



Institutt for Bygg- og energiteknikk

Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo

Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

KANDIDATNR.

12

TILGJENGELIGHET:

Åpen

[www.OsloMet.no](http://www.OsloMet.no)

## MASTEROPPGAVE

HOVEDPROSJEKTETS TITTEL  Mulige strategier for avriming og deres konsekvenser for dimensjonerende varmeeffekt	DATO 15.06.2020
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG antall sider / antall vedlegg 92 / 77
FORFATTER Ammad Khan	VEILEDER Ida Bryn
UTFØRT I SAMMARBEID MED OsloMet	KONTAKTPERSON Ida Bryn

<b>SAMMENDRAG</b>  Ventilasjon utgjør en stor bidragsyter til maksimal varmeeffekt i yrkesbygg. Maksimaleffekten til ventilasjon påvirkes blant annet av avriming. Oppgaven skal vise til når og under hvilket forhold det er fare for frost, og avriming bør hensyntas ved dimensjonerende forhold i sentrale ventilasjonsanlegg. Oppgaven skal undersøke avrimingsløsninger på markedet. Hva er konsekvensen av ulike løsninger med hensyn til energi og effekt. Det er utført målinger og simuleringer for ulike rom for å identifisere frostfare.  Det konkluderes med at frost forekommer i ulik grad for ulike rom. Det er forhold som fuktighet, temperatur og luftmengder som påvirker frostfaren. Avriming skal hensyntas ved dimensjonering av varme anlegg. Det bør utføres en individuell vurdering av hvert tilfelle med hensyn til behov for avriming. Det anbefales å bruke optimal frostsikring fremfor normal frostsikring.
---

3 STIKKORD
Ventilasjon
Frostsikring
Effekt

## Forord

Som en obligatorisk del av utdanningen ved OsloMet har det blitt gjennomført en masteroppgave på 30 studiepoeng. Masteroppgaven er den avsluttende delen av utdanningen «Energi og miljø i bygg, master-deltid» som har gått over fire år.

Oppgaven «Mulige strategier for avriming og deres konsekvenser for dimensjonerende varmeeffekt» ble valgt da dette er et interessant tema. Erfaring tilsier at det overdimensjoneres når en planlegger sentrale varmeinstallasjoner. Ventilasjon utgjør en stor bidragsyter til maksimal varmeeffekt i yrkesbygg. Avriming er en av faktorene som påvirker maksimaleffekten. Målet med oppgaven var å vise til når og under hvilket forhold det er fare for frost, og avriming bør hensyntas ved dimensjonerende forhold i sentrale ventilasjonsanlegg. Identifisere konsekvens av ulike løsninger og gi anbefalinger.

Forfatteren vil rette en stor takk til veileder Ida Bryn, Professor II, for god veiledning og støtte gjennom arbeidet med oppgaven.

Det rettes også en stor takk til Terje Ødegård, Vaktmester, for å være behjelpelig med å få tilgang til ventilasjonsaggregatene på OsloMet slik at det kunne bli foretatt målinger.

Oslo, 14.06.2020

-----

Ammad Khan

## Innhold

Forord.....	2
1 Sammen drag .....	8
2 Innledning.....	10
3 Teori .....	12
3.1 Frost i ventilasjonsanlegg.....	12
3.1.1 Virkningsgrad for varmegjenvinner .....	12
3.1.2 Virkningsgrad og dimensjonering av varmebatteri .....	14
3.1.3 Fuktighet.....	17
3.1.4 Spesifikk luftfuktighet og luftmengde.....	19
3.1.5 Spesifikk luftfuktighet og duggpunktstemperatur .....	23
4 Varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg.....	27
4.1 Roterende gjenvinner .....	27
4.1.1 Ikke-hygroskopisk rotor .....	28
4.1.2 Hygroskopisk rotor.....	28
4.1.3 Sorpsjonsrotor .....	28
4.2 Plateveksler .....	31
4.2.1 Plateveksler type kryssveksler.....	31
4.2.2 Plateveksler type motstrømsveksler .....	32
4.3 Batterivarmegjenvinner .....	33
5 Avrimingsløsninger fra leverandører.....	35
5.1 Frostsikring og avriming .....	35
5.2 Systemair .....	35
5.2.1 Roterende gjenvinner .....	35
5.2.2 Plateveksler/motstrømsveksler .....	35
5.2.3 Batterivarmegjenvinner .....	36
5.2.4 Hva tar de hensyn til ved uttak av varmebatteri? .....	36
5.3 Ventistål / Flakt .....	38
5.3.1 Roterende gjenvinner .....	38
5.3.2 Plateveksler .....	38
5.3.3 Batterivarmegjenvinner .....	39
5.3.4 Hva tar de hensyn til ved uttak av varmebatteri? .....	40
5.4 Swegon.....	41
5.4.1 Roterende gjenvinner .....	41
5.4.2 Plateveksler .....	42
5.4.3 Batterivarmegjenvinner .....	42
5.4.4 Hva tar de hensyn til ved uttak av varmebatteri? .....	42
6 Del 2 Målinger.....	46
6.1.1 Måling av temperatur og relativ fuktighet.....	46

6.1.2	SD-anlegg.....	47
6.2	Resultat – Målinger .....	48
7	Del 3 Simuleringer.....	52
7.1	Klasserom.....	52
7.1.1	Metode - Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	52
7.1.2	Resultat – Simulering av ett døgn i SIMIEN.....	53
7.1.3	Drøfting av resultat – Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	55
7.1.4	Metode – Årssimulering .....	55
7.1.5	Resultat- Årssimulering.....	56
7.1.6	Drøfting av resultatet - Årssimulering.....	57
7.2	Bolig.....	58
7.2.1	Metode - Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	58
7.2.2	Resultat - Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	59
7.2.3	Drøfting av resultat - Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	60
7.2.4	Metode - Årssimulering.....	61
7.2.5	Resultat – Årssimulering .....	62
7.2.6	Drøfting av resultat – Årssimulering.....	64
7.3	Kontor.....	67
7.3.1	Metode - Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	67
7.3.2	Resultat - Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	68
7.3.3	Drøfting av resultat – Simulering av ett døgn i SIMIEN .....	69
7.3.4	Metode - Årssimulering.....	69
7.3.5	Resultat – Årssimulering .....	70
7.3.6	Drøfting av resultat – Årssimulering.....	71
7.4	Effekt.....	72
7.4.1	Metode.....	74
7.4.2	Bolig: .....	75
7.4.3	Resultater.....	78
7.4.4	Drøfting av resultat.....	80
7.4.5	Kontor.....	80
7.4.6	Resultater.....	83
7.4.7	Drøfting av resultat.....	87
8	Del 4: Sammenstilling av resultater og anbefalinger.....	88
	Referanser.....	92
	Vedlegg .....	93

Figur 1: Viser prinsipp for ventilasjonsanlegg .....	13
Figur 2: Viser avkasttemperatur som funksjon av utetemperatur, for 60% og 85% virkningsgrad. ....	14
Figur 3: Prinsipp.....	14
Figur 4:Grafen viser temperatur etter varmeveksler som funksjon av virkningsgrad på varmeveksler.	16
Figur 5:Grafen viser effektbehovet til varmebatteri som funksjon av virkningsgrad. ....	16
Figur 6: Illustrerer et rom med balansert ventilasjon. ....	17
Figur 7: Spesifikk fuktighet og luftmengde.....	21
Figur 8:Spesifikk fuktighet og luftmengde.....	22
Figur 9:Spesifikk fuktighet og luftmengde.....	23
Figur 10: Hx-diagram, duggpunkt.....	24
Figur 11: Hx-diagram, duggpunkt.....	25
Figur 12: Tmperatur i avkast og duggpunkt.....	26
Figur 13: Roterende gjenvinner.....	27
Figur 14: Ikke-hygroskopisk, Hx-diagram .....	29
Figur 15: Hygroskopisk, Hx-diagram .....	30
Figur 16: Kryssveksler .....	31
Figur 17:Kryssveksler .....	32
Figur 18: Motstrømsveksler .....	33
Figur 19: Figuren viser prinsipp for batterigjenvinner (forenklet, viser ikke pumpe, ventil osv).....	34
Figur 20: Plateveksler, Systemair.....	36
Figur 21: Batteri gjenvinner, Ventistål.....	39
Figur 22: Batterigjenvinner , Ventistål.....	40
Figur 23: Viser prinsipp foravrimingsfunksjon med differansetrykkmåler.....	41
Figur 24: Målepunkter.....	46
Figur 25: 36.01 temperatur.....	48
Figur 26: 36.03 temperatur.....	49
Figur 27: 36.05 temperatur.....	49
Figur 28: 36.18 temperatur.....	50
Figur 29: Spesifikk luftfuktighet i avkast.....	53
Figur 30: Relativ fuktighet i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad på varmeveksler. ....	54
Figur 31: Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad, samt utetemperatur. ....	54
Figur 32: 2019 .....	56
Figur 33: 2018 .....	56
Figur 34: 2017 .....	57
Figur 35: Spesifikk luftfuktighet i avkast.....	59
Figur 36:Relativ fuktighet i avkast ved 40% og 65% virkningsgrad på varmeveksler. ....	60
Figur 37:Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad, samt utetemperatur. ....	60
Figur 38: 2019 .....	62
Figur 39: 2018 .....	62
Figur 40: 2017 .....	63
Figur 41: 2019 85% .....	63
Figur 42: 2018 85% .....	64
Figur 43: 2017 85% .....	64
Figur 44: Spesifikk luftfuktighet i avkast.....	68
Figur 45: Relativ fuktighet i avkast ved 85% virkningsgrad på varmeveksler.....	68
Figur 46: Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.....	69
Figur 47:2019 .....	70
Figur 48:2018 .....	70
Figur 49: 2017 .....	71
Figur 50: Viser prinsipp for komponentplassering.....	75
Figur 51: SIMIEN strategi 1.....	78
Figur 52: SIMIEN strategi 2.....	78

Figur 53: SIMIEN strategi 3.....	79
Figur 54:Effekt for ulike strategier.....	79
Figur 55: SIMIEN strategi 1.....	84
Figur 56: SIMIEN strategi 1, alternativ.....	84
Figur 57: SIMIEN strategi 2.....	84
Figur 58: SIMIEN strategi 2, alternativ.....	85
Figur 59: SIMIEN strategi 3.....	85
Figur 60: SIMIEN strategi 3, alternativ.....	85
Figur 61:Effekt, 1 .....	86
Figur 62: Effekt 2 og 3 .....	86

Tabell 1:Luftmengde og spesifikk fuktighet .....	20
Tabell 2:Luftmengde og spesifikk fuktighet .....	21
Tabell 3:Luftmengde og spesifikk fuktighet .....	22
Tabell 4: Spesifikk fuktighet og duggpunkt .....	23
Tabell 5: Fare for frost ved utetemperatur -5,5°C .....	25
Tabell 6:Roterende gjenvinner, løsninger .....	43
Tabell 7:Plateveksler, løsninger .....	44
Tabell 8:Batrigjenvinner, løsninger.....	45
Tabell 9: Veiledende verdier fra NS3031.....	72
Tabell 10: antall dager med fare for frost.....	89
Tabell 11: Optimal vs. normal.....	90

## 1 Sammendrag

Erfaring tilsier at det i stor grad overdimensjoneres når en planlegger sentrale varmeinstallasjoner. Ventilasjon utgjør en stor bidragsyter til maksimal varmeeffekt i yrkesbygg. Maksimaleffekten til ventilasjon påvirkes av i tillegg til klima i stor grad av luftmengder, virkningsgrader, tilluftstemperatur og avriming.

Målet med oppgaven er å vise til når og under hvilket forhold det er fare for frost, og avriming bør hensyntas ved dimensjonerende forhold i sentrale ventilasjonsanlegg. Oppgaven skal drøfte konsekvensen av ulike avrimingsløsninger og anbefale løsninger for å redusere effektuttak på enkeltaggregat. Muligheten for tiltak for å redusere samtidig effektuttak ved flere aggregater i samme varmeanlegg skal også undersøkes.

I oppgaven er relevant teori beskrevet. For å løse oppgaven er den delt i fire deler. Den første delen kartlegger hvilke løsninger som finnes hos de mest brukte systemleverandørene. Den andre delen kartlegger når frostsikring inntreffer på virkelige anlegg i drift, dette er utført ved å gjøre målinger i aggregater. Den tredje delen kartlegger frostrisiko for klasserom, kontor og bolig, dette er gjort ved å utføre simuleringer, både døgnsimulering og årssimulering. Den fjerde delen sammenstiller resultatene og gir anbefalinger.

Ut fra teorien fremkommer det at for at frost skal inntreffe i avkast, så må følgende betingelser være oppfylt; temperatur i avkast må være lavere enn duggpunktstemperaturen slik at det blir utfelt kondens, og temperatur i avkast må være under  $0^{\circ}\text{C}$ . Når begge betingelsene er oppfylt, da kan det oppstå frost.

Resultat fra del en viser at det finnes ulike løsninger for frostsikring hos systemleverandørene. De enkleste løsningene går ut på å regulere frostsikringen basert på utetemperatur, avkasttemperatur eller trykkfallet over varmegjenvinneren på avtrekkssiden. De avanserte løsningen går ut på å regulere frostsikringen basert på målinger av temperatur og fuktnivå i avkast.

Resultatet fra målinger viser at det ikke er frostrisiko i aggregatene der målingene er utført, i den perioden.



Resultatet fra simuleringen viser at det er det er ulik frostrisiko for ulike typer bygg. Frostrisikoen er avhengig av fuktbelastning og luftmengder. Det er mindre frostfare for kontor og klasserom, mens frostfaren er stor bolig.

Konklusjonen er at avriming bør hensyntas ved dimensjonering av sentrale varmeinstallasjoner, men behovet for avriming bør vurderes for ulike bygg. Fordi behovet for avriming er ikke likt for ulike bygg. Valg av avrimingsløsning bidrar til å påvirke energibruk i stor grad. Valg av løsning bidrar også til å påvirke størrelse på varmeinstallasjoner. Det anbefales at det brukes optimale avrimingsløsninger fremfor normale løsninger. Dette fordi med optimale løsninger avrimer systemet kun ved behov, det er energibesparende. Og individuelt behov for avriming kan kun brukes som dimensjonerende forhold når optimal frostsikringsløsning brukes.

## 2 Innledning

Erfaring tilsier at det i stor grad overdimensjoneres når en planlegger sentrale varmeinstallasjoner. Ventilasjon utgjør en stor bidragsyter til maksimal varmeeffekt i yrkesbygg. Maksimaleffekten til ventilasjon påvirkes av i tillegg til klima i stor grad av luftmengder, virkningsgrader, tilluftstemperatur og avriming.

Avtrekksluften inneholder vanndamp, og hvis avtrekksluften blir kjølt ned til duggpunktstemperaturen så utfelles det kondens. Hvis temperaturen i avkast går under 0 °C vil vannet fryse til is. Da må systemet avrime.

Ulike systemleverandører og systemtyper har ulike løsninger for avriming. Ulike løsninger har ulike konsekvenser for effektuttaket. Noen anlegg kjører maksimal effekt uten gjenvinning når avriming skjer. Dette kan føre til at sentrale anlegg dimensjoneres for denne situasjonen med flere aggregater samtidig, noe som vil føre til svært høyt effektuttak.

For å løse oppgaven deles den i fire deler:

**Del 1:** Kartlegge hvilke løsninger som finnes hos de mest brukte systemleverandørene. Sikkerhetsmarginer som ligger i løsningene, skal avklares. Videre skal oppgaven beskrive hvilke fysiske prinsipper avrimingen arbeider etter. Kartlegge konsekvens av ulike avrimingsløsninger.

**Del 2:** Kartlegge når frostsikring inntreffer på virkelige anlegg i drift. Dette skjer ved å gå inn i registreringer på SD-anlegg og se når funksjonen har vært aktiv. Det skal utføres målinger i ventilasjonsanlegg som er i drift for å kontrollere når frostsikring inntreffer.

**Del 3:** Utføre simuleringer basert på dimensjonerende forhold for å kartlegge når frost inntreffer. Simulering skal utføres for forskjellige bygg; klasserom, kontor og bolig. Ulike fuktnivåer, luftmengder og temperaturer skal simuleres for å se hvordan det påvirker duggpunktstemperatur og behov for avriming. Effektbehov simuleres for alle casene for ulike reguleringsstrategier.

**Del 4:** Sammenstilling av resultater og komme med anbefalinger.

Basert på resultater fra arbeidet skal oppgaven vise til når og under hvilket forhold det er fare for frost, og avriming bør hensyntas ved dimensjonerende forhold i sentrale ventilasjonsanlegg. Oppgaven skal drøfte konsekvensen av ulike avrimingsløsninger og anbefale løsninger for å redusere effektuttak på enkeltaggregat. Muligheten for tiltak for å redusere samtidig effektuttak ved flere aggregater i samme varmeanlegg skal også undersøkes.

Tidligere studier utført på samme tema: *Defrosting and frost protection measurements of heat recovery in cold climate* [1].

Studiet er utført på temaet varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg, hvordan gjenvinningsgrad og avriming påvirker inneklimate og effektbehovet. Det er utført målinger i boliger i Nord-Sverige. Studiet presenterer målinger og simuleringer som gir grunnlag for videreutvikling av gode avrimingsstrategier.

## 3 Teori

I dette kapitlet presenteres relevant teori for dette temaet. Dette gir leseren grunnleggende forståelse av temaet.

### 3.1 Frost i ventilasjonsanlegg

I områder der klimaet er kaldt, som Norge kan frost oppstå i avkaste på ventilasjonsanlegget. Avtrekksluften inneholder vanndamp, og hvis avtrekksluften blir kjølt ned til duggpunktstemperaturen så utfelles det kondens. Hvis temperaturen i avkast går under 0 °C vil vannet fryse til is. Temperaturen i avkast er hovedsakelig avhengig av **utetemperatur** og **virkningsgraden** på varmegjenvinneren. **Fuktighet** i luften og **luftmengde** er også faktorer som påvirker dannelse av frost. Fysikken bak dette blir forklart videre i dette kapitlet.

#### 3.1.1 Virkningsgrad for varmegjenvinner

Virkningsgrad for varmegjenvinner angir hvor mye varme som gjenvinnes fra avtrekksluften og overføres til tilluften. Temperaturen i avkast er i hovedsak avhengig av temperaturen i uteluften og virkningsgraden på varmegjenvinner i ventilasjonsanlegget, men også temperaturen i avtrekksluften. Temperaturen i avkast vil være lavere jo bedre virkningsgraden er på varmegjenvinner. Blir temperaturen i avkast lavere enn 0°C kan det oppstå frost.

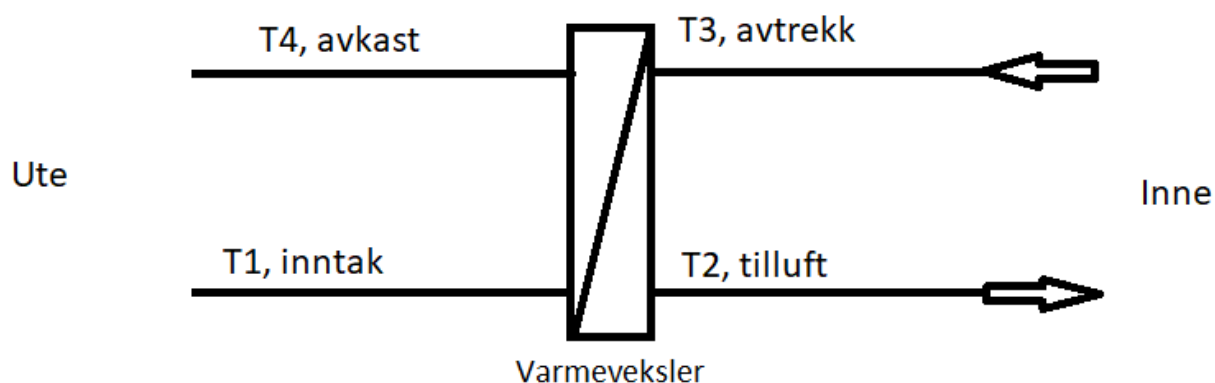
##### 3.1.1.1 Metode

Formel for å beregne virkningsgrad:

$$\eta = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_1} \quad (\text{denne metoden er ikke gyldig dersom utetemperaturen ligger under avtrekkens duggpunktstemperatur})$$

Formel for å beregne temperatur i avkast:

$$T_4 = T_3 - \eta(T_3 - T_1)$$



Figur 1: Viser prinsipp for ventilasjonsanlegg

Virkningsgrad for ulike type gjenvinnere varierer. Normal virkningsgrad for varmegjenvinnere er [2]:

- Roterende 75-85%
- Batteri 45-60%
- Plate kryssveksler 50-60%

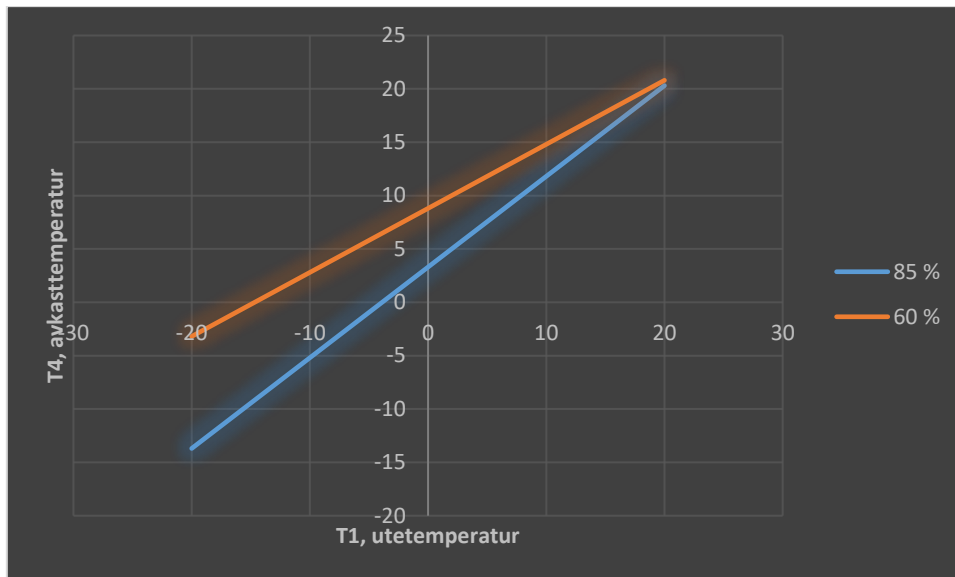
EU-krav fra Ecodesign 2018 er [3]:

- Roterende 73%
- Batteri 68%
- Plate kryssveksler 73%

Det er utført en beregning for å vise sammenheng mellom utetemperatur og avkasttemperatur, og det er vist i en graf. Forutsetningen for denne beregningen er konstant avtrekkstemperatur  $T_3 = 22^\circ\text{C}$ . Både 85% og 60% virkningsgrad er vist. Utetemperaturen går fra  $-20^\circ\text{C}$  til  $+20^\circ\text{C}$ .

#### 3.1.1.2 Resultat

Med 85% virkningsgrad og en utetemperatur på  $-20^\circ\text{C}$  blir temperaturen i avkast  $-13,7^\circ\text{C}$ .

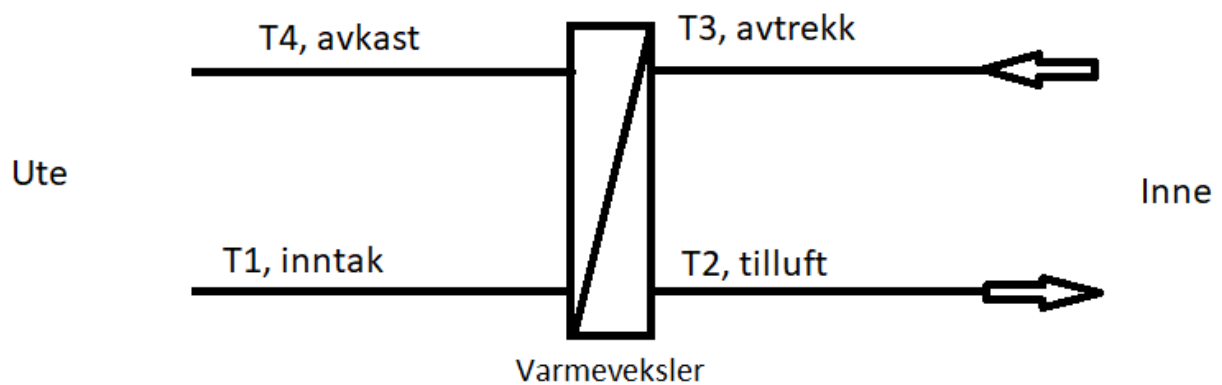


Figur 2: Viser avkasttemperatur som funksjon av utetemperatur, for 60% og 85% virkningsgrad.

### 3.1.2 Virkningsgrad og dimensjonering av varmebatteri

Varmebatteriet i ventilasjonsanlegg i bygninger er en stor bidragsyter for maksimal varmeeffekt. Hvordan varmembatteriet er dimensjonert vil ha stor betydning. Varmebatteriet blir dimensjonert til å «løfte» temperaturen etter varmeveksler til ønsket tilluftstemperatur, T2. Uteluften med temperatur T1 kommer inn i ventilasjonsaggregatet og blir varmet opp i varmeveksleren. Så blir luften videre varmet opp i varmembatteriet.

Hvilken gjenvinningsgrad som blir satt som utgangspunkt ved dimensjonering av varmembatteriet, påvirker effekten/størrelsen på varmembatteriet. Varmebatteriene i aggregatene må dimensjoneres tilstrekkelig store til å dekke effektbehovet i frostsikringsperiodene [4].



Figur 3: Prinsipp

### 3.1.2.1 Metode

Det er utført beregning av T2, temperatur etter varmeveksler med virkningsgrad fra 0% til 85%. Det er tatt utgangspunkt i at T1, uteluft er -20°C, dette er DUT i Oslo. Denne beregningen er utført for å vise hvilken temperatur det vil etter varmeveksler ved ulike virkningsgrader. Denne temperaturen, T2 vil videre danne grunnlag for dimensjonering av varmebatteri.

Følgende forhold forutsettes for beregning:

- Oslo
- DUT -20°C
- Luftmengde  $\dot{V} = 35\,000\text{ m}^3/\text{h}$
- Virkningsgrad varmeveksler 0%-85%
- Konstant tilluftstemperatur, T2= 19°C
- Konstant avtrekkstemperatur, T3=22°C

Formel for å beregne temperatur etter varmeveksler:

$$T_2 = T_1 + \eta(T_3 - T_1)$$

Videre er effekt for varmebatteri beregnet med virkningsgrad på varmeveksler fra 0% til 85%. Denne beregningen er utført for å vise hvor mye virkningsgrad påvirker størrelsen på varmebatteriet.

Formel for å beregne effektbehov for varmebatteri:

$$\Phi = \dot{V} * \rho * c * (\Delta T)$$

$\Phi$  [kW] effekt varmebatteri

$\dot{V}$  [ $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ] luftmengde

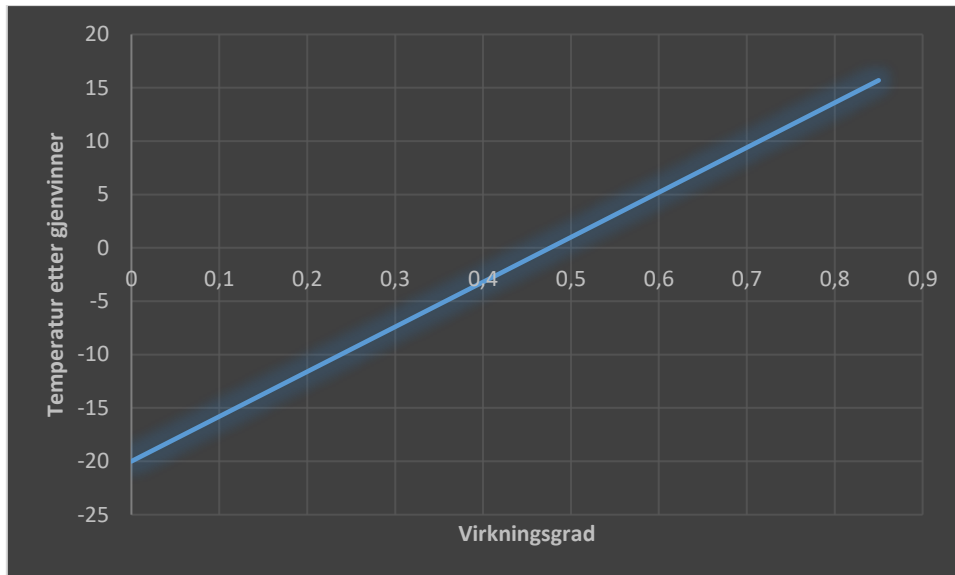
$\rho = 1,2\text{ kg/m}^3$  tørr lufts tetthet

$c = 1,006\text{ kJ}/(\text{kg} * \text{K})$  spesifikk varmekapasitet for tørr luft

$\Delta T$  [K] Temperaturdifferansen etter varmeveksler og ønsket tilluftstemperatur

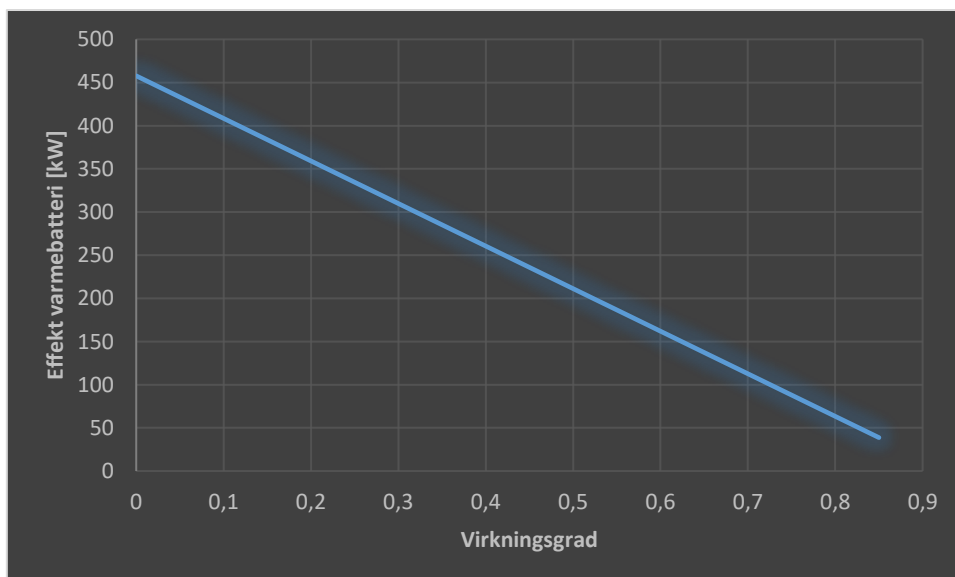
### 3.1.2.2 Resultat

Med 0% virkningsgrad vil temperatur etter varmeveksler være det den samme som utetemperatur, i dette tilfelle  $-20^{\circ}\text{C}$ . Med en virkningsgrad på 85% vil temperaturen etter varmeveksleren være  $15,7^{\circ}\text{C}$ .



Figur 4: Grafen viser temperatur etter varmeveksler som funksjon av virkningsgrad på varmeveksler.

Er gjenvinningsgraden 0% der det behov for et batteri på 458kW, og gjenvinningsgraden er 85% er det behov for et varmebatteri på 38kW. Det er en differanse på **420kW**.



Figur 5: Grafen viser effektbehovet til varmebatteri som funksjon av virkningsgrad.



### 3.1.3 Fuktighet

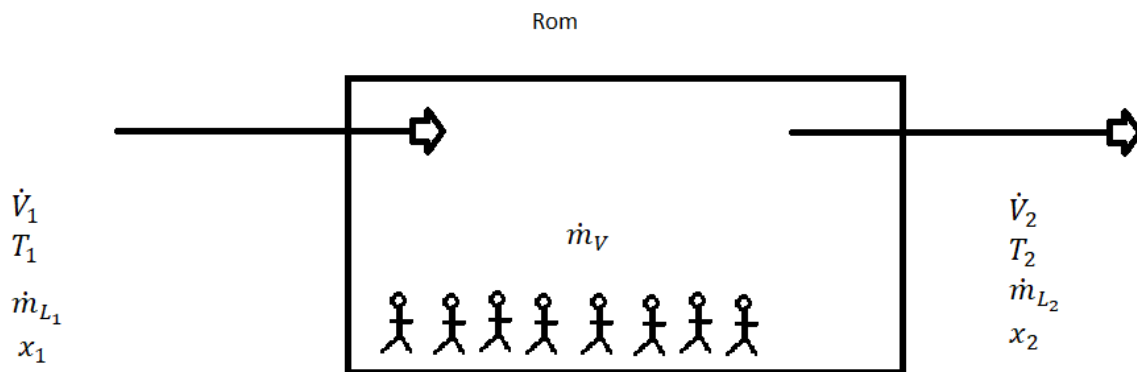
Luftfuktigheten variere med årstidene, om vinteren er luften ofte mindre fuktig, mens på sommeren er luften mer fuktig. Det er fuktighet, vanndamp i avtrekksluften som utfelles som kondens hvis temperaturen blir lavere enn duggpunktstemperaturen. Og hvis temperaturen i avkast går under  $0^{\circ}\text{C}$  vil vannet fryse til is.

Prosessen fra uteluften kommer inn i et rom til den går ut igjen kan beskrives slik:

Uteluften kommer inn i rommet og blir tilført fuktighet av personene i rommet, luften går deretter ut av rommet og har nå endret tilstand. Uteluften kommer inn i ventilasjonsaggregatet og blir varmet opp, dette forandrer ikke på fuktinnholdet i luften, det forutsettes at fuktgjenvinningen er tilnærmet null fra gjenvinner. Det vil si at tilluften vil ha samme fuktinnhold som uteluften. Avtrekksluften vil ha et høyere fuktinnhold fordi fukt har blitt tilført av personer i rommet.

#### 3.1.3.1 Metode

Det er utført beregning for å identifisere hva den spesifikke luftfuktigheten er i avtrekksluften etter at fuktighet har blitt tilført fra rommet. Det er bare tatt hensyn til fuktavgivelse fra personer, ikke materialer.



Figur 6: Illustrerer et rom med balansert ventilasjon.

For å illustrere prosessen i rommet settes det opp massebalanse.

Massebalanse for tørr luft:  $\dot{m}_{L_1} = \dot{m}_{L_2} = \dot{m}_L$

Massen for tørr luft forblir den samme gjennom hele prosessen.

Massebalanse for vann:  $\dot{m}_{L_1} * x_1 + \dot{m}_v = \dot{m}_{L_2} * x_2 \rightarrow \dot{m}_v = \dot{m}_L * (x_2 - x_1)$

Uteluften har en masse og et fuktinnhold, det blir tilført masse av vann/fukt i rommet, og i avtrekken har luften fått et høyere fuktinnhold.

Beregning for å vise økning i fuktinnhold i luften for et klasserom med følgende forutsetninger:

- Areal 60m<sup>2</sup>
- Volum 156m<sup>3</sup>
- Luftmengde 960 m<sup>3</sup>/h (balansert ventilasjon)
- Konstant tilluftstemperatur 19°C
- Konstant avtrekkstemperatur 22°C
- Aktivitetsnivå personer 1,0 met
- Bekledning personer 1,0 clo
- Antall personer 30
- Fuktavgivelse 0,04 kg/h per person, for 30 personer 1,2 kg/h [14].
- Oslo ,01/12-2019 kaldeste dag i året -7,9 °C, spesifikk luftfuktighet 2,3 g/kg [10].

Formel for å finne spesifikk luftfuktighet:

$$x_2 = \frac{\dot{m}_v}{\dot{m}_L} + x_1$$

Det er kjent fra før:

$$x_1 = 0,0023 \frac{\text{kg vann}}{\text{kg tørr luft}} \text{ fra utelufta.}$$

$$\dot{m}_v = 0,02 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \text{ fuktavgivelse fra kroppen til rommet.}$$

$$\dot{m}_L \text{ må regnes ut: } \dot{m}_L = \frac{\dot{V}_1}{v} \text{ Luftmengde delt på spesifikt volum.}$$

Spesifikt volum:

$$v_1 = \frac{R_1 * T_1 * (1 + 1,6078 * x_1)}{P_t} = \frac{0,287 \frac{\text{kPa} * \text{m}^3}{\text{kg} * \text{K}} * 292 \text{ K} * (1 + 1,6078 * 0,0023 \frac{\text{kg}}{\text{kg}})}{101,325 \text{ Pa}} = 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{kg tørr luft}}$$

Massen til tørr luft:

$$\dot{m}_L = \frac{\dot{V}_1}{v} = \frac{15,5 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}}{0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 18,67 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

### 3.1.3.2 Resultat

Spesifikk luftfuktighet i avtrekk.

$$x_2 = \frac{\dot{m}_v}{\dot{m}_L} + x_1 = \mathbf{0,00337} \frac{\text{kg}}{\text{kg tørr luft}}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 0,00107 \frac{\text{kg vann}}{\text{kg tørr luft}}$$

Spesifikk luftfuktighet har økt fra den kom inn i rommet til den forlater rommet pga.

fuktbelastninger i rommet med  $0,00107 \frac{\text{kg vann}}{\text{kg tørr luft}}$ , det er kun tatt hensyn til fuktavgivelse av personer i rommet, ikke materialer. Og spesifikk luftfuktighet i avtrekksluften er

$$\mathbf{0,00337} \frac{\text{kg}}{\text{kg tørr luft}}$$

### 3.1.4 Spesifikk luftfuktighet og luftmengde

Det er sammenheng mellom spesifikk luftfuktighet og luftmengde. Som tidligere nevnt i oppgaven så er spesifikk luftfuktighet et mål for hvor mye vann det er i luften, og luftmengden i ventilasjonsanlegget er med på å påvirke spesifikk luftfuktighet. Som igjen spiller en rolle for når frost inntreffer i avkast.

#### 3.1.4.1 Metode

Det er utført beregning for å vise sammenheng mellom spesifikk luftfuktighet og luftmengde, beregningen er videre visualisert i graf.

Formel for å finne spesifikk luftfuktighet i avtrekk:

$$x_2 = \frac{\dot{m}_v}{\dot{m}_L} + x_1$$

$\dot{m}_L = \frac{\dot{V}_1}{v}$  Luftmengde delt på spesifikt volum for å finne massen til tørr luft. Av formelen kan en se at massen til tørr luft øker når luftmengden øker.

Det er utført beregning for å vise følgende:

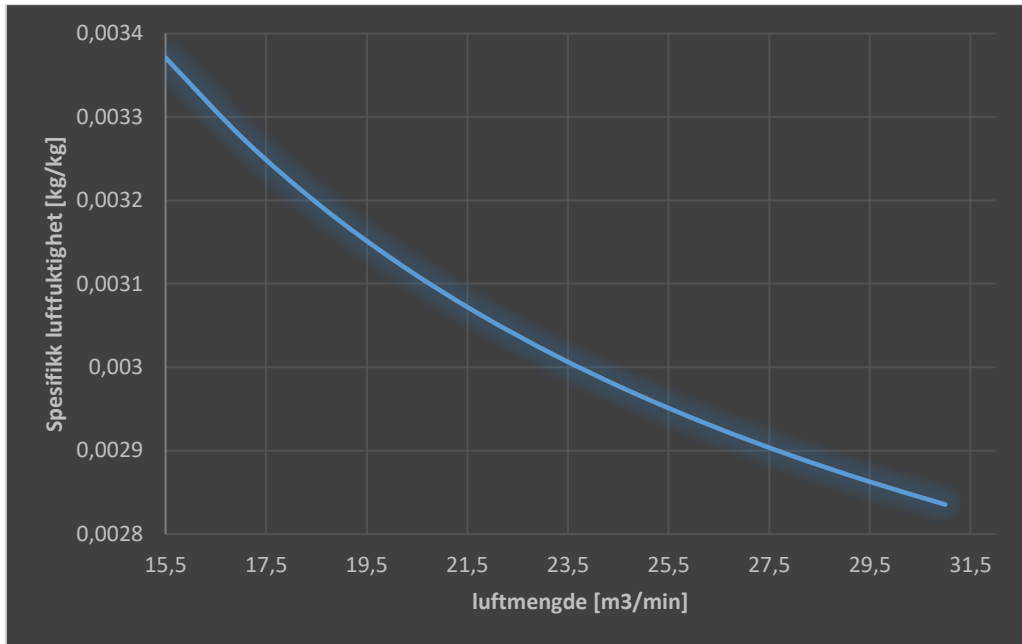
- Hva skjer med spesifikk luftfuktighet når luftmengden økes fra 15,5 m<sup>3</sup>/min til 31 m<sup>3</sup>/min, en økning på 100%.
- Hva skjer med spesifikk luftfuktighet når luftmengden minkes fra 15,5 m<sup>3</sup>/min til 7,75 m<sup>3</sup>/min, en minking på 50%.
- Hva skjer med spesifikk luftfuktighet når luftmengden økes fra 7,75,5 m<sup>3</sup>/min til 31 m<sup>3</sup>/min.

#### 3.1.4.2 Resultat

Tabellen viser luftmengde fra 15,5m<sup>3</sup>/min til 31m<sup>3</sup>/min, og hvordan spesifikk fuktighet synker med økende luftmengde.

Tabell 1:Luftmengde og spesifikk fuktighet

Luftmengde [m <sup>3</sup> /min] $\dot{V}$	Spesifikk luftfuktighet [kg/kg] avtrekk $x$
15,5	0,003370968
17,05	0,003273607
18,6	0,003192473
20,15	0,003123821
21,7	0,003064977
23,25	0,003013978
24,8	0,002969355
26,35	0,002929981
27,9	0,002894982
29,45	0,002863667
31	0,002835484



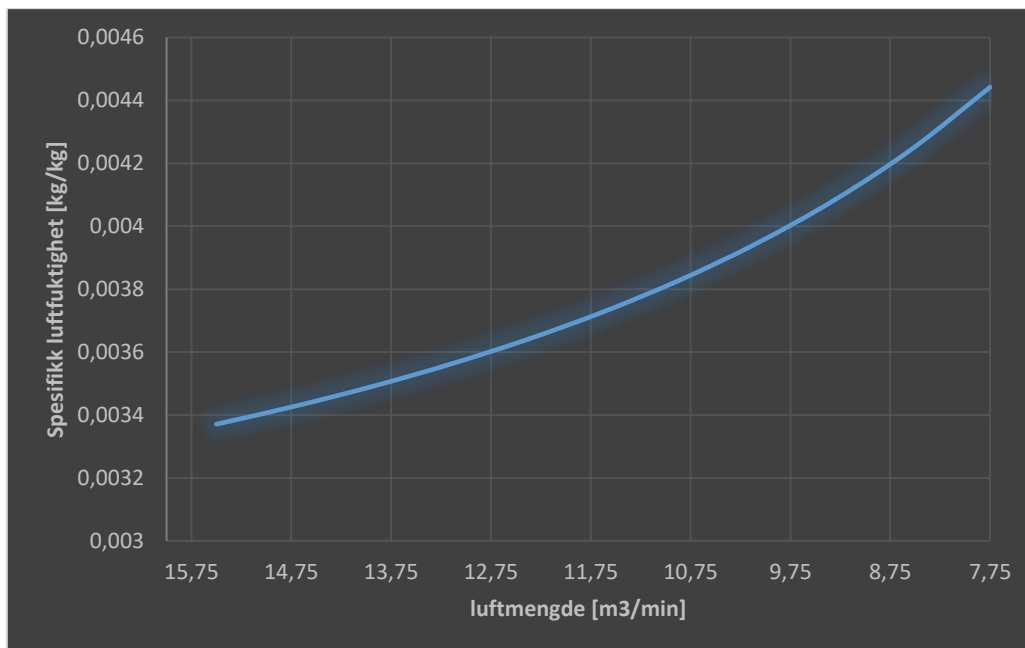
Figur 7: Spesifikk fuktighet og luftmengde

Grafen viser hvordan spesifikk luftfuktighet avtar ved økende luftmengde. Det er vist en økning av luftmengde på 100%, fra 15,5 til 31 m<sup>3</sup>/min.  $\Delta x = 0,000535484 \text{ kg/kg}$ .

Tabellen viser luftmengde fra 15,5m<sup>3</sup>/min til 7,75m<sup>3</sup>/min, og hvordan spesifikk fuktighet øker med synkende luftmengde.

Tabell 2:Luftmengde og spesifikk fuktighet

Luftmengde [m3/min]	Spesifikk luftfuktighet [kg/kg] avtrekk
15,5	0,003370968
14,725	0,003427334
13,95	0,003489964
13,175	0,003559962
12,4	0,00363871
11,625	0,003727957
10,85	0,003829954
10,075	0,003947643
9,3	0,004084946
8,525	0,004247214
7,75	0,004441935



Figur 8: Spesifikk fuktighet og luftmengde

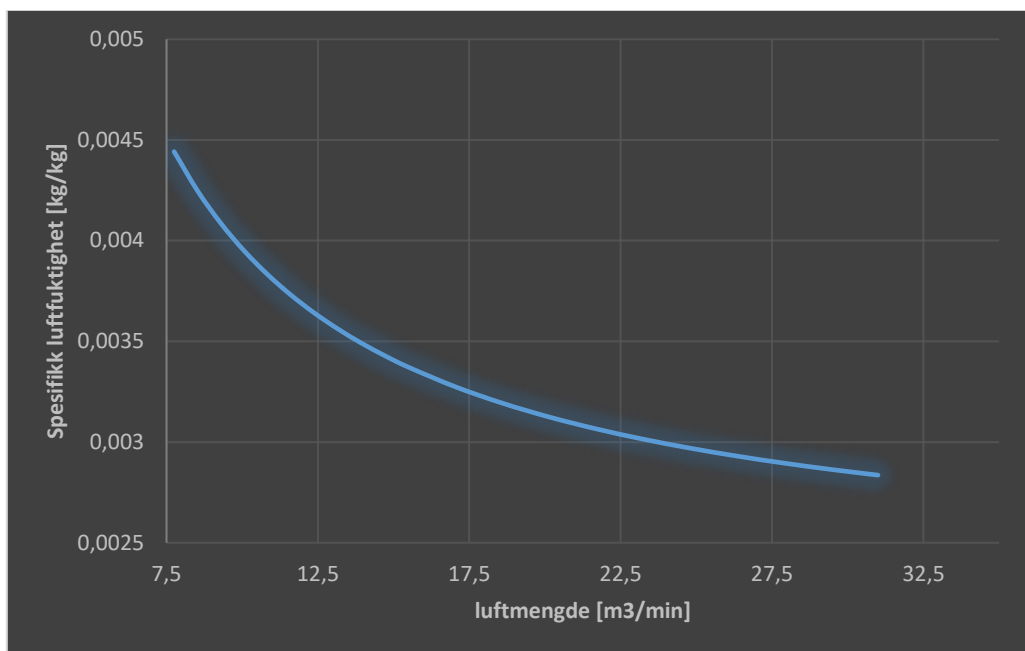
Grafen viser hvordan spesifikk luftfuktighet øker ved avtagende luftmengde. Det er vist en senkning av luftmengde på 50%, fra 15,5 til 7,75 m<sup>3</sup>/min.  $\Delta x = 0,001070968 \text{ kg/kg}$ .

Tabellen viser luftmengde 7,75m<sup>3</sup>/min til 31m<sup>3</sup>/min, og hvordan spesifikk fuktighet synker med økende luftmengde.

Tabell 3: Luftmengde og spesifikk fuktighet

Luftmengde [m3/min]	Spesifikk luftfuktighet [kg/kg] avtrekk
7,75	0,004441935
8,525	0,004247214
9,3	0,004084946
10,075	0,003947643
10,85	0,003829954
11,625	0,003727957
12,4	0,00363871
13,175	0,003559962
13,95	0,003489964
14,725	0,003427334
15,5	0,003370968
17,05	0,003273607
18,6	0,003192473
20,15	0,003123821
21,7	0,003064977
23,25	0,003013978
24,8	0,002969355
26,35	0,002929981
27,9	0,002894982

29,45	0,002863667
31	0,002835484



Figur 9: Spesifikk fuktighet og luftmengde

Grafen viser at spesifikk luftfuktighet synker raskt ved dobling av luftmengde, deretter flater kurven ut.  $\Delta x$  er større ved å gå fra 7,75 m<sup>3</sup>/min til 15,5 i forhold til å gå fra 15,5 m<sup>3</sup>/min til 31 m<sup>3</sup>/min.

### 3.1.5 Spesifikk luftfuktighet og duggpunktstemperatur

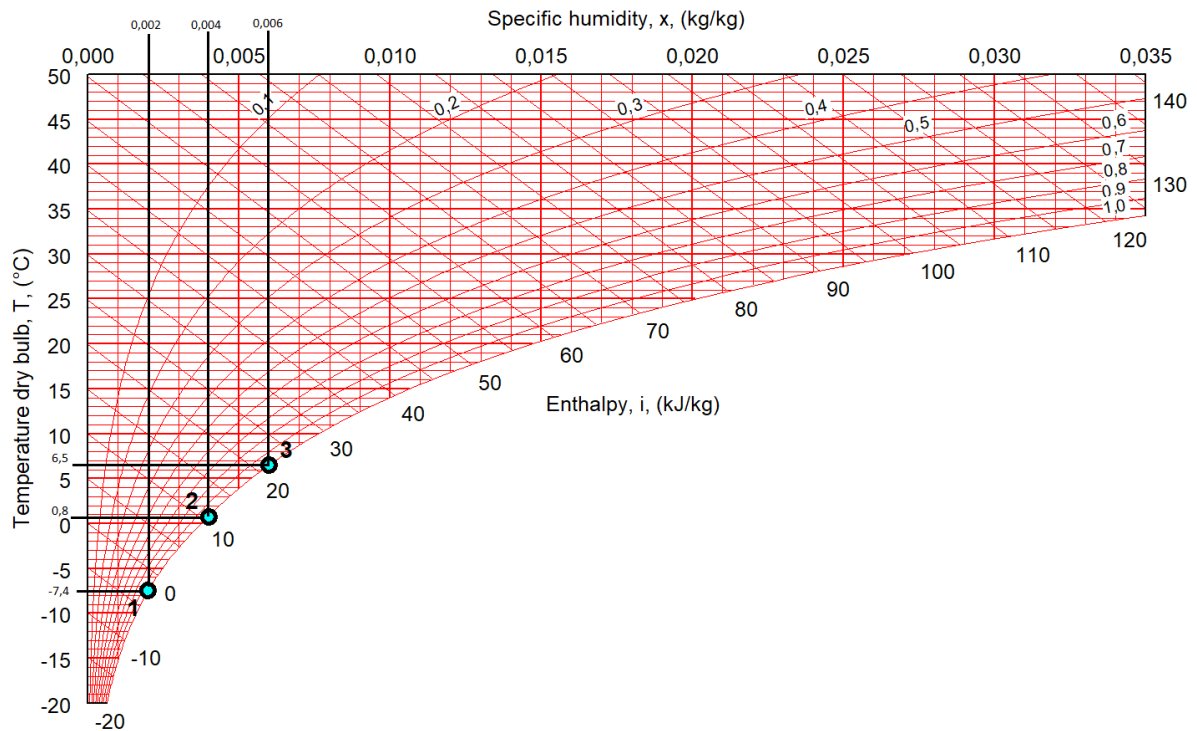
Det er sammenheng mellom spesifikk luftfuktighet og duggpunktstemperatur. Jo høyere spesifikk luftfuktighet, jo høyere er duggpunktstemperatur. Og når duggpunktstemperaturen er høy og avkasttemperaturen synker vil kondens bli utfelt raskere. Og det er nettopp det vannet som kan fryse til is. Er spesifikk fuktighet konstant, så er duggpunktet konstant.

#### 3.1.5.1 Metode

Det er brukt mollierdiagram for å vise hvordan duggpunktstemperatur øker når spesifikk luftfuktighet øker. Tabellen viser punktene i mollierdiagrammet. Hvert punkt for spesifikk fuktighet har eget duggpunkt.

Tabell 4: Spesifikk fuktighet og duggpunkt

Punkt	Spesifikk luftfuktighet [kg/kg]	Duggpunktstemperatur [°C]
1	0,002	-7,4
2	0,004	0,8
3	0,006	6,5



Figur 10: Hx-diagram, duggpunkt

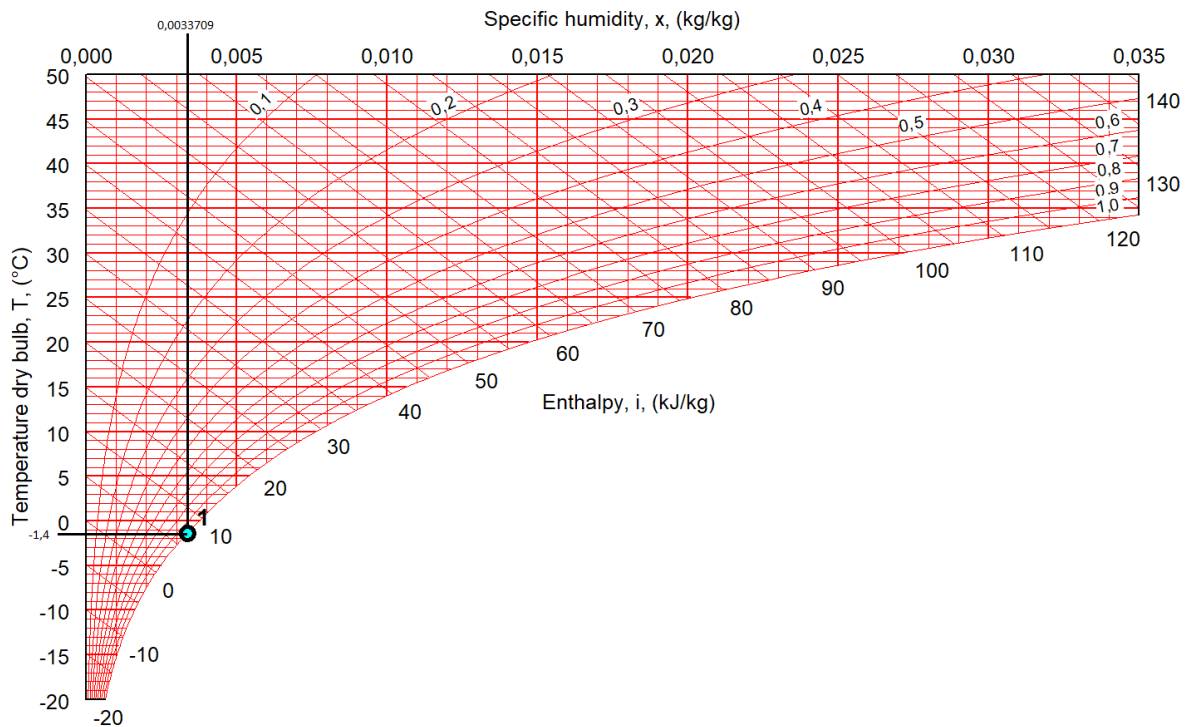
For å vise hva temperatur i avkast er for utetemperatur fra  $-20^{\circ}\text{C}$  til  $+20^{\circ}\text{C}$ , er det utført beregning. Det er konstant spesifikk fuktighet.

