	Kr.	14 200,00
+ 25% MVA	Kr.	3 550,00
SUM	Kr.	<u>17 750,00</u>

Det leveres og monteres:

Det avsettes kuleventiler etter fordelere. Disse sammenkobles med armert slange. Det monteres kuleventil foran kaldtvannsfordeler.

Prisen er basert på de senest noterte priser for materiell og arbeidslønn, og gis med forbehold om eventuelle senere prisstigninger - som blir beregnet ifølge statistisk sentralbyrå.

Arbeider utenom den opprinnelige avtale som foran beskrevet blir å betrakte som ekstraoppdrag.

I prisen er medtatt all frakt og transport av materiell samt reise for montør.

Unntatt i prisen er eventuell graving, bygningsmessige arbeider, elektriske montasjer, peiling av kabler og annen teknisk installasjon som ligger i anleggsområdet.

Vi garanterer et solid og håndverksmessig utført arbeid og håper å motta Deres ordre.

Med hilsen

AS RØRLEGGER

Einar Wold



Einar Wold <Einar@asrorlegger.no>

ma. 29.04.2019 09.19

Du ☺

PRISER

4202406 : 6.396,30

4203152 : 5.520,70

Priser er nto., eks. mva.

Med vennlig hilsen

Einar Wold

AS Rørlegger

en del av  K.LOND

Post- og besøksadresse er Ladeveien 23 , 7066 Trondheim.

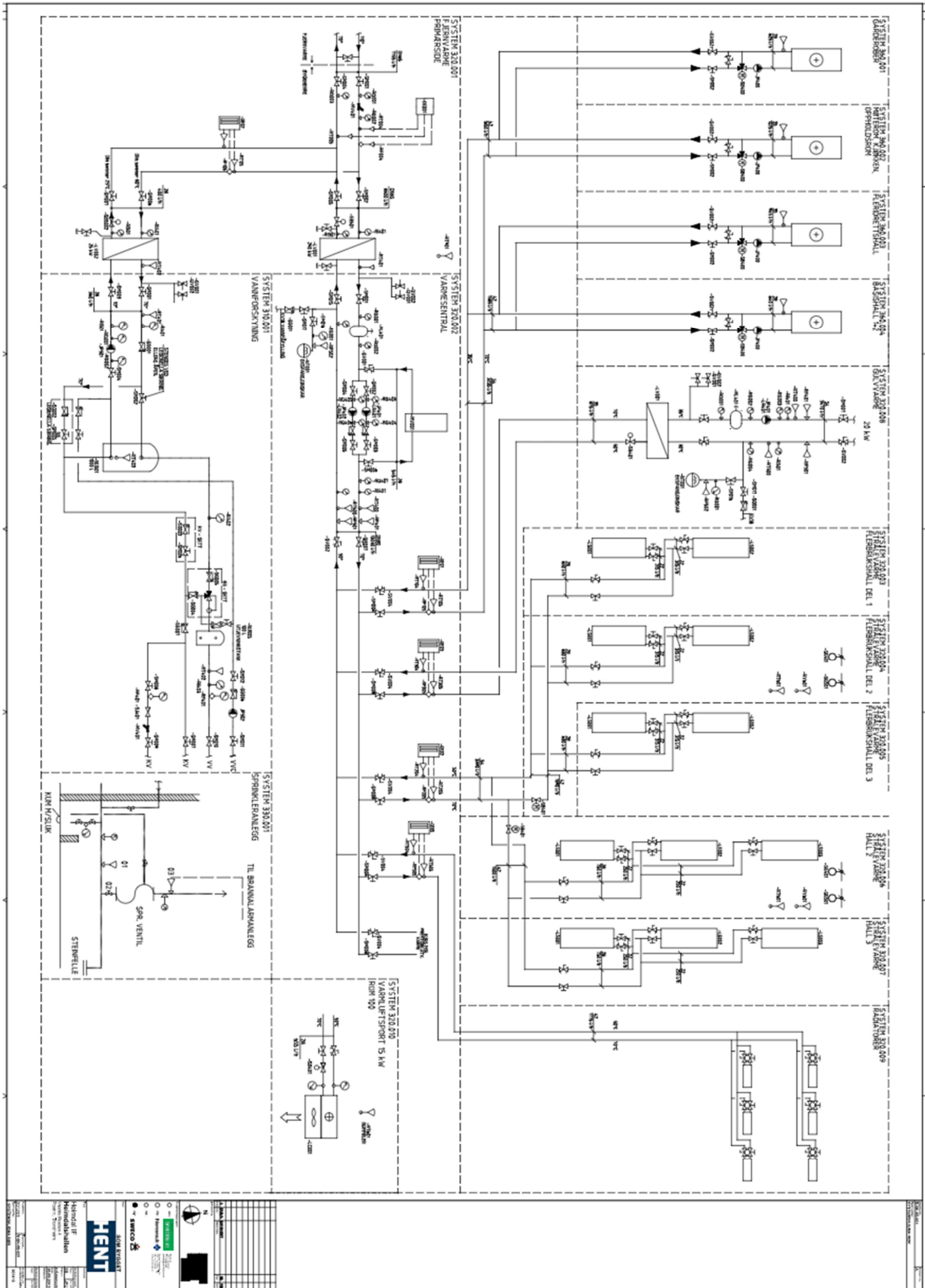
Telefon: 73829920

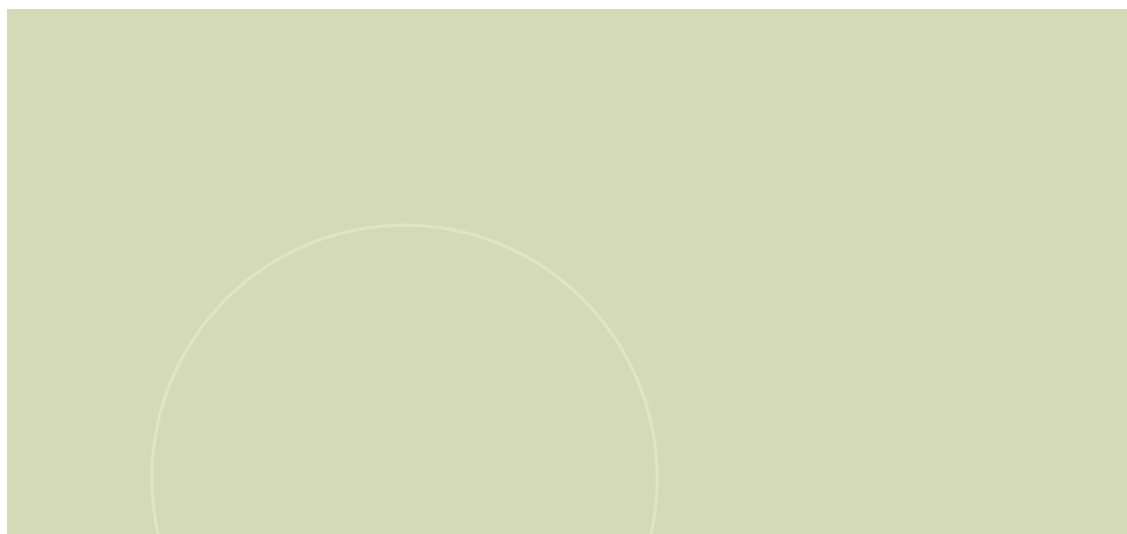
Faks: 73829921

Mobil: 92234619

E-Mail: einar@asrorlegger.no

Vedlegg 15 - Systemskjema: Heimdalshallen





IMAS3001