Det er utført beregning for å vise når avkasttemperaturen går under duggpunktstemperaturen og kondens blir utfelt, og det blir dannet is.

Følgende er forutsatt:

- Konstant spesifikk luftfuktighet  $0,00337097 \text{ kg/kg}$
- Virkningsgrad på varmevesker  $85\%$
- Konstant duggpunktstemperatur  $-1,4^{\circ}\text{C}$  (se mollierdiagram under)
- Konstant avtrekkstemperatur  $22^{\circ}\text{C}$





Figur 11: Hx-diagram, duggpunkt

Ved konstant spesifikk luftfuktighet på 0,00337097 kg/kg er duggpunktstemperatur konstant på -1,4°C.

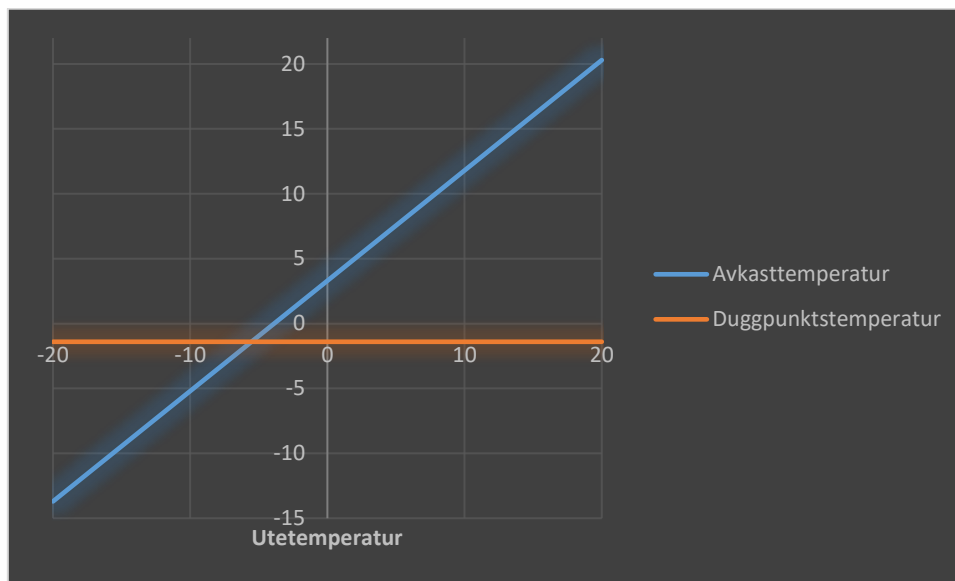
### 3.1.5.2 Resultat

Tabellen viser temperatur i avkast for ulike utetemperaturer, -20°C til +20°C. Spesifikk fuktighet er konstant, det er duggpunktet også. Ved utetemperatur -5,5°C blir det -1,4°C i avkast, og det er det samme som duggpunktstemperatur. Det vil bli utfelt kondens og fryse til is.

Tabell 5: Fare for frost ved utetemperatur -5,5°C

Utetemperatur [°C]	Avkasttemperatur [°C]	Spesifikk luftfuktighet [kg/kg]	Duggpunktstemperatur [°C]
-20	-13,7	0,00337097	-1,4
-15	-9,45	0,00337097	-1,4
-10	-5,2	0,00337097	-1,4
<b>-5,5</b>	<b>-1,4</b>	<b>0,00337097</b>	<b>-1,4</b>
-5	-0,95	0,00337097	-1,4
0	3,3	0,00337097	-1,4
5	7,55	0,00337097	-1,4
10	11,8	0,00337097	-1,4
15	16,05	0,00337097	-1,4
20	20,3	0,00337097	-1,4

Tabellen viser når avkasttemperatur er lik duggpunktstemperatur.



Figur 12: Tmperatur i avkast og duggpunkt

**Frost vil inntreffe når utetemperatur er  $-5,5^{\circ}\text{C}$  og det er  $-1,4^{\circ}\text{C}$  i avkast, gitt forutsetningene.**

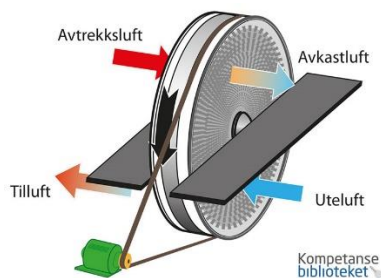
## 4 Varmegjennvinnere i ventilasjonsanlegg

Det finnes forskjellige varmegjennvinnere for ventilasjonsanlegg. Dette kapitlet omtaler de mest brukte varmegjennvinnere; roterende-, plate- og batterigjennvinner.

### 4.1 Roterende gjennvinner

Varme overføres mellom avtrekksluft og tilluft i et roterende hjul. Hjulet inneholder mange små kanaler og er gjort av et materiale med god evne for å magasinere varme.

Varmegjennvinningens virkningsgrad reguleres ved å øke eller senke turtallet på rotoren. Det kan være fare for overføring av lukt og forurensninger mellom avtrekk- og tilluft, men renblåsningssektor og korrekte trykkforhold rundt rotor, vil hjelpe mye. Virkningsgraden på denne type varmegjennvinner er høy (normalt 75–85 %), og det er ikke behov for kondensavløp [2].



Figur 13: Roterende gjennvinner

Det finnes tre typer roterende gjennvinnere:

- Ikke-hygroskopisk rotor
- Hygroskopisk rotor
- Sorpsjonsrotor

De tre forskjellige gjennvinnere er bygget opp av ulike materialer, det påvirker deres evne til å overføre fuktighet. Temperaturvirkningsgraden er omtrent lik for alle de tre.

#### 4.1.1 Ikke-hygroskopisk rotor

Roterende gjenvinner med ikke-hygroskopisk rotor er den mest brukte i Norge. Materialet består av glass aluminium uten korrosjon. En ikke-hygroskopisk rotor gjenvinner kun tørrvarme og ikke fuktighet under normale forhold. Er utetemperaturen under avtrekksluftens duggpunktstemperatur vil det bli kondensering, da vil rotoren overføre både fuktighet og varme [5].

Er uteluften under duggpunktstemperaturen vil det bli kondensering, og kombinasjon av lav utetemperatur og høy fuktighet kan føre til frost. Det er to forhold som forsinkes påfrysningen:

1. Kondensering av vanndamp frigjør bunden varme, noe som gjør at temperaturen inne i varmegjenvinneren stiger og frostfaren avtar.
2. Rimfrosten vil også avgis direkte til uteluften ved sublimering, altså direkte overgang fra is til vanndamp (det går fra fastform til gassform, uten å være i flytendeform).

#### 4.1.2 Hygroskopisk rotor

Rotoren er laget av aluminium med ru overflate. Den ru overflaten gjør at rotoren får evnen til å overføre fuktighet. En gjenvinner med hygroskopisk rotor overfører fuktighet hele tiden, den er ikke avhengig av at avtrekkstemperaturen går under duggpunktstemperaturen og det blir kondensering.

Frysepunktet for hygroskopisk gjenvinner er lavere enn ikke-hygroskopisk gjenvinner. Men det er fortsatt fare for frost, avhengig av lav utetemperatur og fuktighet i avtrekksluften [6].

Hygroskopisk rotor er gunstig på vinteren da fuktigheten i uteluften er lav og det er ønskelig å overføre fuktighet fra avtrekk til tilluften.

#### 4.1.3 Sorpsjonsrotor

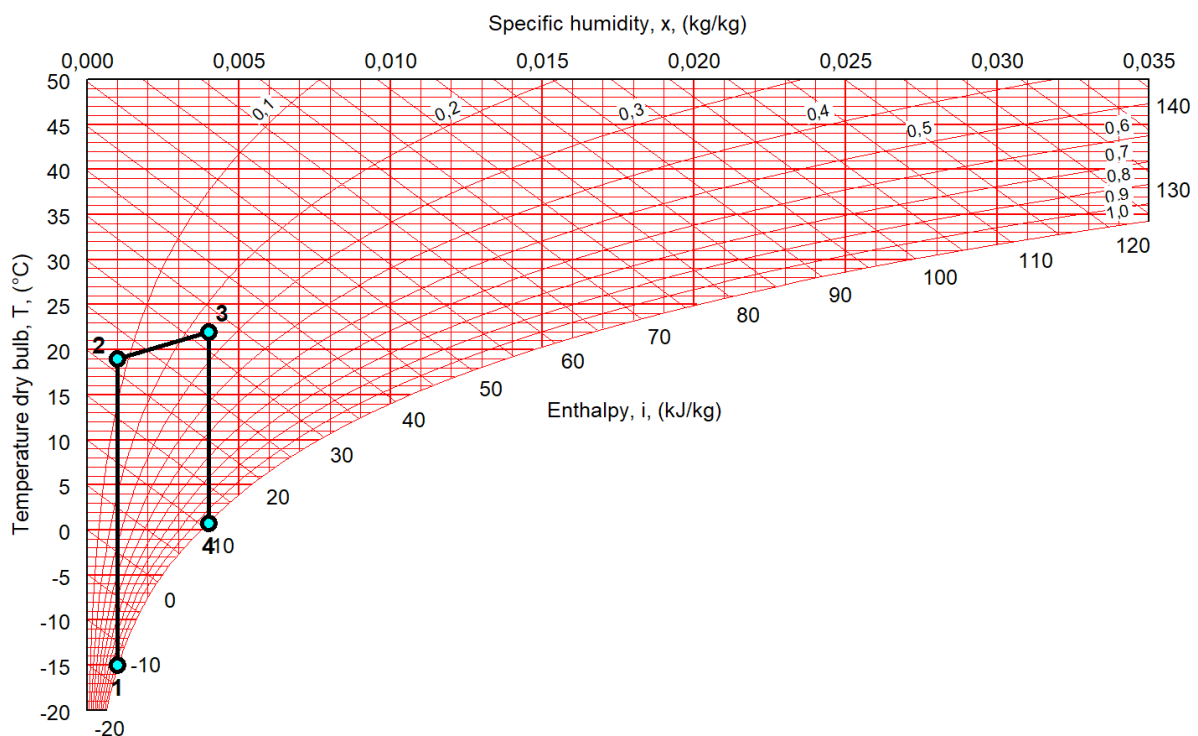
Denne type gjenvinnere er ikke vanlige i Norge. Den er mer egnet til steder der det er varmt klima. Sorpsjonsrotor er laget av aluminium med en overflate som er belagt med zeolitt. Belegget gir overflaten på rotoren mikroskopiske porer som gjør at evnen til å overføre fuktighet blir ekstremt høy.

I norsk klima vil sorpsjonsrotor gi problemer for inneklimate, den ekstremt gode gjenvinngraden av fuktighet vil resultere i høy luftfuktighet innendørs [7]. Det gir fare for kondensutfelling på flater der det er kuldebroer.

Sorpsjonsrotor fungerer utmerket i varme områder. Det brukes i kombinasjon med kjøling. Uteluften er fuktig og fuktighet overføres til avkastluften, dermed tørkes luften før den kommer til kjølebatteriet. Resultatet er at kjøleeffekten kan reduseres [7].

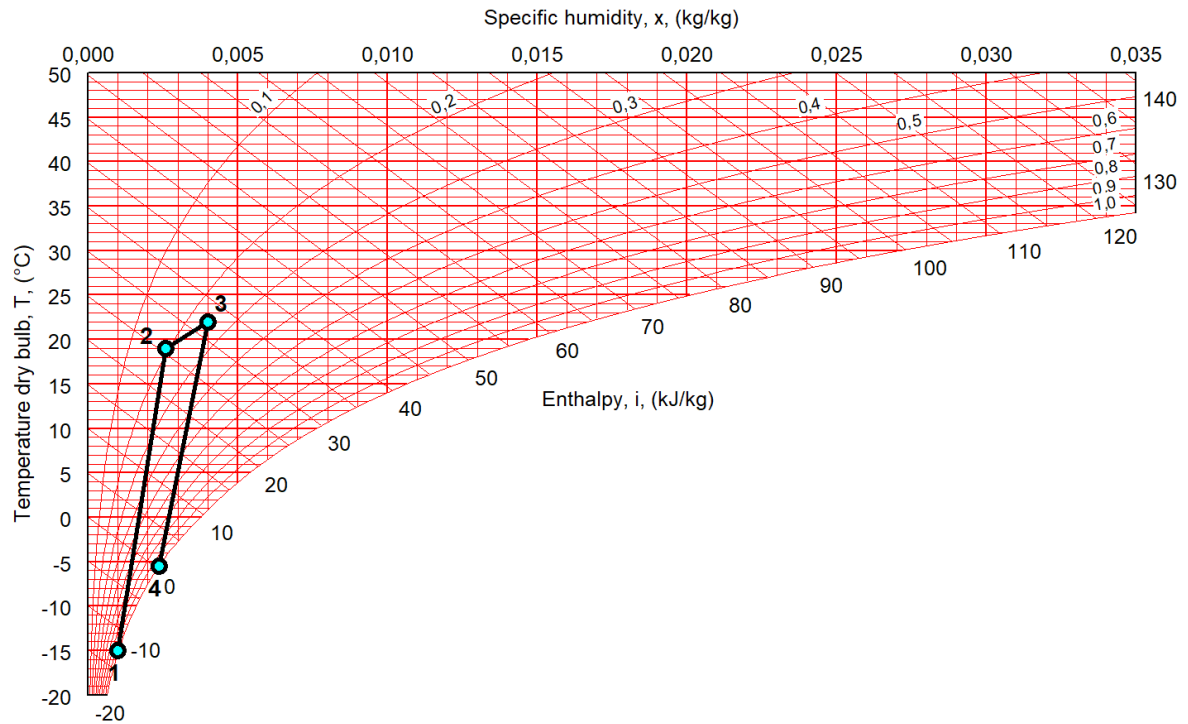
For en hygroskopisk rotor vil påfrysningsgrensen være lavere enn for en ikke-hygroskopisk rotor. For å vise hvorfor duggpunktet er lavere for hygroskopisk rotor i forhold til ikke-hygroskopisk rotor brukes Hx-diagram.

Figuren viser Ikke-hygroskopisk roterende gjenvinner i Hx-diagrammet. Det starter med en utetemperatur på  $-15^{\circ}\text{C}$  og  $1\text{ g/kg}$  spesifikk fuktighet. I avtrekksluften er det  $22^{\circ}\text{C}$  og en spesifikkfuktighet på  $4\text{ g/kg}$ . Duggpunktet er  $0,8^{\circ}\text{C}$ .



Figur 14: Ikke-hygroskopisk, Hx-diagram

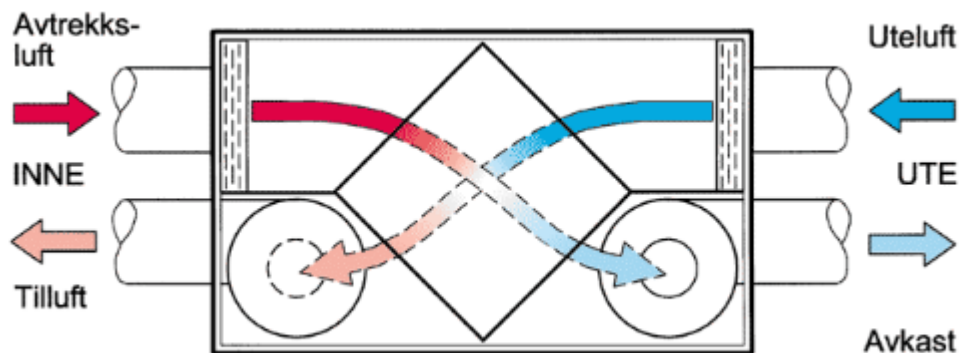
Figuren viser hygroskopisk roterende gjenvinner i Hx-diagrammet. Det starter med en utetemperatur på  $-15^{\circ}\text{C}$  og  $1\text{ g/kg}$  spesifikk fuktighet. I avtrekksluften er det  $22^{\circ}\text{C}$  og en spesifikkfuktighet på  $4\text{ g/kg}$ . Siden den hygroskopiske rotoren har en bedre evne til å overføre fuktighet, ligger linjene her mer parallelt med hverandre. Duggpunktet er  $-5,5^{\circ}\text{C}$ .



Figur 15: Hygroskopisk, Hx-diagram

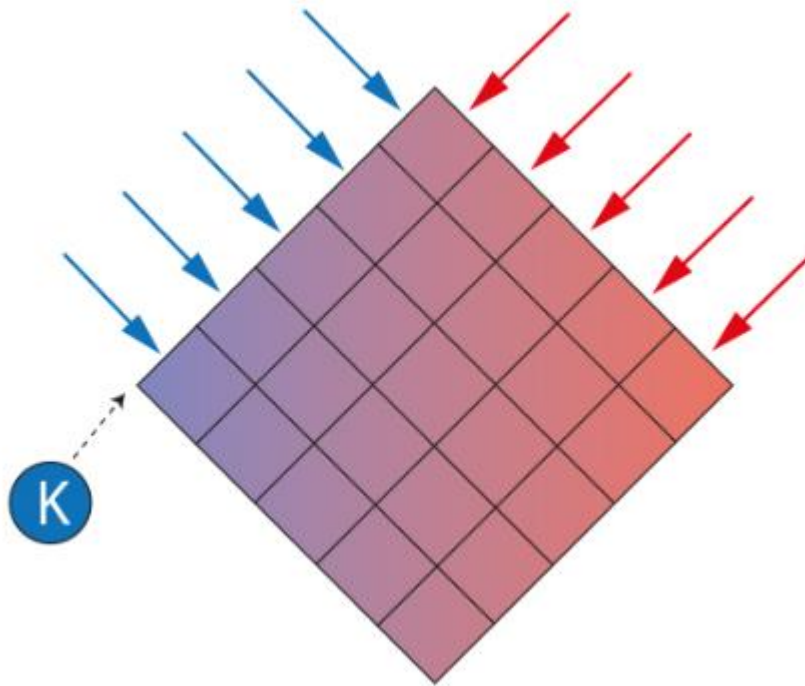
## 4.2 Plateveksler

### 4.2.1 Plateveksler type kryssveksler



Figur 16: Kryssveksler

I en kryssveksler passerer avtrekksluft og tilluft på hver sin side av et antall plater, derav navnet plateveksler, og luften går på kryss av hverandre, derav navnet kryssveksler. I en kryssveksler er det liten/ingen fare for overføring av lukt og forurensninger, men virkningsgraden er lav (normalt 50–60 %). I en plateveksler vil det bli en del kondensvann, og den må derfor være utstyrt med kondensavløp. Med kondenseringen vil det også være fare for påfrysning ved lave utetemperaturer og årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad vil være lavere enn produktets oppgitte virkningsgrad [2].



Figur 17: Kryssveksler

#### 4.2.2 Plateveksler type motstrømsveksler

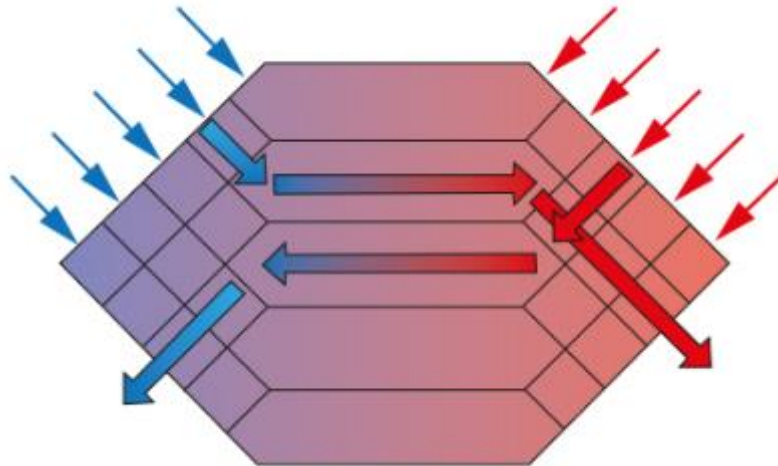
Denne type veksler har samme prinsipp som kryssveksleren, men den er strukket ut i lengderetning for å ha en større overflate for å overføre varme. Dette gjør at virkningsgraden blir betydelig høyere (normalt 80–95 %), men det gjør den dessverre uegnet i store deler av det norske klimaet pga. påfrysning. Virkningsgraden må nedreguleres når det er kaldt ute for at kondensert vann ikke skal fryse og skade varmegjenvinneren, og denne nedreguleringen gjør at årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for en motstrømsveksler blir lavere enn produktets oppgitte virkningsgrad. Dersom uteluft kan forvarmes via en jordvarmeveksler eller lignende, kan virkningsgraden i en motstrømsveksler utnyttes fullt ut. Sentral-Europa har ikke problem med påfrysning, og derfor er denne type varmegjenvinner den mest brukte for passivhus og lavenergihus i disse områdene. Da motstrømsveksleren ikke overfører fuktighet kan denne type gjenvinner føre til et veldig tørt innneklima på vinteren [2][8].



Kan brukes i Norge hvis forvarming skjer ved jordvarmeveksler.

Jordvarmeveksler kan utføres ved:

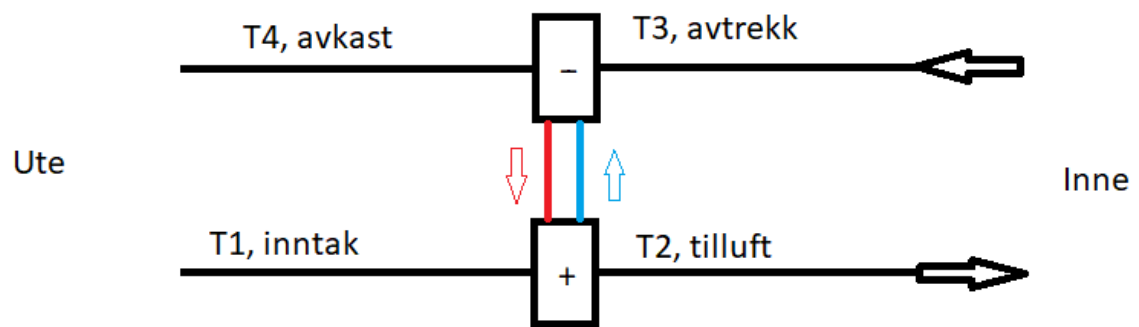
- nedgravd ventilasjonsrør
- ventilasjonsrør i kulvert
- kollektorslanger i jord eller fjell



Figur 18: Motstrømsveksler

#### 4.3 Batterivarmegjenvinner

I en batterivarmegjenvinner, eller batterigjenvinner som det ofte omtales som i ventilasjonsbransjen, sirkulerer væske (vann blandet med glykol) mellom et vannbatteri i avtrekkskanalen og et vannbatteri i tilluftskanalen. I avtrekkskanalen varmes vannet opp for siden å avgi varme til tilluften. Væsken sirkulerer i et lukket system, og det ingen fare for overføring av lukt og forurensning mellom luftveiene. Virkningsgraden er lav (normalt 45–60 %), men systemet er egnet for steder hvor eventuell forurensningssmitte mellom avtrekk og tilluft er kritisk (sykehus, laboratorium, osv.), samt hvor ventilasjonsaggregatet må deles grunnet høyde eller av andre årsaker (tilluftsdel og avtrekksdel kan ikke stå over/under hverandre) [9].



Figur 19: Figuren viser prinsipp for batterigjenvinner (forenklet, viser ikke pumpe, ventil osv)

## 5 Avrimingsløsninger fra leverandører

### 5.1 Frostsikring og avriming

Leverandørene har forskjellige løsninger på frostsikring og avriming. Løsningene kan i hovedsak deles i to. Det ene er at aggregatet tillater at det blir isdannelse, og bruker for eksempel trykkføler for å avdekke at det er isdannelse, og deretter starter avrimingsprosessen. Den andre løsningen er basert på erfaringstall eller beregning uti fra faktiske forhold, den løsningen sørger for å starte å avrime før isdannelse har oppstått.

Løsninger hos følgende leverandører er undersøkt:

- Systemair
- Ventistål/Flakt
- Swegon

### 5.2 Systemair

#### 5.2.1 Roterende gjenvinner

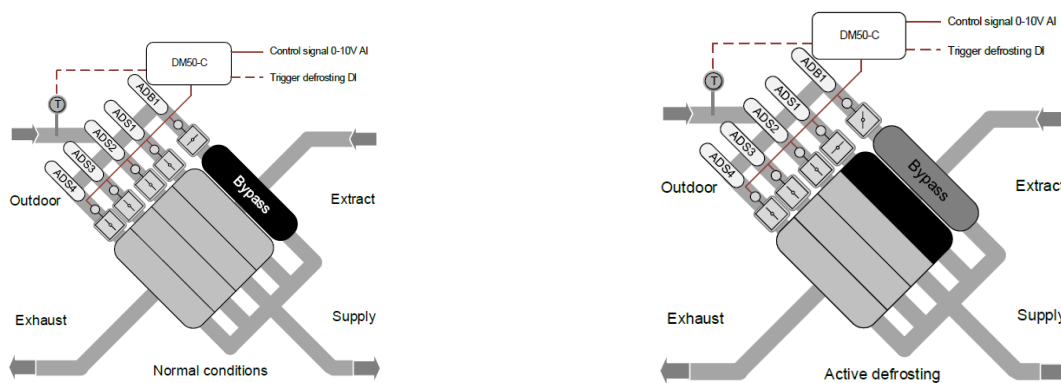
Systemair benytter ikke avriming som standard på rotor, de mener det er uhyre sjeldent det er behov for dette. I de tilfellene de har gjort det benytter de en temperaturføler på avkast som man kan sette inn en minimumsgrense på temperatur slik at rotor senker virkningsgraden ved å senke farten hvis temperatur i avkast faller under innstilt grense. Denne løsningen starter avrimingsprosessen før frost i det hele tatt har oppstått. Det finnes med andre ord ingen indikasjon på om frost har oppstått da systemet jobber for å aldri komme i den situasjonen der frost kan oppstå.

#### 5.2.2 Plateveksler/motstrømsveksler

På plateveksler/motstrømsveksler har de alltid bypass-sjeld på veksleren, og kan benytte tre ulike måter å avrime på:

1. Seksjonsvis avriming av varmeveksler. Løsningen består av flere sjeld på veksleren, 4-5 stk., og bypass, dette fungerer slik at den periodevis avrimer seksjoner av veksleren. Fordelen med denne løsningen er at gjenvinningsgraden senkes minimalt ved avriming. Dette er den beste løsningen og gir best årsvirkningsgrad, men koster også noe mer i innkjøp.

## “Section defrosting module DM50-C»



Figur 20: Plateveksler, Systemair

Avriming aktiveres enten ved utetemperatur (settpunkt har et område på  $-15 - 0^{\circ}\text{C}$ ), eller ved digitalt signal. Det digitale signalet kan være en trykkføler som er innstilt på et maks. trykk, og dermed gir signal når trykket overstiger settpunktet. Ved å bruke utetemperatur som parameter for å aktivere avriming unngås at det blir dannet is. Ved å bruke trykkføler aktiveres avriming først etter at det har blitt dannet is.

2. Det måles differensialtrykk over veksleren mellom avtrekk og avkast. Ved stigende trykk, er det isoppbygging på veksler og spjeld styres gradvis over i bypass. Denne løsningen indikerer frost, og starter avriming første når det er oppdaget frost.
3. Avkasttemperatur måles, og ved hjelp av innstillbart settpunkt her, vil spjeld regulere mot bypass. Hva settpunktet for temperaturen i avkast er, er avhengig av fuktinnhold i avtrekksluften. Det vil bli tatt en individuell vurdering i hvert enkelt tilfelle.

### 5.2.3 Batterivarmegjenvinner

Batteriveksler har de veldig lite av og leverer ikke styring til dette. Væsken som blir levert i batterigjenvinner er alltid glykol. Virkningsgraden er lav, så de tror ikke det blir veldig store avrimingsbehov her.

### 5.2.4 Hva tar de hensyn til ved uttak av varmebatteri?

Systemair har et ark med beregnede temperaturer etter gjenvinner. Dette er temperaturer ved «worst case». Dette gjelder for motstrømsveksler og kryssveksler. Tabellen viser hvilken temperatur som vil være etter gjenvinner, avhengig av utetemperatur og relativ fuktighet. Dette gir grunnlaget for uttak av varmebatteri.

Dimensjonerende inngående tilluftstemperatur på ettervarmebatteri  
Gjelder for motstrømsveksler og kryssveksler

**MOTSTRØMSVEKSLER**

Utetemperatur[C]	-XX	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+XX			
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=20%		-14	-13	-12	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6															
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=30%		-14	-13	-12	-11	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	0	1	2	3	4	5	6														
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=40%						-10	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9												
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=50%							-10	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9											

**KRYSSVEKSLER**

Utetemperatur[C]	-XX	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+XX				
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=20%		-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-1	0	1	2	3	3	4															
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=30%		-13	-12	-11	-10	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-1	0	1	2	3	3	4															
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=40%						-10	-9	-8	-7	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	5	6	7	8													
Inngående temperatur på varmebatteriet [C], RH=50%							-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9												

■ Må ha EL- eller Glykol forvarmebatteri.

■ Trenger ikke forvarmebatteri. Bypassfunksjonen over platevarmeveksleren styres kontinuerlig slik at avkasttemperaturen holdes til minimum gitt set. punkt

Min. avkasttemperatur	
RH=20%	2-3C
RH=30%	3-4C
RH=40%	6-7C
RH=50%	8-9C

■ Bruk den samme temperaturen etter platevarmeveksleren til å dimensjonere varmebatteriet.

## 5.3 Ventistål / Flakt

### 5.3.1 Roterende gjenvinner

Ventistål/Flakt har to typer løsninger, en enkel og en avansert.

Den enkle løsningen går ut på at differensialtrykkføler brukes for å måle trykk over gjenvinner. Når trykket øker er det indikasjon på frostdannelse, da blir pådraget på gjenvinner redusert. Denne løsningen starter ikke avriming før frost har blitt dannet.

Avansert avriming / frostbeskyttelse. Her brukes temperaturføler i avtrekk, fuktføler i avtrekk i kombinasjon med utetemperatur og tempføler i avkast til å beregne frostfare. Når temperatur i avkast nærmer seg under duggpunkt, vil pådrag på gjenvinner bli redusert. Med denne løsningen vil det ikke bli frostdannelse, systemet sørger for at temperaturen aldri faller slik at frost inntreffer.

### 5.3.2 Plateveksler

Ventistål/Flakt har tre ulike løsninger for avriming for plateveksler, med økende kompleksitet.

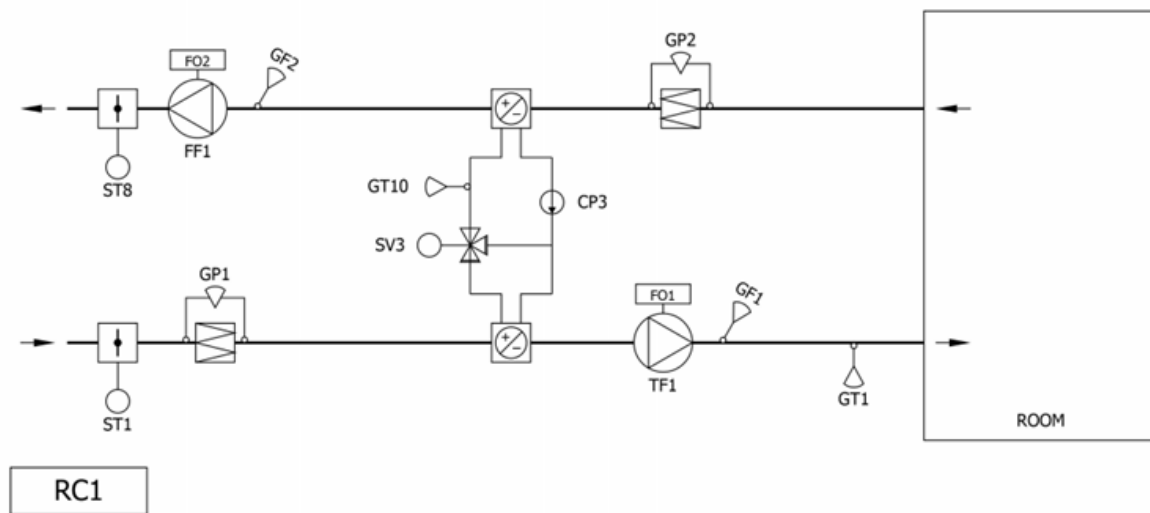
1. Enkel løsning med by-pass. Her brukes trykkføler til å registrere differensialtrykk over veksleren. Økt trykk er indikasjon på frostdannelse, da åpner by-pass gradvis. Denne løsningen brukes der avkasttemperaturen ikke går under  $-5^{\circ}\text{C}$ .
2. Løsning med flere seksjoner i varmeveksler i tillegg til by-pass. Det kjøres sekvens med avriming seksjonsvis, det gjør at varmegjenvinningen ikke i stopper på noe tidspunkt. Denne løsningen brukes i områder der utetemperaturen kan gå ned til  $-26^{\circ}\text{C}$ .
3. Samme løsning som nr.2 men, her kommer forvarming i tillegg. Denne løsningen brukes i områder der utetemperaturen kan gå under  $-26^{\circ}\text{C}$ .

### 5.3.3 Batterivarmegjenvinner

Det er to typer løsninger, en enkel og en avansert løsning.

I den enkle løsningen benyttes det temperaturføler på retur (kaldsiden til vvx) som reduserer pådrag på gjenvinner hvis den går under innstilt verdi.

Se eksempel, GT10 er frostføler. SV3 er reguleringsventil som regulerer pådraget på gjenvinneren. Når frostføler GT10 går under innstilt verdi så vil ventil SV3 regulere ned varmegjenvinningen.



Figur 21: Batteri gjenvinner, Ventistål

I den avanserte løsningen brukes temperaturføler og fuktføler i avtrekk, kombinert med temperaturføler i avkast. Når temperaturen i avkast går under duggpunktstemperatur, reduseres pådrag på gjenvinner.

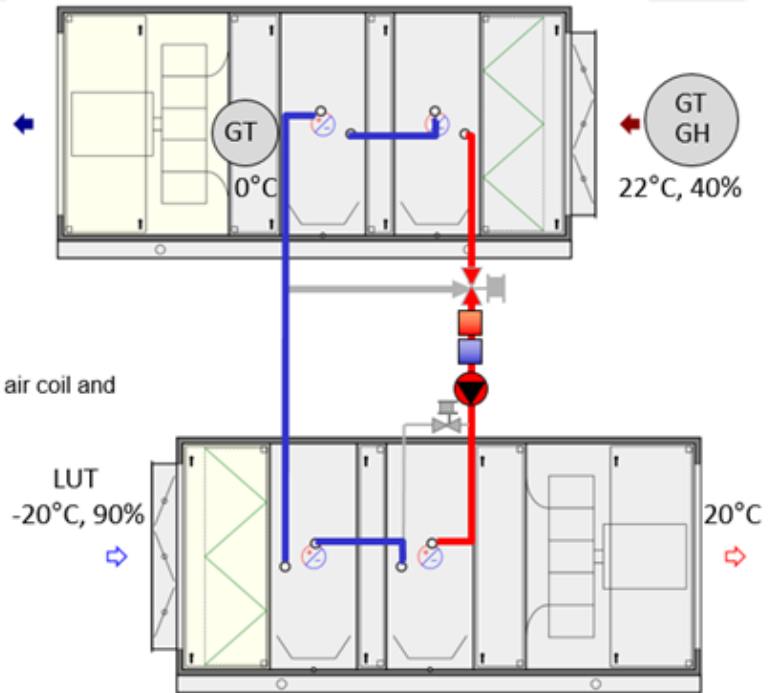
## Econet, advanced frost protection, humid extract air, active

FläktWoods

### Activating frost protection:

1. Check extract air
2. Check exhaust air
3. Calculate dew point
4. Frost protection is activated when:
  - Condensation on the exhaust air coil and exhaust air below 0 C.

In this case the extract air is very humid, condensation occurs in the extract air coil. Therefore the exhaust air temperature is restricted to 0°C.



Figur 22: Batterigjenvinner, Ventistål

### 5.3.4 Hva tar de hensyn til ved uttak av varmebatteri?

«Beregningsprogrammet vårt tar hensyn til dim.utetemperatur vinter samt avtrekkstemperatur og relativ fuktighet og beregner så både en teoretisk virkningsgrad(uten frostregulering) samt. en «nedregulert» virkningsgrad som er med frostregulering. Det er den «nedregulerte» virkningsgraden som bestemmer størrelsen på varmebatteriet».



## 5.4 Swegon

### 5.4.1 Roterende gjenvinner

Swegon har avrimingsfunksjon/frostsikring på sine anlegg med roterende gjenvinner.

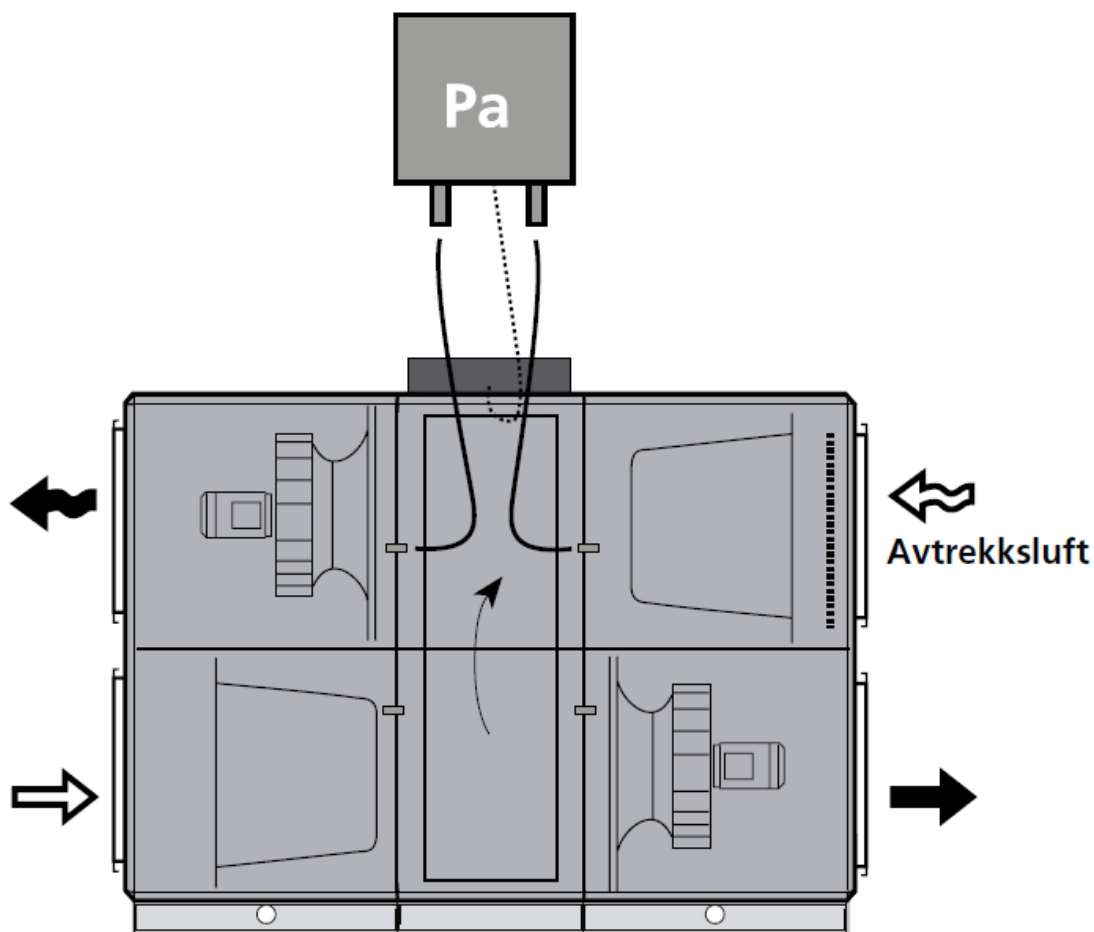
Funksjonen krever at det brukes en trykkføler til å måle differansetrykk over varmeveksler.

Funksjonen overvåker kontinuerlig at varmeveksleren ikke tettes igjen på grunn av at kondensvann fryser inne i veksleren.

Når ventilasjonsanlegget kjøres i gang (ved idriftsettelse første gang ved installasjon) blir differansetrykket målt over veksleren, verdien blir lagt inn i programmet som grenseverdi.

Hvis trykkfallet overstiger den innstilte grenseverdien, blir det utført en avrimingssekvens der rotorens turtall gradvis går ned. Rotorens turtall går ikke helt til null, den går til 0,5 rpm.

Under avrimingen tiner den varme luften fra avtrekk opp eventuell frost. Hvis avrimingen har redusert turtall til minimumsturtallet 0,5 rpm. i over 2,5 timer, utløses alarm og aggregatet stopper.



Figur 23: Viser prinsipp for avrimingsfunksjon med differansetrykkmåler.

#### 5.4.2 Plateveksler

Det er to typer løsninger, en enkel og en avansert løsning.

Den enkle løsningen for frostbeskyttelse er at trykkfall over varmeveksler og utetemperatur måles. Styresystemet overvåker utetemperatur og trykkfall over varmeveksler, og regulerer spjeld for by-pass varmeveksler for å unngå frost. Spjeldene er sammenkoblet, det vil si at spjeldene er koblet på samme utgangssignal fra regulator, men virker omvendt av hverandre.

Den avanserte løsningen heter «RECO Frost». Her brukes trykkfall over varmeveksler, fuktighetsinnhold i avtrekksluft og utelufttemperatur. Styresystemet overvåker trykkfall over varmeveksler, fuktighetsinnhold i avtrekksluft og utelufttemperatur og regulerer spjeldene for bypass og varmeveksler individuelt for å unngå frost ved seksjonsavriming.

#### 5.4.3 Batterivarmegjenvinner

I løsning for frostbeskyttelse brukes temperaturen i væsken som er i avtrekksbatteriet og fuktighetsinnholdet i avtrekksluften. Styresystemet utfører en beregning for å finne laveste tillatte væsketemperatur uten risiko for frost. Beregningen blir gjort med hensyn til fuktighet i avtrekksluften. Ventilen reguleres slik at den laveste tillatte temperaturen ikke underskrides.

#### 5.4.4 Hva tar de hensyn til ved uttak av varmebatteri?

Detter svarer Swegon:

«Når vi dimensjonerer varmebatteri, tar vi først og fremst utgangspunktet for temperatur etter rotoren under avriming. Dette får vi en avlesning etter å ha dimensjonert aggregatet i vårt beregningsprogram ihht. ulike DUT.

Batteriene blir ofte litt større for å kunne klare avrimingen med ønsket temperatur ut tilluft.»

Tabell 6: Roterende gjenvinner, løsninger

<b>Roterende varmegjenvinner</b>	<b>Systemair</b>	<b>Ventistål/Flakt</b>	<b>Swegon</b>
<b>Hvordan detekteres frost?</b>	Temperaturløser i avkast som er innstilt med en minimumsgrense på temperatur. Starter avriming når temperatur når minimumsgrense.	Løsning 1: Differensialtrykkføler brukes for å måle trykk over gjenvinner.  Løsning 2: Beregner duggpunktstemperatur.	Differensialtrykkføler brukes for å måle trykk over gjenvinner.
<b>Hvordan blir avriming utført?</b>	Rotor senker farten slik at virkningsgraden på varmegjenvinneren blir lavere.	Løsning 1: Rotor senker farten slik at virkningsgraden på varmegjenvinneren blir lavere.  Løsning 2: Når temperaturen i avkast nærmer seg duggpunkt, senker rotoren farten slik at virkningsgraden blir lavere.	Rotor senker farten slik at virkningsgraden på varmegjenvinneren blir lavere.
<b>Fordeler</b>	Billig løsning	Løsning 1: Billig og enkel løsning Avrimer ikke før det er frost.  Løsning 2: Sørger for at det aldri oppstår frost.	Billig og enkel løsning Avrimer ikke før det er frost.
<b>Ulemper</b>	Systemet avrimer uten å vite at det faktisk er behov for avriming.  Det blir brukt unødvendig mye energi når systemet avrimer.	Løsning 2: Dyrere løsning ved innkjøp.	

Tabell 7: Plateveksler, løsninger

Plateveksler	Systemair	Ventistål/Flakt	Swegon
<b>Hvordan detekteres frost?</b>	<p>Løsning 1: Differensialtrykkføler eller minimumsgrense på utetemperatur</p> <p>Løsning 2: Differensialtrykkføler.</p> <p>Løsning 3: Beregner duggpunktstemperatur.</p>	<p>Løsning 1: Differensialtrykkføler</p> <p>Løsning 2: Differensialtrykkføler</p> <p>Løsning 3: Differensialtrykkføler</p>	<p>Løsning 1: Differensialtrykkføler og utetemperatur.</p> <p>Løsning 2: Differensialtrykkføler og beregner duggpunktstemperatur.</p>
<b>Hvordan blir avriming utført?</b>	<p>Løsning 1: Seksjonsvis avriming.</p> <p>Løsning 2: Bypass-spjeld går mot bypass posisjon slik at virkningsgrad blir lavere.</p>	<p>Løsning 1: Bypass-spjeld går mot bypass posisjon slik at virkningsgrad blir lavere.</p> <p>Løsning 2: Seksjonsvis avriming</p> <p>Løsning 3: Seksjonsvis avriming</p>	<p>Løsning 1: Bypass-spjeld går mot bypass posisjon slik at virkningsgrad blir lavere.</p> <p>Løsning 2: Seksjonsvis avriming</p>
<b>Fordeler</b>	<p>Løsning 1: Virkningsgraden blir aldri null da avrimingen skjer seksjonsvis.</p> <p>Avrimer kun når det er frost.</p> <p>Løsning 2: Enkel og billig.</p> <p>Avrimer kun når det er frost.</p> <p>Løsning 3: Avrimer kun når det er frostfare.</p>	<p>Løsning 1: Enkel og billig</p> <p>Løsning 2: Seksjonsvis avriming</p> <p>Løsning 3: Seksjonsvis avriming</p>	<p>Løsning 2: Seksjonsvis avriming</p>

Tabell 8: Batterigjenvinner, løsninger

Batterigjenvinner	Systemair	Ventistål/Flakt	Swegon
<b>Hvordan detekteres frost?</b>	Ingen løsning. De har vurdert at det ikke er nødvendig med frostsikring pga. den lave virkningsgraden og at glykol ikke vil fryse.	Løsning 1: Temperatur føler i væsken, som er innstilt på minimumsverdi.  Løsning 2: Beregner duggpunktstemperatur.	Beregner duggpunktstemperatur.
<b>Hvordan blir avriming utført?</b>		Løsning 1: Ventilen regulerer ned slik at virkningsgraden blir lavere.  Løsning 2: Ventilen regulerer ned slik at virkningsgraden blir lavere.	Ventilen regulerer ned slik at virkningsgraden blir lavere.
<b>Fordeler</b>		Løsning 2: Avriming starter ikke før det er fare for frost.	Avriming starter ikke før det er fare for frost.
<b>Ulemper</b>		Løsning 1: Avriming ved innstilt temperatur, uten at det nødvendigvis er frost eller fare for det.  Løsning 2: Dyrere ved innkjøp.	Dyr løsning ved innkjøp.

## 6 Del 2 Målinger

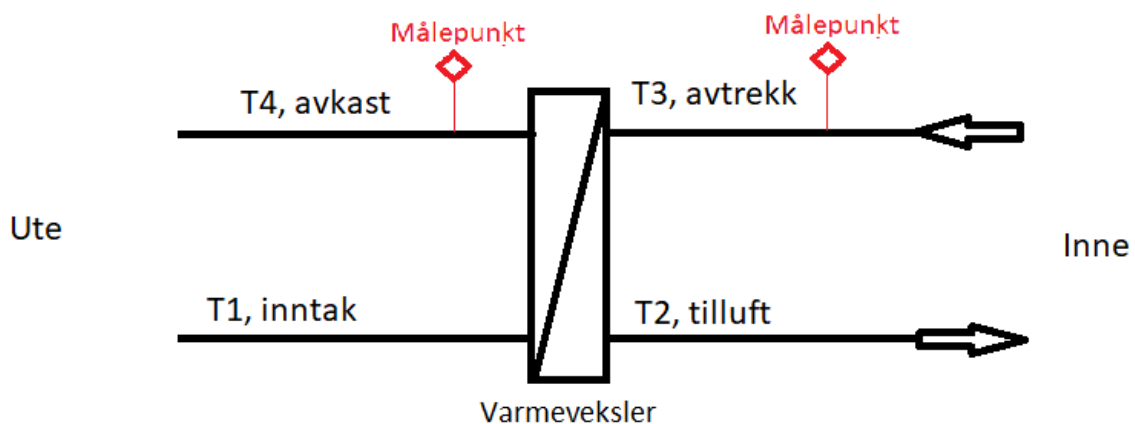
I dette kapittelet skal det kartlegges når frostsikring inntreffer på virkelige anlegg i drift. Dette utføres i to deler; del 1, ved å gå inn i registreringer på SD-anlegg og se når funksjonen har vært aktiv. Del 2, ved å utføre fysiske målinger i ventilasjonsanlegg som er i drift for å kontrollere når frostsikring inntreffer.

### 6.1.1 Måling av temperatur og relativ fuktighet

Hensikten med målingene er å anslå fuktinnhold i avtrekksluften, dette gjøres ved å måle relativ fuktighet og temperatur i avtrekk og avkast. Dataene skal videre brukes til å regne ut duggpunktstemperatur. Duggpunktet i avkast skal sammenlignes med målt temperatur, det gir indikasjon på om det er fare for kondensering, og hvis temperaturen er lavere enn  $0^{\circ}\text{C}$  vil det fryse til is. Målingene skal også identifisere hvor mye fuktighet som tilføres av personer som oppholder seg i arealene. Målingene skal utføres i ventilasjonsanlegg ved OsloMet.

#### 6.1.1.1 Metode: Måling av temperatur og relativ fuktighet

Måling av temperatur og relativ fuktighet er utført i avtrekksluften (før varmegjenvinner) og avkastluften (etter varmegjenvinner). Figuren under viser plassering av måleutstyret i ventilasjonsaggregat. Måleapparatene har målt i syv døgn, fra fredag 06/03-2020 kl.11.10 til fredag 13/03-2020 kl.09.20. Totalt fire ventilasjonsaggregat er målt. Driftstiden på alle aggregatene er kl. 06.00-18.00. Data for uteluften er hentet fra Norsk klima service senter [10].



Figur 24: Målepunkter

### Måleutstyr:

Det er brukt to ulike type dataloggere. Datablad ligger i «vedlegg 7»

Datalogger 1: PeakTech 5180.

Datalogger 2: Kimo Kistock KH-210

### Ventilasjonsanlegg:

1. 36.01 betjener klasserom P-bygget 2-8 etasje. Luftmengde 30 000 m<sup>3</sup>/h.  
Roterende gjenvinner.
2. 36.03 betjener klasserom P-bygget 2-8 etasje. Luftmengde 30 000 m<sup>3</sup>/h.  
Roterende gjenvinner.
3. 36.05 betjener kontorer og garderober P-bygget kjeller-8 etasje. Luftmengde 20 000 m<sup>3</sup>/h. Roterende gjenvinner.
4. 36.18 betjener kontorer P-bygget 2-8 etasje. Luftmengde 35 000 m<sup>3</sup>/h. Batteri gjenvinner.

Lokasjon på alle ventilasjonsaggregatene er OsloMet, Pilestredet 35 i Oslo. Arealene som ventilasjonsanleggene forsyner, er kontorer og klasserom.

## 6.1.2 SD-anlegg

### 6.1.2.1 Metode: SD-anlegg

SD-anlegg er brukt for å sjekke om det er blitt registrert avriming på ventilasjonsanlegg.

Tilgang til SD-anlegg er blitt gitt av Statsbygg til Campus Evenstad, Campus Rena og Samisk vgs. i Karasjok. Hensikten er å observere registreringer i SD-anlegg for ventilasjonsanlegg for en kuldeperiode. Følgende parametere i ventilasjonsanlegg skal registreres:

- Temperatur i avkast
- Relativ fuktighet i avkast
- Utetemperatur
- Pådrag på varmeveksler

Med temperatur under 0°C i avkast, samtidig som relativ fuktighet nærmer seg 100%, det er indikasjon på at det blir frost. Grunnen til at pådraget på varmegjenvinner skal observere er for å se hvor ofte den kjører på redusert virkningsgrad som følge av avriming.

## 6.2 Resultat – Målinger

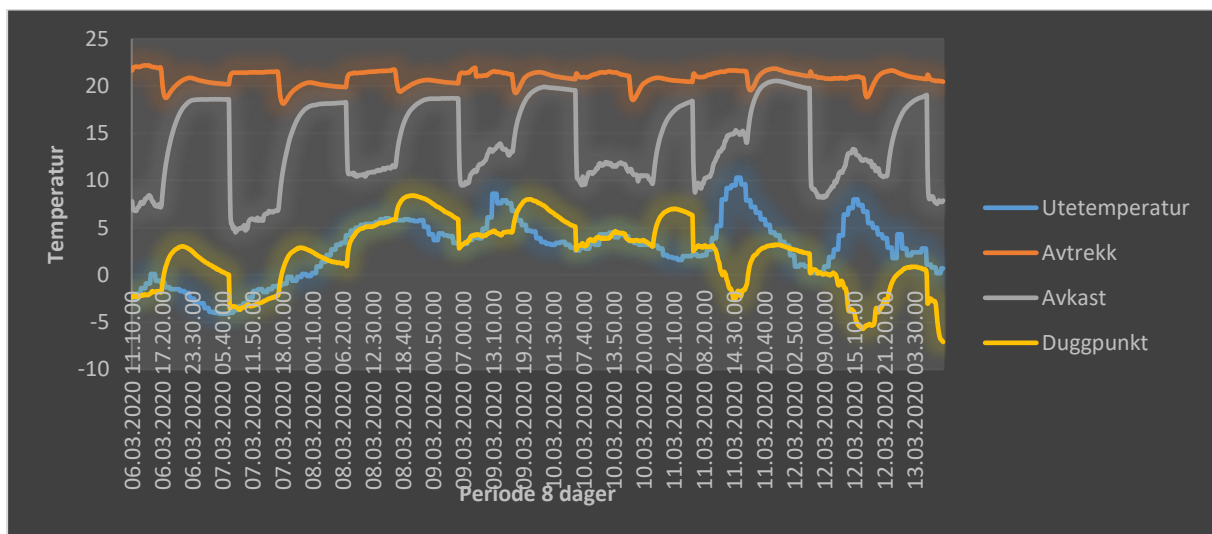
### Måling av temperatur og fuktighet:

Det er graf som viser temperatur for:

- Ute
- Avtrekk
- Avkast
- Duggpunkt

For ventilasjonsaggregat 36.01, 3603, 3605 og 3618. Grafene viser målinger fra alle 8 dager i samme graf. For å se graf per dag for bedre oppløsning, se «vedlegg 1»

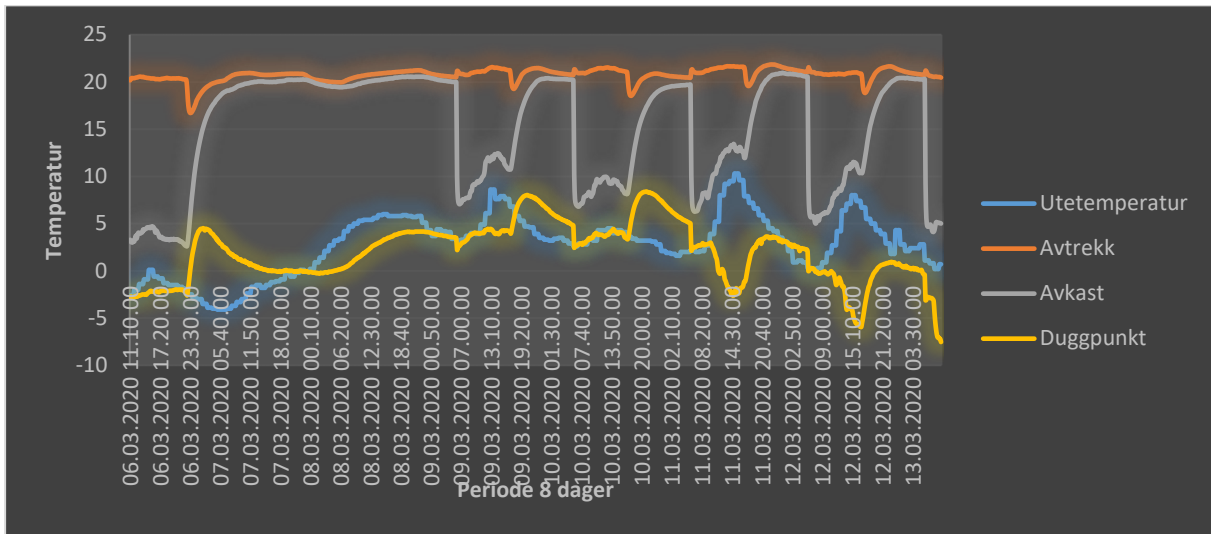
### 36.01 temperatur



Figur 25: 36.01 temperatur

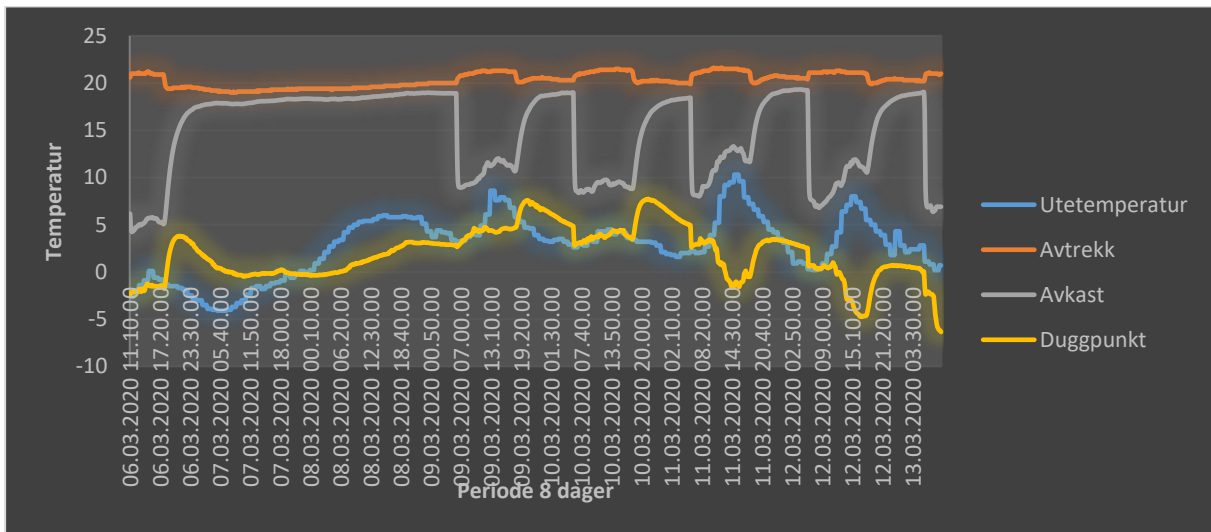


### 36.03 temperatur



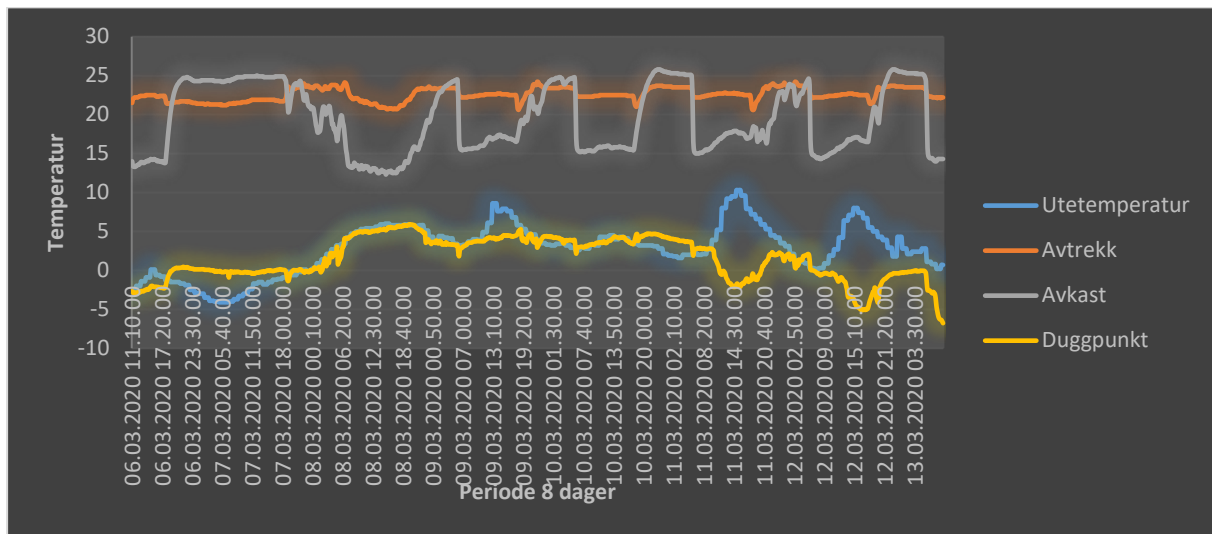
Figur 26: 36.03 temperatur

### 36.05 temperatur



Figur 27: 36.05 temperatur

## 36.18 temperatur



Figur 28: 36.18 temperatur

Resultatet for samtlige ventilasjonsanlegg viser at duggpunktstemperatur ligger langt under temperatur i avkast. Det har ikke vært fare for frost i noen av anleggene i perioden det er foretatt målinger.

Svakheten med denne målingen er at i perioden målingen er utført har det vært mildt vær ute, utetemperaturen har så vidt vært under 0°C i tre dager. En annen faktor er at det kan ha vært mindre personbelastning i arealene enn vanlig pga. Corona pandemien. Det gir en usikkerhet rundt fuktbelastningen.

Graf for som viser spesifikk luftfuktighet for:

- Uteluften,
- Avtrekksluften
- Avkastluften.

For ventilasjonsaggregat 36.01, 3603, 3605 og 3618. Grafene viser spesifikk luftfuktighet for perioden med oppløsning per dag og en graf som viser alle 8 dager, se «vedlegg 1»

Målingene viser verdi for spesifikk fuktighet i ute-, avtrekk- og avkastluften. Det er kun i driftstiden 06.00-1800 at resultatene som er representative. For 36.01, 36.03 og 36.05 observeres det at fuktigheten i avkast er veldig høy utenfor driftstiden, dette kan skyldes at det ligger vann i kanalen.

### SD-anlegg:

Det er ingen gyldig resultat fra registreringer i SD-anlegg. Dette skyldes at det ikke logges temperatur og fuktighet i avkast i de lokasjonen som er brukt i oppgaven. Verdi for pådraget på varmeveksler vises kun «live», det er ikke lagring av logginger på denne parameteren.

## 7 Del 3 Simuleringer

Det skal utføres simuleringer basert på dimensjonerende forhold for å kartlegge når frost inntreffer. Simulering skal utføres for forskjellige typer rom; **klasserom, bolig og kontor**. Ulike fuktnivåer, luftmengder og temperaturer skal simuleres for å se hvordan det påvirker duggpunktstemperatur og behov for avriming. Det er ønskelig å simulere ulike bygg/rom fordi forholdene er forskjellig, og dette påvirker risiko for frost i avkasten. Fuktnivået i en bolig er høyere enn i et klasserom og et kontor. Alle objekter som skal simuleres er i Oslo, det skal utføres vintersimulering for ett døgn i programmet SIMIEN. Det skal også utføres årssimulering for år 2019, 2018 og 2017 for å vise når det er fare for frost og behov for avriming. Ulike strategier for frostsikring skal simuleres for å se hva maksimal samtidig effektbehov blir.

Svakheten med simuleringene ved bruk av roterende varmeveksler er at det i realiteten er en liten luftlekkasje som bidrar til avfuktning, det er ikke tatt hensyn til det i simuleringene.

### 7.1 Klasserom

Det er utført simulering for ett vinterdøgn i SIMIEN. Det er også utført årssimulering for år 2019, 2018 og 2017.

Simulering blir utført for enkelt klasserom.

Simulering av klasserom er utført med en fuktighet som kan betegnes som «verste tilfelle». I realiteten vil fuktbelastningen være lavere da elevene går ut av rommet i pausene. I tiden rommet står tomt vil fuktbelastningen være lav. I denne simuleringen er det ikke tatt hensyn til dette.

#### 7.1.1 Metode - Simulering av ett døgn i SIMIEN

Simuleringen er gjort for Oslo, klimadata fra SIMIEN er brukt. Det er utført vintersimulering for ett døgn, 16 januar. Objektet som er simulert er et klasserom. Klasserommet er i drift fra kl. 0700 til kl. 1700. Det er forskjellige luftmengder i driftstiden og etter drift.

I klasserommet er det 24 elever og persontettheten er 2,5m<sup>2</sup>/person. Elevene avgir fuktighet på 0,69kg/h, deres aktivitetsnivå er 1,0 met. Det simuleres med en luftmengde på 1212m<sup>3</sup>/h.

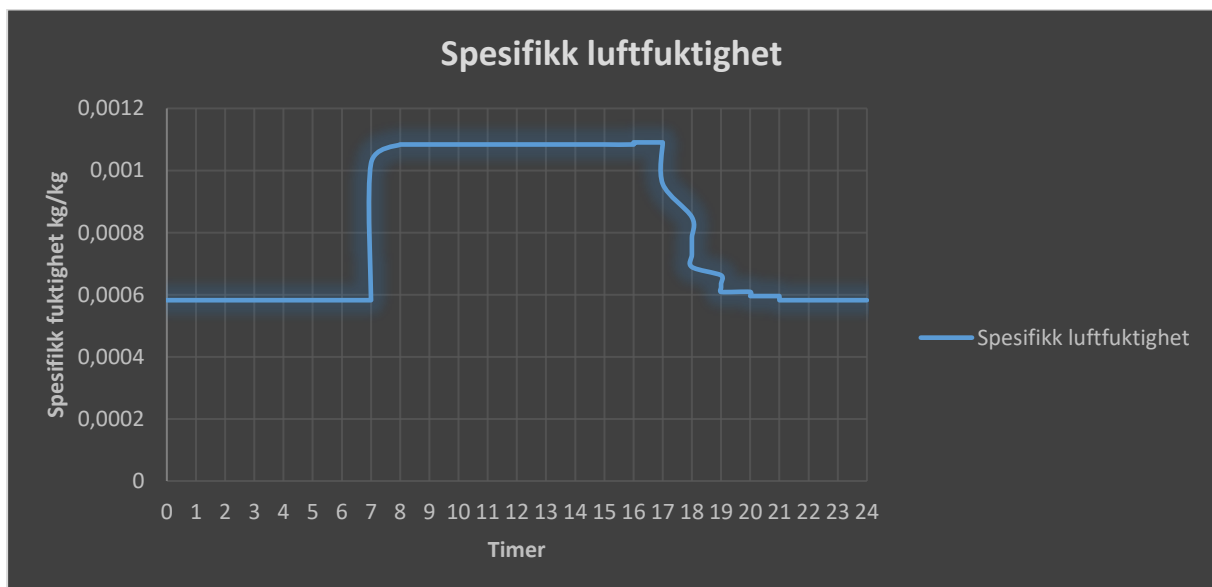
Virkningsgraden til varmegjenvinneren settes til 85% og 70%. Hensikten er å se hva spesifikk luftfuktighet, relativ fuktighet og duggpunktstemperatur er i avkast. Resultatet til simuleringen skal vise når frost inntreffer ved gitte forhold. Resultatet skal presenteres i graf.

Følgende data er brukt i simuleringen:

- Areal: 60m<sup>2</sup>
- Volum: 156m<sup>3</sup>
- Luftmengde: 1212m<sup>3</sup>/h (etter driftstid 180m<sup>3</sup>/h)
- Tilluftstemperatur: 19°C
- Avtrekkstemperatur: – se «Vedlegg 5»
- Utetemperatur: – se «Vedlegg 5»
- Personer: 24
- Aktivitet: 1,0 met
- Fuktagivelse: 0,69kg/h
- Bekledning: 1,0 clo
- Virkningsgrad varmegjenvinner 85% og 70%

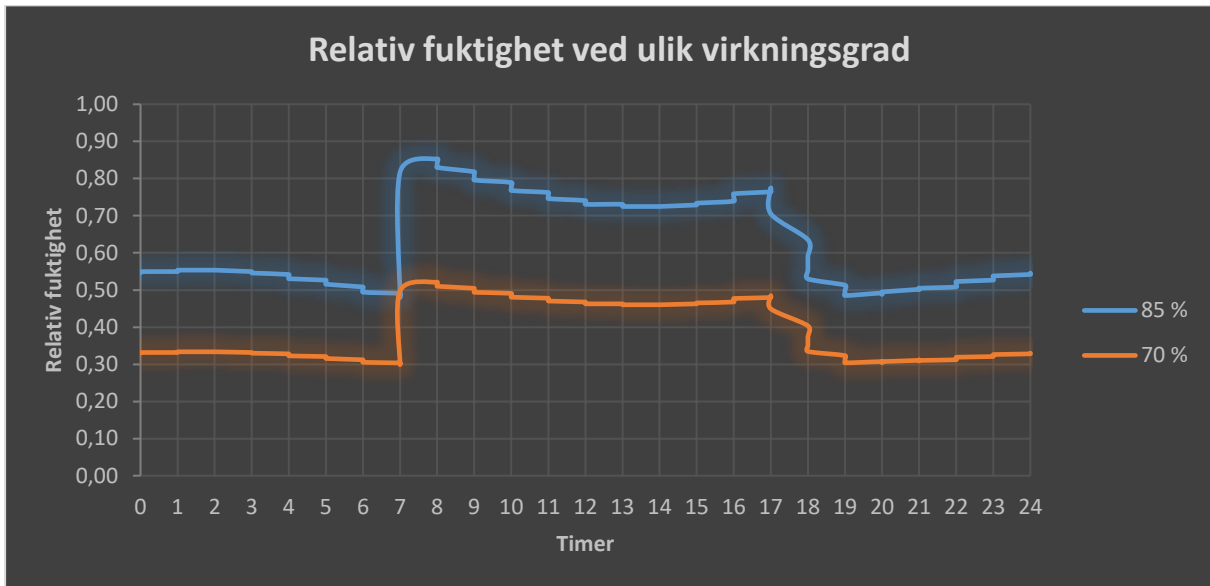
### 7.1.2 Resultat – Simulering av ett døgn i SIMIEN

#### 1. Spesifikk luftfuktighet i avkast.



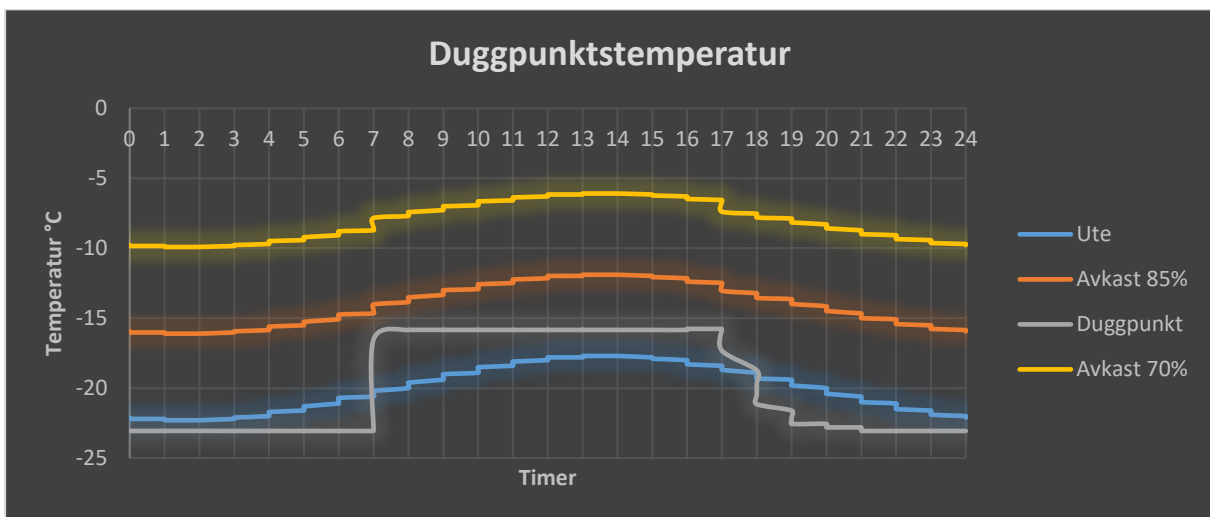
Figur 29: Spesifikk luftfuktighet i avkast.

2. Relativ fuktighet i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad på varmeveksler.



Figur 30: Relativ fuktighet i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad på varmeveksler.

3. Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.



Figur 31: Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.

### 7.1.3 Drøfting av resultat – Simulering av ett døgn i SIMIEN

Resultatet viser spesifikk luftfuktighet, relativ luftfuktighet og duggpunktstemperatur for gitte forhold.

1. Grafen viser spesifikk luftfuktighet. Spesifikk luftfuktighet øker kl. 0700 når driftstiden starter og det kommer mennesker inn i rommet.
2. Grafen viser relativ luftfuktighet for 70% og 85% virkningsgrad på varmeveksler. Relativ fuktighet øker kl. 0700 når driftstiden starter og det kommer mennesker inn i rommet. Relativ luftfuktighet er høyere med virkningsgrad 85% enn 70%, dette skyldes at temperatur i avkast er lavere ved høyere virkningsgrad.
3. Grafen viser utetemperatur, temperatur i avkast for 70% og 85% virkningsgrad på varmeveksler og duggpunktstemperatur. Duggpunktstemperaturen øker kl. 0700 når det kommer mennesker inn i rommet og tilfører fukt i luften. Grafen viser at temperatur i avkast ikke er under duggpunktstemperatur i løpet av døgnet. Kl. 0700 er temperatur i avkast ca. 2°C over duggpunktstemperatur, det er nærme, men det vil ikke utfelles kondens og det er ikke frostfare. Med 70% virkningsgrad er temperaturen i avkast så høy og den laveste differansen mellom duggpunktstemperatur og temperatur i avkast er ca. 8°C, her vil det ikke bli frost. Her er det ikke behov for avriming.

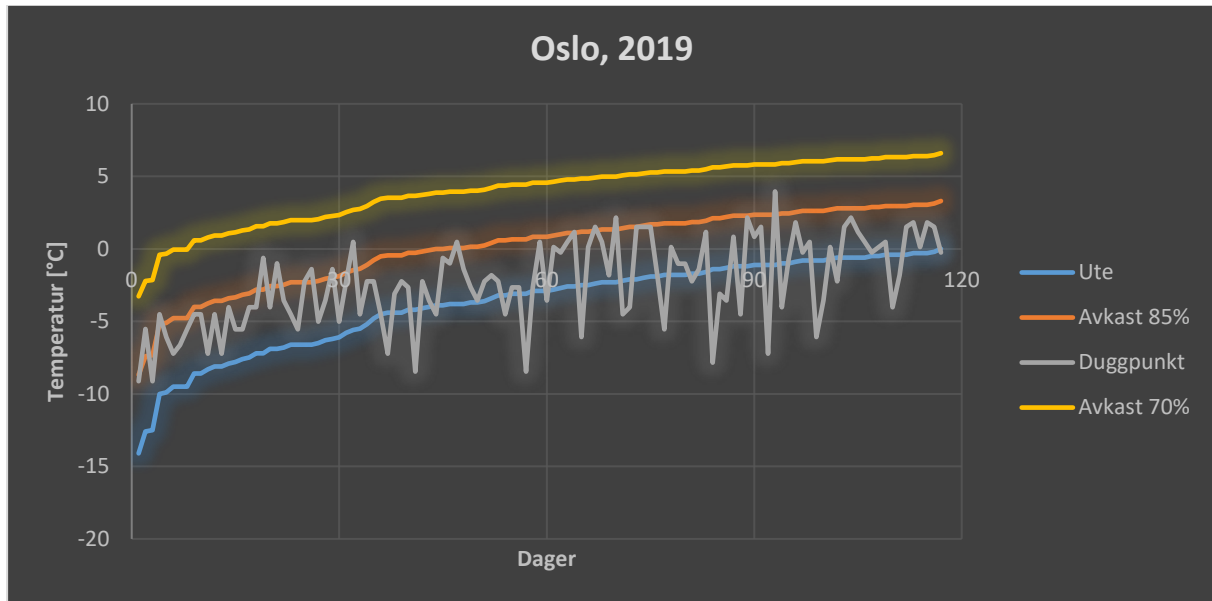
### 7.1.4 Metode – Årssimulering

Det er utført en årssimulering. Hensikten med simuleringen er å se når på året det er frostrisiko. Simulering som er utført i SIMIEN er bare for et døgn, referansedøgn for vinter. Årssimuleringen er presentert som varighetsdiagram for år 2017, 2018 og 2019. Det er valgt å utføre årssimuleringer for tre siste år i Oslo fordi klimaet er forskjellig fra år til år. I varighetsdiagrammet er det presentert utetemperatur, duggpunktstemperatur og temperatur i avkast ved virkningsgrad 85% og 70% for varmeveksler. Klimadata fra Oslo for år 2017, 2018 og 2019 er hentet fra «norsk klimaservicesenter» [10], «vedlegg 6». Luftmengde (1212m<sup>3</sup>/h) og fukttilskudd (0,69kg/h) i rommet er samme som er brukt i SIMIEN. Det er forutsatt at det er samme luftmengde hele døgnet, ikke redusert luftmengde etter driftstid som det er gjort i SIMIEN.

Resultatet skal vise dager i året der utertemperatur er under 0°C. Simulering over hele året ligger i «vedlegg 2».

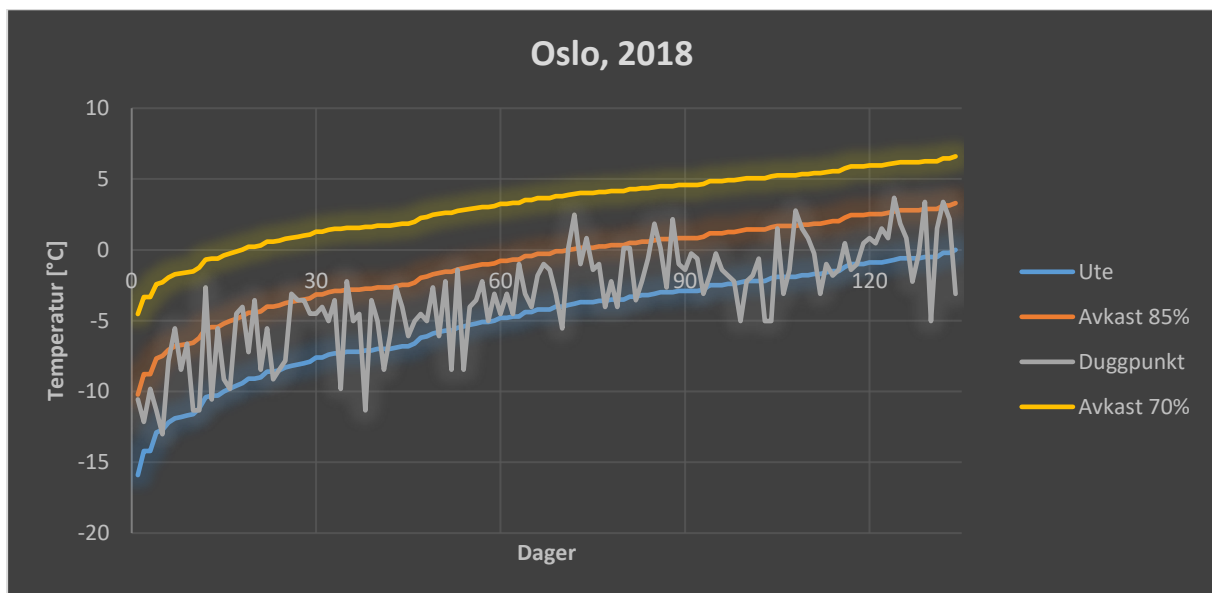
### 7.1.5 Resultat- Årssimulering

1. Simulering av år 2019. Det er 117 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



Figur 32: 2019

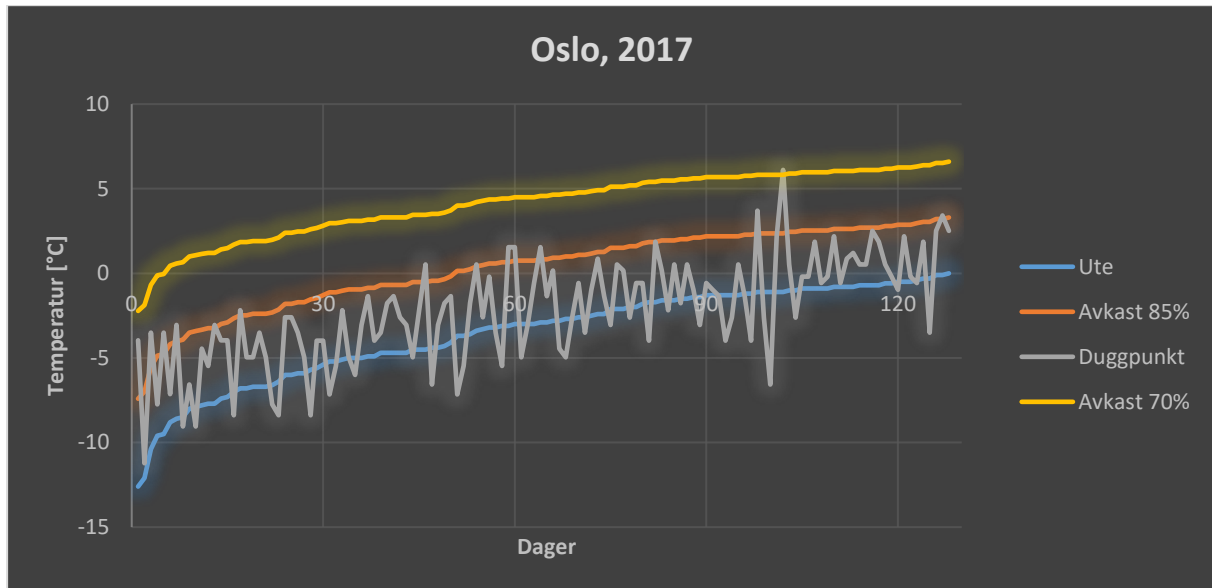
2. Simulering av år 2018. Det er 134 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



Figur 33: 2018



3. Simulering av år 2017. Det er 128 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



Figur 34: 2017

#### 7.1.6 Drøfting av resultatet - Årssimulering

Resultatet for årssimuleringen viser hvor mange dager i året det er frostrisiko i år 2017, 2018 og 2019, med virkningsgrad 85% og 70% på varmeveksler. Utetemperatur, temperatur i avkast og duggpunktstemperatur er presentert i samme graf.

1. 2019: Det er 117 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 46 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 7 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Med en virkningsgrad på 70% er det vil det aldri bli frost gitt forholdene.
2. 2018: Det er 134 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 72 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 11 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Med en virkningsgrad på 70% er det vil det aldri bli frost gitt forholdene.
3. 2017: Det er 128 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 51 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 7 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn**

**duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Med en virkningsgrad på 70% er det vil det aldri bli frost gitt forholdene.

## 7.2 Bolig

Det er utført simulering for ett vinterdøgn i SIMIEN. Det er også utført årssimulering for år 2019, 2018 og 2017.

Simulering blir utført for en bolig.

### 7.2.1 Metode - Simulering av ett døgn i SIMIEN

I en bolig er det høyere fukttilskudd enn yrkesbygg. En familie tilfører rundt 5 til 10 liter vann til lufta hver dag [13]. 10 liter vann i døgnet tilsvarer 0,4167kg/h hvis det deles likt på antall timer i døgnet.

#### **De største bidragene til høy luftfuktighet i hjemmet er:**

1. Pust - vi puster ut mellom 0,5 og 1 liter fukt i døgnet, avhengig av hvor mye vi er inne.
2. Matlaging gir mellom 0,2 og 1 liter vann i døgnet.
3. Middag laget på gasskomfyr gir 0,5 til 1 liter vann i tillegg.
4. En stor klesvask som tørkes i stua gir 2 til 3 liter vann
5. Dusjing med åpen dør til badet kan gi 1 til 3 liter vann
6. Gammeldags gulvvask tilfører 1 til 2 liter vann
7. Vanning av planter gir tilsvarende like mye fukt til lufta

Simuleringen er gjort for Oslo, klimadata fra SIMIEN er brukt. Det er utført vintersimulering for ett døgn, 16 januar. Objektet som er simulert er en bolig på 90m<sup>2</sup>. Driftstiden er definert som hele døgnet da boligen er i bruk hele døgnet. Det bor 4 personer i boligen. Totalt fukttilskudd i boligen er 0,4167kg/h. Det simuleres med en luftmengde på 108m<sup>3</sup>/h. Virkningsgraden til gjenvinner settes til 40% og 65%. Hensikten er å se hva spesifikk luftfuktighet, relativ fuktighet og duggpunktstemperatur er i avkast. Resultatet til simuleringen skal vise når frost inntreffer ved gitte forhold. Resultatet skal presenteres i graf.

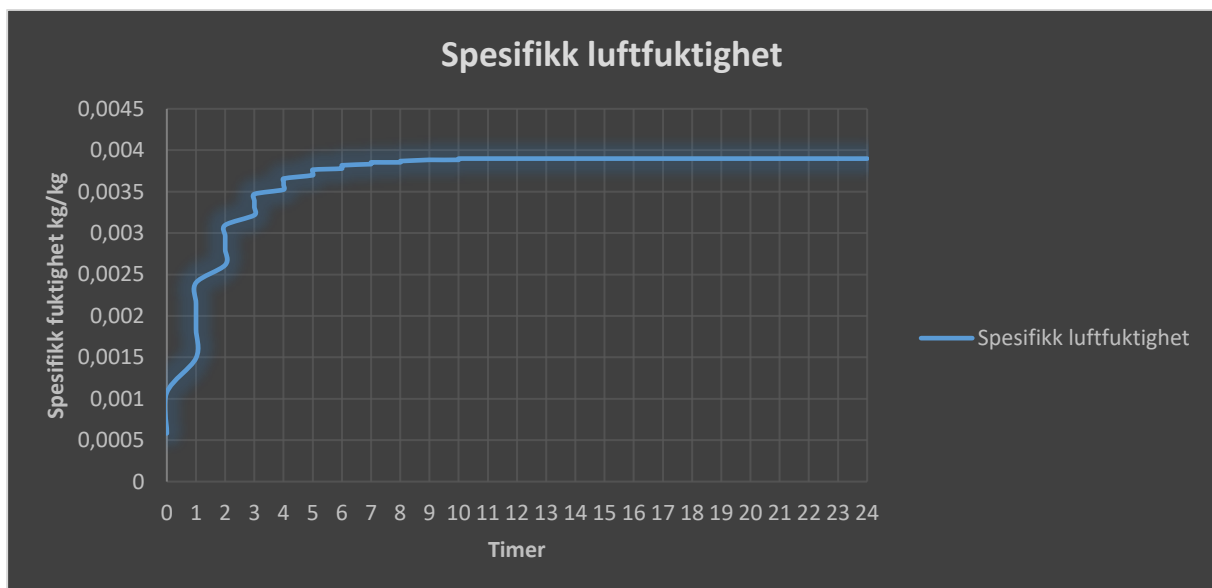
Følgende data er brukt i simuleringen:

- Areal: 90m<sup>2</sup>
- Volum: 234m<sup>3</sup>

- Luftmengde: 108m<sup>3</sup>/h
- Tilluftstemperatur: 19°C
- Avtrekkstemperatur: – se «Vedlegg 5»
- Utetemperatur: – se «Vedlegg 5»
- Personer: 4
- Aktivitet: 1,0 met
- Fuktagivelse: 0,4167kg/h
- Bekledning: 1,0 clo
- Virkningsgrad varmegjenvinner 65% og 40%

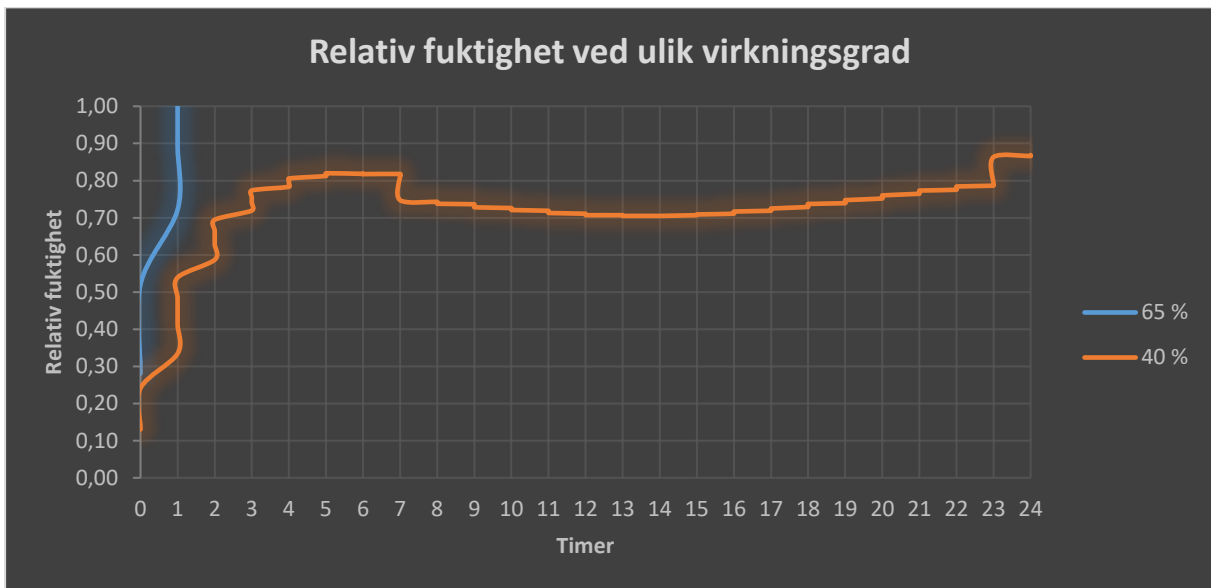
## 7.2.2 Resultat - Simulering av ett døgn i SIMIEN

### 1. Spesifikk luftfuktighet i avkast.



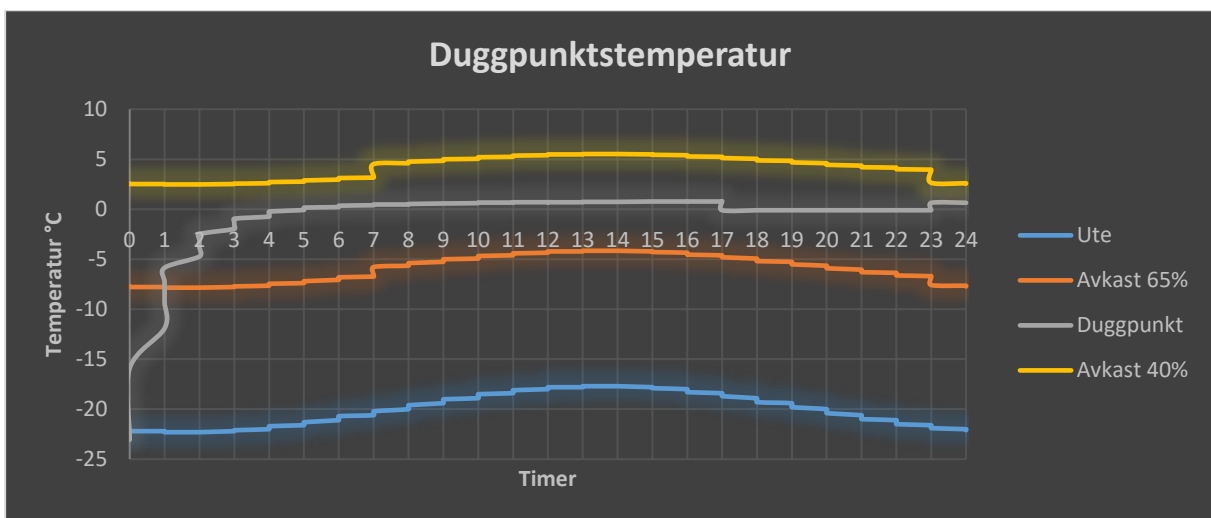
Figur 35: Spesifikk luftfuktighet i avkast

## 2. Relativ fuktighet i avkast ved 40% og 65% virkningsgrad på varmeveksler.



Figur 36: Relativ fuktighet i avkast ved 40% og 65% virkningsgrad på varmeveksler.

## 3. Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.



Figur 37: Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 70% og 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.

### 7.2.3 Drøfting av resultat - Simulering av ett døgn i SIMIEN

Resultatet viser spesifikk luftfuktighet, relativ luftfuktighet og duggpunktstemperatur for gitte forhold.

1. Grafen viser spesifikk luftfuktighet. Spesifikk fuktighet er høy for bolig pga. det høye fukttilskuddet og pga. lav luftmengde. Verdien holder seg stabil da det er antatt at det «drift» i boligen hele døgnet. Spesifikk fuktighet begynner lavt i begynnelsen av simuleringen, dette skyldes at programmet SIMIEN tar utgangspunkt i at det nivået på

fukt er lavt ved start av simuleringen. I realiteten skal den spesifikke fuktigheten ligge jevnt hele døgnet.

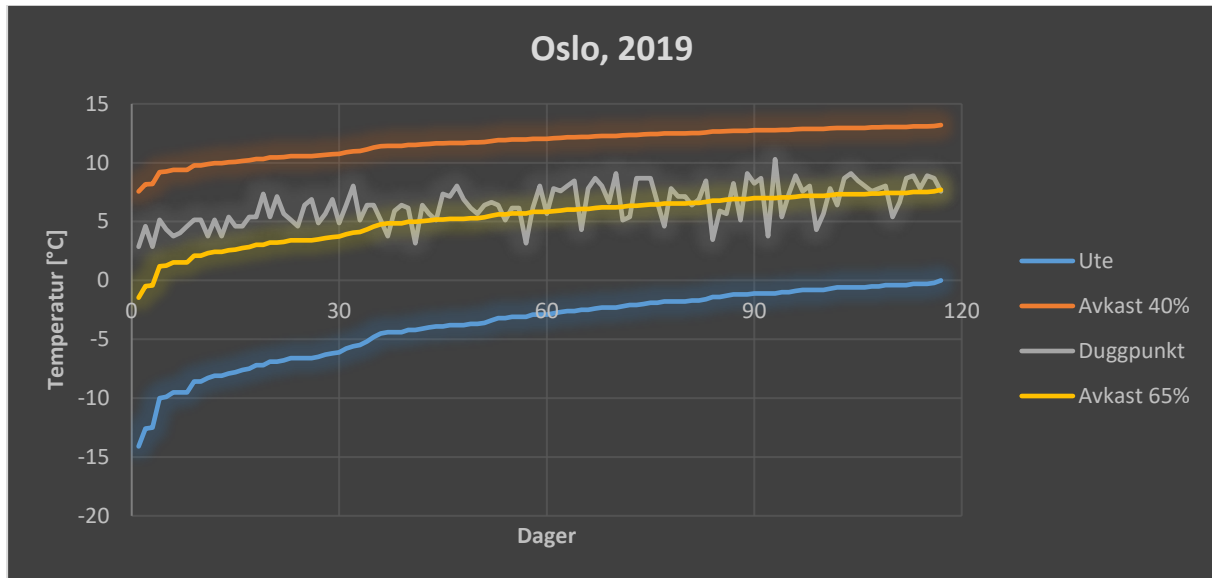
4. Grafen viser relativ luftfuktighet for både 40% og 65% virkningsgrad på varmegjenvinner. Med virkningsgrad 65% blir den relative luftfuktigheten over 1, det betyr at det blir utfelt kondens som igjen vil fryse da det er under 0°C. Relativ luftfuktighet ved virkningsgrad 40% holder seg under 1 hele døgnet, det betyr at det ikke vil bli utfelt kondens og det er ikke risiko for frost.
5. Grafen viser duggpunktstemperatur, temperatur i avkast for både 40% og 65% virkningsgrad på varmeveksler, og utetemperatur. Med virkningsgrad 65% på varmeveksler vil temperatur i avkast være lavere enn duggpunktet og det vil bli utfelt kondens, som vil fryse til is. Med virkningsgrad 40% er temperaturen i avkast over duggpunktet hele døgnet, det vil ikke bli utfelt kondens og det er ikke fare for frost. Som nevnt i punkt 1, spesifikk fuktighet ligger lavt i begynnelsen av simuleringen, derfor starter duggpunktstemperaturen lavt for så deretter stige. I realiteten skal duggpunktstemperaturen ligge på en høyere temperatur hele døgnet.

#### 7.2.4 Metode - Årssimulering

Det er utført en årssimulering. Hensikten med simuleringen er å se når på året det er frostrisiko. Simulering som er utført i SIMIEN er bare for et døgn, referansedøgn for vinter. Årssimuleringen er presentert som varighetsdiagram for år 2017, 2018 og 2019. Det er valgt å utføre årssimuleringer for tre siste år i Oslo fordi klimaet er forskjellig fra år til år. I varighetsdiagrammet er det presentert utetemperatur, duggpunktstemperatur og temperatur i avkast ved virkningsgrad 40% og 65% for varmeveksler. Det utføres også simulering med 85% virkningsgrad for å illustrere antall dager med frostrisiko. Klimadata fra Oslo for år 2017, 2018 og 2019 er hentet fra «norsk klimaservicesenter» [10], «vedlegg 6». Luftmengde (108m<sup>3</sup>/h) og fukttilskudd (0,4167kg/h) i boligen er samme som er brukt i SIMIEN. Det er forutsatt at det er samme luftmengde hele døgnet som i SIMIEN. Resultatet skal vise dager i året der temperatur er under 0°C. Simulering over hele året ligger i «vedlegg 3»

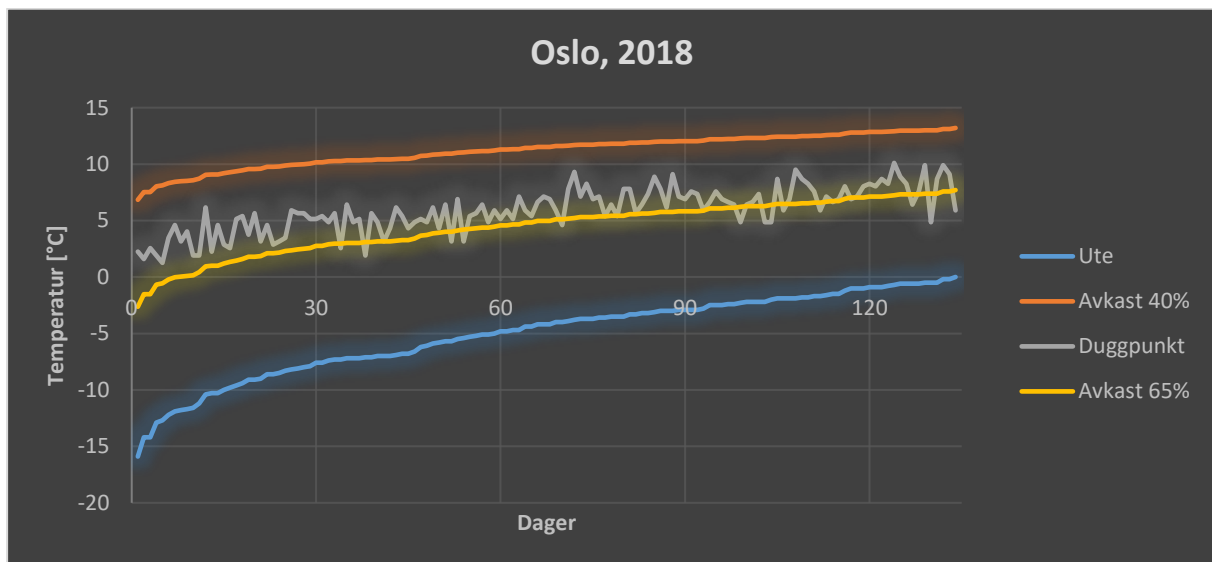
## 7.2.5 Resultat – Årssimulering

1. Simulering av år 2019. Det er 117 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



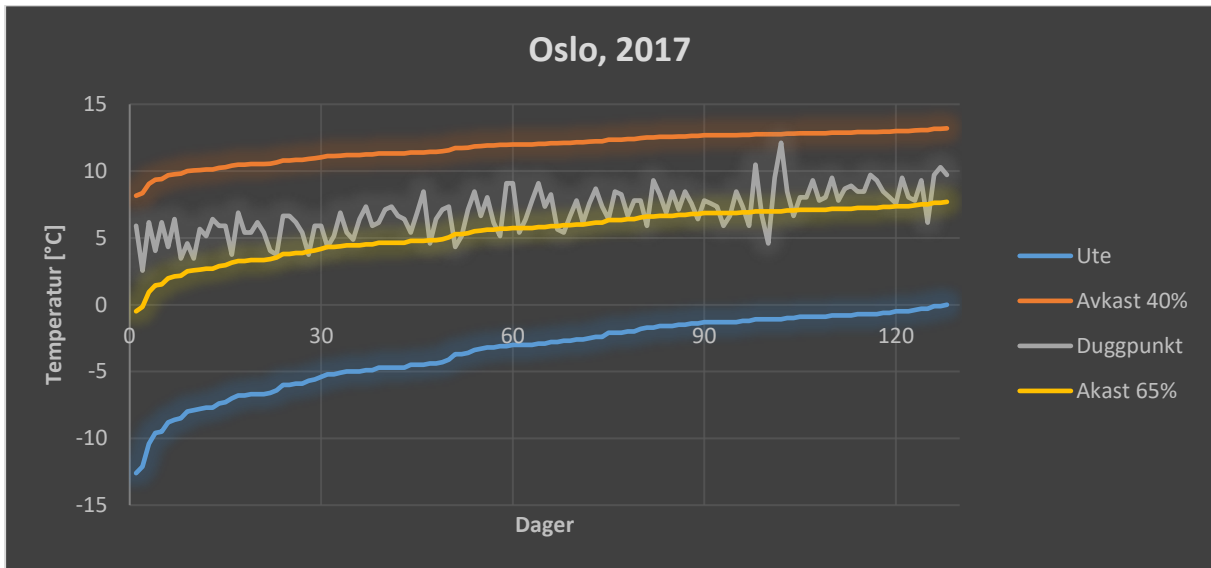
Figur 38: 2019

2. Simulering av år 2018. Det er 134 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



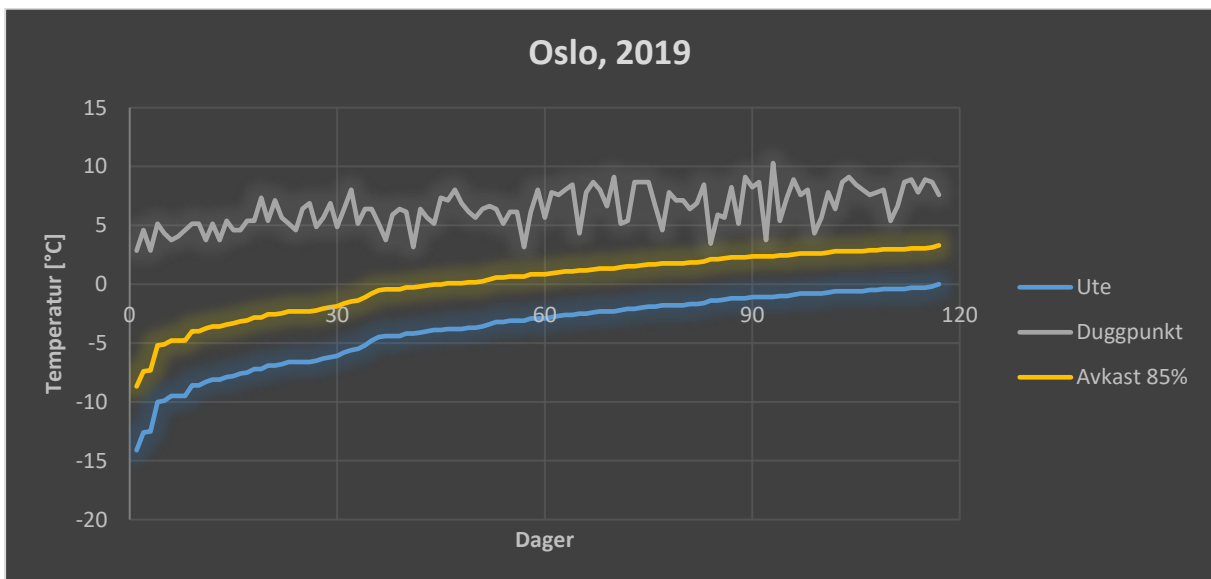
Figur 39: 2018

3. Simulering av år 2017. Det er 128 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



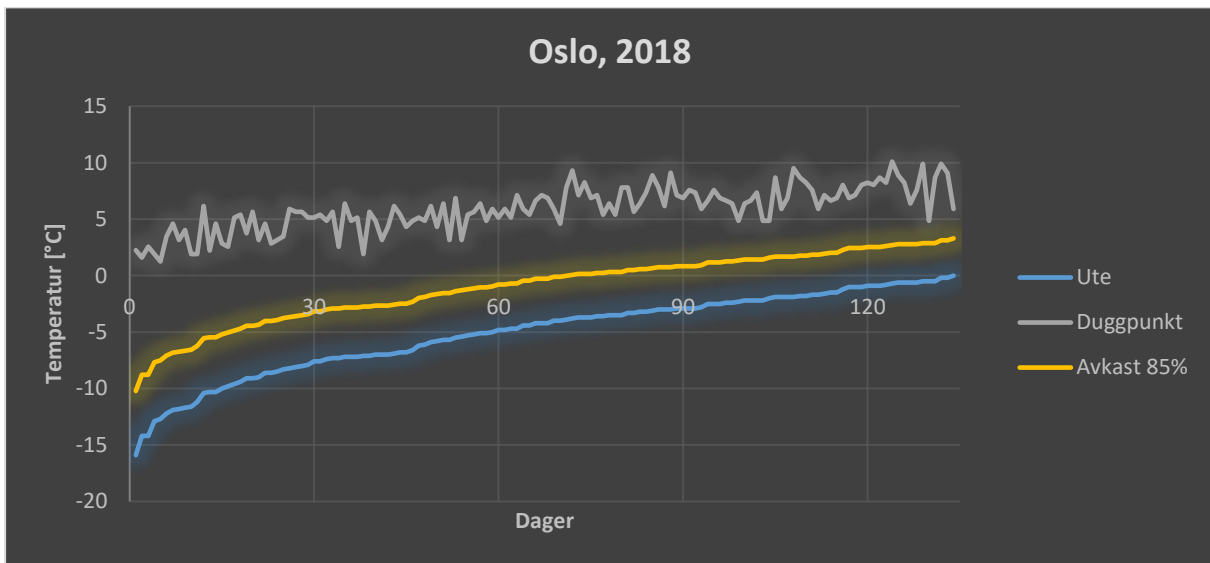
Figur 40: 2017

4. Simulering av år 2019, 85% virkningsgrad.



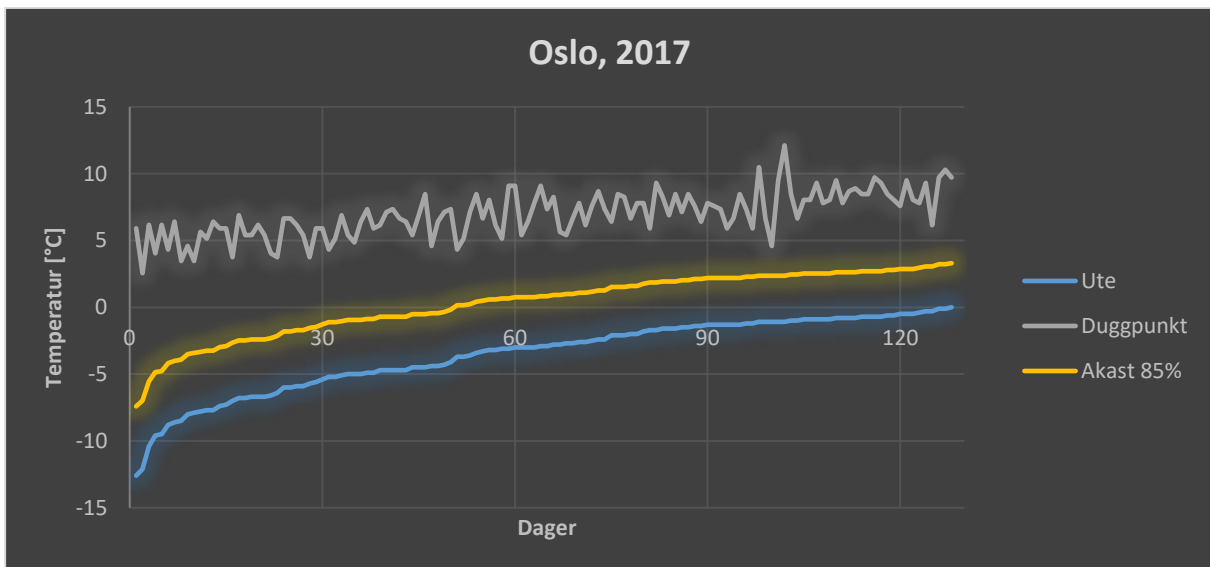
Figur 41: 2019 85%

## 5. Simulering av år 2018, 85% virkningsgrad.



Figur 42: 2018 85%

## 6. Simulering av år 2017, 85% virkningsgrad.



Figur 43: 2017 85%

### 7.2.6 Drøfting av resultat – Årssimulering

Resultatet for årssimuleringen viser hvor mange dager i året det er frostrisiko i år 2017, 2018 og 2019, med virkningsgrad 40% og 65% på varmeveksler. Utetemperatur, temperatur i avkast og duggpunktstemperatur er presentert i samme graf.



1. 2019: Det er 117 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 65% virkningsgrad på varmeveksler er det 3 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 3 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Med en virkningsgrad på 40% vil det aldri bli frost gitt forholdene.
2. 2018: Det er 134 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 65% virkningsgrad på varmeveksler er det 8 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 8 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Med en virkningsgrad på 40% er det vil det aldri bli frost gitt forholdene.
3. 2017: Det er 128 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 65% virkningsgrad på varmeveksler er det 3 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 3 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Med en virkningsgrad på 40% er det vil det aldri bli frost gitt forholdene.

Det er også simulert med virkningsgrad 85% for å vise frostrisikoen for bolig, dette for å kunne sammenligne resultatet med simulering av klasserom og kontor.

4. 2019: Det er 117 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 46 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 46 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Dvs. at det vil bli frost alle dager temperatur i avkast er lavere enn 0°C.
5. 2018: Det er 134 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 72 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 72 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Dvs. at det vil bli frost alle dager temperatur i avkast er lavere enn 0°C.
6. 2017: Det er 128 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 51 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 51 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn**

**duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).** Dvs.  
at det vil bli frost alle dager temperatur i avkast er lavere enn 0°C.

### 7.3 Kontor

Det er utført simulering for ett vinterdøgn i SIMIEN. Det er også utført årssimulering for år 2019, 2018 og 2017.

Simulering blir utført for enkelt kontor. I et kontor er det lav fukttilskudd. Arbeidet som utføres er gjerne stillesittende og det er lite fysisk aktivitet.

#### 7.3.1 Metode - Simulering av ett døgn i SIMIEN

Simuleringen er gjort for Oslo, klimadata fra SIMIEN er brukt. Det er utført vintersimulering for ett døgn, 16 januar. Objektet som er simulert er et kontor på 10m<sup>2</sup>. Kontoret er i drift fra kl. 0600 til kl. 1800. Det er forskjellige luftmengder i driftstiden og etter drift.

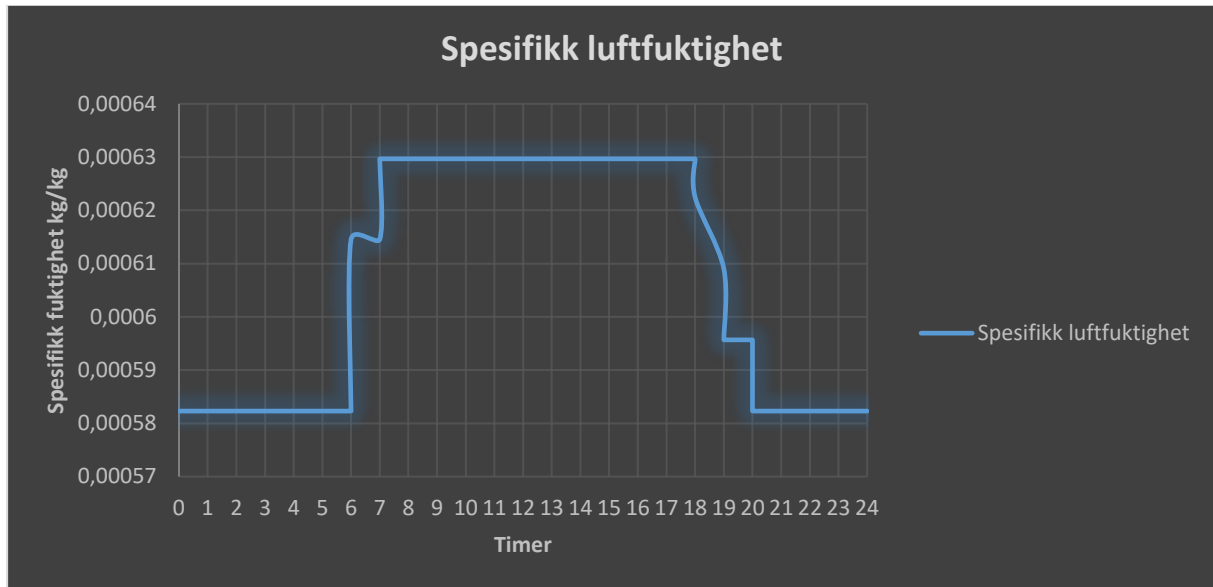
I kontoret er det en person. Fukttilskuddet i rommet er 0,005707 kg/h. Det simuleres med en luftmengde på 100m<sup>3</sup>/h. Virkningsgrad på gjenvinner settes til 85%. Hensikten er å se hva spesifikk luftfuktighet, relativ fuktighet og duggpunktstemperatur er i avkast. Resultatet til simuleringen skal vise når frost inntreffer ved gitte forhold. Resultatet skal presenteres i graf.

Følgende data er brukt i simuleringen:

- Areal: 10m<sup>2</sup>
- Volum: 26m<sup>3</sup>
- Luftmengde: 100m<sup>3</sup>/h (30m<sup>3</sup>/h etter drift)
- Tilluftstemperatur: 19°C
- Avtrekkstemperatur: – se «Vedlegg 5»
- Utetemperatur: – se «Vedlegg 5»
- Personer: 1
- Aktivitet: 1,0 met
- Fuktagivelse: 0,005707 kg/h
- Bekledning: 1,0 clo
- Virkningsgrad varmegjenvinner 85%

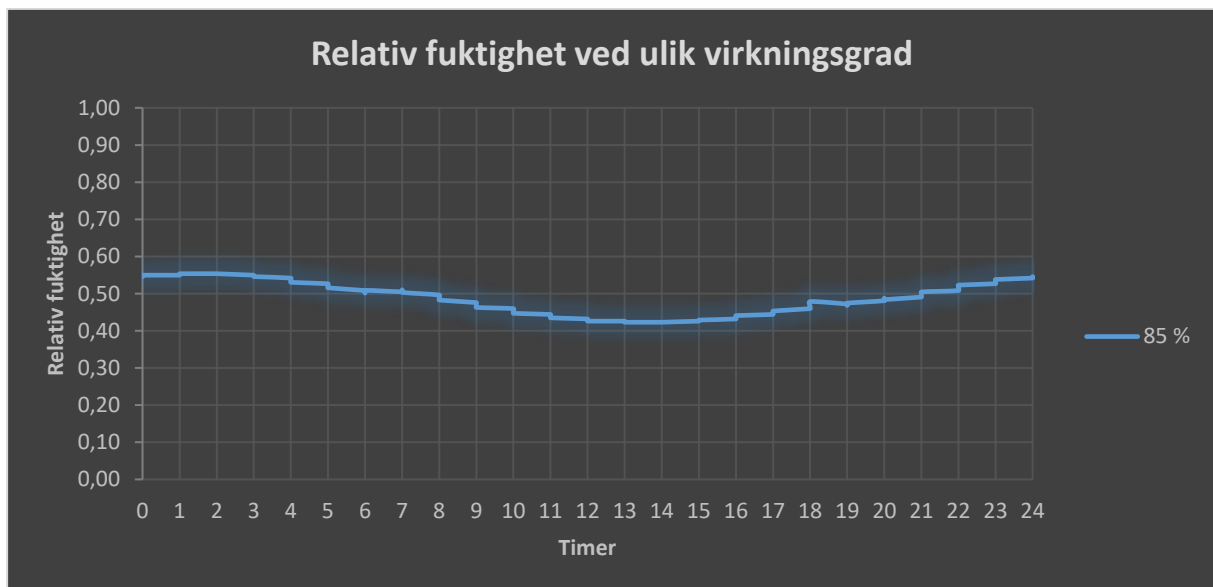
### 7.3.2 Resultat - Simulering av ett døgn i SIMIEN

#### 1. Spesifikk luftfuktighet i avkast.



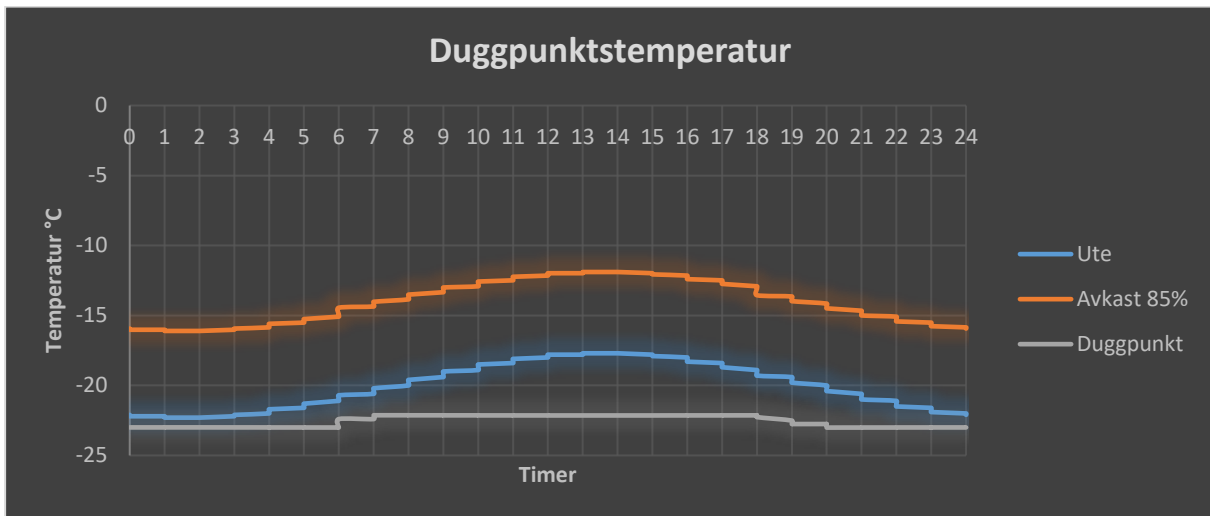
Figur 44: Spesifikk luftfuktighet i avkast.

#### 2. Relativ fuktighet i avkast ved 85% virkningsgrad på varmeveksler.



Figur 45: Relativ fuktighet i avkast ved 85% virkningsgrad på varmeveksler.

3. Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.



Figur 46: Duggpunktstemperatur sammenlignet med temperatur i avkast ved 85% virkningsgrad, samt utetemperatur.

### 7.3.3 Drøfting av resultat – Simulering av ett døgn i SIMIEN

Resultatet viser spesifikk luftfuktighet, relativ luftfuktighet og duggpunktstemperatur for gitte forhold.

1. Grafen viser spesifikk luftfuktighet. Spesifikk luftfuktighet øker kl. 0600 når driftstiden starter og det kommer mennesker inn i rommet.
2. Grafen viser relativ luftfuktighet for 85% virkningsgrad på varmegjenvinner. Relativ fuktighet synker når kl. 0600, når driftstiden starter. Dette skyldes at det er lave luftmengder (30m<sup>3</sup>/h) før driftstiden. Under driftstiden er luftmengden 100m<sup>3</sup>/h.
3. Grafen viser duggpunktstemperatur, temperatur i avkast for 85% virkningsgrad på varmeveksler, og utetemperatur. Pga. lav fuktbelastning i rommet er duggpunktstemperaturen lav, det er ikke risiko for frost i det hele tatt.

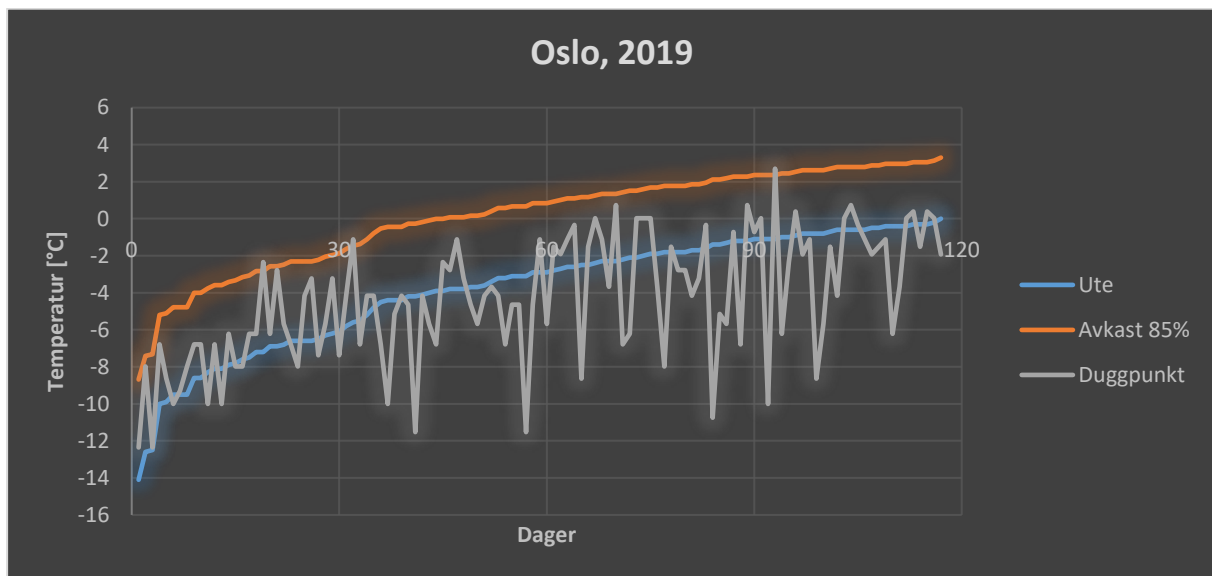
### 7.3.4 Metode - Årssimulering

Det er utført en årssimulering. Hensikten med simuleringen er å se når på året det er frostrisiko. Simulering som er utført i SIMIEN er bare for et døgn, referansedøgn for vinter. Årssimuleringen er presentert som varighetsdiagram for år 2017, 2018 og 2019. Det er valgt å utføre årssimuleringer for tre siste år i Oslo fordi klimaet er forskjellig fra år til år. I varighetsdiagrammet er det presentert utetemperatur, duggpunktstemperatur og temperatur i avkast ved virkningsgrad 85% for varmeveksler. Klimadata fra Oslo for år 2017, 2018 og 2019 er hentet fra «norsk klimaservicesenter» [10], «vedlegg 6» Luftmengde (100m<sup>3</sup>/h) og

fukttilskudd (0,005707 kg/h) i rommet er samme som er brukt i SIMIEN. Det er forutsatt at det er samme luftmengde hele døgnet, ikke redusert luftmengde etter driftstid som det er gjort i SIMIEN. Resultatet skal vise dager i året der temperatur er under 0°C. Simulering over hele året ligger i «vedlegg 4».

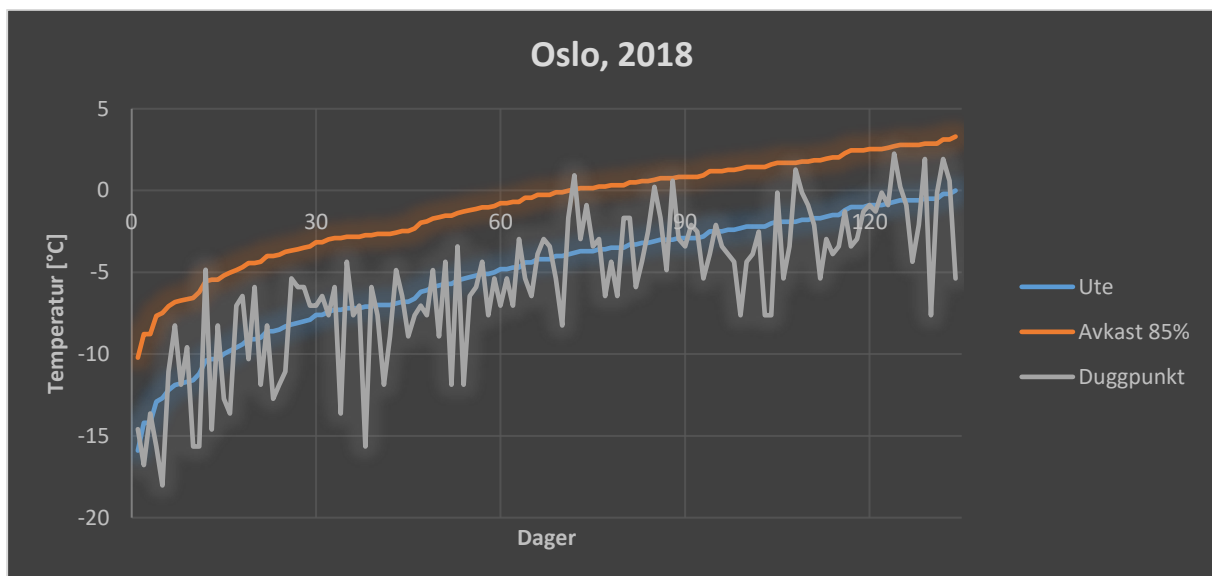
### 7.3.5 Resultat – Årssimulering

1. Simulering av år 2019. Det er 117 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



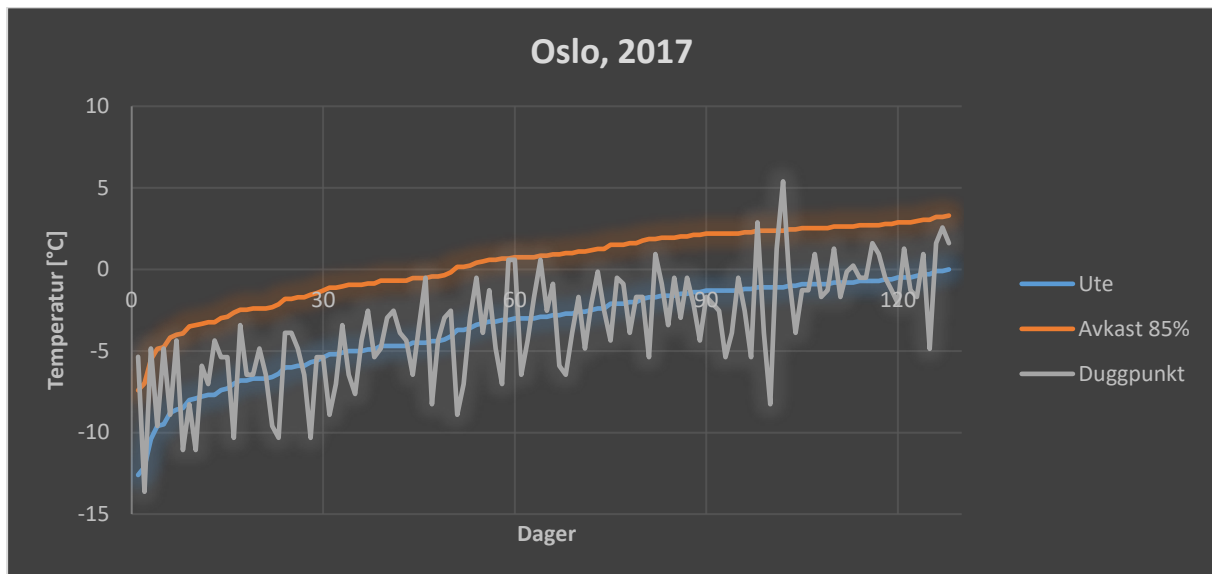
Figur 47:2019

2. Simulering av år 2018. Det er 134 dager i året der utetemperatur er under 0°C.



Figur 48:2018

3. Simulering av år 2017. Det er 128 dager i året der utetemperatur er under 0°C



Figur 49: 2017

### 7.3.6 Drøfting av resultat – Årssimulering

Resultatet for årssimuleringen viser hvor mange dager i året det er frostrisiko i år 2017, 2018 og 2019, med virkningsgrad 85% på varmeveksler. Utetemperatur, temperatur i avkast og duggpunktstemperatur er presentert i samme graf.

1. 2019: Det er 117 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 46 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 2 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).**
2. 2018: Det er 134 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 72 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 2 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).**
3. 2017: Det er 128 dager i året der utetemperaturen er under 0°C, med 85% virkningsgrad på varmeveksler er det 51 dager året der temperatur i avkast er under 0°C. **Det er 3 dager i året der temperaturen i avkast er lavere enn duggpunktstemperatur og frostrisiko (og temperatur i avkast er under 0°C).**

## 7.4 Effekt

Maksimal samtidig effekt for varmebatteri for ventilasjonsanlegg er blant faktorene som bestemmer dimensjonen for sentrale varmeinstallasjoner. Erfaring tilsier at det i stor grad overdimensjoneres når en planlegger sentrale varmeinstallasjoner. Varmebatteriet skal dimensjoneres tilstrekkelig stor til å dekke effektbehovet i frostsikringsperiodene, altså når aggregatet avrimer. Uti fra resultat etter simulering som er utført for klasserom, kontor og bolig for å se når frost inntreffer er det tydelig å se at bolig og kontor er to ytterkanter. I bolig er det høyere fuktighet og lave luftmengder, denne kombinasjonen gjør at frost vil inntreffe mye oftere sammenlignet med kontor som har lav fuktighet og høyere luftmengde. SIMIEN simuleringen viser at på den kaldeste dagen ligger duggpunktstemperatur for kontor langt under temperatur i avkast, det vil ikke være behov for avriming. Mens for bolig er duggpunktstemperaturen over temperatur i avkast, her vil aggregatet være i avriming hele døgnet, varmeveksleren vil kjøre med redusert virkningsgrad.

Maksimalt samtidig effektbehov er simulert i SIMIEN og beregnet for bolig og kontor. Da det er tydelig uti fra tidligere resultat at frost ikke vil inntreffe for kontor, skal maksimalt samtidig effektbehov beregnes uten en «minste temperatur» i avkast for å se hva differansen på effektbehovet blir. Den alternative strategien går ut på å bruke en differansetrykkløser over gjenvinner så systemet kun avrimer når det er oppstått frost, og hvis frost ikke oppstår så vil virkningsgrad på varmeveksler bli utnyttet maksimalt.

I SN-NSPEK 3031:2020 [11] nedjusteres varmevekslerens virkningsgrad pga. frost. Tabell 9 viser veiledende verdier for minste avkasttemperatur avhengig av type varmeveksler. For roterende varmegjenvinner er det akseptert med lavere avkasttemperatur enn plategjenvinner. Plategjenvinner i bolig har høy frostsikringstemperaturer pga. høyere fukttilskudd. Det skilles mellom optimal og normal frostsikring.

Tabell 9: Veiledende verdier fra NS3031

Type varmeveksler og frostsikring	$\theta_{4,min}$
Regenerativ (roterende varmegjenvinner eller kammergjenvinner) i alle bygninger	-10 °C
Rekuperativ (plategjenvinner o.l.) i andre bygninger (lavere fukttilskudd enn bolig)	+0 °C
Rekuperativ (plategjenvinner o.l.) i bolig, med optimal (økonomisk) frostsikring	+5 °C
Rekuperativ (plategjenvinner o.l.) i bolig, med normal (konservativ) frostsikring	+9 °C



### **Optimal frostsikring**

Med optimal frostsikring menes at man måler temperatur og fuktnivå i gjenvinnerens kalde hjørne, for deretter å regulere frostsikringen slik at påfrysning unngås [12].

### **Normal frostsikring**

Normal frostsikring vil være å regulere frostsikringen basert på utetemperatur, avkasttemperatur eller trykkfallet over varmegjenvinneren på avtrekkssiden. Trykkfallet på avtrekkssiden vil øke når deler av kondensert vann har frosset til is, og dermed utsetter man at frostsikringen slår inn til påfrysningen har startet. Man må imidlertid bruke mer energi for å tine isen igjen, noe som resulterer i at frostsikringen er aktiv lenger [12].

#### 7.4.1 Metode

For å simulere og beregne maksimalt samtidig effektbehov for bolig og kontor. Grunnen til at det både simuleres og beregnes er for å styrke påliteligheten til resultatene.

Forskjellige strategier er lagt til grunn:

For bolig:

1. Frostsikring  $-10^{\circ}\text{C}$  i avkast. Roterende varmeveksler har virkningsgrad 85% så lenge frostsikring ikke er utløst.
2. Frostsikring  $+5^{\circ}\text{C}$  i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er optimal.
3. Frostsikring  $+9^{\circ}\text{C}$  i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er normal.

For kontor:

1. Frostsikring  $-10^{\circ}\text{C}$  i avkast. Roterende varmeveksler har virkningsgrad 85% så lenge frostsikring ikke er utløst.
2. Frostsikring  $+0^{\circ}\text{C}$  i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er optimal.
3. Frostsikring  $+5^{\circ}\text{C}$  i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er normal.

Alternativ til de tre strategiene er at det settes trykkløser over gjenvinner som starter avriming hvis frost oppstår, altså at det ikke settes en «minste temperatur» i avkast, denne alternative strategien skal simuleres for kontor for å vise differanse i maksimalt samtidig effektbehov.

For beregning av maksimal samtidig effekt for varmebatteri er følgende formel brukt:

$$\Phi = \dot{V} * \rho * c * (\Delta T)$$

$\Phi$  [kW] effekt varmebatteri.

$\dot{V}$  [ $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ] luftmengde.

$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$  tørr lufts tetthet.

$c = 1,006 \text{ kJ}/(\text{kg} * \text{K})$  spesifikk varmekapasitet for tørr luft.

$\Delta T$  [K] Temperaturdifferansen etter varmeveksler og ønsket tilluftstemperatur.

For beregning av temperaturer i forskjellige ventilasjonsanlegget er følgende formler brukt:

$$\eta = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_1}$$

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_1}$$

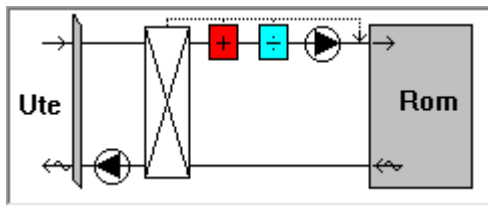
T1, utetemperatur.

T2, tilluftstempertur.

T3, avtrekkstemperatur.

T4, avkasttemperatur.

Figuren viser prinsippet og komponentplassering til ventilasjonsanlegget som er simulert og beregnet. Tilluftsviften er plassert etter varmegjenvinner og derfor tas det hensyn til temperaturøkning over vifte,  $\Delta T = 0,37 \times \text{SFP}$



Figur 50: Viser prinsipp for komponentplassering

Det er utført vintersimulering for å finne maksimal samtidig effekt for varmebatteri. SIMIEN har valgt 16. januar som referansedøgn. SIMIEN finner tidspunktet for der behovet for effekt er størst. SIMIEN generer selv ute-, tilluft- og avtrekkstemperatur ift. referansetidspunktet

#### 7.4.2 Bolig:

Det er utført vintersimulering for å finne maksimal samtidig effekt for varmebatteri for bolig. SIMIEN har valgt 16. januar som referansedøgn. Kl. 01.30-02.00 er tidspunktet for der behovet for effekt er størst. SIMIEN generer selv ute-, tilluft- og avtrekkstemperatur ift. referansetidspunktet.

## Strategi 1.

Det forutsettes at det er fare for frost og avriming vil forekomme. Det er frostsikring på avkasttemperatur, når temperatur i avkast blir lavere enn  $-10^{\circ}\text{C}$  vil virkningsgraden til varmegjenvinner gå til 0%. Så lenge temperaturen i avkast er over frostsikringstemperatur er det forutsatt at virkningsgrad på varmegjenvinner er 85%. Det antas at et forvarmebatteri skal kompensere for varmegjenvinner i perioder der temperatur i avkast er lavere enn frostsikringstemperatur og virkningsgrad på varmegjenvinner er 0%.

Følgende data er brukt til både simulering og beregning:

- Areal:  $90\text{m}^2$
- Volum:  $234\text{m}^3$
- Luftmengde:  $180\text{m}^3/\text{h}$
- Tilluftstemperatur:  $19^{\circ}\text{C}$
- Avtrekkstemperatur  $19^{\circ}\text{C}$
- Utetemperatur  $-22,3^{\circ}\text{C}$
- Personer: 4
- Aktivitet: 1,0 met
- Fuktagivelse:  $0,4167\text{kg}/\text{h}$
- Bekledning: 1,0 clo
- Virkningsgrad varmegjenvinner 85%
- SFP- faktor  $2,5\text{ kW}/\text{m}^3/\text{s}$
- $\Delta T$  over tilluftsvifte  $0,925^{\circ}\text{C}$
- Frostsikring  $T_4 = -10^{\circ}\text{C}$

For å beregne effekt for forvarmebatteri beregnes temperatur før varmegjenvinner med forutsetning at det er  $-10^{\circ}\text{C}$  i avkassen, da vil det være  $-15,12^{\circ}\text{C}$  før varmegjenvinner. Det gir en  $\Delta T$  over forvarmebatteri på  $7,18^{\circ}\text{C}$  når utetemperatur skal heves til  $-15,12^{\circ}\text{C}$ . Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 85% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $4,193^{\circ}\text{C}$ .

## Strategi 2.

Det forutsettes at det er fare for frost og avriming vil forekomme. Det er frostsikring på avkasttemperatur, når temperatur i avkast blir lavere enn  $+5^{\circ}\text{C}$  vil virkningsgraden til

varmegjenvinner gå til 0%. Så lenge temperaturen i avkast er over frostsikringstemperatur er det forutsatt at virkningsgrad på varmegjenvinner er 70%. Det antas at et forvarmebatteri skal kompensere for varmegjenvinner i perioder der temperatur i avkast er lavere enn frostsikringstemperatur og virkningsgrad på varmegjenvinner er 0%.

Data som er brukt til både simulering og beregning er samme som strategi 1, bortsett fra:

- Virkningsgrad varmegjenvinner 70%
- Frostsikring  $T_4 = +5^{\circ}\text{C}$

For å beregne effekt for forvarmebatteri beregnes temperatur før varmegjenvinner med forutsetning at det er  $+5^{\circ}\text{C}$  i avkast, da vil det være  $-1^{\circ}\text{C}$  før varmegjenvinner. Det gir en  $\Delta T$  over forvarmebatteri på  $21,3^{\circ}\text{C}$  når utetemperatur skal heves til  $-1^{\circ}\text{C}$ . Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 70% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $5,075^{\circ}\text{C}$ .

### **Strategi 3.**

Det forutsettes at det er fare for frost og avriming vil forekomme. Det er frostsikring på avkasttemperatur, når temperatur i avkast blir lavere enn  $+9^{\circ}\text{C}$  vil virkningsgraden til varmegjenvinner gå til 0%. Så lenge temperaturen i avkast er over frostsikringstemperatur er det forutsatt at virkningsgrad på varmegjenvinner er 70%. Det antas at et forvarmebatteri skal kompensere for varmegjenvinner i perioder der temperatur i avkast er lavere enn frostsikringstemperatur og virkningsgrad på varmegjenvinner er 0%.

Data som er brukt til både simulering og beregning er samme som strategi 1, bortsett fra:

- Virkningsgrad varmegjenvinner 70%
- Frostsikring  $T_4 = +9^{\circ}\text{C}$

For å beregne effekt for forvarmebatteri beregnes temperatur før varmegjenvinner med forutsetning at det er  $+9^{\circ}\text{C}$  i avkast, da vil det være  $+4,71^{\circ}\text{C}$  før varmegjenvinner. Det gir en  $\Delta T$  over forvarmebatteri på  $27,01^{\circ}\text{C}$  når utetemperatur skal heves til  $-4,71^{\circ}\text{C}$ . Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 70% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $3,362^{\circ}\text{C}$ .

### 7.4.3 Resultater

#### Simulert og beregnet maksimal samtidig effekt for varmebatteri.

1. Frostsikring -10°C i avkast. Roterende varmeveksler har virkningsgrad 85% så lenge frostsikring ikke er utløst.

SIMIEN: 264W forvarme + 154W = **418W**

Beregnet: 260W forvarme + 152W = **412W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt forvarmebatteri gjenvinner (alle soner)	264 W / 2,9 W/m <sup>2</sup>	01:30
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	154 W / 1,7 W/m <sup>2</sup>	02:00
Totalt installert effekt varmebatterier	2700 W / 30,0 W/m <sup>2</sup>	02:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	2461 W / 27,3 W/m <sup>2</sup>	07:00
Totalt installert effekt romoppvarming	4500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	07:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	07:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	00:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Bolig)	886 PPM	23:15

Figur 51: SIMIEN strategi 1

2. Frostsikring +5°C i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er optimal.

SIMIEN: 782W forvarme + 186W = **968W**

Beregnet: 771W forvarme + 186W = **955W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt forvarmebatteri gjenvinner (alle soner)	782 W / 8,7 W/m <sup>2</sup>	01:30
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	186 W / 2,1 W/m <sup>2</sup>	02:00
Totalt installert effekt varmebatterier	2700 W / 30,0 W/m <sup>2</sup>	02:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	2461 W / 27,3 W/m <sup>2</sup>	07:00
Totalt installert effekt romoppvarming	4500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	07:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	07:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	00:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Bolig)	886 PPM	23:15

Figur 52: SIMIEN strategi 2

3. Frostsikring +9°C i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er normal.

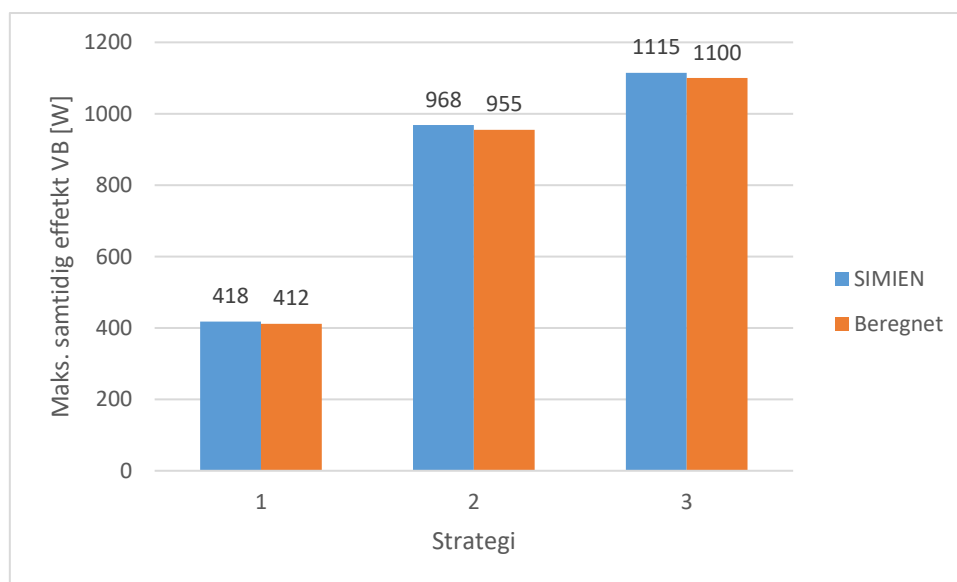
SIMIEN: 992W forvarme + 123W = **1115W**

Beregnet: 978W forvarme + 122W = **1100W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt forvarmebatteri gjenvinner (alle soner)	992 W / 11,0 W/m <sup>2</sup>	01:30
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	123 W / 1,4 W/m <sup>2</sup>	02:00
Totalt installert effekt varmebatterier	2700 W / 30,0 W/m <sup>2</sup>	02:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	2461 W / 27,3 W/m <sup>2</sup>	07:00
Totalt installert effekt romoppvarming	4500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	07:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	07:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	00:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Bolig)	886 PPM	23:15

Figur 53: SIMIEN strategi 3

Grafen presenterer resultatene av både simulering (blå) og beregning (oransje) av bolig.



Figur 54: Effekt for ulike strategier

#### 7.4.4 Drøfting av resultat

Maksimal samtidig effekt for varmebatteri er ulik ved de tre strategiene som er presentert her. Med strategi 1 der det er frostsikring på  $-10^{\circ}\text{C}$  i avkast, er effektbehovet **418W**, det er  $4,6\text{W}/\text{m}^2$ . Med strategi 2 der det er frostsikring på  $+5^{\circ}\text{C}$  i avkast, er effektbehovet **968W**, det er  $10,8\text{W}/\text{m}^2$ . Med strategi 3 der det er frostsikring på  $+9^{\circ}\text{C}$  i avkast, er effektbehovet **1115W**, det er  $12,4\text{W}/\text{m}^2$ .

Det er tydelig at valg av strategi har mye å si for hva størrelsen for varmebatteriet blir.

#### 7.4.5 Kontor

Det er utført vintersimulering for å finne maksimal samtidig effekt for varmebatteri for kontor. SIMIEN har valgt 16. januar som referansedøgn. Kl. 06.00 er tidspunktet for der behovet for effekt er størst. SIMIEN generer selv ute-, tilluft- og avtrekkstemperatur ift. referansetidspunktet. For hver strategi skal det simuleres en alternativ strategi som går ut på å ikke bruke veiledende verdier for minste temperatur i avkast som er gitt i NS3031. Det er forutsatt at det er en differansetrykkføler som oppdager frost og setter aggregatet i avriming. For kontor viser resultat fra simulering tidligere i oppgaven at det ikke er fare for frost. Differansen på effektbehovet presenteres og drøftes.

#### **Strategi 1**

Det forutsettes at det er fare for frost og avriming vil forekomme. Det er frostsikring på avkasttemperatur, når temperatur i avkast blir lavere enn  $-10^{\circ}\text{C}$  vil virkningsgraden til varmegjenvinner gå til 0%. Så lenge temperaturen i avkast er over frostsikringstemperatur er det forutsatt at virkningsgrad på varmegjenvinner er 85%. Det antas at et forvarmebatteri skal kompensere for varmegjenvinner i perioder der temperatur i avkast er lavere enn frostsikringstemperatur og virkningsgrad på varmegjenvinner er 0%.

#### **Alternativ strategi 1:**

Det forutsettes at det ikke er fare for frost i løpet av hele døgnet. Varmegjenvinner vil ha virkningsgrad 85% hele døgnet.

Følgende data er brukt til både simulering og beregning:

- Areal:  $10\text{m}^2$
- Volum:  $26\text{m}^3$
- Luftmengde:  $100\text{m}^3/\text{h}$



- Tilluftstemperatur: 19°C
- Avtrekkstemperatur 19°C
- Utetemperatur -21,1°C
- Personer: 1
- Aktivitet: 1,0 met
- Fuktavgivelse: 0,005707 kg/h
- Bekledning: 1,0 clo
- Virkningsgrad varmegjenvinner 85%
- SFP- faktor 2,0 kW/m<sup>3</sup>/s
- $\Delta T$  over tilluftsvifte 0,74°C
- Frostsikring T4= -10°C (for strategi 1)

#### Strategi 1:

For å beregne effekt for forvarmebatteri beregnes temperatur før varmegjenvinner med forutsetning at det er -10°C i avkassen, da vil det være -15,12°C før varmegjenvinner. Det gir en  $\Delta T$  over forvarmebatteri på 5,98°C når utetemperatur skal heves til -15,12°C. Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 85% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være 4,38°C.

#### Alternativ strategi 1:

For å beregne effekt for varmebatteriet forutsettes det 85% virkningsgrad på varmeveksler. Uteluften varmes først av varmeveksler, deretter av varmebatteriet. Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 85% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være 5,28°C.

## Strategi 2.

Det forutsettes at det er fare for frost og avriming vil forekomme. Det er frostsikring på avkasttemperatur, når temperatur i avkast blir lavere enn  $+0^{\circ}\text{C}$  vil virkningsgraden til varmegjenvinner gå til 0%. Så lenge temperaturen i avkast er over frostsikringstemperatur er det forutsatt at virkningsgrad på varmegjenvinner er 70%. Det antas at et forvarmebatteri skal kompensere for varmegjenvinner i perioder der temperatur i avkast er lavere enn frostsikringstemperatur og virkningsgrad på varmegjenvinner er 0%.

Data som er brukt til både simulering og beregning er samme som strategi 1, bortsett fra:

- Virkningsgrad varmegjenvinner 70%
- Frostsikring  $T_4 = +0^{\circ}\text{C}$  (for strategi 2)

### Strategi 2:

For å beregne effekt for forvarmebatteri beregnes temperatur før varmegjenvinner med forutsetning at det er  $+0^{\circ}\text{C}$  i avkasten, da vil det være  $-8,14^{\circ}\text{C}$  før varmegjenvinner. Det gir en  $\Delta T$  over forvarmebatteri på  $12,96^{\circ}\text{C}$  når utetemperatur skal heves til  $-8,14^{\circ}\text{C}$ . Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 70% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $7,40^{\circ}\text{C}$ .

### Alternativ strategi 2:

For å beregne effekt for varmebatteriet forutsettes det 70% virkningsgrad på varmeveksler. Utluftens varmes først av varmeveksler, deretter av varmebatteriet. Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 70% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $11,29^{\circ}\text{C}$ .

## Strategi 3.

Det forutsettes at det er fare for frost og avriming vil forekomme. Det er frostsikring på avkasttemperatur, når temperatur i avkast blir lavere enn  $+5^{\circ}\text{C}$  vil virkningsgraden til varmegjenvinner gå til 0%. Så lenge temperaturen i avkast er over frostsikringstemperatur er det forutsatt at virkningsgrad på varmegjenvinner er 70%. Det antas at et forvarmebatteri skal

kompensere for varmegjenvinner i perioder der temperatur i avkast er lavere enn frostsikringstemperatur og virkningsgrad på varmegjenvinner er 0%.

Data som er brukt til både simulering og beregning er samme som strategi 1, bortsett fra:

- Virkningsgrad varmegjenvinner 70%
- Frostsikring  $T_4 = +5^{\circ}\text{C}$  (for strategi 3)

Strategi 3:

For å beregne effekt for forvarmebatteri beregnes temperatur før varmegjenvinner med forutsetning at det er  $+5^{\circ}\text{C}$  i avkassen, da vil det være  $-1^{\circ}\text{C}$  før varmegjenvinner. Det gir en  $\Delta T$  over forvarmebatteri på  $20,1^{\circ}\text{C}$  når utetemperatur skal heves til  $-1^{\circ}\text{C}$ . Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 70% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $5,26^{\circ}\text{C}$ .

Alternativ strategi 3:

For å beregne effekt for varmebatteriet forutsettes det 70% virkningsgrad på varmeveksler. Uteluften varmes først av varmeveksler, deretter av varmebatteriet. Temperatur etter varmegjenvinner med virkningsgrad 70% beregnes. Dette gjøres for å finne  $\Delta T$  over varmebatteri, altså differansen mellom temperatur etter gjenvinner og ønsket tilluftstemperatur.  $\Delta T$  over varmebatteri forutsettes å være  $11,29^{\circ}\text{C}$ .

#### 7.4.6 Resultater

##### **Simulert og beregnet maksimal samtidig effekt for varmebatteri.**

1. Frostsikring  $-10^{\circ}\text{C}$  i avkast. Roterende varmeveksler har virkningsgrad 85% så lenge frostsikring ikke er utløst.

SIMIEN:  $196\text{W forvarme} + 149\text{W} = \mathbf{345\text{W}}$

Beregnet:  $200\text{W forvarme} + 147\text{W} = \mathbf{347\text{W}}$

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt forvarmebatteri gjenvinner (alle soner)	196 W / 19,6 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	149 W / 14,9 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt varmebatterier	1000 W / 100,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	240 W / 24,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt romoppvarming	500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	06:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	06:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Kontor)	400 PPM	09:45

Figur 55: SIMIEN strategi 1

Alternativ til strategi 1:

SIMIEN: **178W**

Beregnet: **177W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	178 W / 17,8 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt varmebatterier	1000 W / 100,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	240 W / 24,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt romoppvarming	500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	06:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	06:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Kontor)	400 PPM	09:45

Figur 56: SIMIEN strategi 1, alternativ

2. Frostsikring +0°C i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er normal.

SIMIEN: 433W forvarme + 252W = **685W**

Beregnet: 434W forvarme + 248W = **682W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt forvarmebatteri gjenvinner (alle soner)	433 W / 43,3 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	252 W / 25,2 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt varmebatterier	10,0 kW / 1000,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	240 W / 24,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt romoppvarming	500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	06:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	06:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Kontor)	400 PPM	09:45

Figur 57: SIMIEN strategi 2

Alternativ til strategi 2:

SIMIEN: **382W**

Beregnet: **379W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	382 W / 38,2 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt varmebatterier	1000 W / 100,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	240 W / 24,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt romoppvarming	500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	06:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	06:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Kontor)	400 PPM	09:45

Figur 58: SIMIEN strategi 2, alternativ

3. Frostsikring +5°C i avkast. Plate varmeveksler har virkningsgrad 70% så lenge frostsikring ikke er utløst. Frostsikringen er optimal.

SIMIEN: 676W forvarme + 179W = **855W**

Beregnet: 674W forvarme + 176W = **850W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt forvarmebatteri gjenvinner (alle soner)	676 W / 67,6 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	179 W / 17,9 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt varmebatterier	1000 W / 100,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	240 W / 24,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt romoppvarming	500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	06:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	06:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Kontor)	400 PPM	09:45

Figur 59: SIMIEN strategi 3

Alternativ til strategi 3:

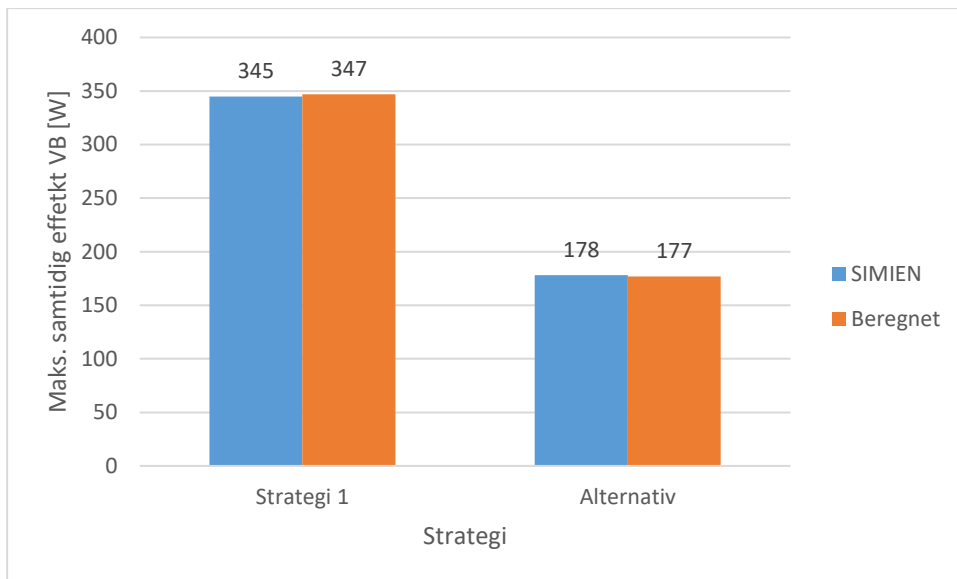
SIMIEN: **382W**

Beregnet: **379W**

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	382 W / 38,2 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt varmebatterier	1000 W / 100,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	240 W / 24,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Totalt installert effekt romoppvarming	500 W / 50,0 W/m <sup>2</sup>	06:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	06:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	06:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Kontor)	400 PPM	09:45

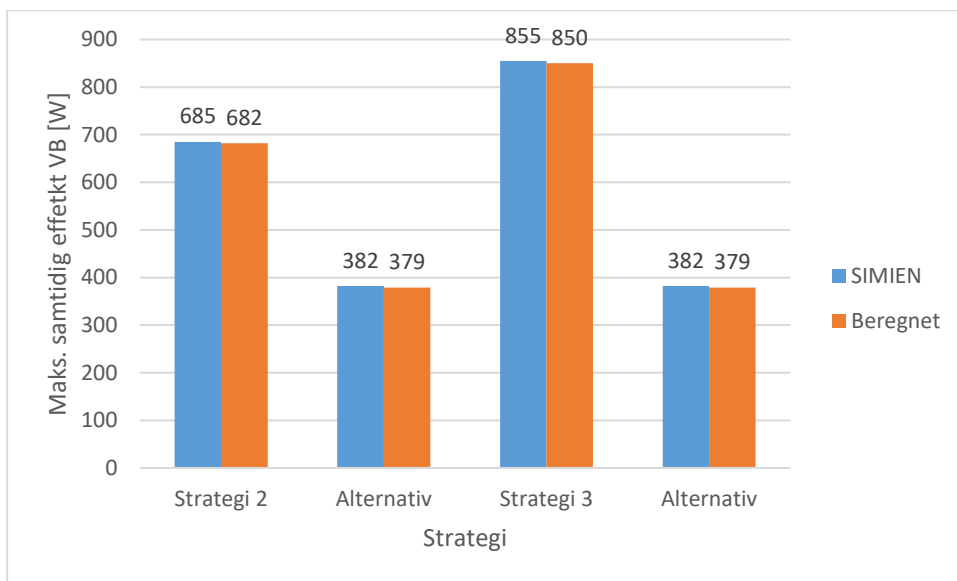
Figur 60: SIMIEN strategi 3, alternativ

Graf viser maksimalt samtidig effektbehov for strategi 1 og alternativ strategi, både simulert og beregnet verdi.



Figur 61: Effekt, 1

Graf viser maksimalt samtidig effektbehov for strategi 2, strategi 3 og alternativ strategi, både simulert og beregnet verdi.



Figur 62: Effekt 2 og 3

#### 7.4.7 Drøfting av resultat

Maksimalt samtidig effektbehov er simulert og beregnet for veiledende verdier i NS3031. I tillegg er det simulert med alternativ strategi som går ut på at det ikke settes begrensning på temperatur i avkast. Det brukes en differansetrykkmåler som indikerer når frost bygger seg opp, først da starter avriming. For kontor er det ikke frostfare og det er derfor ikke nødvendig å sette begrensning på temperatur i avkast.

Resultatet viser at ved strategi 1 er effektbehovet 345W, og med alternativ strategi er effektbehovet 178W, det utgjør en differanse på **167W**. Ved å bruke differansetrykkløser som avrimer først når det faktisk er frost, istedenfor å bruke veiledende verdier fra NS3031, vil varmebatteriet kunne dimensjoneres **48%** mindre.

For strategi 2 er effektbehovet 685W, og med alternativ strategi blir behovet 382W. Differansen mellom strategi 2 og alternativ strategi der det ikke settes begrensning på temperatur i avkast er **303W**. Ved å bruke differansetrykkløser som avrimer først når det faktisk er frost, istedenfor å bruke veiledende verdier fra NS3031, vil varmebatteriet kunne dimensjoneres **44%** mindre.

For strategi 3 er effektbehovet 855W, og med alternativ strategi blir behovet 382W. Differansen mellom strategi 3 og alternativ strategi der det ikke settes begrensning på temperatur i avkast er **473W**. Ved å bruke differansetrykkløser som avrimer først når det faktisk er frost, istedenfor å bruke en begrensning av temperatur i avkast, vil varmebatteriet kunne dimensjoneres **55%** mindre.

## 8 Del 4: Sammenstilling av resultater og anbefalinger

Basert på resultater fra arbeidet skal dette kapittelet vise til når og under hvilket forhold det er fare for frost, og avriming bør hensyntas ved dimensjonerende forhold i sentrale ventilasjonsanlegg. Konsekvensen av ulike avrimingsløsninger skal drøftes og løsninger for å redusere effektuttak på enkeltaggregat skal anbefales. Muligheten for tiltak for å redusere samtidig effektuttak ved flere aggregater i samme varmeanlegg skal presenteres.

I områder der klimaet er kaldt, som i Norge kan frost oppstå i avkastan på ventilasjonsanlegg. I denne oppgaven er det presentert teori, utført målinger og simuleringer for å identifisere når og under hvilke forhold det er fare for frost. Kort fortalt så er det to betingelser som må være oppfylt for at det blir frost, det første er at det blir utfelt kondens i avkastan, det skjer hvis temperaturen går under duggpunktet. Duggpunktet er igjen avhengig av spesifikk fuktighet, som igjen er avhengig av fuktbelastning i rommet og luftmengde. Den andre betingelsen er at temperaturen i avkast er under  $0^{\circ}\text{C}$ , da vil kondensen fryse til is. Begge betingelsene må være oppfylt for at det skal bli dannet is. Det kan bli utfelt kondens på sommeren også, dette er ikke farlig. Samme er det med temperatur under  $0^{\circ}\text{C}$ , det kan være lavere temperaturer om vinteren, men uten kondens blir det ikke frost.

Resultat fra målinger som er utført i ventilasjonsanlegg i Oslo viser at det ikke fare for frost i perioden målingene er utført. Duggpunktet i avkast er under temperaturen i avkast, det vil heller ikke bli utfelt kondens. Arealene som er knyttet til ventilasjonsanleggene der målingene er utført, er i kategorien kontor og klasserom.

Det er utført simulering av ulike type rom; klasserom, kontor og bolig. Grunnen til det er at de ulike rommene har ulike forhold, som luftmengder og fuktbelastning. Vintersimulering av kaldeste døgn viser at det er fare for frost i bolig, men ikke for kontor og klasserom. På de kaldeste dagene er uteluften også ganske tørr, dette minker risiko for frost. Det er også utført årssimuleringer for alle tre objektene, resultatene viser at det det er fare for frost for klasserom, kontor og bolig i løpet av året. For kontor og klasserom er det få dager i året der det er frostrisiko, men for bolig er det fare for frost store deler av vinteren. Dette skyldes at bolig har lave luftmengder og høy fuktbelastning. Det er forutsatt at virkningsgrad på varmeveksler er maksimal ved kalkulering av frostrisiko, grunnen til at maksimal virkningsgrad er brukt er for å identifisere hvor ofte systemet må nedjustere virkningsgrad for å avrime. Det betyr at antall dager som blir presentert i tabellen under viser hvor ofte virkningsgrad må justeres ned for å avrime systemet.



Tabellen fremstiller resultatene fra simuleringene:

Tabell 10: antall dager med fare for frost

Objekt	Antall dager med fare for frost i året			
	Vintersimulering døgn	Årssimulering 2019	Årssimulering 2018	Årssimulering 2017
Klasserom	Ikke frost	7 dager	11 dager	7 dager
Bolig	Frost	46 dager	72 dager	51 dager
Kontor	Ikke frost	2 dager	2 dager	3 dager

Det kan konkluderes med at frost forekommer, men risikoen er ulik for ulike bygg. I bolig er frostrisiko høy og systemet vil avrime både på den kaldeste dagen i året og andre dager i løpet av vinteren. På den andre ytterkanten er kontorbygg, der er fuktbelastningen så lav og luftmengder høy at frost ikke vil forekomme på den kaldeste dagen i året. Det er fare for frost andre dager om vinteren, dette skyldes at det er høyere fuktinnhold i uteluften. Fuktinnholdet i uteluften øker når utetemperaturen øker, belastning på varmebatteriet vil være lavere når utetemperaturen er høyere enn DUT. Avriming bør hensyntas ved dimensjonerende forhold i sentrale ventilasjonsanlegg. Men det bør gjøres individuell vurdering av bygget det gjelder. Det bør utføres en vurdering av risiko for frost og behov for avriming.

På markedet finnes det ulike avrimingsløsninger. De enkleste løsningene kommer under kategorien normal frostsikring. Normal frostsikring vil være å regulere frostsikringen basert på utetemperatur, avkasttemperatur eller trykkfallet over varmegjenvinneren på avtrekkssiden. Også finnes det mer avanserte løsninger som kommer under kategorien optimal frostsikring. Med optimal frostsikring menes at man måler temperatur og fuktnivå i avkast, for deretter å regulere frostsikringen slik at påfrysning unngås.

Normal frostsikring kan deles i to. Løsning en, der avrimingen blir aktivert basert på utetemperatur eller temperatur i avkast, ulempen med denne løsningen er at systemet avrimer når temperatur når sin grense selv om det ikke er frost og behov for avriming. Dette er en dårlig løsning med tanke på energiforbruk.

Den andre løsningen er der avriming blir aktivert basert på trykkfallet over varmegjenvinneren på avtrekkssiden. Trykkfallet på avtrekkssiden vil øke når deler av kondensert vann har frosset til is. Fordelen med denne løsningen er at man utsetter at frostsikringen slår inn til påfrysningen har startet. Det skal i midlertidig nevnes at dette gjør at avriming må være aktiv lenger for at frosten skal smelte. Denne løsningen er en god løsning

for frostsikring fordi den ikke vil avrime før det er behov, dette er også gunstig med tanke på energiforbruk.

Optimal frostsikring er en god løsning. Med denne løsningen måles temperatur og fuktnivå i avkast, for deretter å regulere frostsikringen slik at påfrysning unngås. Fordelen med denne løsningen er at systemet sørger for at det ikke oppstår is. Systemet vil heller ikke avrime om det ikke er behov for avriming. Dette er en god løsning med tanke på energiforbruk.

NS3031 gir veiledende verdier for temperatur i avkast for frostsikring. For roterende varmeveksler er anbefalt temperatur  $-10^{\circ}\text{C}$ . For plateveksler er anbefalt verdi  $-0^{\circ}\text{C}$ , og for bolig  $+5^{\circ}\text{C}$  hvis systemet har optimal frostsikring. Hvis systemet har normal frostsikring så er anbefalt verdi for bolig  $+9^{\circ}\text{C}$  i avkast. Grunnen til at verdiene er høyere for bolig er at fukttilskuddet er høyere i bolig. Roterende varmeveksler har den laveste verdien, dette skyldes at med roterende varmeveksler vil det være en liten luftlekkasje som bidrar til avfukting, i tillegg vil det bli gjenvunnet noe fuktighet. Plateveksler er et lukket system, det er ingen luftlekkasje og fuktoverføring. Denne oppgaven har vurdert veiledende verdier fra NS3031 og kommet frem til at verdiene stemmer for bolig, men for andre bygg som har lavere fukttilskudd er det rom for å se på alternative løsninger.

De ulike avrimingsløsningene har store konsekvenser energibruk. Dette visualisere i tabellen under. Normal frostsikring med løsning der avkasttemperatur begrenses til  $+0^{\circ}\text{C}$  kan sammenlignes med optimal frostsikring. Tabell 11 skal vise antall dager i året systemet avrimer med hver sin løsning. Data for kontor er brukt. Det er tydelig at potensialet er veldig stort for å spare energi. I 2018 vil systemet avrime 72 dager, mens i realiteten er det kun behov for å avrime 2 dager. I 70 dager vil systemet kjøre på redusert virkningsgrad på varmeveksler og dermed bruke mer energi enn nødvendig.

Tabell 11: Optimal vs. normal

Kontor, antall dager systemet avrimer.		
	Normal frostsikring, avkasttemperatur $+0^{\circ}\text{C}$ , avrimer hvis temperatur i avkast går under grense.	Optimal frostsikring, avrimer bare ved reelt behov.
2019	46 dager	2 dager
2018	72 dager	2 dager
2017	51 dager	3 dager

Som nevnt tidligere i oppgaven tilsier erfaring at det i stor grad overdimensjoneres når en planlegger sentrale varmeinstallasjoner. Ventilasjon utgjør en stor bidragsyter til maksimal varmeeffekt i bygg.

Varmebatteriet på aggregatet må dimensjoneres tilstrekkelig stor til å dekke effektbehovet i frostsikringsperiodene. Varmebatteriet skal med andre ord dimensjoneres til verste tilfelle. Hvis ulike bygg vurderes individuelt med hensyn til sine forhold så kan varmebatteriene dimensjoneres mindre, som kontor. For noen bygg vil forholdene ikke tillate at varmebatteriet dimensjoneres mindre, som bolig. Det konkluderes med at avriming må hensyntas ved dimensjonering av varmeanlegg, men det må gjøres en individuell vurdering av hvert aggregat ift. hvor stort behovet er for avriming. Hvis det er behov for avriming så må det tas hensyn til i dimensjonering av varmebatteriet på enkelte aggregat. Selv om varmebatteriet på hvert enkelt anlegg blir stort, så kan det fortsatt spares masse energi ved å bruke optimale løsninger slik at systemet kun avrimer når det er reelt behov.

Brukes optimal frostsikring er det mulighet for tiltak for å redusere samtidig effektuttak ved flere aggregater i samme varmeanlegg. Hvis et bygg har flere aggregater er det mulig å programmere de slik at de ikke avrimer samtidig. Med optimal avriming kan systemet identifisere når det nærmer seg avriming, det gjør at det kan lages en forrigling mellom systemene slik at de forhindrer at systemene må avrimes samtidig. Dette er et tiltak som anbefales for å redusere samtidig effektuttak fra varmeanlegg.

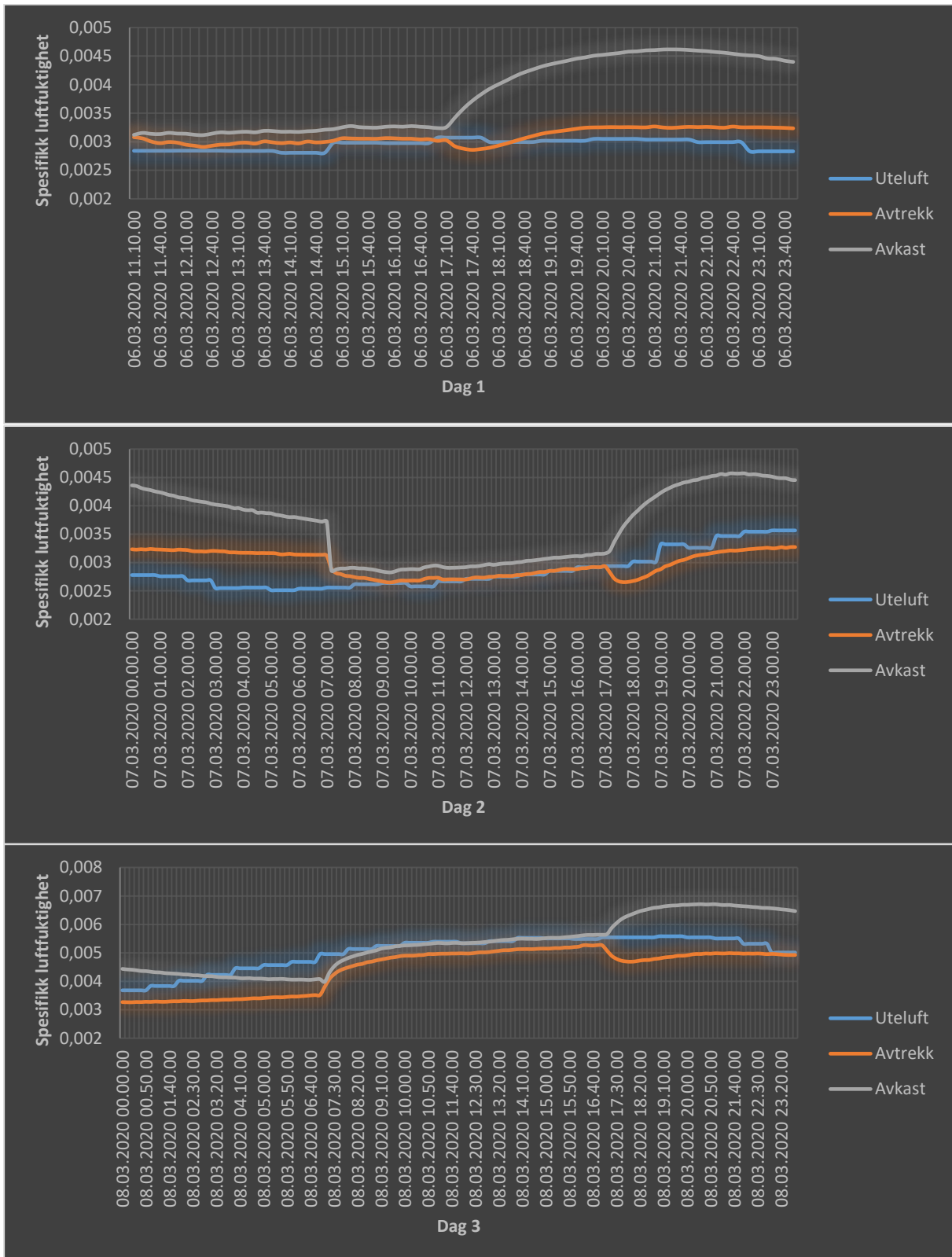
## Referanser

1. Johansson, D., Wahlstrøm, Å., Dahlblom, M. (2019) *Defrosting and frost protection measurements of heat recovery in cold climate*, Lund University, Sweden.
2. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 174.
3. Ecodesign 2018 [14.05.2020]  
<https://www.systemair.com/no/support/good-to-know/ecodesign-directive-erp/>
4. Byggforskserien, «552.340 Varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg», 32 frostsikring. [05.04.2020]  
[https://www.byggforsk.no/dokument/537/varmegjenvinnere\\_i\\_ventilasjonsanlegg#i32](https://www.byggforsk.no/dokument/537/varmegjenvinnere_i_ventilasjonsanlegg#i32)
5. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 227.
6. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 229.
7. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 231.
8. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 239.
9. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 175.
10. Norsk klima servise senter [05.04.2020]  
<https://seklima.met.no/observations/>
11. *SN-NSPEK 3031:2020 Tabell F.4 – Typiske verdier for minste avkasttemperatur avhengig av type varmeveksler.*
12. Ingebrigtsen, S. (2017). *Ventilasjonsteknikk del 1* (4. utg.). Oslo: Skalands Press AS. S. 180.
13. <https://www.lhl.no/sunnere-bolig/fukt/8-grunner-til-for-hoy-luftfuktighet> [06.06.2020]
14. Hansen, H.E., Kjerulf-Jensen, P., Stampe, O.B. (1992) *Varme og klimateknikk grundbog* (2. utg.). København: Teknisk Forlag AS. S. 134

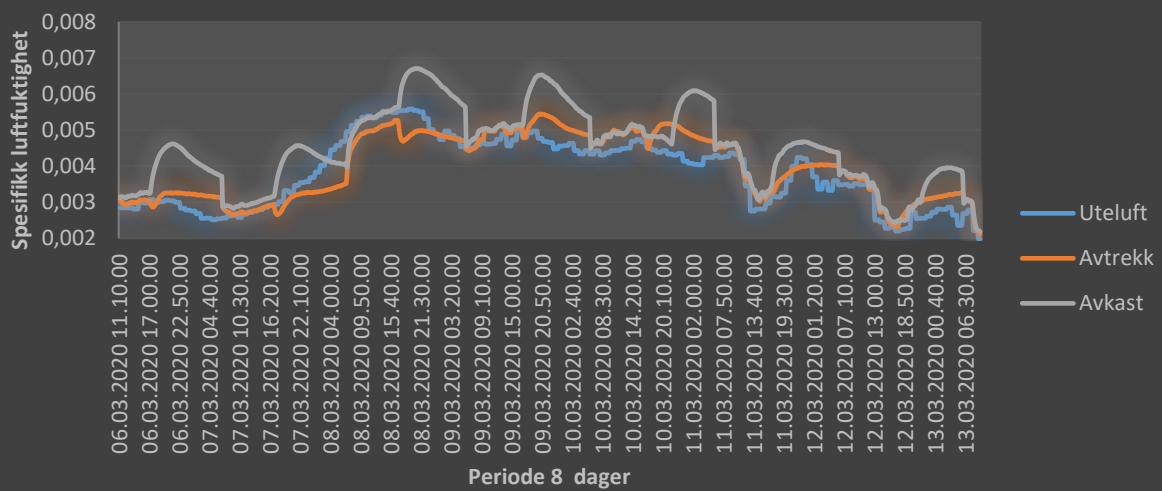
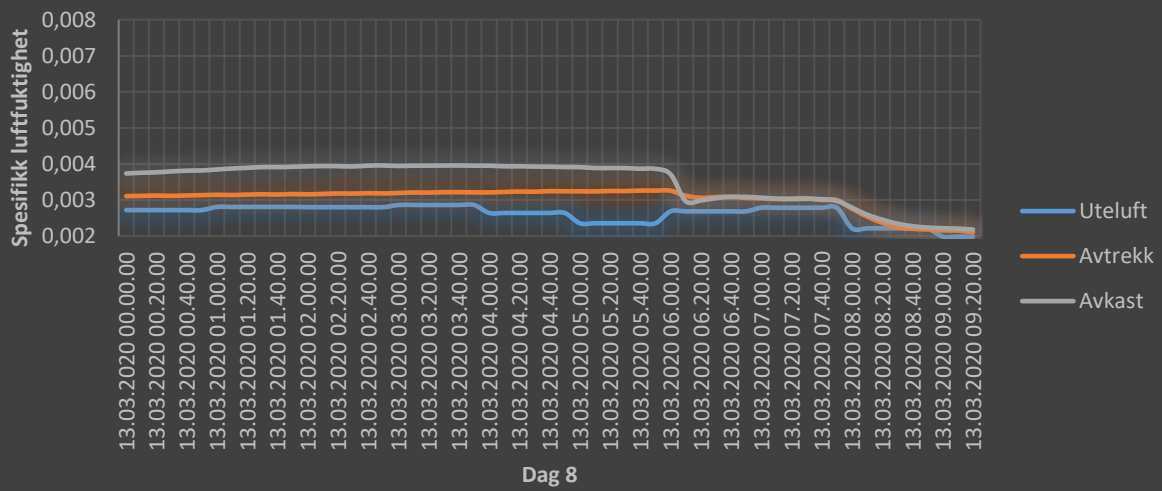
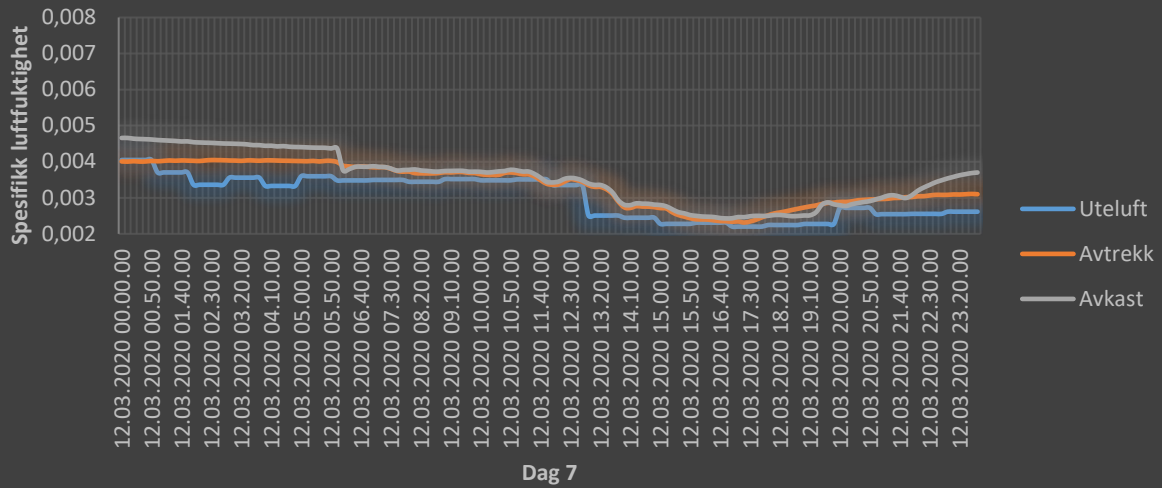
# Vedlegg

Vedlegg 1, Resultat fra målinger i aggregat 36.01, 36.03, 36.05 og 36.18.

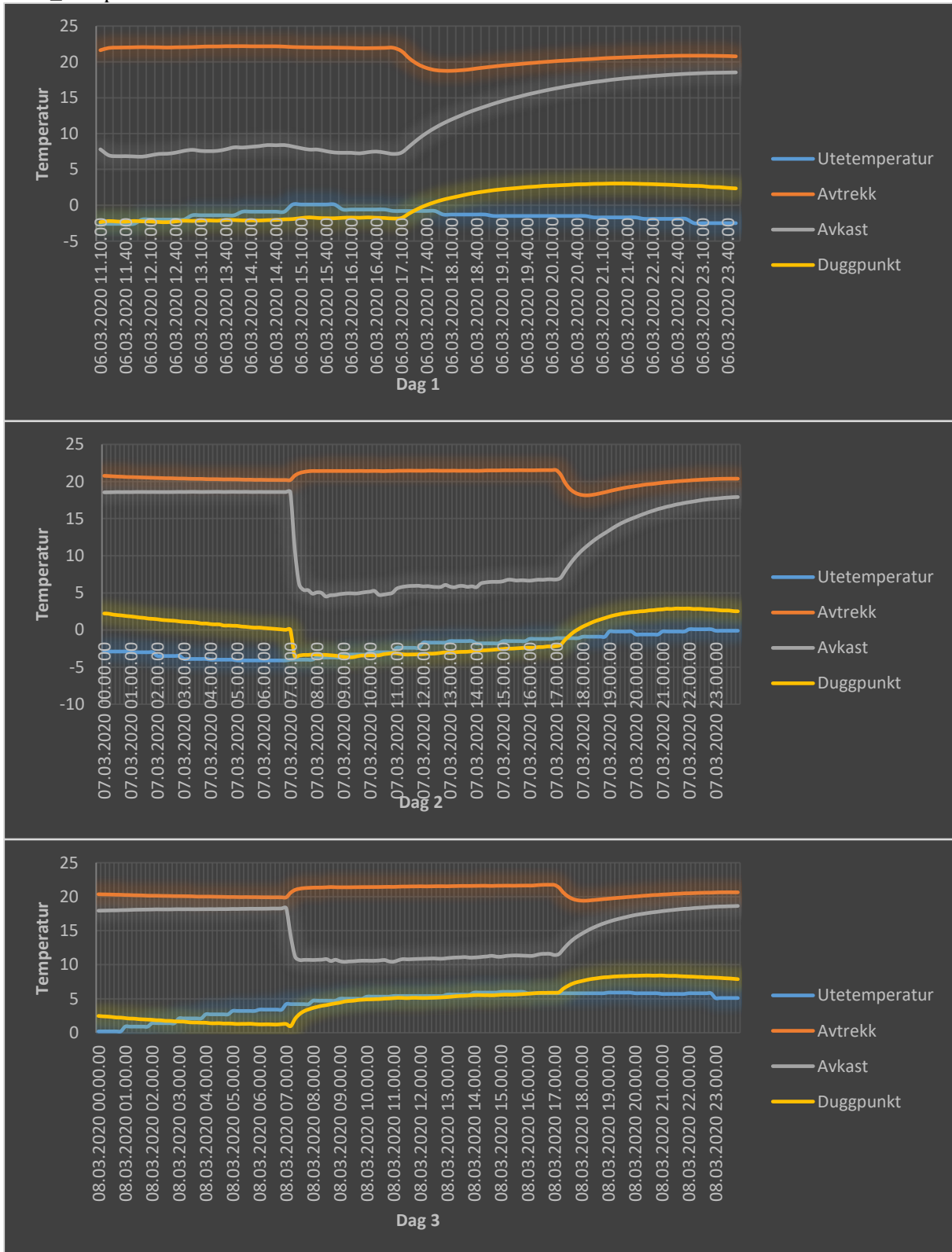
## 3601\_Fuktighet



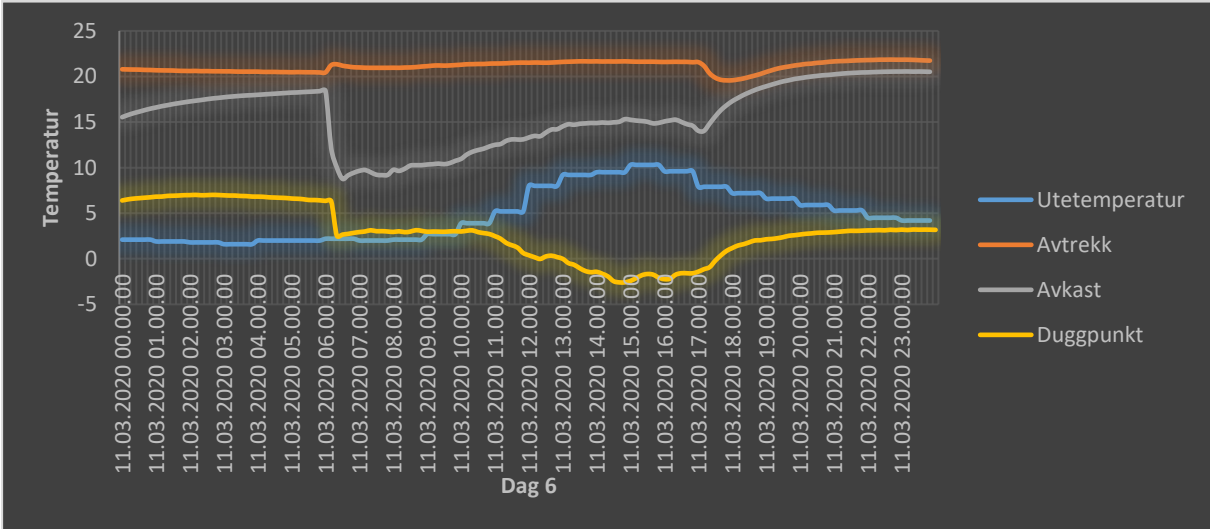
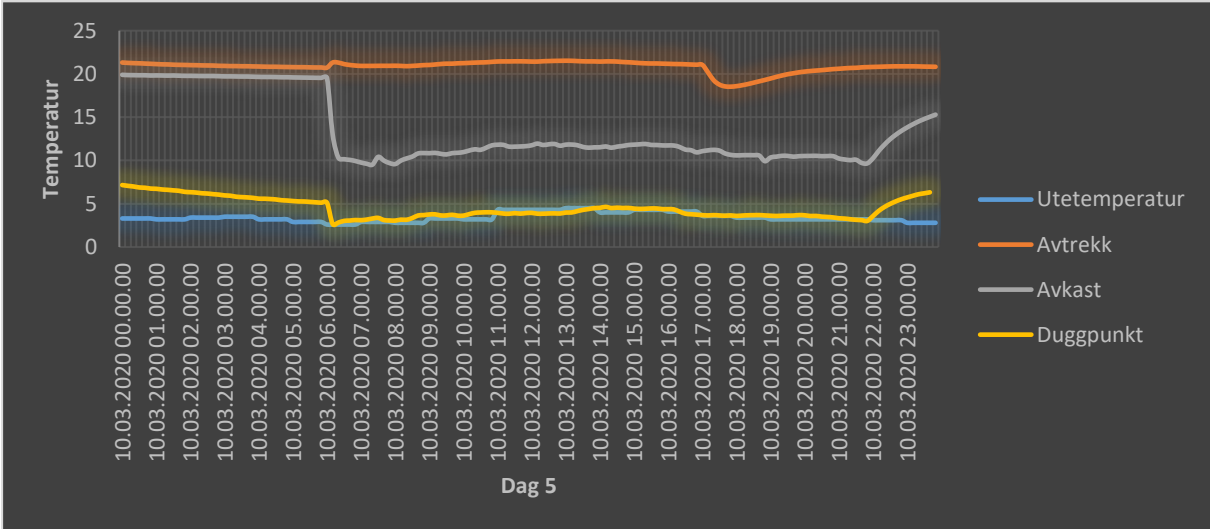
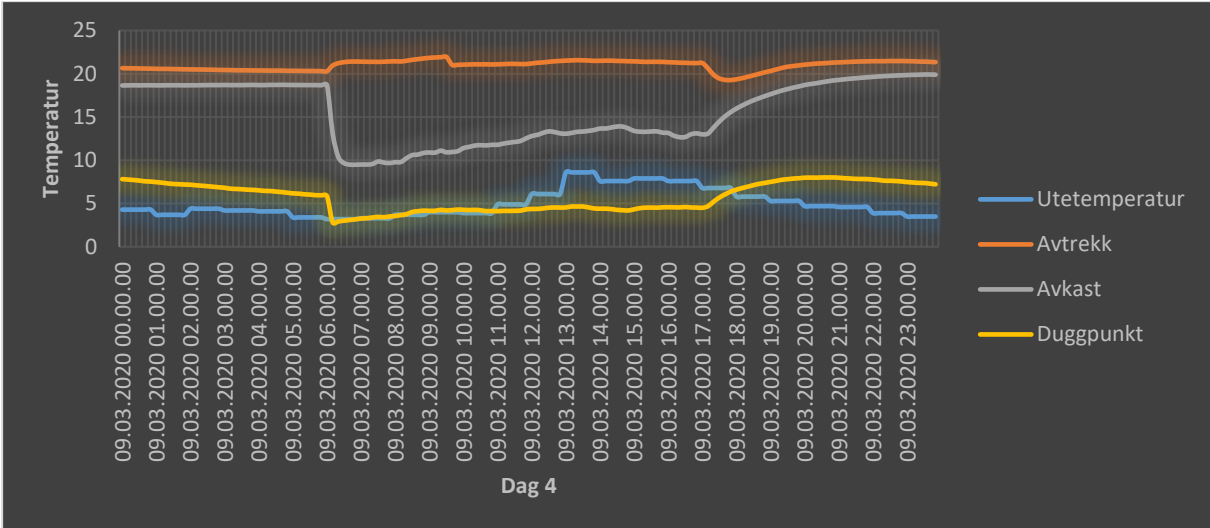


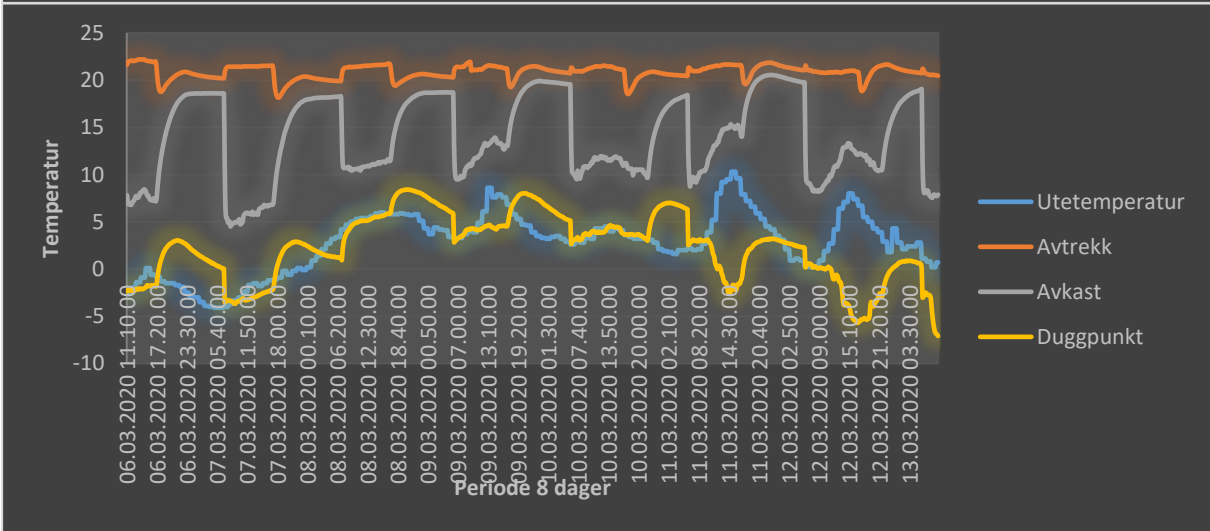
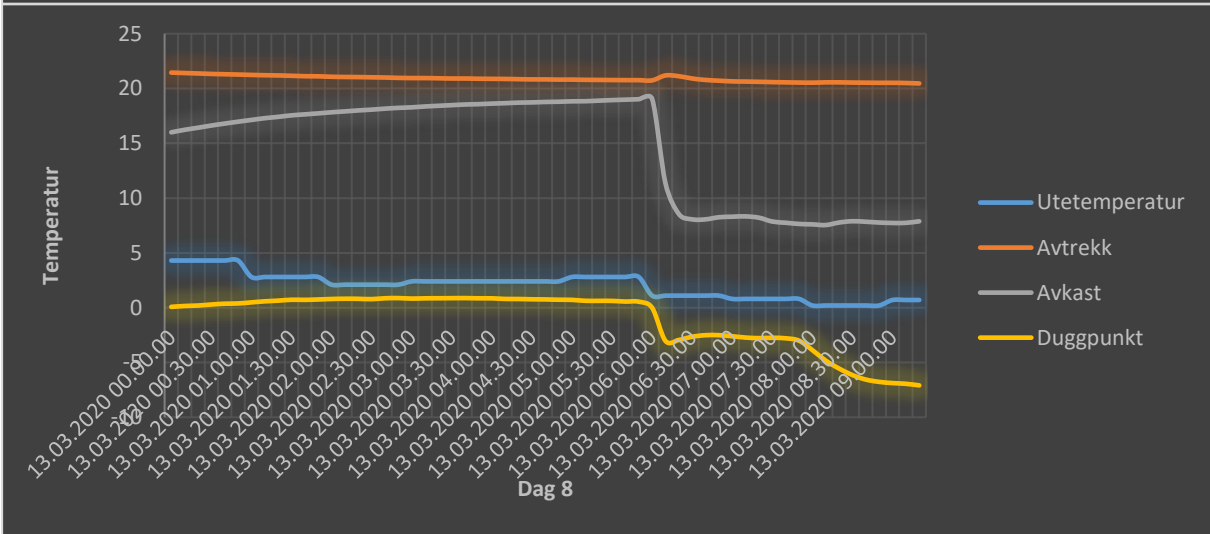
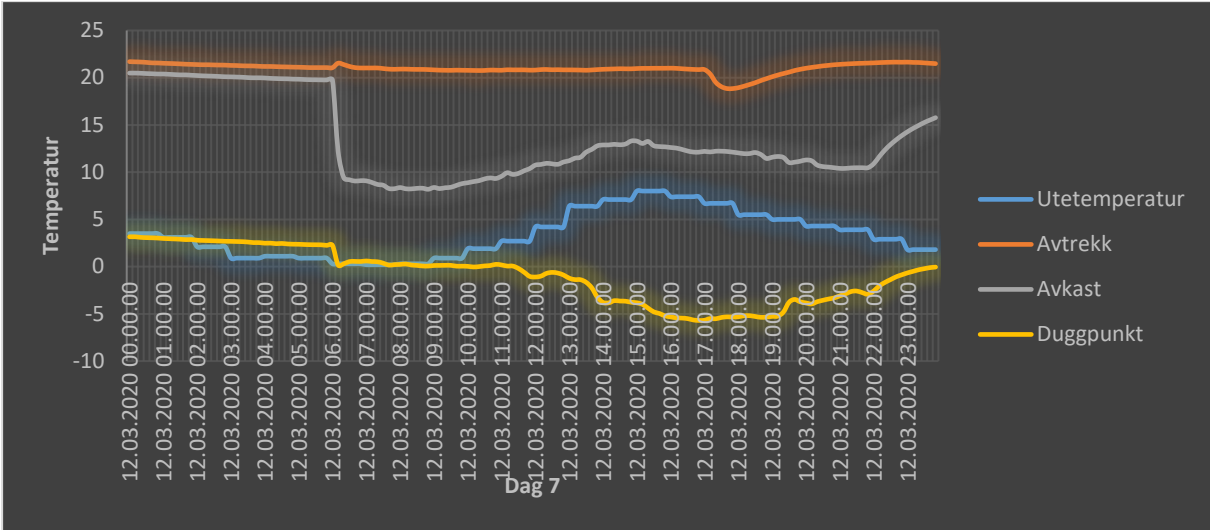


### 3601\_Temperatur

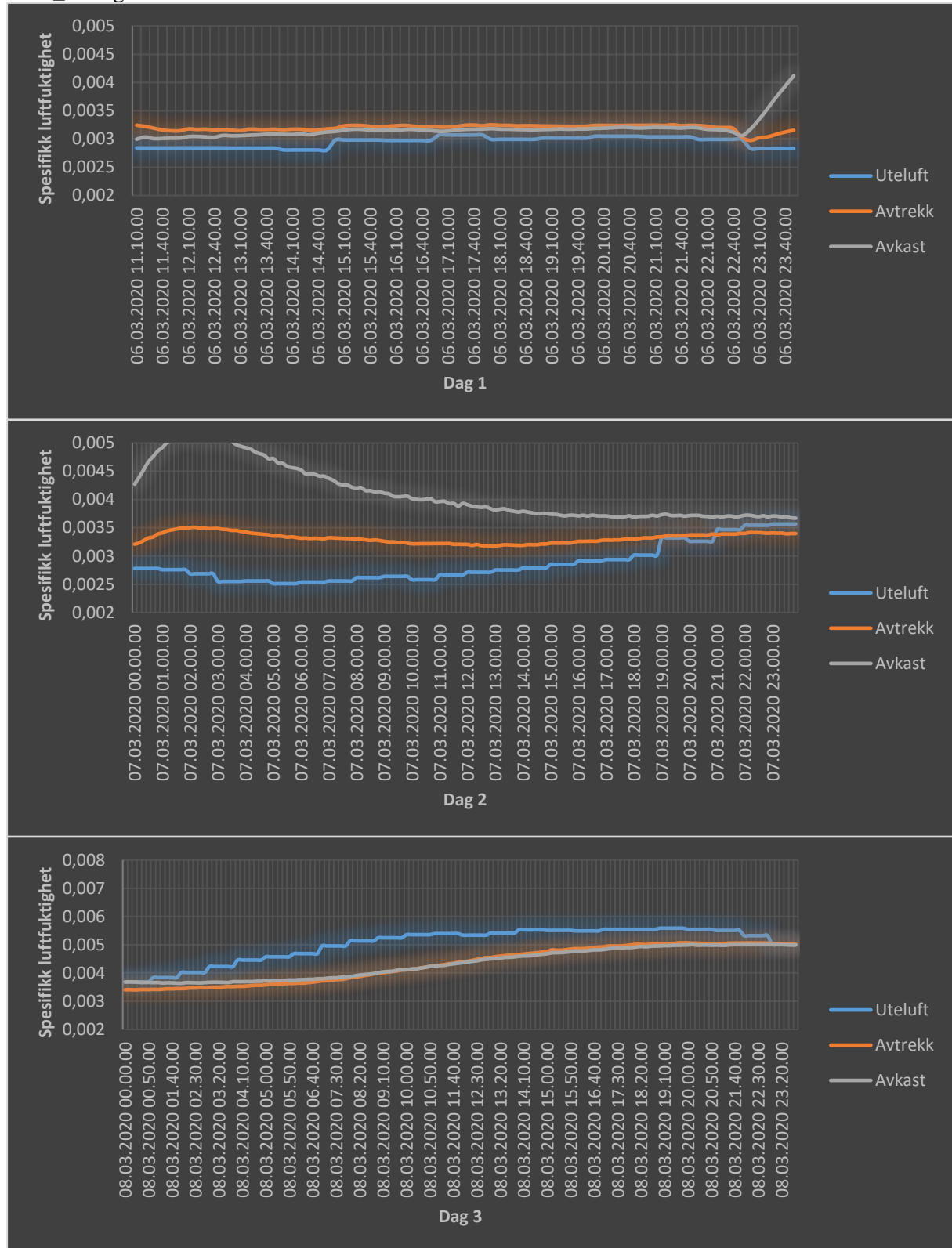




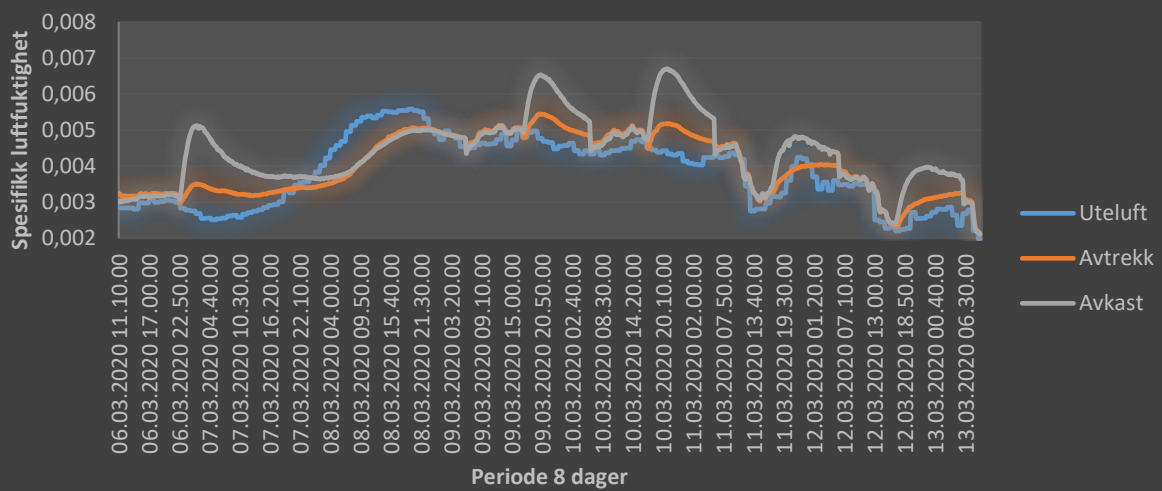
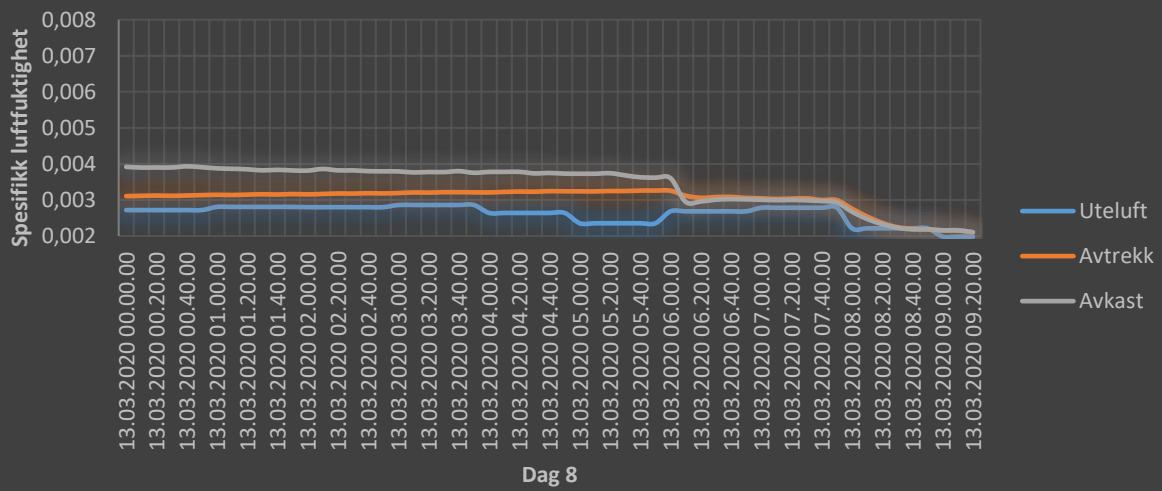
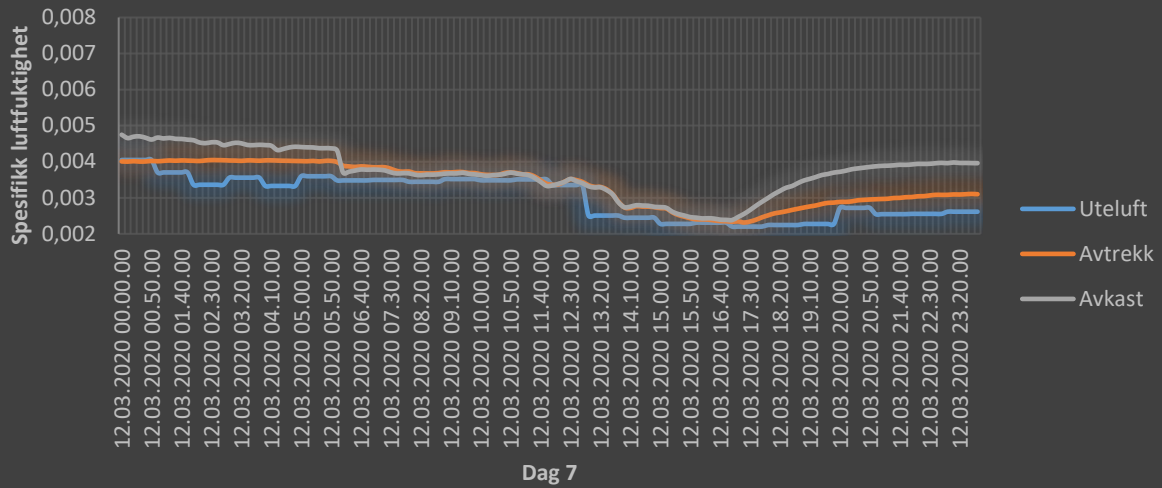




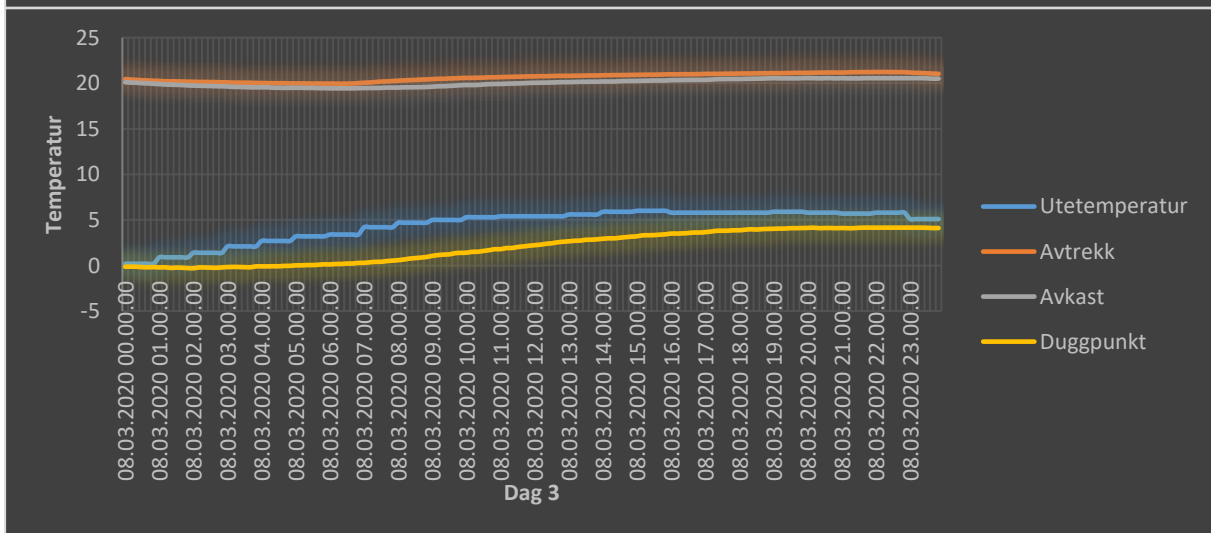
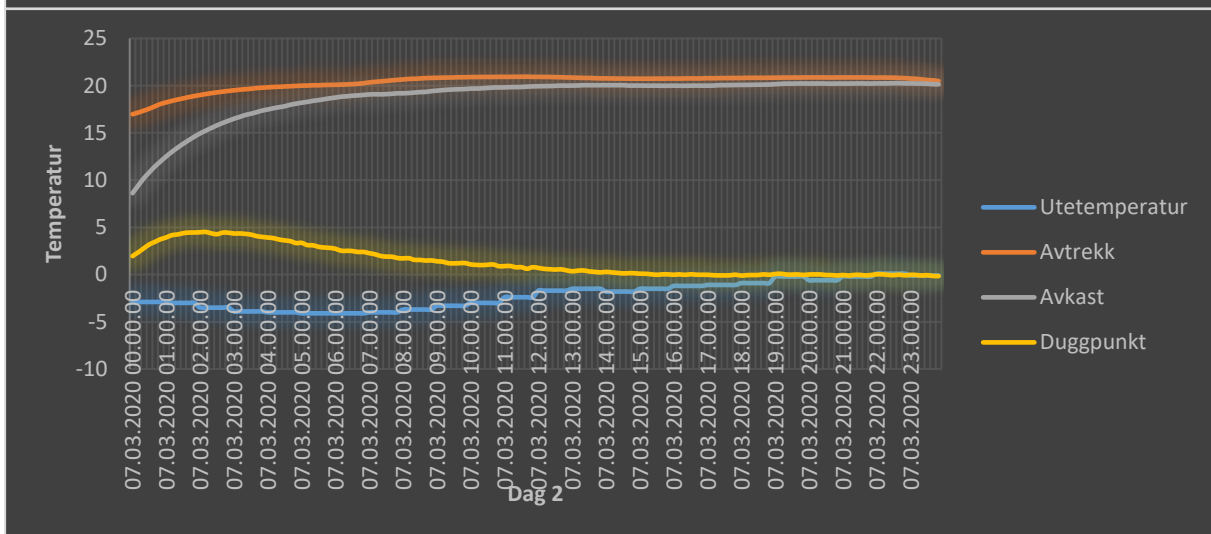
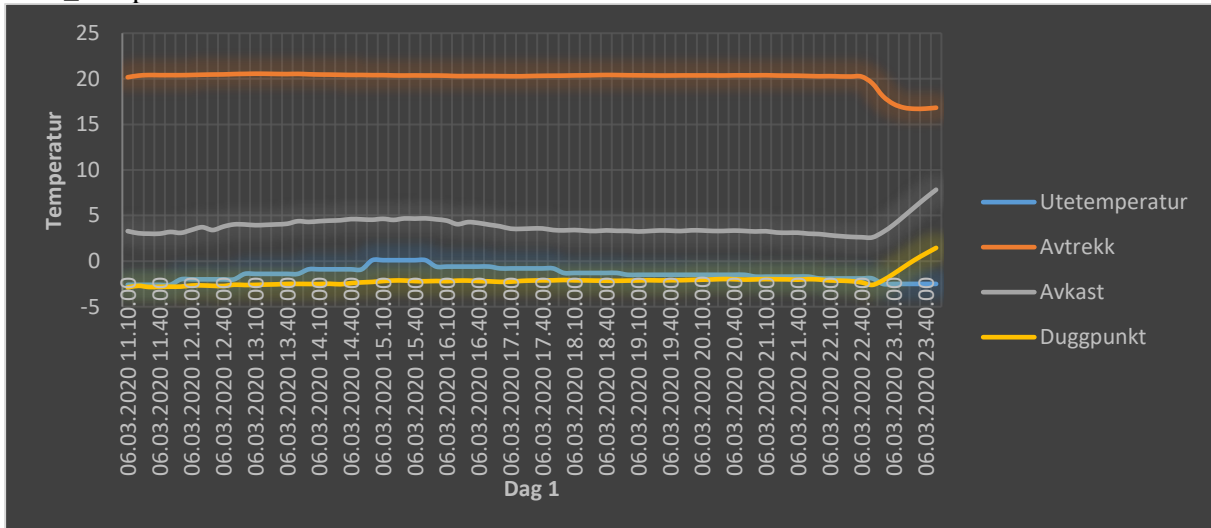
### 3603\_Fuktighet

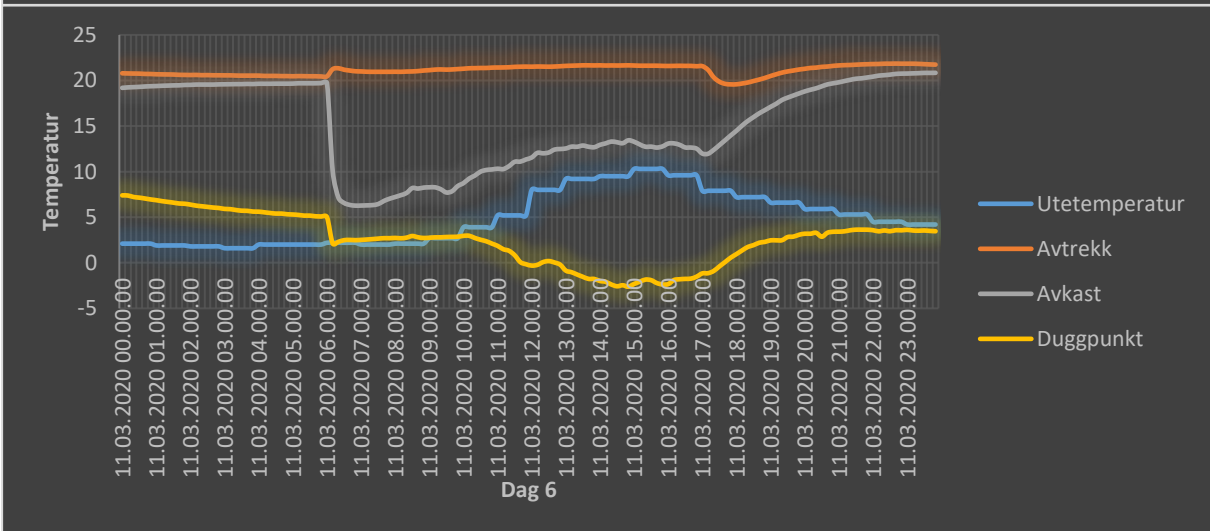
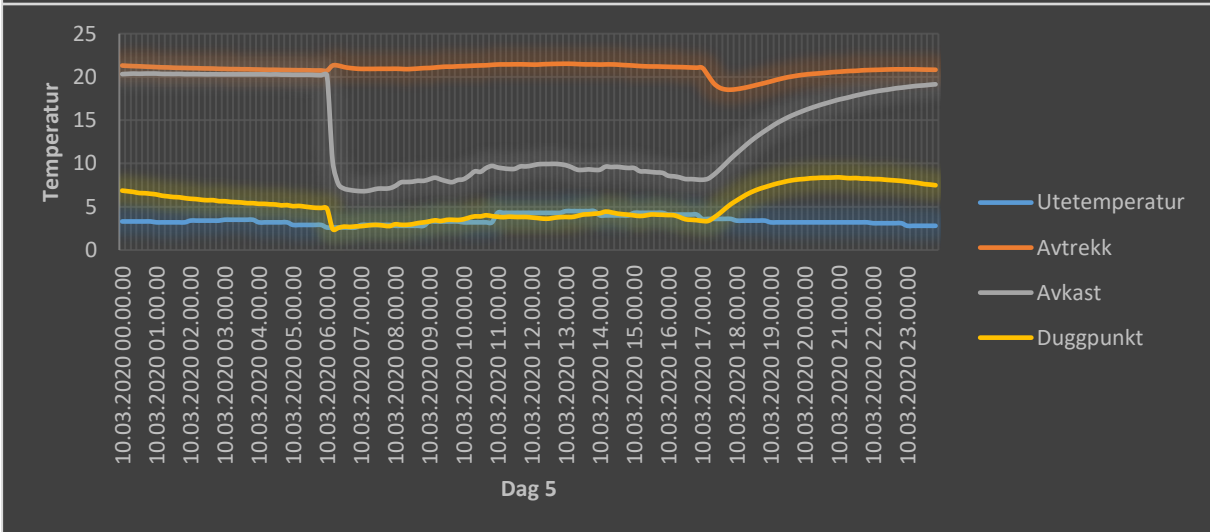
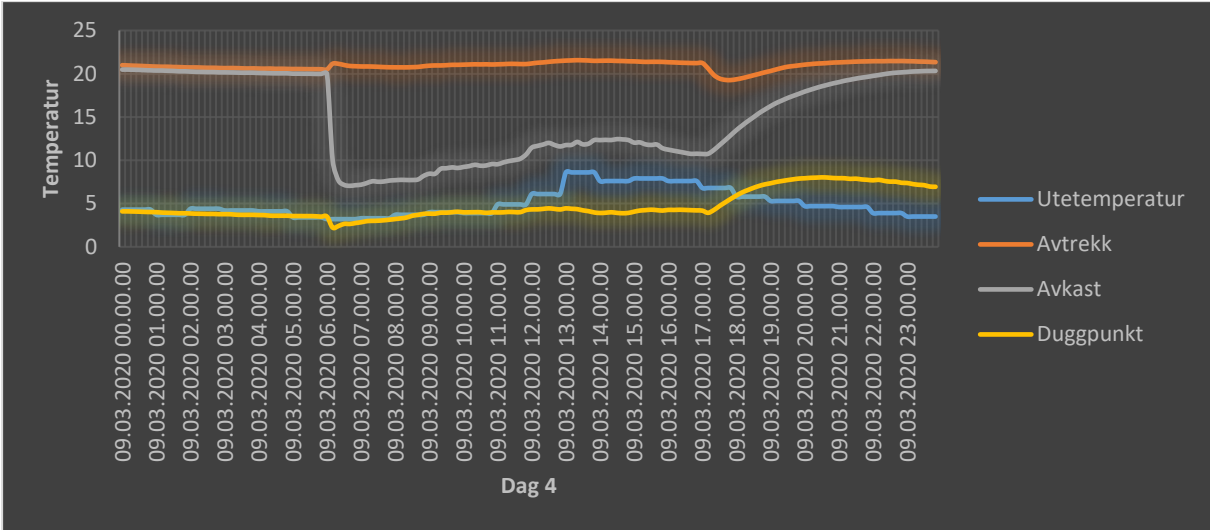


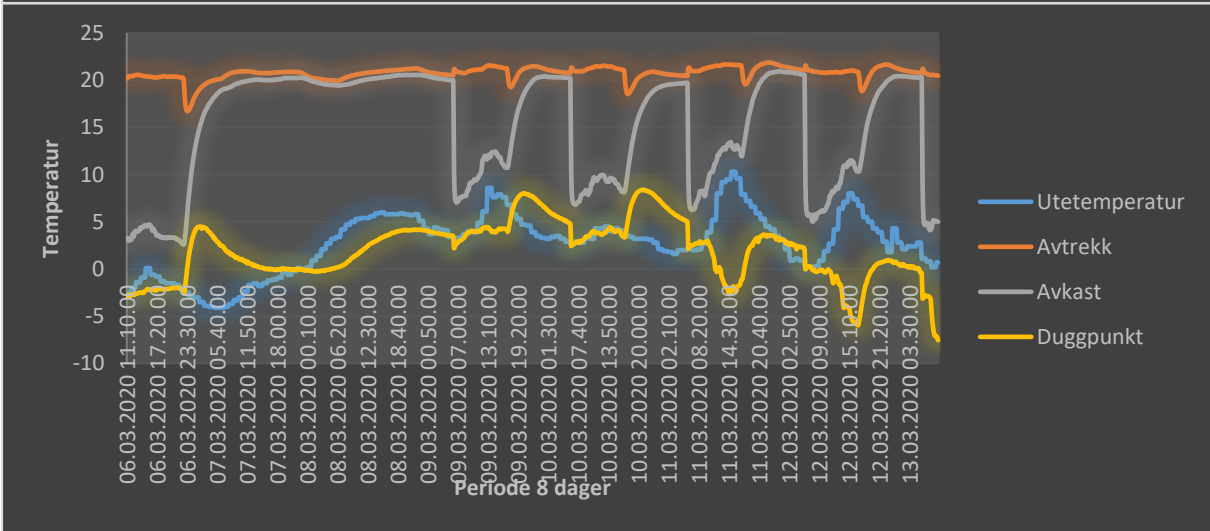
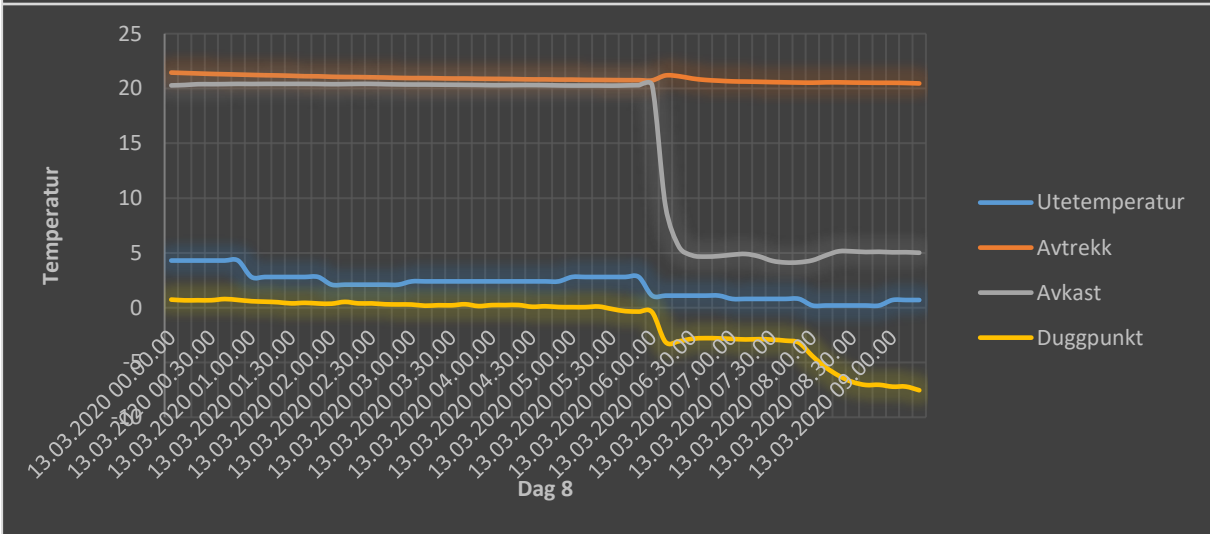
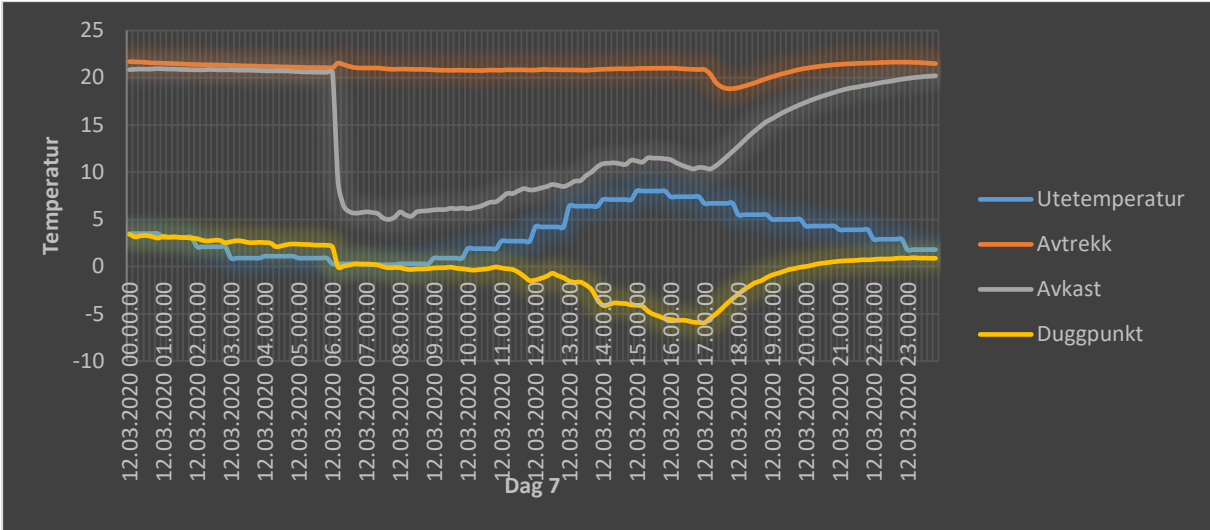




### 3603\_Temperatur

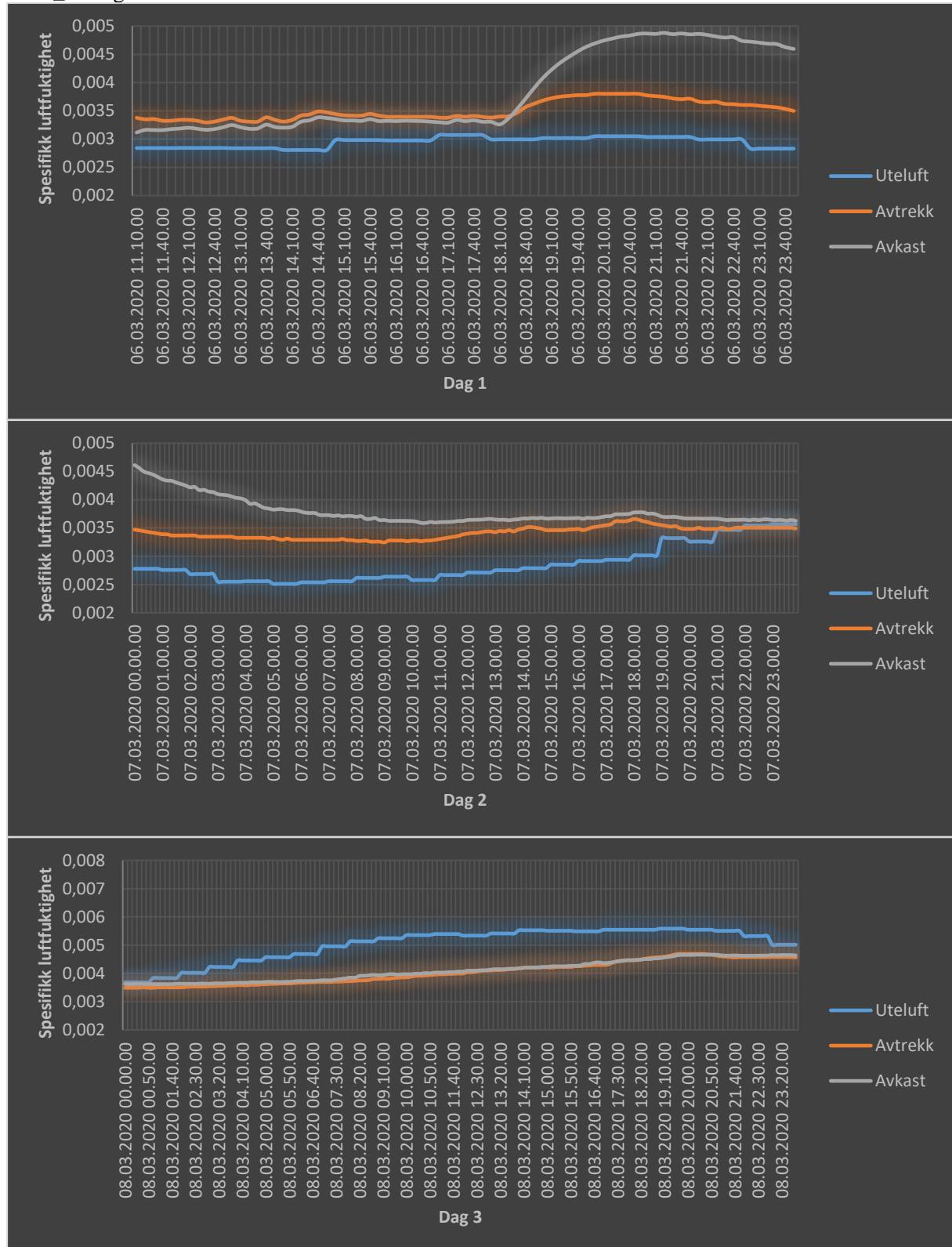




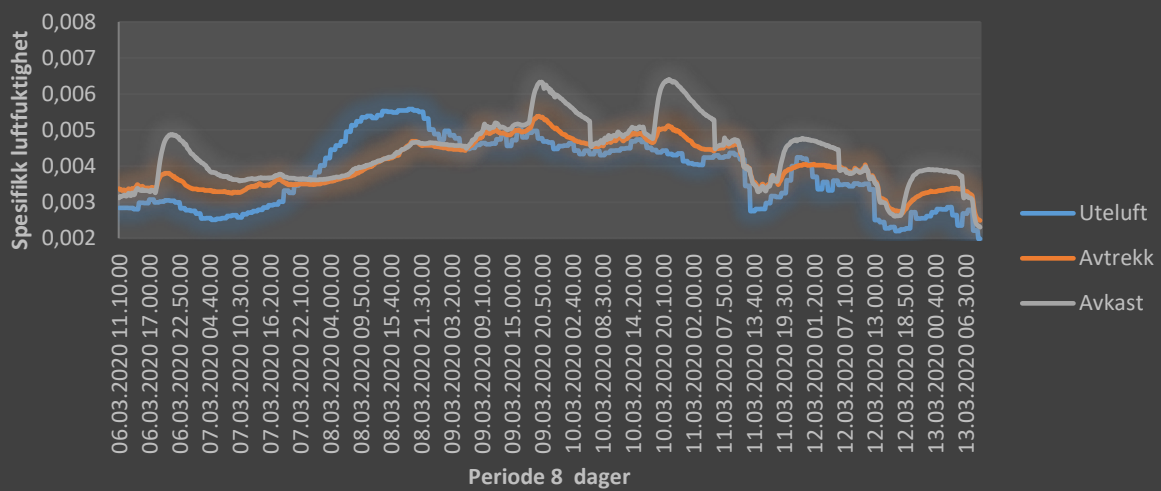
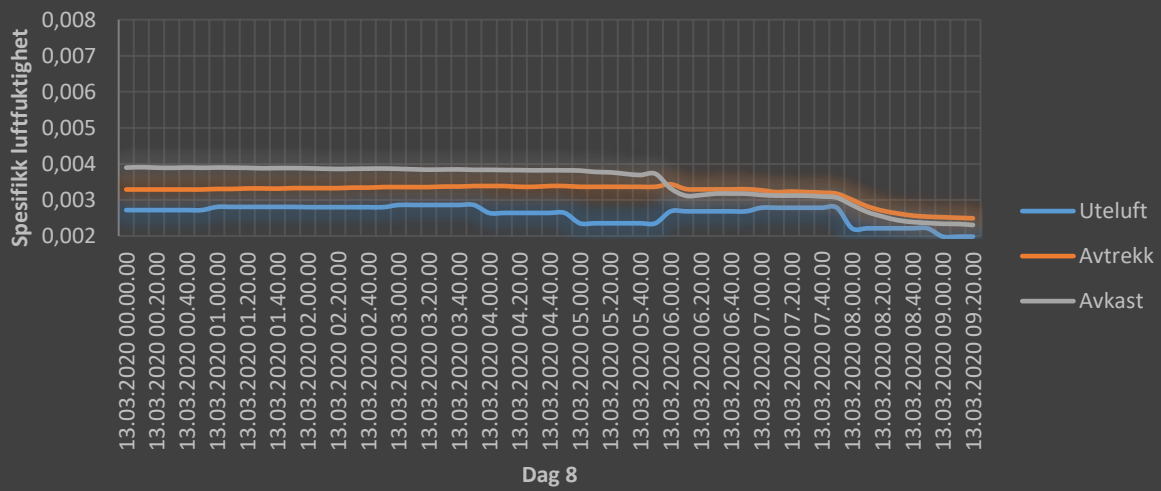
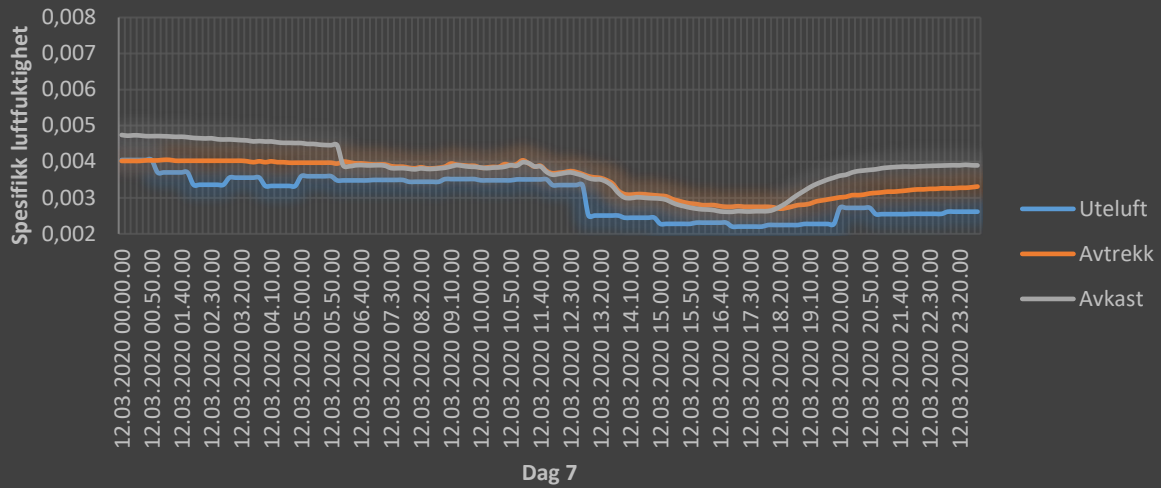




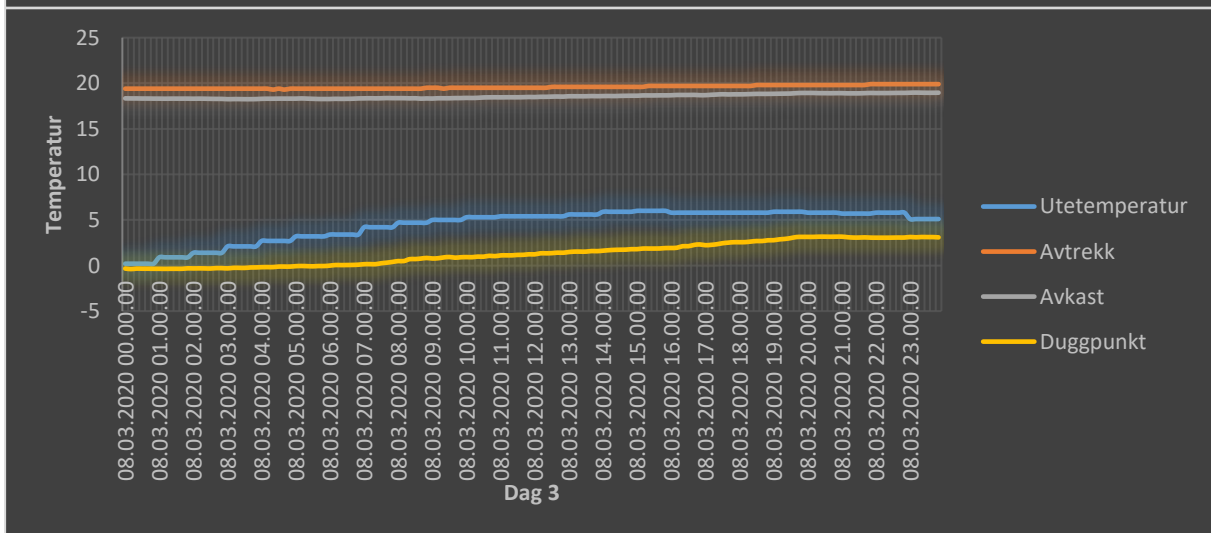
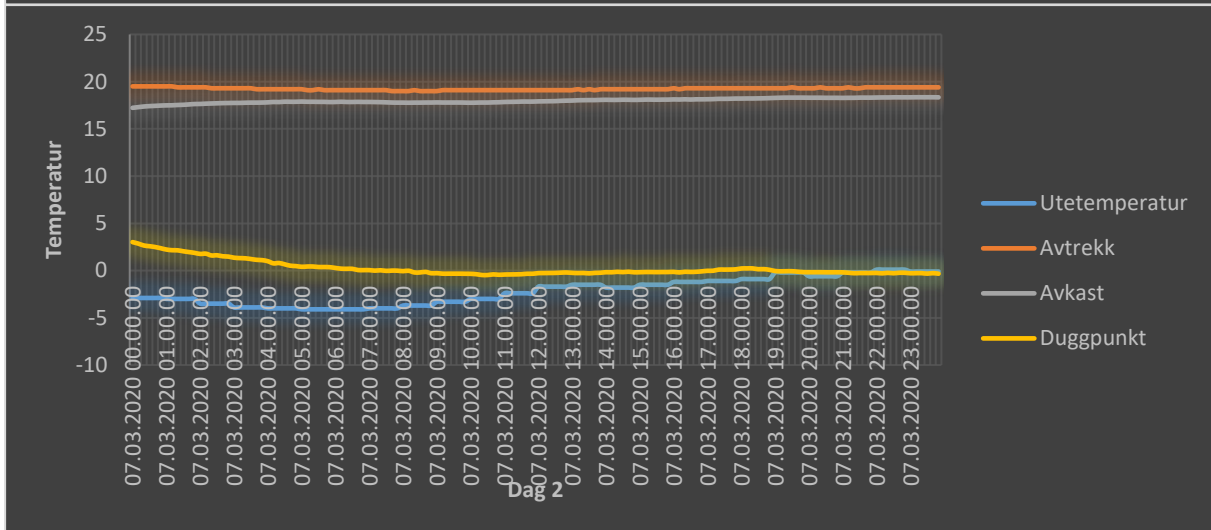
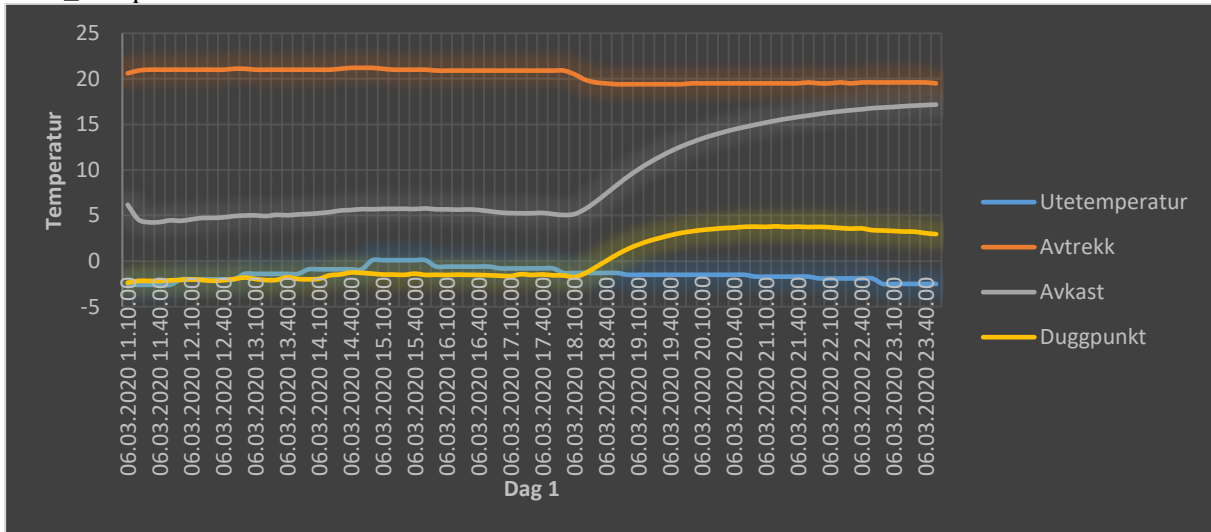
### 3605\_Fuktighet

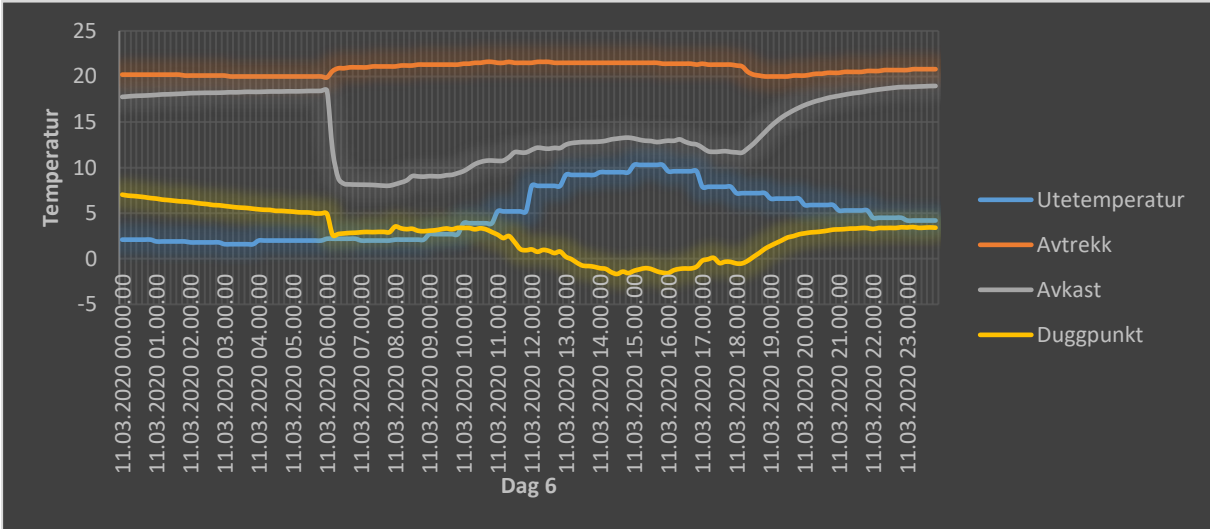
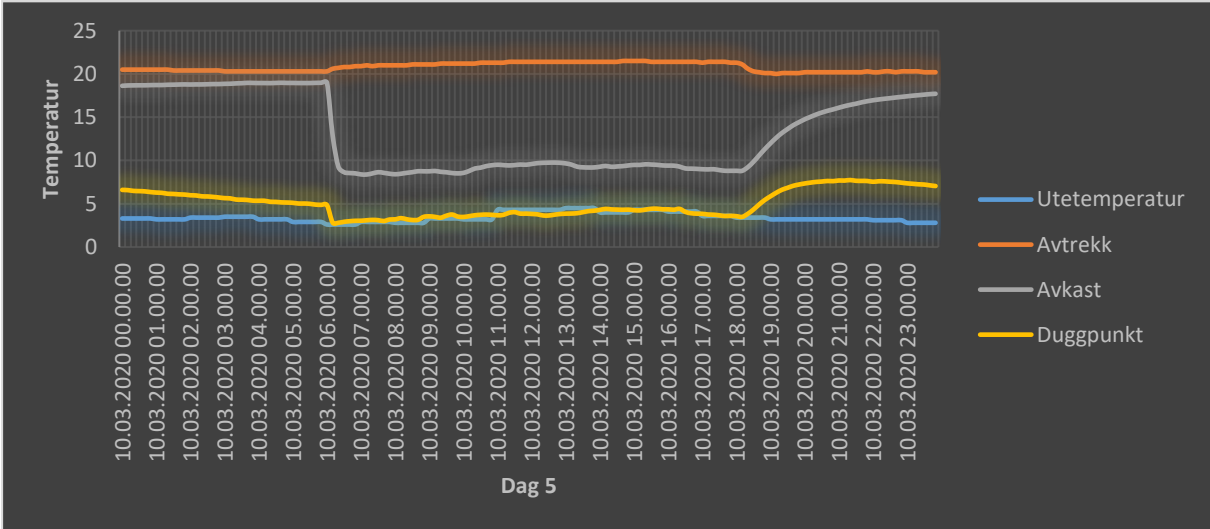
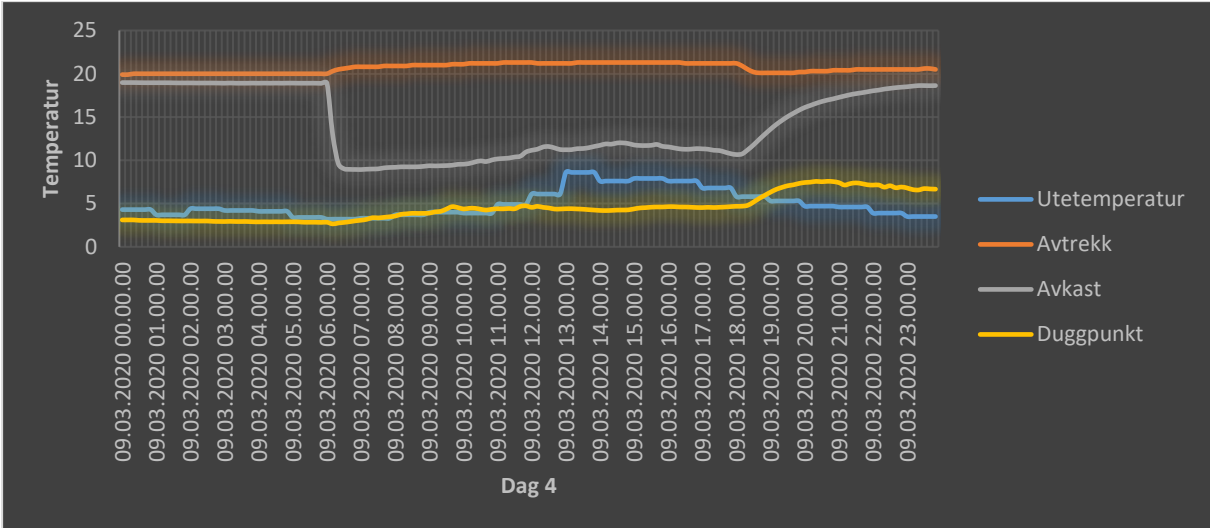


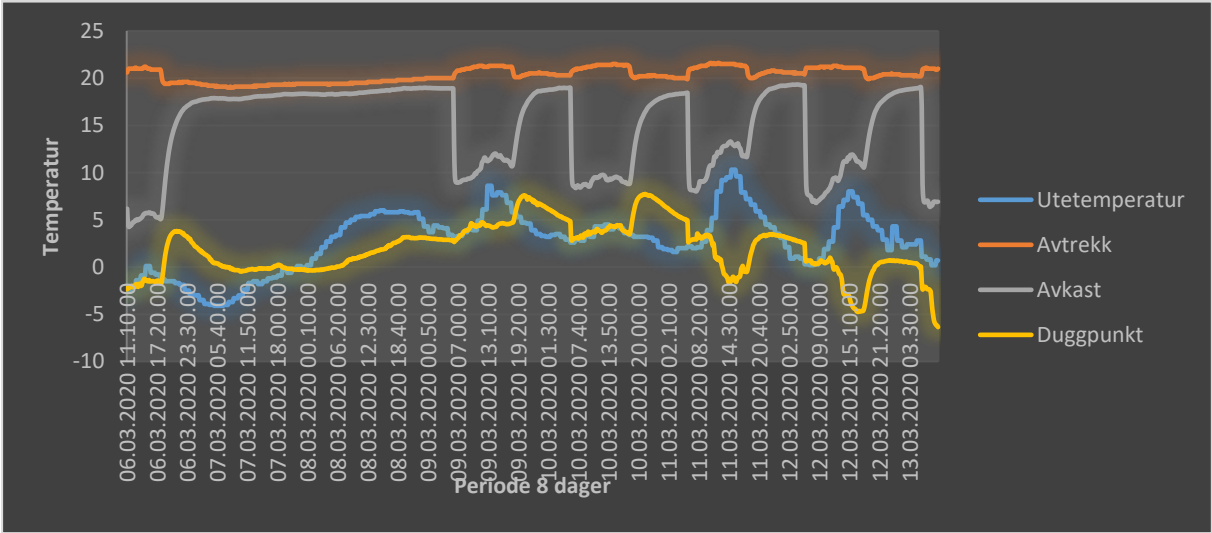
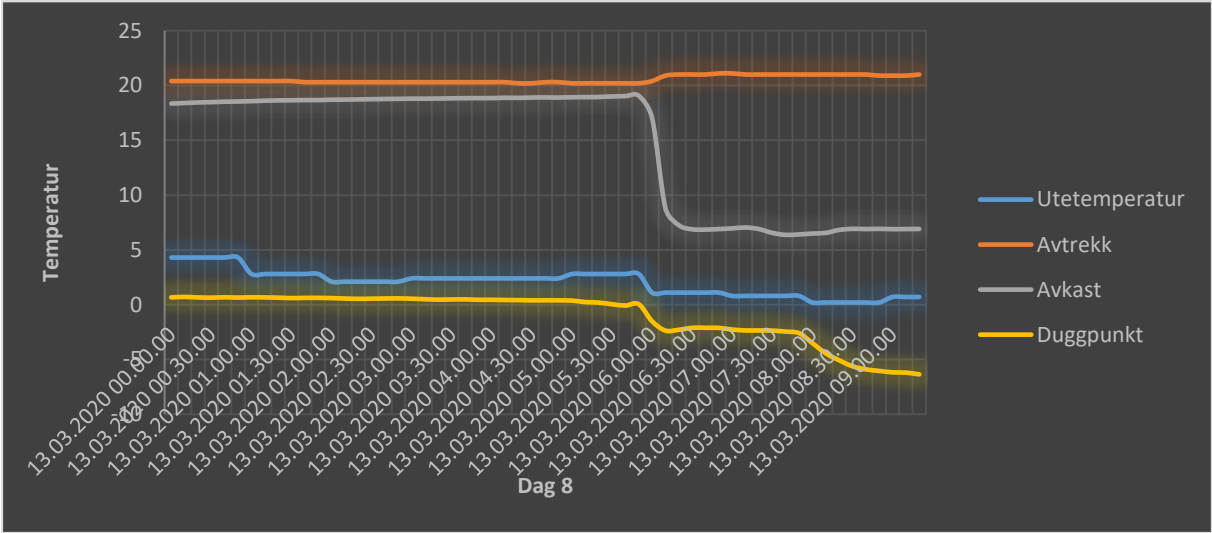
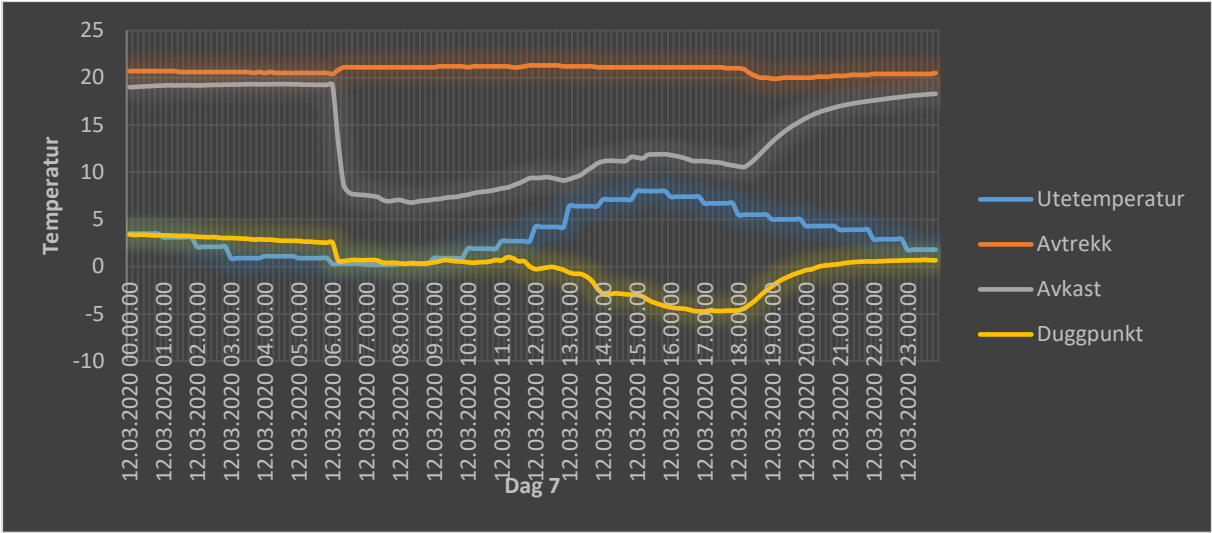




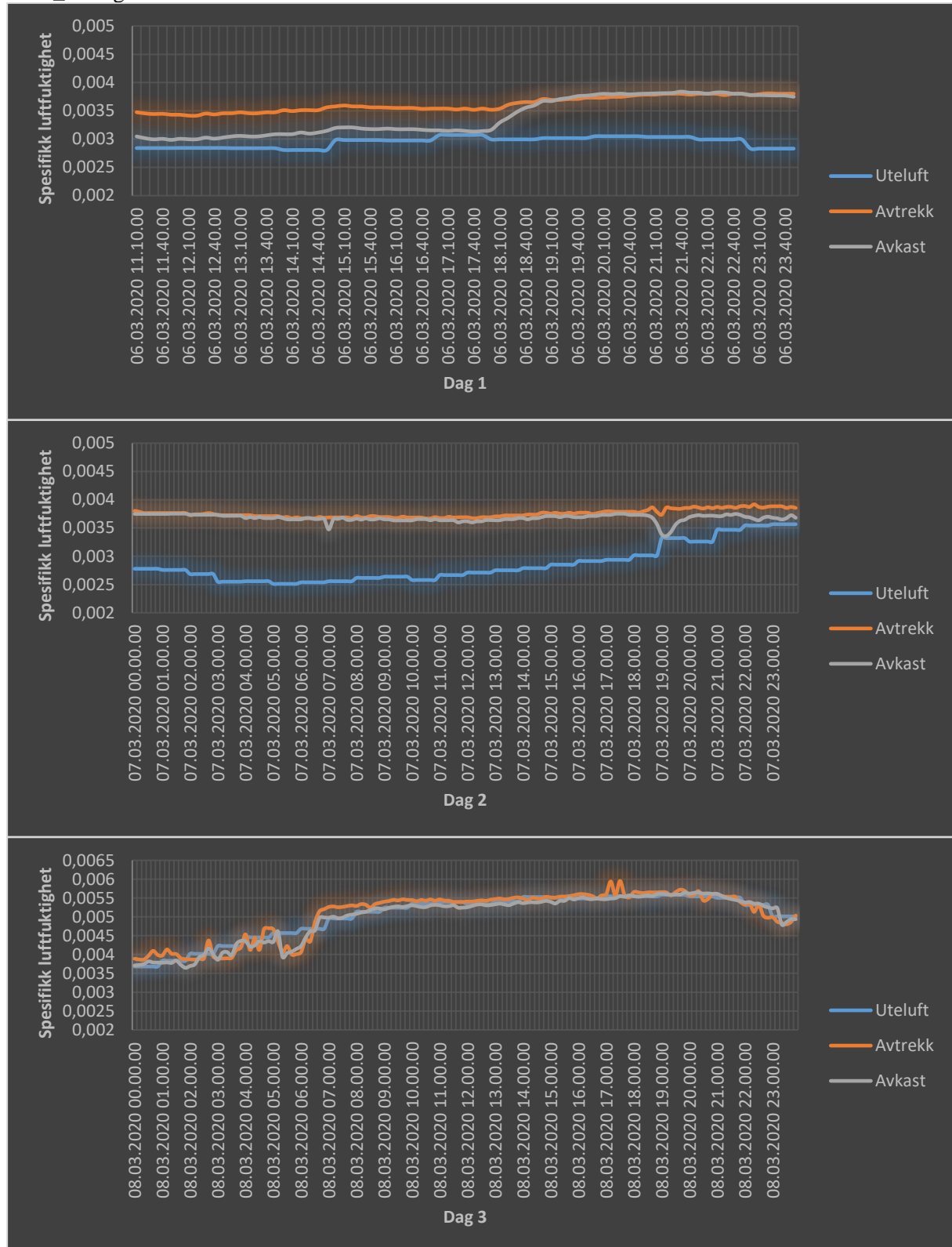
### 3605\_Temperatur

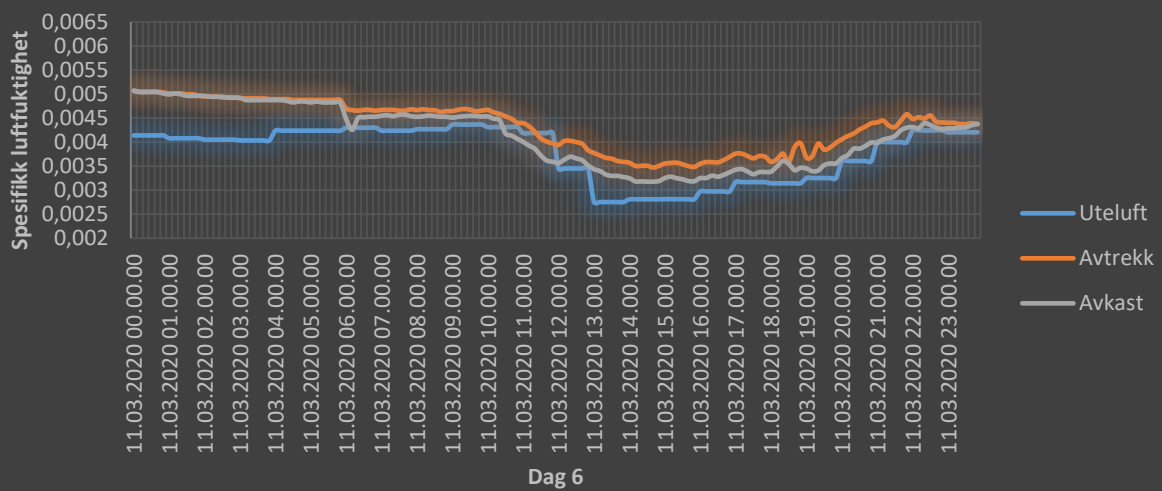
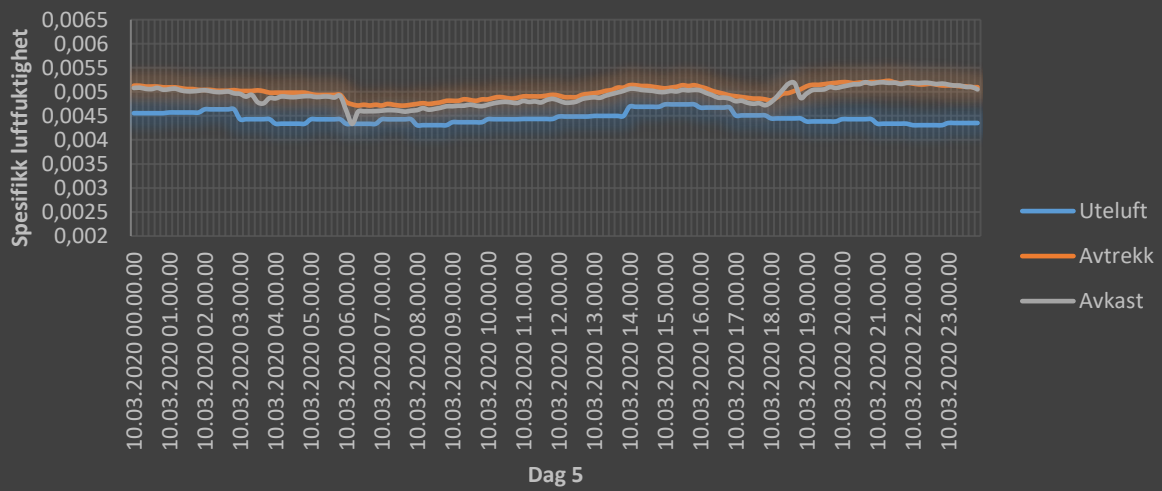
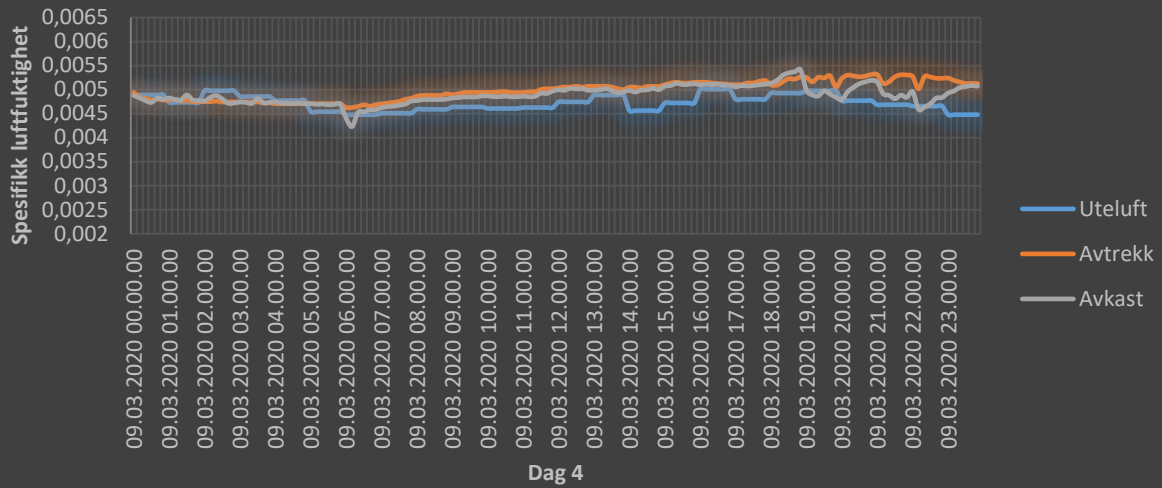




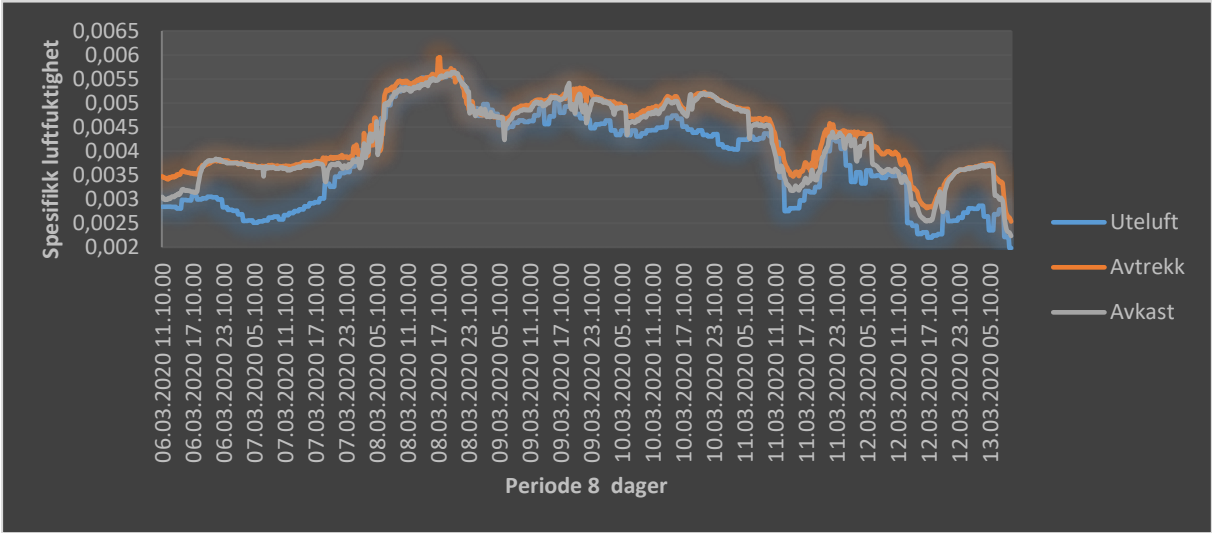
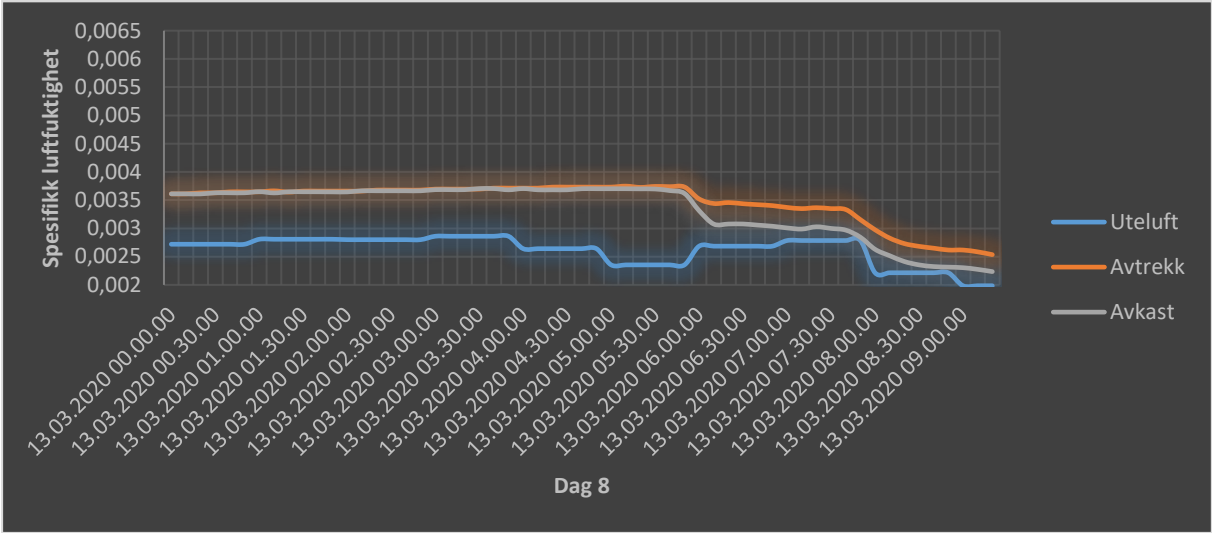
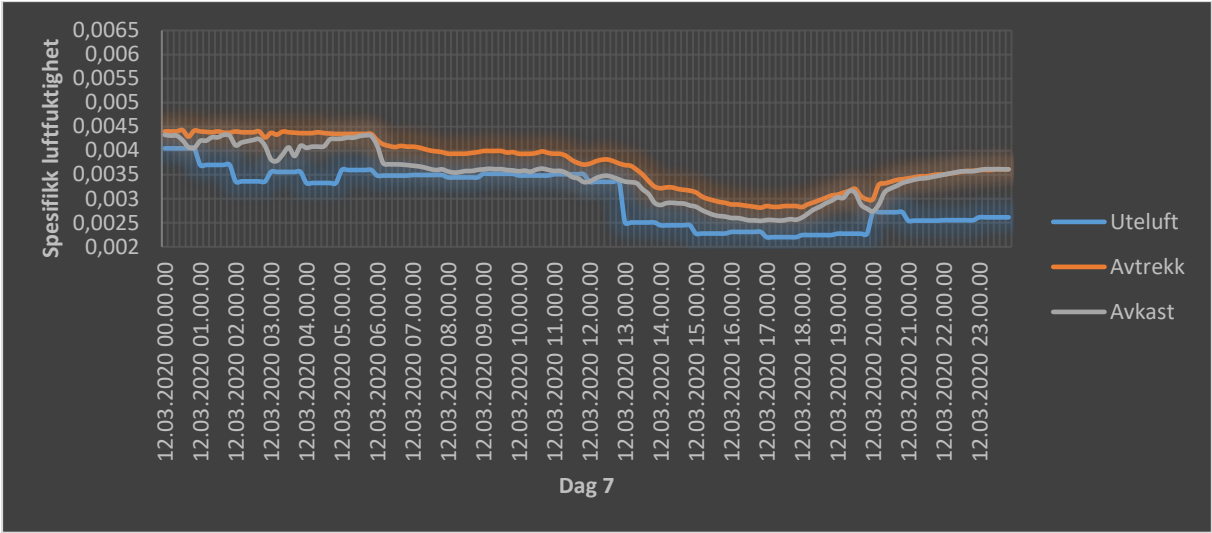


### 3618\_Fuktighet

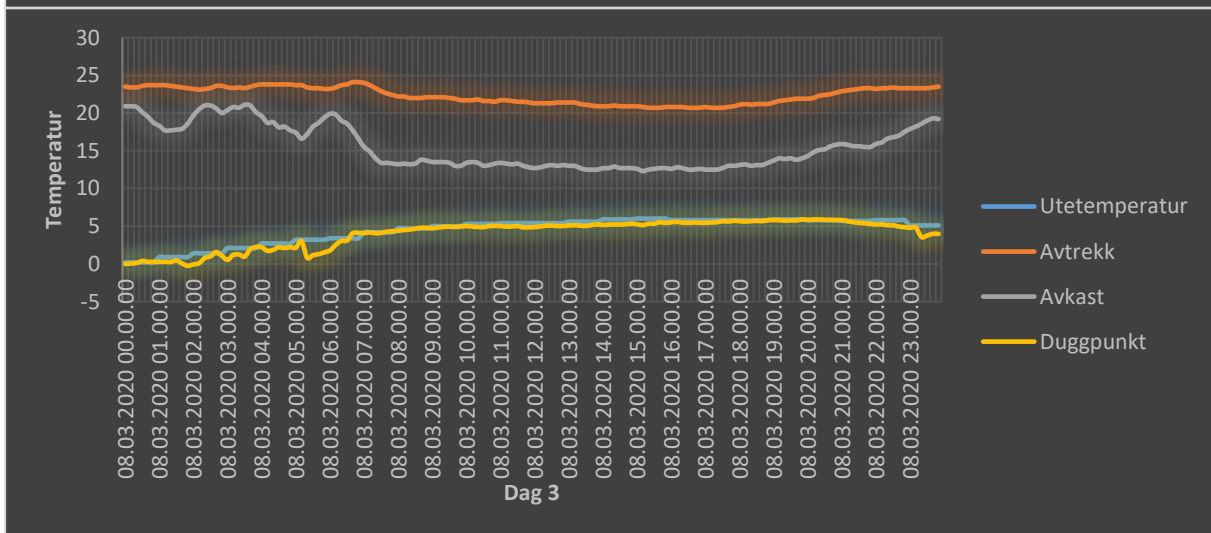
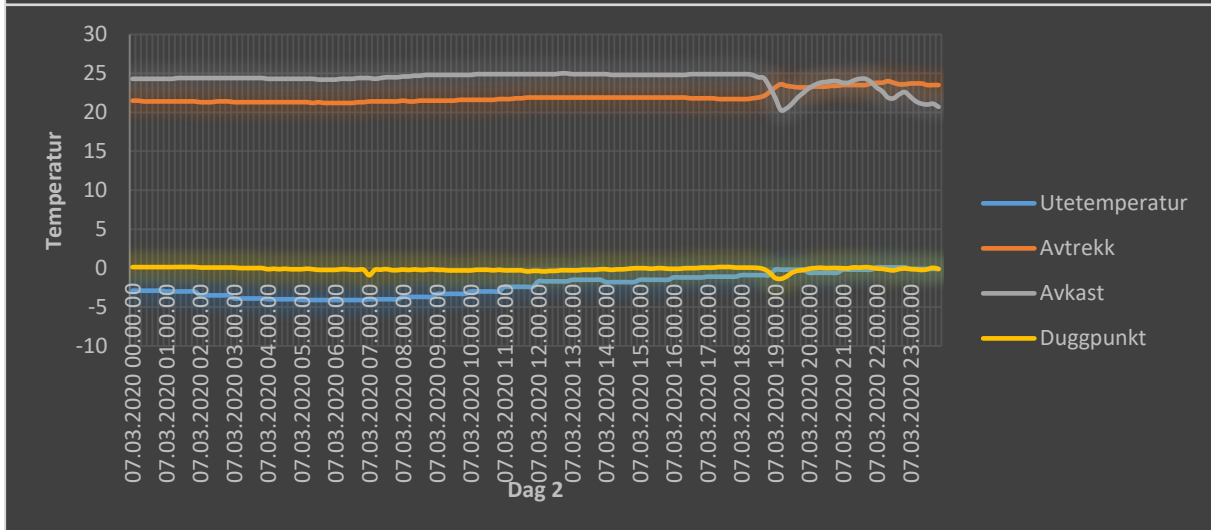
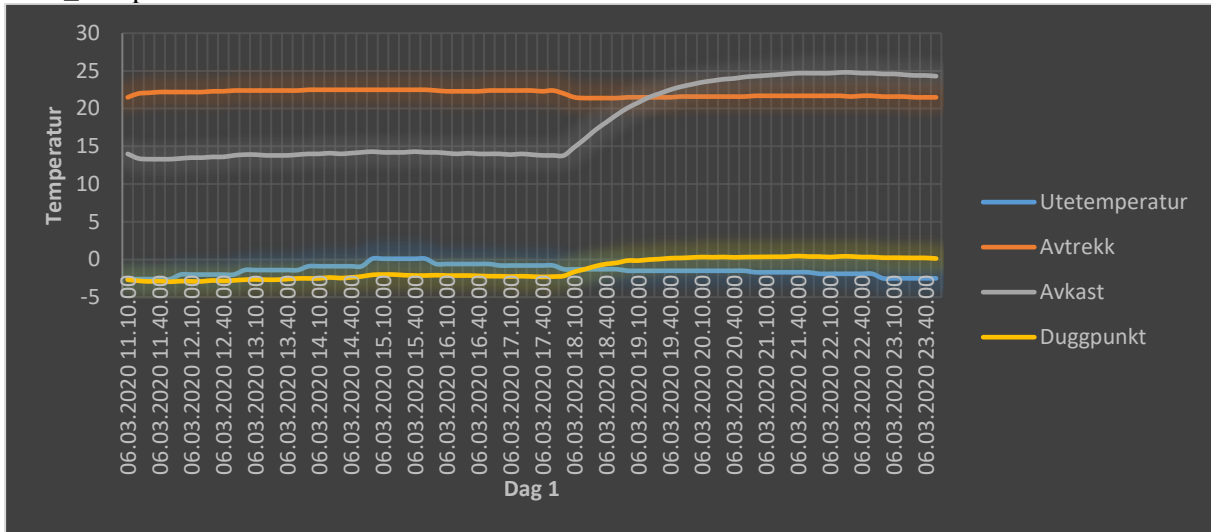


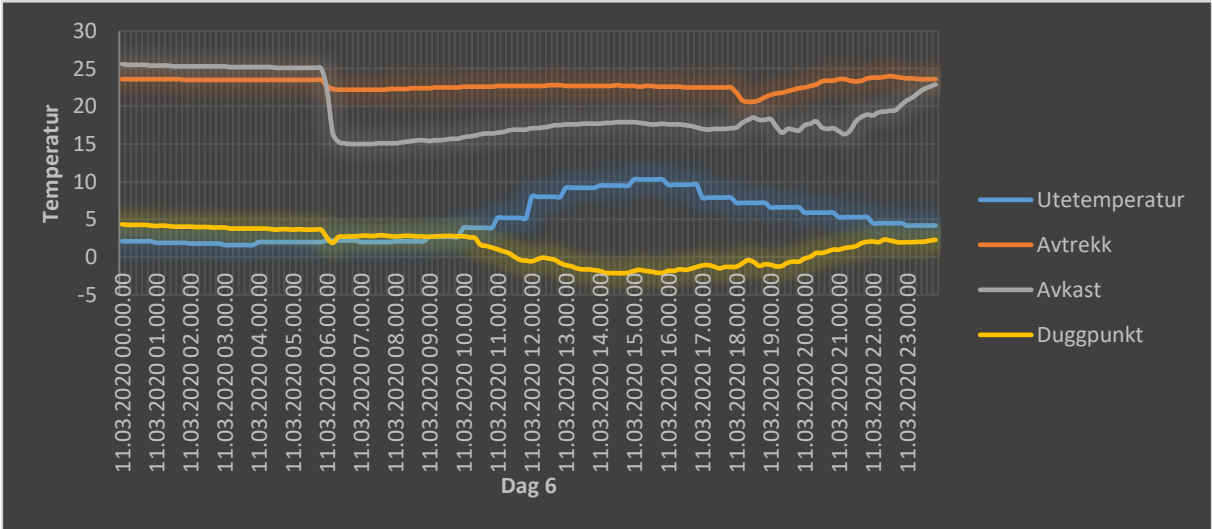
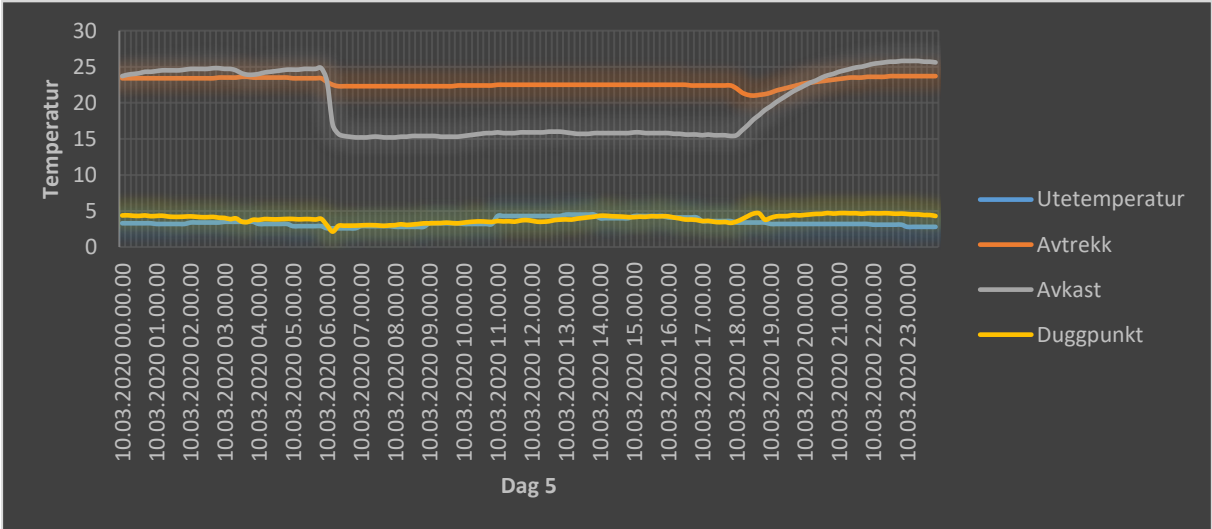
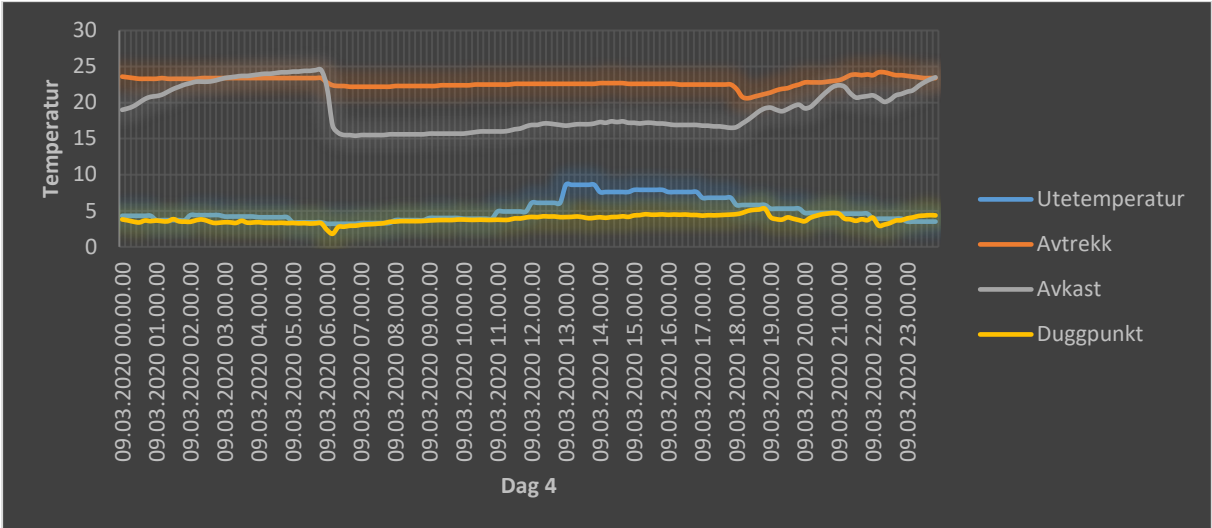


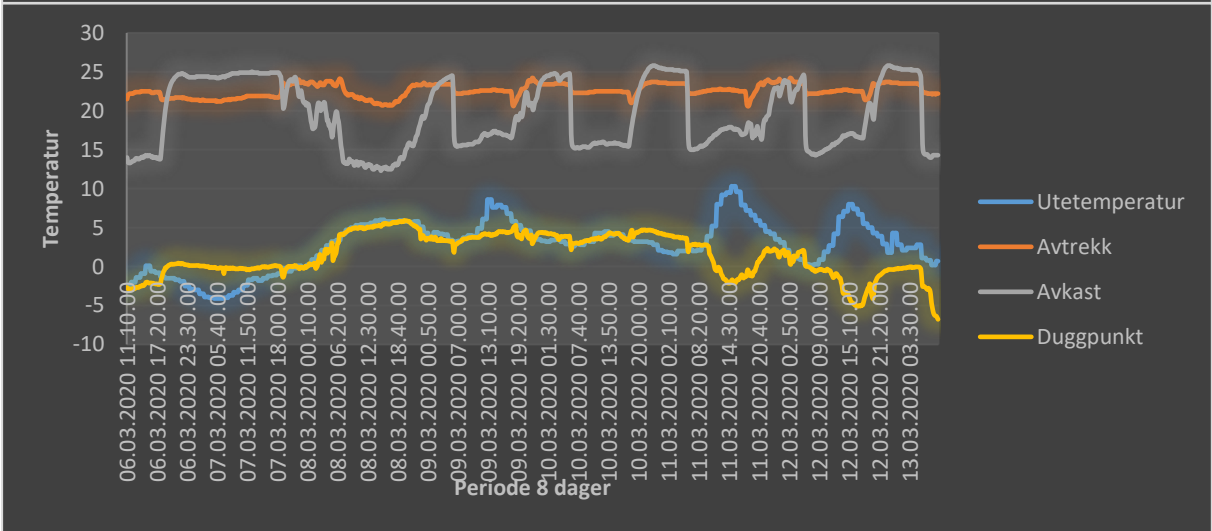
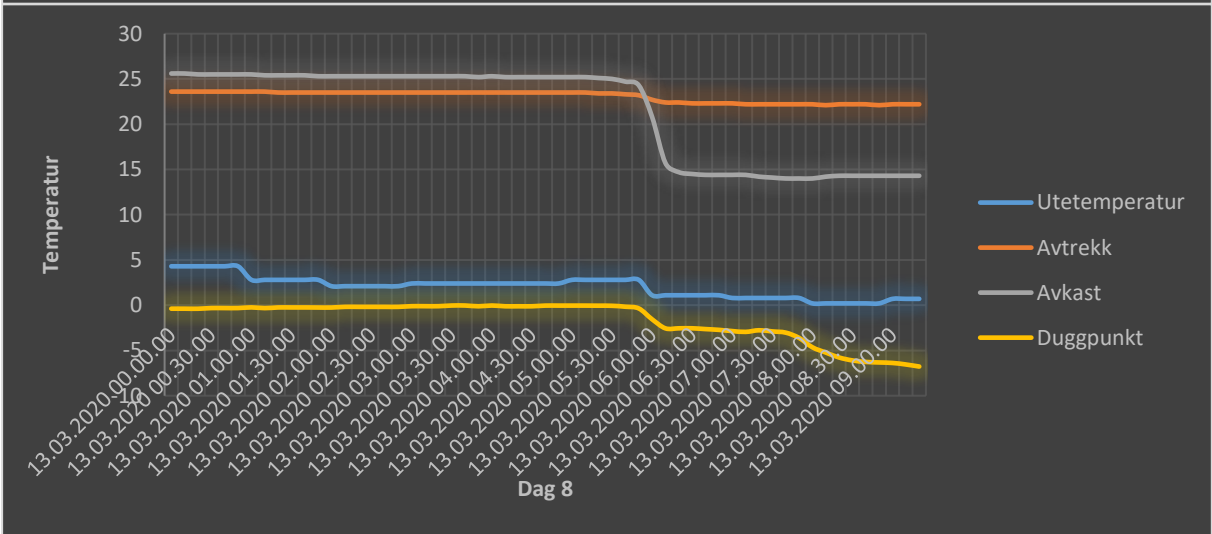
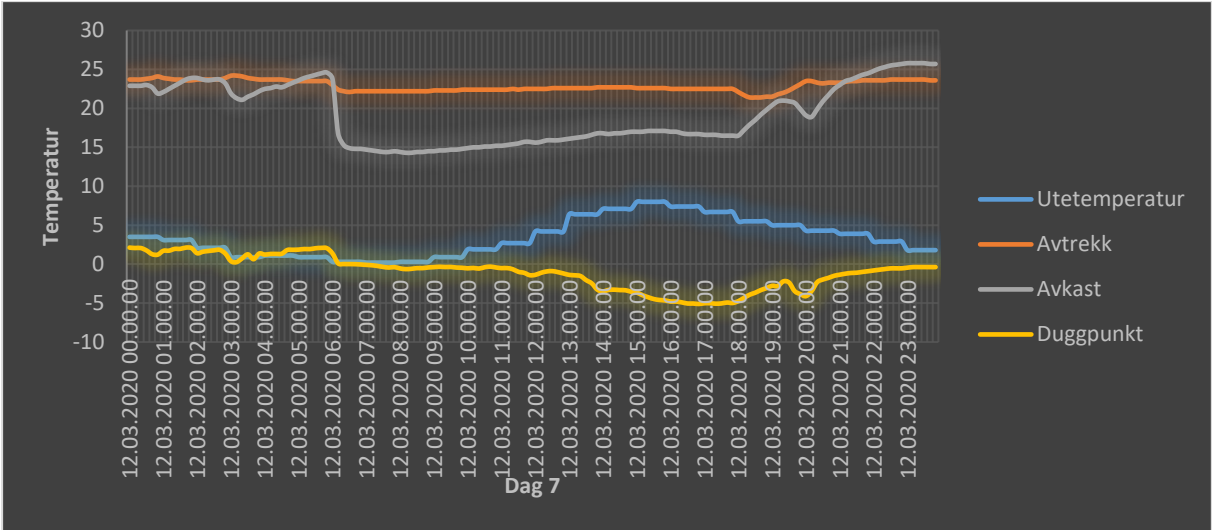




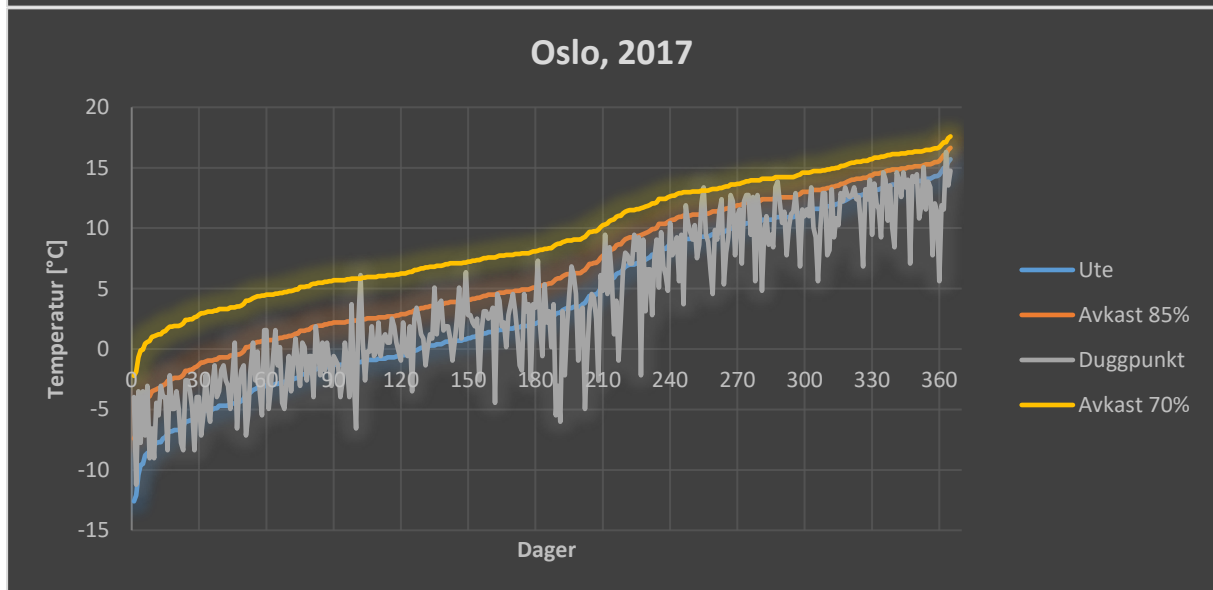
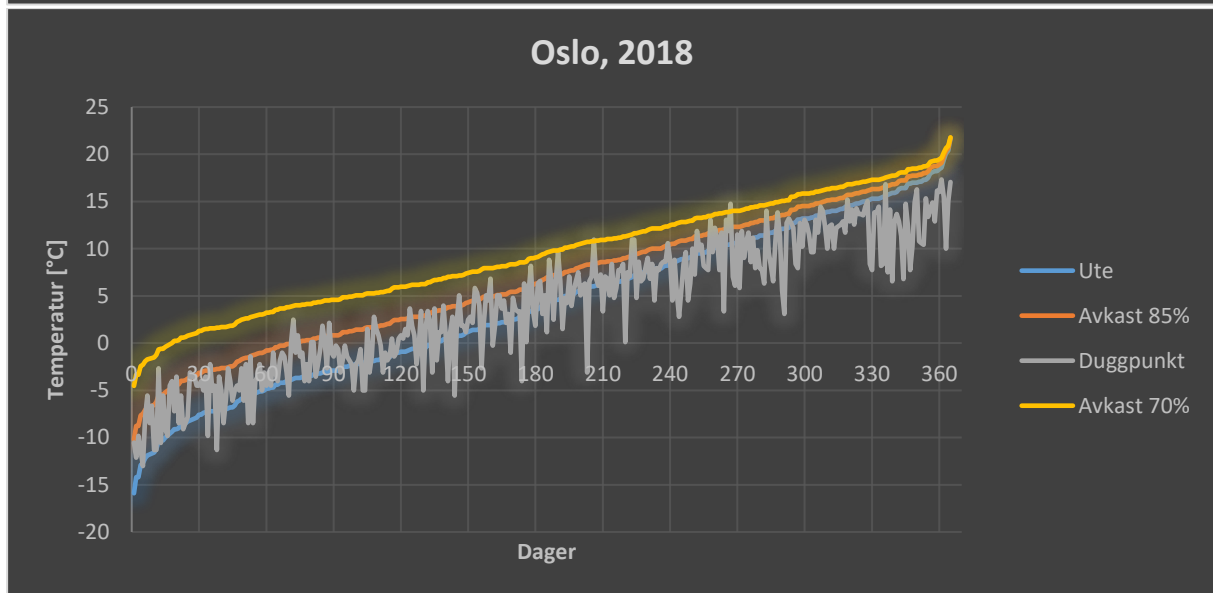
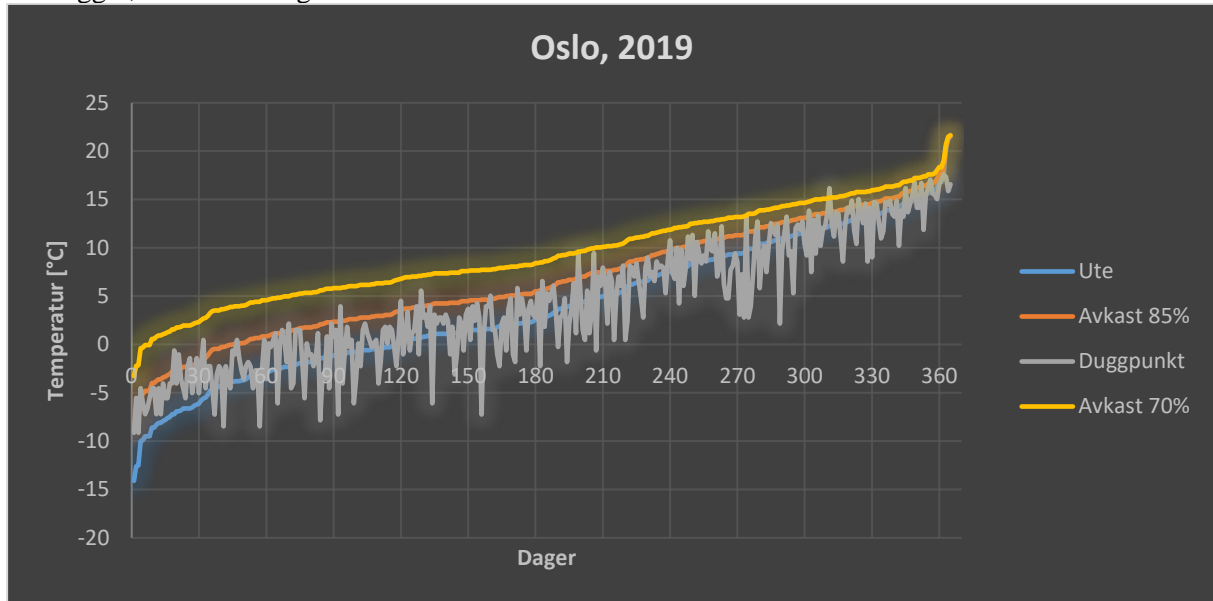
### 3618\_Temperatur



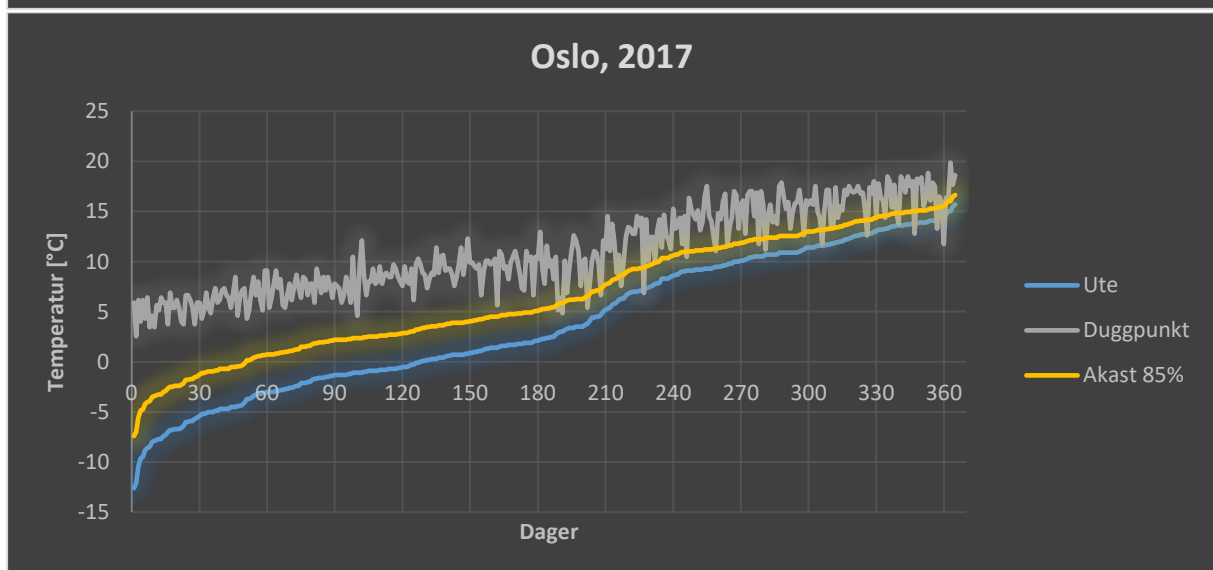
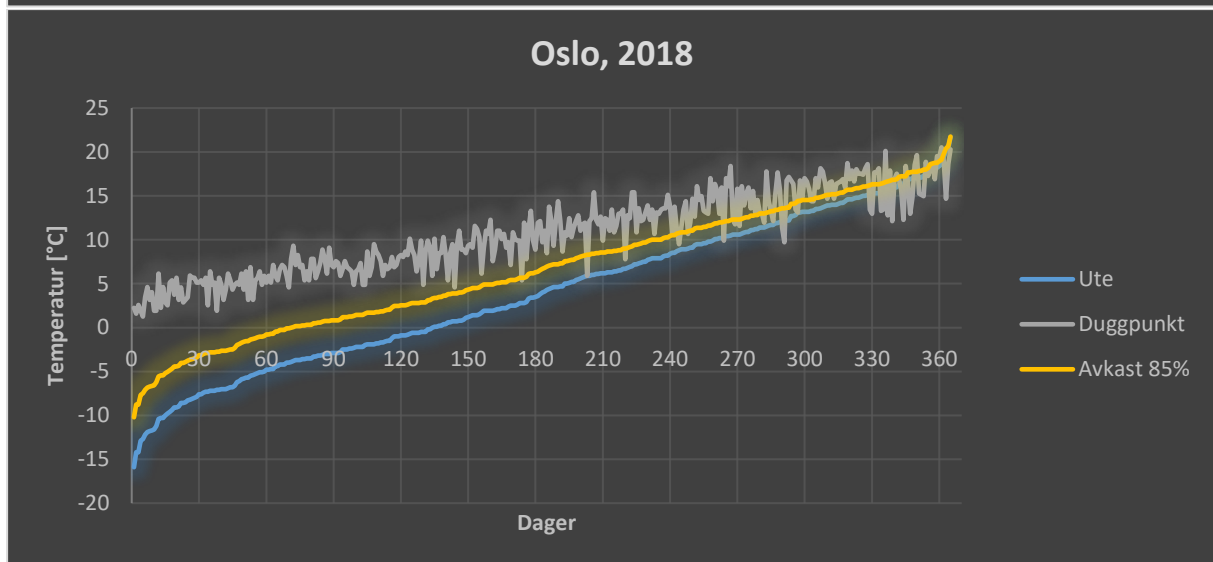
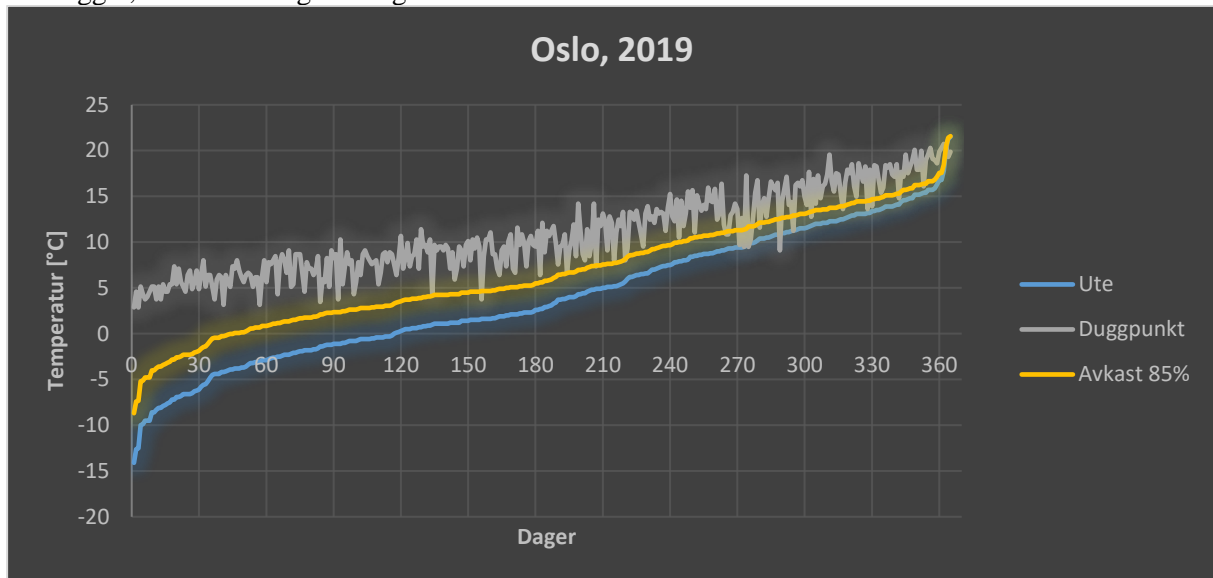




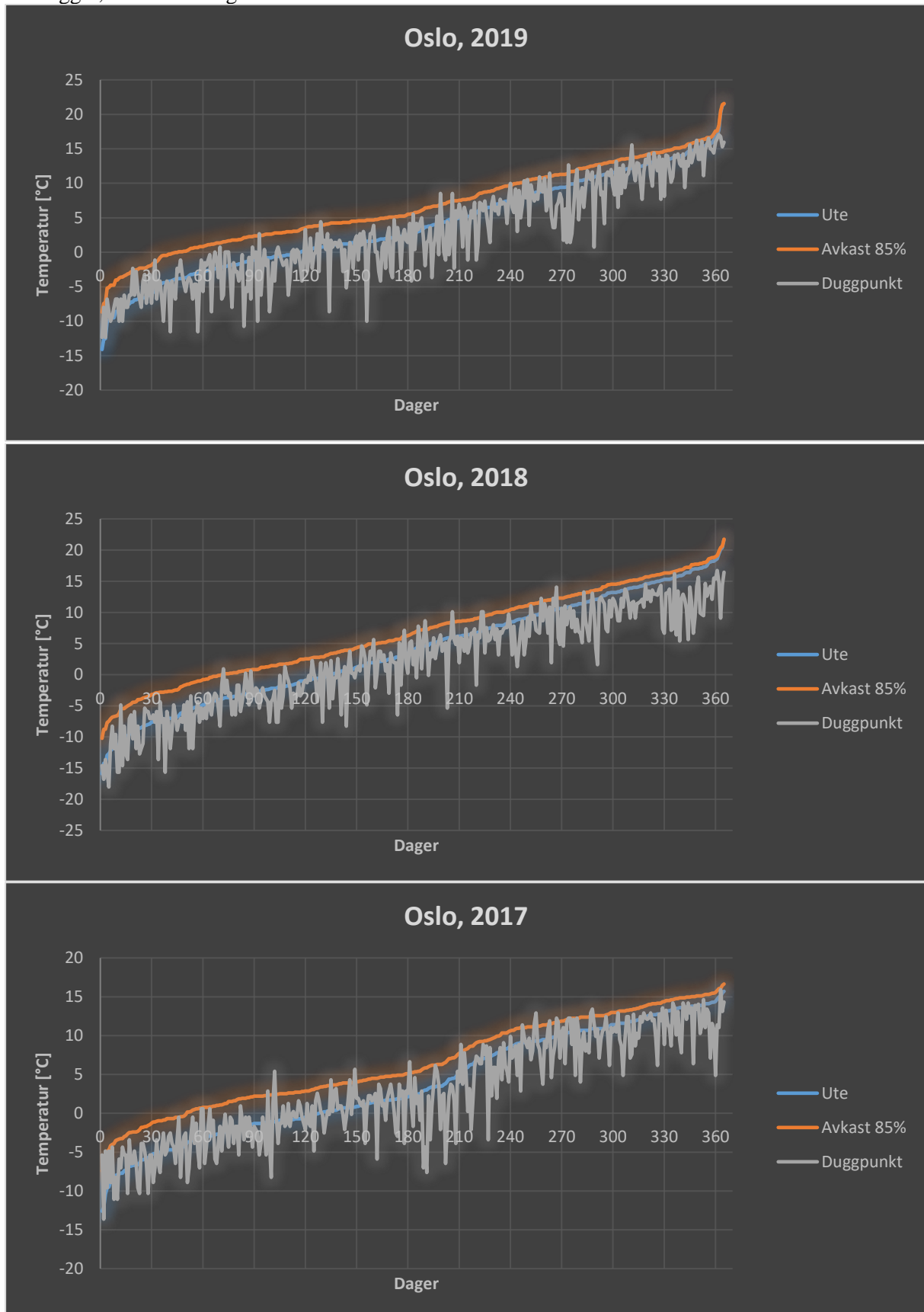
## Vedlegg 2, Årssimuleringer Klasserom



### Vedlegg 3, Årssimuleringer Bolig



## Vedlegg 4, Årssimuleringer Kontor



Vedlegg 5, Temperaturer brukt i SIMIEN

Klasserom			Bolig		Kontor	
Tid [h]	Utetempera- tur [°C]	Avrekkstemper- atur [°C]	Utetempera- tur [°C]	Avrekkstemper- atur [°C]	Utetempera- tur [°C]	Avrekkstemper- atur [°C]
0	-22,1	19	-22,1	19	-22,1	19
0	-22,2	19	-22,2	19	-22,2	19
1	-22,2	19	-22,2	19	-22,2	19
1	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
1	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
1	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
2	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
2	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
2	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
2	-22,3	19	-22,3	19	-22,3	19
3	-22,2	19	-22,2	19	-22,2	19
3	-22,2	19	-22,2	19	-22,2	19
3	-22,1	19	-22,1	19	-22,1	19
3	-22,1	19	-22,1	19	-22,1	19
4	-22	19	-22	19	-22	19
4	-21,9	19	-21,9	19	-21,9	19
4	-21,8	19	-21,8	19	-21,8	19
4	-21,7	19	-21,7	19	-21,7	19
5	-21,6	19	-21,6	19	-21,6	19
5	-21,5	19	-21,5	19	-21,5	19
5	-21,4	19	-21,4	19	-21,4	19
5	-21,3	19	-21,3	19	-21,3	19
6	-21,1	19	-21,1	19	-21,1	19
6	-21	19	-21	19	-21	19
6	-20,9	19	-20,9	19	-20,9	19
6	-20,7	19	-20,7	19	-20,7	21
7	-20,6	19	-20,6	19	-20,6	21
7	-20,4	19	-20,4	19	-20,4	21
7	-20,3	19	-20,3	19	-20,3	21
7	-20,2	21	-20,2	21	-20,2	21
8	-20	21	-20	21	-20	21
8	-19,8	21	-19,8	21	-19,8	21
8	-19,7	21	-19,7	21	-19,7	21
8	-19,6	21	-19,6	21	-19,6	21
9	-19,4	21	-19,4	21	-19,4	21
9	-19,3	21	-19,3	21	-19,3	21
9	-19,1	21	-19,1	21	-19,1	21
9	-19	21	-19	21	-19	21
10	-18,9	21,1	-18,9	21	-18,9	21



10	-18,7	21,1	-18,7	21	-18,7	21
10	-18,6	21,1	-18,6	21	-18,6	21
10	-18,5	21,1	-18,5	21	-18,5	21
11	-18,4	21,1	-18,4	21	-18,4	21
11	-18,3	21,1	-18,3	21	-18,3	21
11	-18,2	21,2	-18,2	21	-18,2	21
11	-18,1	21,2	-18,1	21	-18,1	21
12	-18	21,2	-18	21	-18	21
12	-17,9	21,2	-17,9	21	-17,9	21
12	-17,9	21,2	-17,9	21	-17,9	21
12	-17,8	21,2	-17,8	21	-17,8	21
13	-17,8	21,2	-17,8	21	-17,8	21
13	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
13	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
13	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
14	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
14	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
14	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
14	-17,7	21,3	-17,7	21	-17,7	21
15	-17,8	21,4	-17,8	21	-17,8	21
15	-17,8	21,4	-17,8	21	-17,8	21
15	-17,9	21,4	-17,9	21	-17,9	21
15	-17,9	21,4	-17,9	21	-17,9	21
16	-18	21,4	-18	21	-18	21
16	-18,1	21,4	-18,1	21	-18,1	21
16	-18,2	21,4	-18,2	21	-18,2	21
16	-18,3	21,4	-18,3	21	-18,3	21
17	-18,4	21,4	-18,4	21	-18,4	21
17	-18,5	21,5	-18,5	21	-18,5	21
17	-18,6	21,5	-18,6	21	-18,6	21
17	-18,7	19	-18,7	21	-18,7	21
18	-18,9	19	-18,9	21	-18,9	21
18	-19	19	-19	21	-19	21
18	-19,1	19	-19,1	21	-19,1	21
18	-19,3	19	-19,3	21	-19,3	19
19	-19,4	19	-19,4	21	-19,4	19
19	-19,6	19	-19,6	21	-19,6	19
19	-19,7	19	-19,7	21	-19,7	19
19	-19,8	19	-19,8	21	-19,8	19
20	-20	19	-20	21	-20	19
20	-20,2	19	-20,2	21	-20,2	19
20	-20,3	19	-20,3	21	-20,3	19
20	-20,4	19	-20,4	21	-20,4	19
21	-20,6	19	-20,6	21	-20,6	19
21	-20,7	19	-20,7	21	-20,7	19

21	-20,9	19	-20,9	21	-20,9	19
21	-21	19	-21	21	-21	19
22	-21,1	19	-21,1	21	-21,1	19
22	-21,3	19	-21,3	21	-21,3	19
22	-21,4	19	-21,4	21	-21,4	19
22	-21,5	19	-21,5	21	-21,5	19
23	-21,6	19	-21,6	21	-21,6	19
23	-21,7	19	-21,7	21	-21,7	19
23	-21,8	19	-21,8	21	-21,8	19
23	-21,9	19	-21,9	19	-21,9	19
24	-22	19	-22	19	-22	19
24	-22,1	19	-22,1	19	-22,1	19
24	-22,1	19	-22,1	19	-22,1	19

## Vedlegg 6, klimadata Oslo 2019, 2018 og 2017

2019					
Navn	Stasjon	Tid(norsk normaltid)	Spesifikk luftfuktighet g/kg	Minimumstemperatur (døgn)	Spesifikk luftfuktighet kg/kg
Oslo - Blindern	SN18700	01.01.2019	3	1,8	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	02.01.2019	1,9	-2,5	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	03.01.2019	2,7	-0,6	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	04.01.2019	3,5	-1,1	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	05.01.2019	3,6	0,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	06.01.2019	3,3	-2,5	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	07.01.2019	3,4	-2,3	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	08.01.2019	3,2	-0,5	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	09.01.2019	2,3	-1	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	10.01.2019	2,7	-4,1	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	11.01.2019	2,6	-3,7	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	12.01.2019	2,1	-6,1	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	13.01.2019	2,3	-7,5	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	14.01.2019	1,7	-4,4	0,0017
Oslo - Blindern	SN18700	15.01.2019	2,2	-6,6	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	16.01.2019	2,2	-8,6	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	17.01.2019	1,7	-9,5	0,0017
Oslo - Blindern	SN18700	18.01.2019	1,8	-9,5	0,0018
Oslo - Blindern	SN18700	19.01.2019	2,2	-8,1	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	20.01.2019	1,9	-9,9	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	21.01.2019	2	-7,6	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	22.01.2019	2,3	-6,9	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	23.01.2019	2,8	-3,4	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	24.01.2019	2,6	-3,1	0,0026

Oslo - Blindern	SN1870 0	25.01.2019	2,6	-3,1	0,0026
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.01.2019	2,2	-5,5	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.01.2019	2	-6,6	0,002
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.01.2019	2,1	-6,5	0,0021
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.01.2019	1,4	-12,5	0,0014
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.01.2019	1,4	-14,1	0,0014
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.01.2019	2	-9,5	0,002
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.02.2019	2,7	-4,8	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.02.2019	2,4	-3,7	0,0024
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.02.2019	2	-7,8	0,002
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.02.2019	2	-12,6	0,002
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.02.2019	2,6	-4,2	0,0026
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.02.2019	2,2	-10	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.02.2019	3	-3,8	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.02.2019	3,4	-3,8	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.02.2019	4,7	0,3	0,0047
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.02.2019	4,1	0,8	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.02.2019	2,3	-2,1	0,0023
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.02.2019	2,7	-6,6	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.02.2019	3,2	-0,8	0,0032
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.02.2019	3,7	-1,9	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.02.2019	4,2	1,1	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.02.2019	3,9	1,1	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.02.2019	3,4	-2,6	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.02.2019	4,8	2,1	0,0048
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.02.2019	4,3	2,3	0,0043
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.02.2019	2,8	-1,9	0,0028

Oslo - Blindern	SN1870 0	21.02.2019	3,3	-0,5	0,0033
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.02.2019	3,5	-1,2	0,0035
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.02.2019	4,1	1,1	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.02.2019	4,1	1,1	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.02.2019	3,5	0,5	0,0035
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.02.2019	3,7	1,7	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.02.2019	3,7	-0,6	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.02.2019	2,7	-1,7	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.03.2019	2,2	-1,2	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.03.2019	2,7	-5,8	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.03.2019	4,3	0,5	0,0043
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.03.2019	3,9	1,4	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.03.2019	2,7	-3,2	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.03.2019	2,9	-3,8	0,0029
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.03.2019	3,8	-0,9	0,0038
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.03.2019	3	0,4	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.03.2019	2,6	-2,9	0,0026
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.03.2019	1,7	-8,1	0,0017
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.03.2019	1,7	-8,3	0,0017
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.03.2019	2,2	-8,6	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.03.2019	3,7	-1,1	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.03.2019	2,9	-6,2	0,0029
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.03.2019	3,4	-0,4	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.03.2019	3,4	-0,8	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.03.2019	3,9	-0,6	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.03.2019	2,7	0,1	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.03.2019	2,4	-4	0,0024

Oslo - Blindern	SN1870 0	20.03.2019	3,4	1,5	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.03.2019	3,9	4	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.03.2019	3,7	-2	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.03.2019	3,2	3,7	0,0032
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.03.2019	3	1,2	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.03.2019	2,3	-0,4	0,0023
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.03.2019	2,4	-1,3	0,0024
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.03.2019	3,3	-0,7	0,0033
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.03.2019	3,8	-0,3	0,0038
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.03.2019	4,3	4,8	0,0043
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.03.2019	4,1	3,7	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.03.2019	1,7	1,6	0,0017
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.04.2019	2,2	-4,5	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.04.2019	3	0,7	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.04.2019	3	2,1	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.04.2019	3,6	4,1	0,0036
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.04.2019	3,6	4,7	0,0036
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.04.2019	3,8	1,2	0,0038
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.04.2019	2,7	2,7	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.04.2019	1,9	1	0,0019
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.04.2019	1,5	-3,1	0,0015
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.04.2019	1,9	-0,8	0,0019
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.04.2019	1,7	-1,1	0,0017
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.04.2019	1,5	-4,2	0,0015
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.04.2019	1,6	-1,4	0,0016
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.04.2019	2	-1,8	0,002
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.04.2019	2,2	-2,2	0,0022

Oslo - Blindern	SN1870 0	16.04.2019	2,5	1,2	0,0025
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.04.2019	2,7	1,9	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.04.2019	3,1	1,4	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.04.2019	2,8	2,1	0,0028
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.04.2019	3,1	2,3	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.04.2019	3,4	5,2	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.04.2019	3,4	5,7	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.04.2019	4,2	3,8	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.04.2019	4,1	9,5	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.04.2019	3,9	10,9	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.04.2019	4,1	9,9	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.04.2019	5	11,3	0,005
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.04.2019	4,5	9,9	0,0045
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.04.2019	5,9	7	0,0059
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.04.2019	7,3	13,1	0,0073
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.05.2019	5,9	10,5	0,0059
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.05.2019	2,8	3,9	0,0028
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.05.2019	2,5	-1,4	0,0025
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.05.2019	3,2	0	0,0032
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.05.2019	3,3	-0,3	0,0033
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.05.2019	3,6	1,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.05.2019	3	1,2	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.05.2019	3,3	-1,8	0,0033
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.05.2019	5,5	2,7	0,0055
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.05.2019	6,5	7,5	0,0065
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.05.2019	5,5	7	0,0055
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.05.2019	3,1	4,9	0,0031

Oslo - Blindern	SN1870 0	13.05.2019	3,1	2	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.05.2019	3,7	4,4	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.05.2019	4,4	4	0,0044
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.05.2019	5,6	7,8	0,0056
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.05.2019	5,7	9	0,0057
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.05.2019	6,8	9,4	0,0068
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.05.2019	8,1	12,1	0,0081
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.05.2019	8,9	11,1	0,0089
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.05.2019	9,8	14,8	0,0098
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.05.2019	10	14,1	0,01
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.05.2019	6,1	9	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.05.2019	6,7	8,7	0,0067
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.05.2019	6,3	6,4	0,0063
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.05.2019	4,6	7,9	0,0046
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.05.2019	5,3	8	0,0053
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.05.2019	4,8	6,5	0,0048
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.05.2019	3,4	4,4	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.05.2019	5,9	7,6	0,0059
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.05.2019	3,8	2,9	0,0038
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.06.2019	6,8	8,6	0,0068
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.06.2019	5,7	6,8	0,0057
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.06.2019	8,1	10,7	0,0081
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.06.2019	6,5	8,4	0,0065
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.06.2019	7,7	8,1	0,0077
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.06.2019	10,9	12,3	0,0109
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.06.2019	8,9	14,6	0,0089
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.06.2019	8,1	11,5	0,0081



Oslo - Blindern	SN1870 0	09.06.2019	8,2	11,3	0,0082
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.06.2019	6,4	7,1	0,0064
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.06.2019	6,1	8	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.06.2019	6,4	8,7	0,0064
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.06.2019	8	8,7	0,008
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.06.2019	8,5	10,6	0,0085
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.06.2019	7,6	10	0,0076
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.06.2019	8,1	15,4	0,0081
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.06.2019	7,6	12,5	0,0076
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.06.2019	8,5	12,3	0,0085
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.06.2019	7,8	10,8	0,0078
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.06.2019	10	12,9	0,01
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.06.2019	7	11	0,007
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.06.2019	4,9	8,5	0,0049
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.06.2019	6,1	7,4	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.06.2019	6,4	9,4	0,0064
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.06.2019	8,1	12,9	0,0081
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.06.2019	9,1	12,4	0,0091
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.06.2019	6,4	12,5	0,0064
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.06.2019	6,6	13,4	0,0066
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.06.2019	9,5	12,7	0,0095
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.06.2019	9,2	14,7	0,0092
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.07.2019	7,6	13,6	0,0076
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.07.2019	5,2	10,4	0,0052
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.07.2019	4,2	9,4	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.07.2019	4,8	9,2	0,0048
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.07.2019	4,8	9,3	0,0048

Oslo - Blindern	SN1870 0	06.07.2019	6,7	11,6	0,0067
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.07.2019	6,9	11,2	0,0069
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.07.2019	5,9	11,8	0,0059
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.07.2019	6,4	13,2	0,0064
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.07.2019	6,7	11,1	0,0067
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.07.2019	7,7	12,3	0,0077
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.07.2019	8,6	11,5	0,0086
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.07.2019	9,8	13,5	0,0098
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.07.2019	9,9	13,9	0,0099
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.07.2019	7,2	14,1	0,0072
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.07.2019	6,7	10,4	0,0067
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.07.2019	7,9	11	0,0079
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.07.2019	8,9	14	0,0089
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.07.2019	10,1	13,1	0,0101
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.07.2019	9,3	14,4	0,0093
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.07.2019	10,9	15,7	0,0109
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.07.2019	9,3	11,7	0,0093
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.07.2019	11,4	15,2	0,0114
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.07.2019	12	17,8	0,012
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.07.2019	10,9	14,6	0,0109
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.07.2019	11,2	16,8	0,0112
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.07.2019	10,7	21,3	0,0107
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.07.2019	11,2	21,5	0,0112
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.07.2019	11,8	20,2	0,0118
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.07.2019	8,4	11,4	0,0084
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.07.2019	6,8	12	0,0068
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.08.2019	8	13,7	0,008

Oslo - Blindern	SN1870 0	02.08.2019	8,3	12,1	0,0083
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.08.2019	9,2	13,1	0,0092
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.08.2019	10,4	15,4	0,0104
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.08.2019	9,5	15,2	0,0095
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.08.2019	9,2	12,8	0,0092
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.08.2019	9,7	13,9	0,0097
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.08.2019	9,5	15,2	0,0095
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.08.2019	9	12	0,009
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.08.2019	10,4	14,8	0,0104
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.08.2019	11,6	15,7	0,0116
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.08.2019	10,4	15,9	0,0104
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.08.2019	8,6	13,5	0,0086
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.08.2019	7,2	12	0,0072
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.08.2019	7,4	8,5	0,0074
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.08.2019	9,5	13,2	0,0095
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.08.2019	9,9	13,4	0,0099
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.08.2019	8,5	13,1	0,0085
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.08.2019	8,7	11,9	0,0087
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.08.2019	8,4	10,8	0,0084
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.08.2019	7,3	11,5	0,0073
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.08.2019	8,3	9,1	0,0083
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.08.2019	8,4	12,6	0,0084
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.08.2019	8,6	10,2	0,0086
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.08.2019	10,5	15,7	0,0105
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.08.2019	10	13,9	0,01
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.08.2019	9,8	13,1	0,0098
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.08.2019	11,3	15,3	0,0113

Oslo - Blindern	SN1870 0	29.08.2019	11,6	16,8	0,0116
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.08.2019	9	9,6	0,009
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.08.2019	10,1	16,3	0,0101
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.09.2019	9,1	13,9	0,0091
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.09.2019	6,1	7,2	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.09.2019	7,8	8,4	0,0078
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.09.2019	7,5	7,5	0,0075
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.09.2019	7	8,8	0,007
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.09.2019	6,8	4,8	0,0068
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.09.2019	7,2	10,5	0,0072
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.09.2019	6,3	8,6	0,0063
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.09.2019	7,2	10,4	0,0072
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.09.2019	9,2	12,3	0,0092
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.09.2019	9,1	12,1	0,0091
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.09.2019	7	7,9	0,007
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.09.2019	5	7,4	0,005
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.09.2019	5,7	4,9	0,0057
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.09.2019	5,4	9,1	0,0054
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.09.2019	4,1	6,5	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.09.2019	4	6	0,004
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.09.2019	3,9	5,1	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.09.2019	4,1	2,6	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.09.2019	6,1	6,6	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.09.2019	6,2	5,5	0,0062
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.09.2019	6,6	6,6	0,0066
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.09.2019	6	9,3	0,006
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.09.2019	6,2	9,3	0,0062

Oslo - Blindern	SN1870 0	25.09.2019	5,8	9,9	0,0058
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.09.2019	5,8	9,4	0,0058
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.09.2019	6,9	8,8	0,0069
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.09.2019	7,9	8,9	0,0079
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.09.2019	7,1	7,8	0,0071
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.09.2019	5,3	4,9	0,0053
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.10.2019	3,9	1,9	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.10.2019	4,9	5,2	0,0049
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.10.2019	4,3	3,4	0,0043
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.10.2019	3,7	1,7	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.10.2019	3,1	0,5	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.10.2019	3,1	-1	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.10.2019	3,4	-2,9	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.10.2019	4,5	1,5	0,0045
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.10.2019	5	2,9	0,005
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.10.2019	5,9	5,1	0,0059
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.10.2019	6,1	5	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.10.2019	6,2	6,2	0,0062
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.10.2019	5,2	2,1	0,0052
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.10.2019	5,5	6,4	0,0055
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.10.2019	5,5	5,1	0,0055
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.10.2019	5,6	5	0,0056
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.10.2019	5,7	6,3	0,0057
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.10.2019	6,1	6,2	0,0061
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.10.2019	5,7	5,3	0,0057
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.10.2019	5	3,1	0,005
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.10.2019	4,5	1,6	0,0045

Oslo - Blindern	SN1870 0	22.10.2019	5,3	3,3	0,0053
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.10.2019	6,2	7,3	0,0062
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.10.2019	6,8	4,3	0,0068
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.10.2019	5,3	5,4	0,0053
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.10.2019	4,8	3,8	0,0048
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.10.2019	3,7	0,6	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.10.2019	3,6	-0,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.10.2019	3	-1,8	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.10.2019	3,3	-2,8	0,0033
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.10.2019	3,7	-0,2	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.11.2019	3,7	-2,1	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.11.2019	3,8	0,9	0,0038
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.11.2019	2,8	-0,4	0,0028
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.11.2019	2,4	-0,8	0,0024
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.11.2019	2,2	-3,2	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.11.2019	2,2	-3,9	0,0022
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.11.2019	2,5	-4,4	0,0025
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.11.2019	2,7	-4,4	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.11.2019	2,9	-1,7	0,0029
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.11.2019	2,8	-2,3	0,0028
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.11.2019	2,7	-3,6	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.11.2019	3,9	-2,3	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.11.2019	4,5	1,6	0,0045
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.11.2019	4,2	2,4	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	15.11.2019	4,2	2,2	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.11.2019	4,1	1,9	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.11.2019	4,4	2	0,0044

Oslo - Blindern	SN1870 0	18.11.2019	4,5	0,9	0,0045
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.11.2019	5,4	4	0,0054
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.11.2019	3,9	-1,2	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.11.2019	5	2,6	0,005
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.11.2019	5,1	4,6	0,0051
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.11.2019	5	4,3	0,005
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.11.2019	4,4	2,3	0,0044
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.11.2019	4	1,5	0,004
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.11.2019	4,1	1,2	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.11.2019	3,9	1,1	0,0039
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.11.2019	3,5	0,2	0,0035
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.11.2019	2,4	-2,9	0,0024
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.11.2019	2,3	-7,2	0,0023
Oslo - Blindern	SN1870 0	01.12.2019	2,3	-7,9	0,0023
Oslo - Blindern	SN1870 0	02.12.2019	2,4	-6,8	0,0024
Oslo - Blindern	SN1870 0	03.12.2019	3,1	-7,2	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	04.12.2019	3,7	-2,4	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	05.12.2019	4,5	-1,1	0,0045
Oslo - Blindern	SN1870 0	06.12.2019	4,6	1,5	0,0046
Oslo - Blindern	SN1870 0	07.12.2019	3,7	-0,4	0,0037
Oslo - Blindern	SN1870 0	08.12.2019	3,6	-2,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN1870 0	09.12.2019	3,4	-0,6	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	10.12.2019	2,9	-6,6	0,0029
Oslo - Blindern	SN1870 0	11.12.2019	4,9	1,6	0,0049
Oslo - Blindern	SN1870 0	12.12.2019	4,7	3	0,0047
Oslo - Blindern	SN1870 0	13.12.2019	4,2	0,8	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	14.12.2019	4,2	1,4	0,0042

Oslo - Blindern	SN1870 0	15.12.2019	4,2	1,1	0,0042
Oslo - Blindern	SN1870 0	16.12.2019	3,8	-0,3	0,0038
Oslo - Blindern	SN1870 0	17.12.2019	3,2	-2,7	0,0032
Oslo - Blindern	SN1870 0	18.12.2019	2,7	-5,2	0,0027
Oslo - Blindern	SN1870 0	19.12.2019	3	-6,9	0,003
Oslo - Blindern	SN1870 0	20.12.2019	4,5	0,6	0,0045
Oslo - Blindern	SN1870 0	21.12.2019	4,7	2,3	0,0047
Oslo - Blindern	SN1870 0	22.12.2019	4,4	1,4	0,0044
Oslo - Blindern	SN1870 0	23.12.2019	4,1	1,5	0,0041
Oslo - Blindern	SN1870 0	24.12.2019	4	1,1	0,004
Oslo - Blindern	SN1870 0	25.12.2019	3,6	-1,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN1870 0	26.12.2019	3,1	-3,9	0,0031
Oslo - Blindern	SN1870 0	27.12.2019	2,4	-6,3	0,0024
Oslo - Blindern	SN1870 0	28.12.2019	3,4	-5,6	0,0034
Oslo - Blindern	SN1870 0	29.12.2019	5,1	0,7	0,0051
Oslo - Blindern	SN1870 0	30.12.2019	4,8	2,2	0,0048
Oslo - Blindern	SN1870 0	31.12.2019	3	-1,8	0,003
Data er gyldig per 29.05.2020 (CC BY 4.0), Meteorologisk institutt (MET)					

2018					
Navn	Stasjon	Tid(norsk normalt)	Spesifikk luftfuktighet g/kg	Minimumstemperatur (døgn)	Spesifikk luftfuktighet kg/kg
Oslo - Blindern	SN18700	01.01.2018	4,4	-0,7	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	02.01.2018	3,8	-0,6	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	03.01.2018	3,3	-3,3	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	04.01.2018	3,6	0,2	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	05.01.2018	2,7	-2,2	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	06.01.2018	1,9	-5,8	0,0019



Oslo - Blindern	SN18700	07.01.2018	1,8	-11,7	0,0018
Oslo - Blindern	SN18700	08.01.2018	2,7	-5,1	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	09.01.2018	2	-8,6	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	10.01.2018	2,2	-9,6	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	11.01.2018	2,8	-2,2	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	12.01.2018	2,5	-5	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	13.01.2018	2,5	-2,8	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	14.01.2018	2,4	-3,3	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	15.01.2018	3	-2,9	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	16.01.2018	3,7	-1,8	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	17.01.2018	3,5	-0,6	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	18.01.2018	2,7	-3,2	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	19.01.2018	2,7	-5,7	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	20.01.2018	2,7	-3,5	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	21.01.2018	2,6	-5,9	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	22.01.2018	2,3	-6,8	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	23.01.2018	3,3	-3,9	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	24.01.2018	4,5	0,4	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	25.01.2018	3,9	1,9	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	26.01.2018	3,5	-1,8	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	27.01.2018	2,7	-7,2	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	28.01.2018	3,8	-3,1	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	29.01.2018	3	-3,7	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	30.01.2018	2,6	-6,9	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	31.01.2018	4	-3,8	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	01.02.2018	3,6	0,2	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	02.02.2018	1,6	-8,3	0,0016

Oslo - Blindern	SN18700	03.02.2018	1,5	-8,5	0,0015
Oslo - Blindern	SN18700	04.02.2018	1,4	-10	0,0014
Oslo - Blindern	SN18700	05.02.2018	1,6	-12,2	0,0016
Oslo - Blindern	SN18700	06.02.2018	2,1	-7	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	07.02.2018	2,2	-7,6	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	08.02.2018	2,6	-10,4	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	09.02.2018	3,2	-1,7	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	10.02.2018	2,8	-2,5	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	11.02.2018	2,8	-2,4	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	12.02.2018	3,1	-2,2	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	13.02.2018	2,4	-8	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	14.02.2018	3,5	-3,7	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	15.02.2018	2,9	-1	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	16.02.2018	3	-1,6	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	17.02.2018	2,5	-8,2	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	18.02.2018	3,3	-3	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	19.02.2018	2,8	-1,5	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	20.02.2018	2,2	-4,7	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	21.02.2018	2,5	-4,4	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	22.02.2018	2,2	-7,9	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	23.02.2018	2,4	-8,1	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	24.02.2018	2,2	-4,8	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	25.02.2018	1,7	-9,1	0,0017
Oslo - Blindern	SN18700	26.02.2018	1,2	-15,9	0,0012
Oslo - Blindern	SN18700	27.02.2018	1,1	-11,2	0,0011
Oslo - Blindern	SN18700	28.02.2018	0,9	-12,7	0,0009
Oslo - Blindern	SN18700	01.03.2018	1	-14,2	0,001

Oslo - Blindern	SN18700	02.03.2018	1,1	-12,9	0,0011
Oslo - Blindern	SN18700	03.03.2018	1,5	-7	0,0015
Oslo - Blindern	SN18700	04.03.2018	1,9	-6,8	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	05.03.2018	2,1	-5,1	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	06.03.2018	2,3	-5,3	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	07.03.2018	2,9	-2,9	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	08.03.2018	2,7	-2,4	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	09.03.2018	2,3	-4,4	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	10.03.2018	2,4	-7,3	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	11.03.2018	2,5	-4	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	12.03.2018	3,2	-2,9	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	13.03.2018	2,7	-0,6	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	14.03.2018	2,2	-6,2	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	15.03.2018	2	-4	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	16.03.2018	1,3	-9,8	0,0013
Oslo - Blindern	SN18700	17.03.2018	1,1	-11,6	0,0011
Oslo - Blindern	SN18700	18.03.2018	1,3	-14,2	0,0013
Oslo - Blindern	SN18700	19.03.2018	2,3	-7,6	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	20.03.2018	2,1	-2	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	21.03.2018	3	-3,6	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	22.03.2018	3,5	-0,8	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	23.03.2018	3,7	-1,9	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	24.03.2018	4,4	0,1	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	25.03.2018	3,5	-0,9	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	26.03.2018	2,1	-2,3	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	27.03.2018	1,1	-7,1	0,0011
Oslo - Blindern	SN18700	28.03.2018	1,2	-10,3	0,0012

Oslo - Blindern	SN18700	29.03.2018	1,3	-7,3	0,0013
Oslo - Blindern	SN18700	30.03.2018	1,4	-8,6	0,0014
Oslo - Blindern	SN18700	31.03.2018	1,5	-9	0,0015
Oslo - Blindern	SN18700	01.04.2018	1,5	-5,7	0,0015
Oslo - Blindern	SN18700	02.04.2018	1,5	-5,4	0,0015
Oslo - Blindern	SN18700	03.04.2018	2,1	-6,1	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	04.04.2018	4,3	-0,5	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	05.04.2018	4,4	2,2	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	06.04.2018	2,3	0,6	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	07.04.2018	3,5	0,4	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	08.04.2018	4,1	0,7	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	09.04.2018	4,3	2,8	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	10.04.2018	2,6	1,7	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	11.04.2018	2,1	-0,5	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	12.04.2018	2	0,7	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	13.04.2018	2,3	2,8	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	14.04.2018	2,5	5,9	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	15.04.2018	3,3	2,9	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	16.04.2018	5,5	5,4	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	17.04.2018	5,7	5,1	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	18.04.2018	5,4	5,8	0,0054
Oslo - Blindern	SN18700	19.04.2018	5,5	4,7	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	20.04.2018	5,8	6,2	0,0058
Oslo - Blindern	SN18700	21.04.2018	3,6	4,3	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	22.04.2018	3,8	2	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	23.04.2018	5,6	6,1	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	24.04.2018	4,9	1,9	0,0049

Oslo - Blindern	SN18700	25.04.2018	3,6	1,1	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	26.04.2018	4,1	1,3	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	27.04.2018	4,5	5,2	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	28.04.2018	4,3	2,6	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	29.04.2018	4	0,7	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	30.04.2018	4,2	4	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	01.05.2018	4,7	2,2	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	02.05.2018	5,1	5,2	0,0051
Oslo - Blindern	SN18700	03.05.2018	4,8	6,4	0,0048
Oslo - Blindern	SN18700	04.05.2018	4,5	1,5	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	05.05.2018	6,3	6,7	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	06.05.2018	6,4	8,2	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	07.05.2018	5,9	5,5	0,0059
Oslo - Blindern	SN18700	08.05.2018	6,3	7,9	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	09.05.2018	6,4	8,1	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	10.05.2018	6,9	11,6	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	11.05.2018	8,8	13,5	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	12.05.2018	6	10,2	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	13.05.2018	7,6	7,2	0,0076
Oslo - Blindern	SN18700	14.05.2018	6,9	13,3	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	15.05.2018	6	9,8	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	16.05.2018	6,1	11,4	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	17.05.2018	4,7	7,9	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	18.05.2018	4,1	8,8	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	19.05.2018	4,8	7,2	0,0048
Oslo - Blindern	SN18700	20.05.2018	6,4	7,3	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	21.05.2018	6,1	7,9	0,0061

Oslo - Blindern	SN18700	22.05.2018	5	8,7	0,005
Oslo - Blindern	SN18700	23.05.2018	6,1	11,2	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	24.05.2018	6,2	9,6	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	25.05.2018	6,4	11,1	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	26.05.2018	5,9	15,7	0,0059
Oslo - Blindern	SN18700	27.05.2018	6,3	15,2	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	28.05.2018	6	15,3	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	29.05.2018	8,4	13,8	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	30.05.2018	7,5	17,1	0,0075
Oslo - Blindern	SN18700	31.05.2018	7,4	17,1	0,0074
Oslo - Blindern	SN18700	01.06.2018	7,2	13,2	0,0072
Oslo - Blindern	SN18700	02.06.2018	9,6	14,8	0,0096
Oslo - Blindern	SN18700	03.06.2018	10,1	15,1	0,0101
Oslo - Blindern	SN18700	04.06.2018	5,5	15,9	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	05.06.2018	3,3	6,7	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	06.06.2018	4,7	8,5	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	07.06.2018	7,5	10,9	0,0075
Oslo - Blindern	SN18700	08.06.2018	6,2	15,4	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	09.06.2018	8,8	13,2	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	10.06.2018	9,3	15,3	0,0093
Oslo - Blindern	SN18700	11.06.2018	8,5	14,2	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	12.06.2018	5,7	10,6	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	13.06.2018	6,9	13,3	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	14.06.2018	8,5	13,2	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	15.06.2018	6	11,4	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	16.06.2018	6,2	11,7	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	17.06.2018	8,3	10,1	0,0083

Oslo - Blindern	SN18700	18.06.2018	8,6	12,2	0,0086
Oslo - Blindern	SN18700	19.06.2018	5,1	12,1	0,0051
Oslo - Blindern	SN18700	20.06.2018	5,1	8,9	0,0051
Oslo - Blindern	SN18700	21.06.2018	5,6	7,8	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	22.06.2018	4,3	6,2	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	23.06.2018	5,4	9,1	0,0054
Oslo - Blindern	SN18700	24.06.2018	6,1	9,6	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	25.06.2018	7,8	16,4	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	26.06.2018	8,7	18,2	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	27.06.2018	8,5	14	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	28.06.2018	7,1	13,9	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	29.06.2018	4,2	12,1	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	30.06.2018	4,3	10,3	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	01.07.2018	5,3	10,6	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	02.07.2018	6,1	13,1	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	03.07.2018	7,1	14	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	04.07.2018	7,2	17	0,0072
Oslo - Blindern	SN18700	05.07.2018	9,2	14,9	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	06.07.2018	8	14,4	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	07.07.2018	5,6	16,4	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	08.07.2018	6,3	15,5	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	09.07.2018	8	13,5	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	10.07.2018	7,3	17,3	0,0073
Oslo - Blindern	SN18700	11.07.2018	7,1	20,1	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	12.07.2018	9	17,5	0,009
Oslo - Blindern	SN18700	13.07.2018	9,3	15,3	0,0093
Oslo - Blindern	SN18700	14.07.2018	10	18,1	0,01

Oslo - Blindern	SN18700	15.07.2018	9,1	15	0,0091
Oslo - Blindern	SN18700	16.07.2018	8,4	16,9	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	17.07.2018	8,7	16,3	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	18.07.2018	10,4	19,4	0,0104
Oslo - Blindern	SN18700	19.07.2018	9,7	15,3	0,0097
Oslo - Blindern	SN18700	20.07.2018	8,5	14,7	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	21.07.2018	9,4	13,7	0,0094
Oslo - Blindern	SN18700	22.07.2018	10	17	0,01
Oslo - Blindern	SN18700	23.07.2018	9,9	16,4	0,0099
Oslo - Blindern	SN18700	24.07.2018	11,8	18,6	0,0118
Oslo - Blindern	SN18700	25.07.2018	10,9	18,2	0,0109
Oslo - Blindern	SN18700	26.07.2018	9,2	16	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	27.07.2018	8,7	15,9	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	28.07.2018	11,6	21,7	0,0116
Oslo - Blindern	SN18700	29.07.2018	10,1	20,4	0,0101
Oslo - Blindern	SN18700	30.07.2018	8,3	14	0,0083
Oslo - Blindern	SN18700	31.07.2018	10,8	18,4	0,0108
Oslo - Blindern	SN18700	01.08.2018	10,3	17,3	0,0103
Oslo - Blindern	SN18700	02.08.2018	9,7	15	0,0097
Oslo - Blindern	SN18700	03.08.2018	10,2	14,6	0,0102
Oslo - Blindern	SN18700	04.08.2018	9,5	15,8	0,0095
Oslo - Blindern	SN18700	05.08.2018	6	16,9	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	06.08.2018	6,3	12,8	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	07.08.2018	9,7	13,6	0,0097
Oslo - Blindern	SN18700	08.08.2018	11,4	15,6	0,0114
Oslo - Blindern	SN18700	09.08.2018	9,6	18	0,0096
Oslo - Blindern	SN18700	10.08.2018	8,7	14,2	0,0087



Oslo - Blindern	SN18700	11.08.2018	6,3	8,9	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	12.08.2018	7	11,2	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	13.08.2018	6	7,9	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	14.08.2018	6,6	10,8	0,0066
Oslo - Blindern	SN18700	15.08.2018	8,8	9,8	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	16.08.2018	11	17	0,011
Oslo - Blindern	SN18700	17.08.2018	8,6	12,7	0,0086
Oslo - Blindern	SN18700	18.08.2018	8,8	10,4	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	19.08.2018	6,9	8,9	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	20.08.2018	5,8	9,4	0,0058
Oslo - Blindern	SN18700	21.08.2018	5,6	7,5	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	22.08.2018	9,9	10,5	0,0099
Oslo - Blindern	SN18700	23.08.2018	7,7	11,1	0,0077
Oslo - Blindern	SN18700	24.08.2018	7,8	12	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	25.08.2018	5,5	5,9	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	26.08.2018	6,3	7,9	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	27.08.2018	7,1	9,1	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	28.08.2018	7,5	11,9	0,0075
Oslo - Blindern	SN18700	29.08.2018	8,1	9,5	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	30.08.2018	7,9	13,2	0,0079
Oslo - Blindern	SN18700	31.08.2018	5,4	11,4	0,0054
Oslo - Blindern	SN18700	01.09.2018	6,5	8,5	0,0065
Oslo - Blindern	SN18700	02.09.2018	7,7	10,1	0,0077
Oslo - Blindern	SN18700	03.09.2018	7,9	10,6	0,0079
Oslo - Blindern	SN18700	04.09.2018	8,1	10,7	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	05.09.2018	8,7	14,6	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	06.09.2018	9,2	14,8	0,0092

Oslo - Blindern	SN18700	07.09.2018	8,4	14,1	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	08.09.2018	8,3	12,7	0,0083
Oslo - Blindern	SN18700	09.09.2018	8,9	12,2	0,0089
Oslo - Blindern	SN18700	10.09.2018	8,4	13,9	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	11.09.2018	8	10,9	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	12.09.2018	5,5	7,4	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	13.09.2018	5,6	6,3	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	14.09.2018	6,5	8,4	0,0065
Oslo - Blindern	SN18700	15.09.2018	4,9	5,6	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	16.09.2018	6,2	3,4	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	17.09.2018	7	9,5	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	18.09.2018	9,4	11,5	0,0094
Oslo - Blindern	SN18700	19.09.2018	9,5	14,6	0,0095
Oslo - Blindern	SN18700	20.09.2018	5,5	11,7	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	21.09.2018	7,4	8,2	0,0074
Oslo - Blindern	SN18700	22.09.2018	4,7	9	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	23.09.2018	4	4,6	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	24.09.2018	3	2,5	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	25.09.2018	4,3	-0,2	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	26.09.2018	5,2	10,6	0,0052
Oslo - Blindern	SN18700	27.09.2018	5,2	6,4	0,0052
Oslo - Blindern	SN18700	28.09.2018	3,9	1,4	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	29.09.2018	4,8	2,5	0,0048
Oslo - Blindern	SN18700	30.09.2018	4,8	5	0,0048
Oslo - Blindern	SN18700	01.10.2018	4	1,2	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	02.10.2018	4,7	1,9	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	03.10.2018	3,8	0,9	0,0038

Oslo - Blindern	SN18700	04.10.2018	5,2	1,4	0,0052
Oslo - Blindern	SN18700	05.10.2018	4,9	6,3	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	06.10.2018	4,2	2,4	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	07.10.2018	3,9	2,2	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	08.10.2018	5,7	6	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	09.10.2018	7,6	6	0,0076
Oslo - Blindern	SN18700	10.10.2018	8	10,2	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	11.10.2018	6,9	9,9	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	12.10.2018	7,3	9,5	0,0073
Oslo - Blindern	SN18700	13.10.2018	9,3	11,9	0,0093
Oslo - Blindern	SN18700	14.10.2018	8,6	13,1	0,0086
Oslo - Blindern	SN18700	15.10.2018	8,1	10,4	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	16.10.2018	5,5	3,8	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	17.10.2018	7,6	7	0,0076
Oslo - Blindern	SN18700	18.10.2018	4,3	3,4	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	19.10.2018	4,4	2,5	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	20.10.2018	4,9	2,1	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	21.10.2018	6,5	4,4	0,0065
Oslo - Blindern	SN18700	22.10.2018	3,8	3,5	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	23.10.2018	3,7	4,7	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	24.10.2018	2,9	-1,5	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	25.10.2018	3,7	-0,5	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	26.10.2018	3,2	-0,6	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	27.10.2018	2,5	0	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	28.10.2018	2,1	-2,2	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	29.10.2018	2,5	-1,9	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	30.10.2018	3,9	-0,2	0,0039

Oslo - Blindern	SN18700	31.10.2018	5,4	2,8	0,0054
Oslo - Blindern	SN18700	01.11.2018	4,9	0,8	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	02.11.2018	5,5	4,6	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	03.11.2018	5	1,4	0,005
Oslo - Blindern	SN18700	04.11.2018	5,7	6,9	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	05.11.2018	5,3	6,1	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	06.11.2018	5,7	6,2	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	07.11.2018	5,4	3,6	0,0054
Oslo - Blindern	SN18700	08.11.2018	5,9	6,8	0,0059
Oslo - Blindern	SN18700	09.11.2018	6,1	7,5	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	10.11.2018	6	6,5	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	11.11.2018	6,6	7,7	0,0066
Oslo - Blindern	SN18700	12.11.2018	6,3	6,3	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	13.11.2018	6	6,5	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	14.11.2018	5	3,3	0,005
Oslo - Blindern	SN18700	15.11.2018	6,9	4,6	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	16.11.2018	5,3	5,7	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	17.11.2018	4,6	5	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	18.11.2018	3,8	0,8	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	19.11.2018	3	-1	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	20.11.2018	2,6	-3	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	21.11.2018	3,1	-3,2	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	22.11.2018	2,5	-4,8	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	23.11.2018	2,1	-7,2	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	24.11.2018	2,4	-9,1	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	25.11.2018	2,5	-1,7	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	26.11.2018	2,2	-7,2	0,0022

Oslo - Blindern	SN18700	27.11.2018	2,1	-7,4	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	28.11.2018	2,3	-9,4	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	29.11.2018	3,9	-3	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	30.11.2018	5,6	1,9	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	01.12.2018	4,9	4,1	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	02.12.2018	4,9	2,1	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	03.12.2018	5,5	4,5	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	04.12.2018	3,2	1,9	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	05.12.2018	2,3	-3,5	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	06.12.2018	2,8	-4,2	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	07.12.2018	3,4	-0,9	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	08.12.2018	3,4	-1	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	09.12.2018	3,2	-2,5	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	10.12.2018	2,9	-3,7	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	11.12.2018	2,8	0,1	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	12.12.2018	2,4	-5,2	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	13.12.2018	1,9	-7	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	14.12.2018	1,5	-11,8	0,0015
Oslo - Blindern	SN18700	15.12.2018	2	-11,9	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	16.12.2018	3	-4,2	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	17.12.2018	2,9	-2,5	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	18.12.2018	2,4	-7,1	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	19.12.2018	3,3	-3,5	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	20.12.2018	3,6	0,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	21.12.2018	2,9	-1,9	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	22.12.2018	2,3	-3,6	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	23.12.2018	2,1	-6,6	0,0021

Oslo - Blindern	SN18700	24.12.2018	2	-10,3	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	25.12.2018	2,9	-5,5	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	26.12.2018	3,4	-1,2	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	27.12.2018	3,7	-0,9	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	28.12.2018	2,9	-4,2	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	29.12.2018	3	-4,7	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	30.12.2018	3,1	-2,9	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	31.12.2018	4,1	-1,9	0,0041
Data er gyldig per 30.05.2020 (CC BY 4.0), Meteorologisk institutt (MET)					

2017					
Navn	Stasjon	Tid(norsk normalt)	Spesifikk luftfuktighet	Minimumstemperatur (døgn)	Spesifikk luftfuktighet kg/kg
Oslo - Blindern	SN18700	01.01.2017	2,7	-2,1	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	02.01.2017	2	-4,4	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	03.01.2017	2,5	-5,6	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	04.01.2017	1,9	-5,2	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	05.01.2017	1,3	-12,1	0,0013
Oslo - Blindern	SN18700	06.01.2017	2,5	-12,6	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	07.01.2017	3,4	-3,2	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	08.01.2017	2,9	-6,8	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	09.01.2017	3,9	-3	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	10.01.2017	4,4	1,3	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	11.01.2017	4,4	1,3	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	12.01.2017	3,3	-0,4	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	13.01.2017	2,6	-4,7	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	14.01.2017	2,3	-6,7	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	15.01.2017	1,8	-6,6	0,0018

Oslo - Blindern	SN18700	16.01.2017	1,9	-8,8	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	17.01.2017	2,6	-6,7	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	18.01.2017	3	-4,7	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	19.01.2017	3,6	-3,4	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	20.01.2017	3,9	0,5	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	21.01.2017	3,6	-0,7	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	22.01.2017	3,7	-2,4	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	23.01.2017	3	-3,6	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	24.01.2017	2,8	-6	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	25.01.2017	3,6	-2,1	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	26.01.2017	4,1	-0,8	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	27.01.2017	3,6	-0,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	28.01.2017	3,4	-0,6	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	29.01.2017	3,5	-1,6	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	30.01.2017	3,8	0,1	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	31.01.2017	3	-1,5	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	01.02.2017	3,3	-0,8	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	02.02.2017	3,6	-0,7	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	03.02.2017	3,7	-0,8	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	04.02.2017	3,4	-0,9	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	05.02.2017	3,4	-0,9	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	06.02.2017	2,8	-2	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	07.02.2017	1,7	-6,4	0,0017
Oslo - Blindern	SN18700	08.02.2017	1,6	-7,9	0,0016
Oslo - Blindern	SN18700	09.02.2017	1,7	-7	0,0017
Oslo - Blindern	SN18700	10.02.2017	2,2	-5,2	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	11.02.2017	2,3	-4,5	0,0023

Oslo - Blindern	SN18700	12.02.2017	2,2	-7,7	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	13.02.2017	2,3	-6,8	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	14.02.2017	2,5	-7,3	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	15.02.2017	2,6	-5,9	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	16.02.2017	3,1	-4,9	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	17.02.2017	3	-4,3	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	18.02.2017	3,1	-4,7	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	19.02.2017	4,2	-0,7	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	20.02.2017	4,4	0,8	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	21.02.2017	3,5	1,7	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	22.02.2017	4	-0,3	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	23.02.2017	2,2	-3,1	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	24.02.2017	1,6	-8,5	0,0016
Oslo - Blindern	SN18700	25.02.2017	2,6	-9,5	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	26.02.2017	3,5	-2,8	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	27.02.2017	4,6	-1,1	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	28.02.2017	4,6	2,1	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	01.03.2017	4	0,6	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	02.03.2017	3,5	-2,1	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	03.03.2017	3,3	-1,3	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	04.03.2017	3,2	-1,3	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	05.03.2017	2,3	-2,7	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	06.03.2017	1,9	-3,7	0,0019
Oslo - Blindern	SN18700	07.03.2017	1,7	-5,7	0,0017
Oslo - Blindern	SN18700	08.03.2017	2,3	-5	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	09.03.2017	3,9	-2,9	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	10.03.2017	2,8	-1,1	0,0028



Oslo - Blindern	SN18700	11.03.2017	3,3	-2,6	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	12.03.2017	4,3	0,9	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	13.03.2017	4,2	1,1	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	14.03.2017	4,2	1,4	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	15.03.2017	2,9	3,3	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	16.03.2017	4	-0,9	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	17.03.2017	3	1,9	0,003
Oslo - Blindern	SN18700	18.03.2017	2,3	-3	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	19.03.2017	2,8	-3,3	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	20.03.2017	4,2	-0,1	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	21.03.2017	4,3	1,4	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	22.03.2017	2,9	-1,6	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	23.03.2017	2,2	-3,7	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	24.03.2017	3,2	-1,4	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	25.03.2017	3,3	-0,9	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	26.03.2017	4,7	1,6	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	27.03.2017	4,4	1,8	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	28.03.2017	3,3	4,1	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	29.03.2017	2,7	3	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	30.03.2017	3,8	-0,8	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	31.03.2017	4,5	2,1	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	01.04.2017	5,5	3,5	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	02.04.2017	5,2	2,4	0,0052
Oslo - Blindern	SN18700	03.04.2017	4,9	1,9	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	04.04.2017	4,9	3,5	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	05.04.2017	3,2	3,5	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	06.04.2017	3,7	0,7	0,0037

Oslo - Blindern	SN18700	07.04.2017	4	1,6	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	08.04.2017	4	3,4	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	09.04.2017	4,6	2,7	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	10.04.2017	3,8	5,9	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	11.04.2017	2,2	2,9	0,0022
Oslo - Blindern	SN18700	12.04.2017	4,5	1,4	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	13.04.2017	4,3	1,7	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	14.04.2017	3,2	-0,5	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	15.04.2017	2,7	-4,4	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	16.04.2017	2,8	-2,7	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	17.04.2017	2,6	-0,3	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	18.04.2017	2,5	-1,7	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	19.04.2017	2,7	-3	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	20.04.2017	4,1	1,6	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	21.04.2017	2,8	2	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	22.04.2017	2,1	3	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	23.04.2017	2	-1,1	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	24.04.2017	3,8	0,4	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	25.04.2017	3,2	0,7	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	26.04.2017	2,4	1,4	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	27.04.2017	3,1	-1,3	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	28.04.2017	3,6	0,7	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	29.04.2017	2,8	1,1	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	30.04.2017	3,4	-0,9	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	01.05.2017	3,8	1,8	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	02.05.2017	3,1	1,8	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	03.05.2017	2,9	7,2	0,0029

Oslo - Blindern	SN18700	04.05.2017	3,2	6,3	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	05.05.2017	4,4	7,4	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	06.05.2017	5	10,7	0,005
Oslo - Blindern	SN18700	07.05.2017	4,2	6,3	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	08.05.2017	2,3	3,8	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	09.05.2017	3,1	0,2	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	10.05.2017	4,1	1	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	11.05.2017	4,2	0,7	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	12.05.2017	4,4	2,5	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	13.05.2017	4,4	3,2	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	14.05.2017	6,3	6,8	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	15.05.2017	6,8	7,9	0,0068
Oslo - Blindern	SN18700	16.05.2017	6,5	5,7	0,0065
Oslo - Blindern	SN18700	17.05.2017	8	9,6	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	18.05.2017	9,2	10,9	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	19.05.2017	8,8	10,4	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	20.05.2017	7,3	13,6	0,0073
Oslo - Blindern	SN18700	21.05.2017	7,1	10,7	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	22.05.2017	5,1	8,3	0,0051
Oslo - Blindern	SN18700	23.05.2017	5,5	5	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	24.05.2017	5,9	7	0,0059
Oslo - Blindern	SN18700	25.05.2017	5,7	9,4	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	26.05.2017	7	10,5	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	27.05.2017	8,8	10	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	28.05.2017	9,5	10,9	0,0095
Oslo - Blindern	SN18700	29.05.2017	8,4	10,9	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	30.05.2017	9,1	11,9	0,0091

Oslo - Blindern	SN18700	31.05.2017	6,3	9,8	0,0063
Oslo - Blindern	SN18700	01.06.2017	4,4	3,5	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	02.06.2017	4,6	9,1	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	03.06.2017	7,5	8,6	0,0075
Oslo - Blindern	SN18700	04.06.2017	8,9	12,2	0,0089
Oslo - Blindern	SN18700	05.06.2017	7,1	8,3	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	06.06.2017	8,1	11,4	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	07.06.2017	7,5	10,9	0,0075
Oslo - Blindern	SN18700	08.06.2017	8	10,9	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	09.06.2017	8,5	10,3	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	10.06.2017	9,4	13,2	0,0094
Oslo - Blindern	SN18700	11.06.2017	9,2	12,3	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	12.06.2017	7,8	11,4	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	13.06.2017	7,3	11,6	0,0073
Oslo - Blindern	SN18700	14.06.2017	7,8	10,7	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	15.06.2017	7,6	11,1	0,0076
Oslo - Blindern	SN18700	16.06.2017	9,6	13,8	0,0096
Oslo - Blindern	SN18700	17.06.2017	7,7	12	0,0077
Oslo - Blindern	SN18700	18.06.2017	8,1	14,1	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	19.06.2017	6,9	11,6	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	20.06.2017	4,9	9,5	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	21.06.2017	5,3	9	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	22.06.2017	6,9	11,9	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	23.06.2017	9,6	13	0,0096
Oslo - Blindern	SN18700	24.06.2017	6,9	13,3	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	25.06.2017	5,8	8,3	0,0058
Oslo - Blindern	SN18700	26.06.2017	5,9	10,2	0,0059

Oslo - Blindern	SN18700	27.06.2017	4,3	7,8	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	28.06.2017	5	8,5	0,005
Oslo - Blindern	SN18700	29.06.2017	5,3	14,4	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	30.06.2017	5,8	12,8	0,0058
Oslo - Blindern	SN18700	01.07.2017	6,2	14,2	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	02.07.2017	7,6	13,5	0,0076
Oslo - Blindern	SN18700	03.07.2017	5,9	13,8	0,0059
Oslo - Blindern	SN18700	04.07.2017	5,3	11,6	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	05.07.2017	5,2	9,7	0,0052
Oslo - Blindern	SN18700	06.07.2017	6,2	11,8	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	07.07.2017	8,4	13,2	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	08.07.2017	10	13,3	0,01
Oslo - Blindern	SN18700	09.07.2017	8,4	14,3	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	10.07.2017	9,5	13,9	0,0095
Oslo - Blindern	SN18700	11.07.2017	9,9	13,9	0,0099
Oslo - Blindern	SN18700	12.07.2017	7	13	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	13.07.2017	5,9	7	0,0059
Oslo - Blindern	SN18700	14.07.2017	6,2	10,9	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	15.07.2017	8,1	11,4	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	16.07.2017	8,6	12,7	0,0086
Oslo - Blindern	SN18700	17.07.2017	5,5	8,3	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	18.07.2017	6,2	8,7	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	19.07.2017	6,5	13,6	0,0065
Oslo - Blindern	SN18700	20.07.2017	7,3	10,9	0,0073
Oslo - Blindern	SN18700	21.07.2017	7,7	13,9	0,0077
Oslo - Blindern	SN18700	22.07.2017	8	14,3	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	23.07.2017	8,3	13,9	0,0083

Oslo - Blindern	SN18700	24.07.2017	8,1	15	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	25.07.2017	8,3	14,7	0,0083
Oslo - Blindern	SN18700	26.07.2017	9,3	15,5	0,0093
Oslo - Blindern	SN18700	27.07.2017	10,1	15,7	0,0101
Oslo - Blindern	SN18700	28.07.2017	8,7	13,7	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	29.07.2017	8,8	12,6	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	30.07.2017	9,5	14,1	0,0095
Oslo - Blindern	SN18700	31.07.2017	9,3	13,5	0,0093
Oslo - Blindern	SN18700	01.08.2017	9,1	12,8	0,0091
Oslo - Blindern	SN18700	02.08.2017	8,9	11,7	0,0089
Oslo - Blindern	SN18700	03.08.2017	8,4	9,3	0,0084
Oslo - Blindern	SN18700	04.08.2017	10	13,6	0,01
Oslo - Blindern	SN18700	05.08.2017	9,8	13,8	0,0098
Oslo - Blindern	SN18700	06.08.2017	9,6	13,6	0,0096
Oslo - Blindern	SN18700	07.08.2017	8,3	9,1	0,0083
Oslo - Blindern	SN18700	08.08.2017	8,6	12,8	0,0086
Oslo - Blindern	SN18700	09.08.2017	10	13,7	0,01
Oslo - Blindern	SN18700	10.08.2017	9,2	12,6	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	11.08.2017	8,7	10,5	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	12.08.2017	9,6	13,4	0,0096
Oslo - Blindern	SN18700	13.08.2017	5,8	11,2	0,0058
Oslo - Blindern	SN18700	14.08.2017	6,2	6,9	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	15.08.2017	8,7	12,7	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	16.08.2017	9,2	14,1	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	17.08.2017	8,7	12,5	0,0087
Oslo - Blindern	SN18700	18.08.2017	10,3	14	0,0103
Oslo - Blindern	SN18700	19.08.2017	9,2	13,7	0,0092

Oslo - Blindern	SN18700	20.08.2017	8,5	12,2	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	21.08.2017	7,9	10,9	0,0079
Oslo - Blindern	SN18700	22.08.2017	5,3	10,5	0,0053
Oslo - Blindern	SN18700	23.08.2017	7	7	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	24.08.2017	8,8	10,5	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	25.08.2017	7,8	11,4	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	26.08.2017	6,4	11,8	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	27.08.2017	6,4	7,1	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	28.08.2017	9,2	9,3	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	29.08.2017	11,2	15	0,0112
Oslo - Blindern	SN18700	30.08.2017	6,4	8,7	0,0064
Oslo - Blindern	SN18700	31.08.2017	7,8	10,5	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	01.09.2017	7,5	9,1	0,0075
Oslo - Blindern	SN18700	02.09.2017	7	9	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	03.09.2017	6,6	10,7	0,0066
Oslo - Blindern	SN18700	04.09.2017	7	10,7	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	05.09.2017	8,8	10,4	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	06.09.2017	8,9	11,7	0,0089
Oslo - Blindern	SN18700	07.09.2017	6,9	9,8	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	08.09.2017	6,8	9,2	0,0068
Oslo - Blindern	SN18700	09.09.2017	8,5	10	0,0085
Oslo - Blindern	SN18700	10.09.2017	8,6	9,6	0,0086
Oslo - Blindern	SN18700	11.09.2017	9,2	11,5	0,0092
Oslo - Blindern	SN18700	12.09.2017	8,9	11	0,0089
Oslo - Blindern	SN18700	13.09.2017	7,8	10,1	0,0078
Oslo - Blindern	SN18700	14.09.2017	7,4	9,2	0,0074
Oslo - Blindern	SN18700	15.09.2017	6,8	7,3	0,0068

Oslo - Blindern	SN18700	16.09.2017	6,1	7,8	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	17.09.2017	6,1	9,2	0,0061
Oslo - Blindern	SN18700	18.09.2017	7	9,3	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	19.09.2017	6,7	9,3	0,0067
Oslo - Blindern	SN18700	20.09.2017	5,7	7,6	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	21.09.2017	5,7	6,6	0,0057
Oslo - Blindern	SN18700	22.09.2017	6,9	8,9	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	23.09.2017	8	10,9	0,008
Oslo - Blindern	SN18700	24.09.2017	8,8	12,4	0,0088
Oslo - Blindern	SN18700	25.09.2017	8,1	13,2	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	26.09.2017	7,4	12	0,0074
Oslo - Blindern	SN18700	27.09.2017	7,4	12,7	0,0074
Oslo - Blindern	SN18700	28.09.2017	7,4	11,6	0,0074
Oslo - Blindern	SN18700	29.09.2017	6,5	10,7	0,0065
Oslo - Blindern	SN18700	30.09.2017	6,2	10	0,0062
Oslo - Blindern	SN18700	01.10.2017	7,2	9,5	0,0072
Oslo - Blindern	SN18700	02.10.2017	8,1	10,1	0,0081
Oslo - Blindern	SN18700	03.10.2017	6,8	9,5	0,0068
Oslo - Blindern	SN18700	04.10.2017	5,4	5,8	0,0054
Oslo - Blindern	SN18700	05.10.2017	4,9	1,5	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	06.10.2017	4,9	3,4	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	07.10.2017	4,4	4,4	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	08.10.2017	3,9	1,2	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	09.10.2017	4	2,3	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	10.10.2017	4,6	0,4	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	11.10.2017	5,6	0,8	0,0056
Oslo - Blindern	SN18700	12.10.2017	5,7	7,5	0,0057



Oslo - Blindern	SN18700	13.10.2017	6	2,2	0,006
Oslo - Blindern	SN18700	14.10.2017	7,1	9,1	0,0071
Oslo - Blindern	SN18700	15.10.2017	7	5,3	0,007
Oslo - Blindern	SN18700	16.10.2017	6,6	9,2	0,0066
Oslo - Blindern	SN18700	17.10.2017	6,9	7,1	0,0069
Oslo - Blindern	SN18700	18.10.2017	4,4	1,9	0,0044
Oslo - Blindern	SN18700	19.10.2017	4,1	-0,5	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	20.10.2017	5	5,2	0,005
Oslo - Blindern	SN18700	21.10.2017	4,7	6,2	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	22.10.2017	4,8	4,5	0,0048
Oslo - Blindern	SN18700	23.10.2017	3,5	2,5	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	24.10.2017	4,5	3,7	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	25.10.2017	4,6	1,7	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	26.10.2017	5,1	0,7	0,0051
Oslo - Blindern	SN18700	27.10.2017	4,6	1,9	0,0046
Oslo - Blindern	SN18700	28.10.2017	4,2	4,5	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	29.10.2017	2,8	4,7	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	30.10.2017	2,5	-1,3	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	31.10.2017	3,8	0,3	0,0038
Oslo - Blindern	SN18700	01.11.2017	4,9	1,7	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	02.11.2017	4,1	2,4	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	03.11.2017	4,1	-1,1	0,0041
Oslo - Blindern	SN18700	04.11.2017	4,7	0,4	0,0047
Oslo - Blindern	SN18700	05.11.2017	5,8	3,4	0,0058
Oslo - Blindern	SN18700	06.11.2017	4,3	0,9	0,0043
Oslo - Blindern	SN18700	07.11.2017	4,5	-0,1	0,0045
Oslo - Blindern	SN18700	08.11.2017	4,9	4,4	0,0049

Oslo - Blindern	SN18700	09.11.2017	4,9	5,4	0,0049
Oslo - Blindern	SN18700	10.11.2017	4	1	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	11.11.2017	3,1	-2,4	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	12.11.2017	3,1	-4,1	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	13.11.2017	2,8	-1,3	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	14.11.2017	3,2	-2,5	0,0032
Oslo - Blindern	SN18700	15.11.2017	3,3	-3	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	16.11.2017	3,9	-3,1	0,0039
Oslo - Blindern	SN18700	17.11.2017	3,7	0,3	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	18.11.2017	3,6	-1,5	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	19.11.2017	2,6	-2,6	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	20.11.2017	2,5	-5,4	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	21.11.2017	2,3	-5,9	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	22.11.2017	2,5	-7,4	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	23.11.2017	5,5	-1,1	0,0055
Oslo - Blindern	SN18700	24.11.2017	3,7	0,7	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	25.11.2017	3,6	-1	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	26.11.2017	4,2	0	0,0042
Oslo - Blindern	SN18700	27.11.2017	3,4	-0,5	0,0034
Oslo - Blindern	SN18700	28.11.2017	3,1	-1,2	0,0031
Oslo - Blindern	SN18700	29.11.2017	2,8	-1	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	30.11.2017	2,7	-1,4	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	01.12.2017	2,1	-5	0,0021
Oslo - Blindern	SN18700	02.12.2017	2,4	-7,8	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	03.12.2017	2,8	-4,7	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	04.12.2017	2,5	-4,9	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	05.12.2017	2,9	-5,1	0,0029

Oslo - Blindern	SN18700	06.12.2017	3,7	0,1	0,0037
Oslo - Blindern	SN18700	07.12.2017	5,1	0,3	0,0051
Oslo - Blindern	SN18700	08.12.2017	3,3	2,3	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	09.12.2017	2,5	-1,2	0,0025
Oslo - Blindern	SN18700	10.12.2017	2,3	-6,7	0,0023
Oslo - Blindern	SN18700	11.12.2017	2,7	-4,7	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	12.12.2017	2	-8	0,002
Oslo - Blindern	SN18700	13.12.2017	2,6	-10,4	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	14.12.2017	3,3	-1,8	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	15.12.2017	2,6	-3,2	0,0026
Oslo - Blindern	SN18700	16.12.2017	2,4	-2,8	0,0024
Oslo - Blindern	SN18700	17.12.2017	1,8	-9,6	0,0018
Oslo - Blindern	SN18700	18.12.2017	2,7	-8,6	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	19.12.2017	2,7	-7,7	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	20.12.2017	3,6	-1,6	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	21.12.2017	2,9	-4,5	0,0029
Oslo - Blindern	SN18700	22.12.2017	2,8	-6	0,0028
Oslo - Blindern	SN18700	23.12.2017	4	-1,7	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	24.12.2017	3,3	-2	0,0033
Oslo - Blindern	SN18700	25.12.2017	3,6	-4,5	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	26.12.2017	4	-0,7	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	27.12.2017	3,5	0,2	0,0035
Oslo - Blindern	SN18700	28.12.2017	4	0,6	0,004
Oslo - Blindern	SN18700	29.12.2017	3,6	-1,3	0,0036
Oslo - Blindern	SN18700	30.12.2017	2,7	-5	0,0027
Oslo - Blindern	SN18700	31.12.2017	3,1	-2,9	0,0031

## KISTOCK WIRELESS DATALOGGER KH210-RF

Temperature/hygrometry  
current/voltage/pulses



### KEY POINTS

- 20 000 measurement points
- IP65
- Visual alarm
- Possibility to turn off the Kistock
- 2 configurable setpoint alarms
- Magnetic mounting
- Supplied with secured wall-mounting bracket

### REFERENCES

Part number	Internal sensor	Display	External input number	Nb of recording points	Parameters
KH210-AN-RF	yes	no	1	20 000	Temperature, humidity, current, voltage, pulses
KH210-AO-RF		2 lines			
KH210-DO-RF	no				

### TECHNICAL FEATURES

Units displayed	°C, °F, %RH, mV, V, mA, A
Resolution	0.1 °C, 0.1 °F, 0.1%RH, 0.001 V, 1 mV, 0.1 A, 0.001 mA
Universal external inputs	1 mini-Din connector for temperature, current, voltage, pulses
Internal sensor (KH210-AN-RF/KH210-AO-RF)	Temperature, humidity, current, voltage, pulses
Offset channel (KH210-DO-RF)	Temperature / hygrometry
Setpoints alarms	2 setpoint alarms on each channel Possibility to send e-mail in case of alarm*
Frequency of the measurement	From 1 s to 24 h
Operating temperature	From -20 to +70 °C
Storage temperature	From -40 to +85 °C
Radio span (in free field)	300 m
Frequency	868 MHz
Battery life	3 years**
Data storage	In the kistock until downloading on PC

### FEATURES OF HOUSING

#### Dimensions

116.5 x 74.4 x 39.8 mm

#### Weight

160 g

#### Display

2 lines LCD screen  
Screen dimensions : 45 x 28.5 mm

#### Control

2 keys : Select and OK

#### Material

Compatible with food industry environment  
ABS housing  
Sides and caps made of Elastomer

#### Protection

KH210-AN-RF/KH210-AO-RF : IP65 (housing)  
KH210-DO-RF : IP65

#### PC communication

1 digital input

#### Digital electronics

Lacquer protected circuit board  
Meets RoHS standards

#### Battery power supply

Type lithium 3.6 V

#### Visual alarm

2 electroluminescent diodes (green and red)

#### Environment

Air and neutral gases

## TECHNICAL FEATURES FOR PROBES, INTERNAL SENSOR AND CABLES

### • THERMO-HYGROMETRY PROBE<sup>1</sup>

Sensor type	Hygrometry	Temperature
	CMOS	
Measuring range	From 5 to 95 %RH	From -20 to +70 °C
Accuracy*	<b>Accuracy** (Repeatability, linearity, hysteresis) :</b> ±2%HR (from 15°C to 25°C) <b>Factory calibration .</b> <b>Uncertainty : ±0,88 %RH</b> <b>Temperature dependence :</b> ±0.04 x (T-20) %RH (if T<15°C or T>25°C)	<b>From -20 to 0°C :</b> 2% of reading value ±0,6 °C <b>From 0 to 30 °C :</b> ±0,5 °C <b>From 30 to 70 °C :</b> 1,5% of reading value
Response time (t <sub>0,63</sub> )	50 s (Vair = 2 m/s)	25 s (V = 2 m/s)

<sup>1</sup> Interval thermo-hygrometry probe for KH210-RF-A and external for KH210-RF-DO.

\*All accuracies indicated in this document were stated in laboratory conditions and can be guaranteed for measurements carried out in the same conditions, or carried out with calibration compensation.

\*\*As per NFX 15-113 standard and the charter 2000/2001 Hygrometers, GAL (Guaranteed Accuracy Limit) which has been calculated with a coverage factor value of 2 is ±2,88%RH between 18 and 28°C on the measuring range from 5 to 95%RH. Sensor drift is less than 1%RH/year.

### • TEMPERATURE PROBE (optional)

Sensor type	NTC
Measuring range	From -40 to +120 °C (remove probe)
Accuracy*	±0.3 °C (-25 °C < T < +70 °C) ±0.5 °C (beyond)

### • CURRENT INPUT CABLE (optional)

Measuring range	0/4-20 mA
Accuracy*	±0.2 % of measuring ±1 µA

### • VOLTAGE INPUT CABLE (optional)

Measuring range	0-10 V
Accuracy*	±0.2 % of measuring ±1 mV

### • AMMETER CLAMPS (optional)

Measuring range	0-50 A / 0-100 A / 0-200 A / 0-600 A
Accuracy*	±1 to 2.5 % of reading value according the range

### • PULSES CABLE (optional)

Maximum voltage	5 V
Input type	TTL frequency count

\*All accuracies indicated in this document were stated in laboratory conditions and can be guaranteed for measurements carried out in the same conditions, or carried out with calibration compensation.

## RECORDER FUNCTION



KISTOCK datalogger is supplied turned off to save battery life. To activate it :

- Press "OK" key for 5 s , green LED "On" blinks.

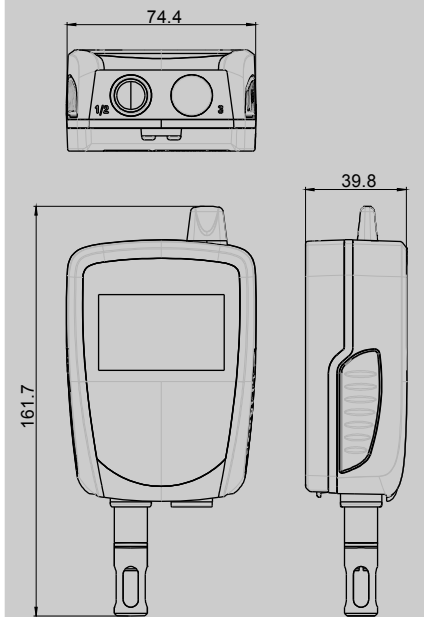
To turn it off :

- Press "Select" and "OK" keys at the same time for 5 s.

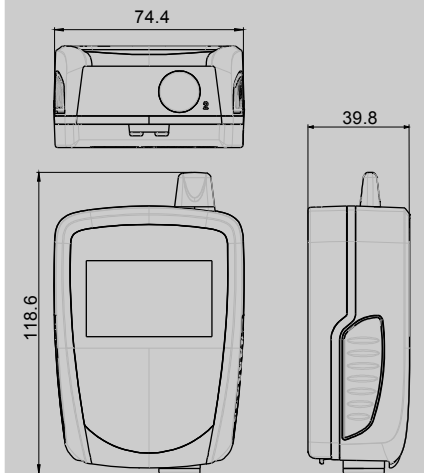
It is impossible to turn it off during a recording or a data download.

## DIMENSIONS (mm)

### KH210-RF-DO



### KH210-RF-A



## EXTERNAL INPUT



Mini-Din connector

## Five recording modes

KISTOCK can record in 5 different ways :

- **"Immediate"** mode records values according a predefined interval.
  - **"Minimum"**, **"Maximum"** and **"Average"** record automatically the calculation of minimum, maximum or average of measured values during an interval of recording.
  - **"Monitoring"** mode allows to get an accurate history report during error events to help troubleshooting, without stopping the measurement logging. To proceed this way, you just have to define :
    - a record interval to be used whilst the readings are beyond the setpoints.
    - a record interval for the values measured during each reading beyond the setpoints.
- Furthermore, you can also let your KISTOCK record non-stop ("**loop**" recording option).

## Two operation modes :

- Autonomous mode : data download is made wireless through the Kilog RF software.
- Network mode : measurements are stored in the datalogger and sent to the computer at regular intervals (in case of alarm, the information is directly sent to the computer). So Kistock memory is used as buffer memory and is reset at each sending. In this mode, several Kistocks can be linked to a computer at the same time.

## Three modes dataset start

Once your recording mode has been set, you can launch your dataset :

- With a delayed start (with predefined date and time)
- With the software
- With push-button

## Six modes dataset stop

You can stop your dataset :

- As per a date and time (if it was started the same way)
- As per a period
- As per a predefined number of recording points
- Once the storage capacity is full
- With **"Stop"** option of the software
- By holding "OK" key for at least 5s, if this function has been previously activated by the software.

## SCREEN

	<b>END</b> DATASET is finished	<b>ACT</b> Refresh of displayed measurements
	<b>REC</b> One value is being recorded	<b>TIME</b> Display of measurement and recording intervals
<b>LOG</b> Flashing : dataset has not started yet Constant : data set is in progress	Low battery indicator	
<b>FULL</b> Slow flashing : dataset is taking 80-90% of storage capacity Fast flashing : dataset is taking 90-100% of storage capacity Constant : storage capacity filled up	<b>MIN</b> Displayed values correspond to maximum and minimum values of the channels <b>MAX</b>	
<b>12</b> Channel No. which is measuring	Alarm action type : rising or falling action	
Indicates the reception powerful of the datalogger		

## SOFTWARE



### • Configuration and data processing software

The new **KILOG RF** software is specially designed for the **KISTOCK-RF** range. In addition to the standard functions of dataloggers configuration and data processing (average, minimum and maximum values...), it allows the creation of a wireless dataloggers network (**up to 100 dataloggers**) for a real-time monitoring.

Ref. : KILOG-RF



Software is compatible with the wired range.

## SOFTWARE (continuation)



- **Communication base with KILOG-RF software**

This base allows to communicate by radio frequency with Kistock-RF (kistock by kistock data recovery, programming of Kistock-RF...). It must be continuously powered and connected to the PC for the use of kistock in network mode. It is equipped with a USB connection for PC, a jack connection for programming and downloading wired Kistock and a relay output. Supplied with main adapter, KILOG-RF software and USB cable.  
Ref. : BK-RF

## ACCESSORIES



- **Data collector.**

KNT data collector allows you to collect measurements from one or several KISTOCK directly on-site (up to 500,000 values stored). Data can be displayed and printed from the KNT or download to your PC.  
Ref. KNT 310



- **Alarm relay** that can be switched from KILOG-RF software via BK-RF base. Supplied with main adapter.  
Ref : KAL-RF



- **Device to extend radio signal** to kistocks (300 m). Supplied with main adapter.  
Ref : KPR-RF



- **Autonomous instrument to check communication.** It allows to check signal reception for positioning of dataloggers, extender and alarm box  
Ref : KTC-RF

- **Wire extensions for NTC temperature probe.**

Made of PVC HT, 5m long with male and female mini-Din connectors  
Ref. KRC 5

Note : you can connect several extensions together (maximum length 25m)

- **Lace.** Ref. KDC

## SUPPLIED WITH



- **Secured wall-mounting bracket**

KIMO has designed a new proprietary anti-theft system with no padlock. Your system cannot be unlocked or damaged : your installation is fully secured.

## CALIBRATION

KISTOCK dataloggers can be supplied with calibration certificate as an option.

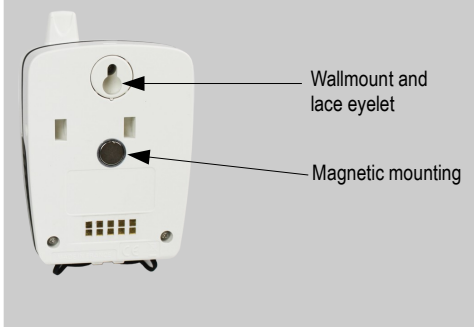
## WARRANTY PERIOD

KISTOCK dataloggers have 1-year guarantee for any manufacturing defect (return to our After-Sales Service required).

## MOUNTING

KISTOCK can be mounted in different ways ; you can also move it or install it very easily.

- Magnetic mounting or wallmounting (see photos)
- Secured mounting (optional, see supplied with)



[www.kimo.fr](http://www.kimo.fr)

Distributed by :



EXPORT DEPARTMENT

Tel : + 33. 1. 60. 06. 69. 25 - Fax : + 33. 1. 60. 06. 69. 29

e-mail : [export@kimo.fr](mailto:export@kimo.fr)



## PeakTech® 5180 PROD-ID: P 5180

[BACK](#)

### USB-Datalogger ~ K-Type / Air Temperature and Humidity ~ 67.000 Points

This new data logger for air temperature, air humidity and temperature measurements over two K-Type probes convinces with a long recording time and the four simultaneously recorded measurement values with exact recording date and time.

The included software allows the user to set all required parameters before recording, such as the desired sampling rate, high and low alarm or the desired measurement units. In addition, the maximum recording time displayed depending on the selected sampling rate.

Those recorded measurement values can finally be evaluated using the PC software, such as building diagrams or save the data as an Excel chart with all needed information.

Through this, the data logger is an important tool in the evaluation of an indoor environment in the living area, as well as in industry, agriculture or cooling systems.

- Data logger with internal memory up to 67.000 readings per measurement function
- Simultaneous recording of air humidity, air temperature and two additional K-type temperature sensors
- Multi-Line LCD display with warning LEDs
- Sampling rate of 1 second to 12 hours
- Repacable Lithium Battery
- Recording time up to 3 months
- Accessories: Software for Windows 2000/XP/Vista/7/8.1/10, 2 pcs. Temperature Probes, Wall Mount User's manual



#### MANUAL

[PeakTech\\_5180\\_08\\_2017E.pdf \(634.3 kB\)](#)

#### PICTURES

[5180\\_F.jpg \(392.2 kB\)](#)

[5180\\_Zubehoer.jpg \(413.6 kB\)](#)

#### SOFTWARE

[CP210x\\_Windows7\\_8\\_10\\_Drivers.zip \(7,007.8 kB\)](#)

[CP210x\\_Windows10\\_Driver.zip \(807.2 kB\)](#)

[PeakTech\\_5180\\_V2.1\\_Software.rar \(8,010.7 kB\)](#)



Relative Humidity	0 % ... 100 % ; +/- 3.5 %
Air Temperature	-40 °C ... 70 °C (-40 ... 78°F); 0.1 °C / °F; +/- 1 °C (+/- 3.6°F)
Measuring Range (type K)	-200 °C ... 1300 °C; 0.1 °C ; +/- 0.15% +1°C -328 °F ... 2372 °F; 0.1 °F; +/-0.5% +3.6 °F
Internal Memory	67584 Values per unit
Operating Voltage	3,6 V Lithium-Battery
Battery Life	Up to 3 Months
Dimensions (WxHxD)	50 x 94 x 32 mm
Weight	91 g
EAN-13	4250569403323

