

Amalie Daltveit

Enkelt verktøy for drift og vedlikehold i skoler

Tiltak og veiledning for et bedre læringsmiljø

Masteroppgave i Energi og miljø

Veileder: Hans Martin Mathisen, NTNU

Medveileder: Kai Gustavsen, NAAF

Juni 2021

Amalie Daltveit

Enkelt verktøy for drift og vedlikehold i skoler

Tiltak og veiledning for et bedre læringsmiljø

Masteroppgave i Energi og miljø
Veileder: Hans Martin Mathisen, NTNU
Medveileder: Kai Gustavsen, NAAF
Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for energi- og prosessteknikk



Kunnskap for en bedre verden

MASTEROPPGAVE

for

Amalie Daltveit

Vår 2021

Enkelt verktøy for drift og vedlikehold i skoler – tiltak og veiledning for et bedre læringsmiljø

A simple tool for operation and maintenance in schools – measures for a better learning environment

Bakgrunn og mål

I mange kommuner svikter forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av skolebygningene. Dette skyldes ofte mangel på ressurser eller prioritering av ressurser, men det kan også skyldes mangel på kompetanse og systematikk. Dårlig vedlikehold fører ofte til dårlig inneklimate med helseplager og redusert læringsmiljø.

I denne oppgaven skal innemiljø kartlegges i noen skoler, ved å utføre ulike undersøkelsesmetoder. Det endelige målet med oppgaven er å bidra til å utvikle en enkel FDV-metodikk for bruk av ikke-eksperter, slik at godt inneklimate kan opprettholdes med lavest mulig kostnader.

Oppgaven er knyttet til prosjektet «FDV i skoler – viktig for helse og læringsmiljø». Dette prosjektet utføres som et samarbeid mellom NTNU, SINTEF og Norges Astma- og Allergiforbund (NAAF).

Oppgaven kan bearbeides ut fra følgende punkter:

1. Teoretisk bakgrunn og metodikk for FDV
2. Hva er det siste nye innen forskningslitteraturen på FDV?
3. Hva er kjent av sammenhenger mellom innemiljø, helse og læringsmiljø?
4. Gjøre seg kjent med og utarbeide metodikk for befaring, målinger, spørre- og intervjuundersøkelser
5. Gjennomføre undersøkelser i utvalgte skoler for å utarbeide metode/verktøy
6. Evaluere bruken av metode/verktøy

Sammendrag

Hensikten med masteroppgaven er å utvikle et enkelt veiledningsverktøy for drift og vedlikehold i skoler, som kan fungere som et hjelpemiddel for skoleansatte. Verktøyet vil inneholde lett tilgjengelig informasjon om hvordan ulike faktorer kan påvirke inneklima og helse, samt en tabell med tiltak til ulike inneklimateforordringer. På denne måten kan ansatte i skolen bidra til at inneklima og -miljø opprettholdes, og at elevers helse og læringsmiljø ivaretas.

Dårlig inneklima i skoler, hvor temperatur, luftkvalitet, lys- eller lydforhold ikke lever opp til kravspesifikasjoner, kan gi negative helseeffekter hos elevene. Aktuelle symptomer er blant annet hodepine, tretthet, luftveisplager, konsentrasjonsvansker og tørre slimhinner. Godt vedlikehold er essensielt for å kunne tilfredsstille kravene til inneklima til enhver tid, og for at innemiljøet til elever i norske skoler skal være optimalt. I tillegg må forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) være godt organisert i kommunen, og en effektiv ansvarsfordeling må være etablert.

Periodisk, forebyggende vedlikehold vil være effektivt for enkeltkomponenter i skolebygningen. Det bør også gjøres tilstandsbasert vedlikehold på mer kritiske komponenter, som ventilasjonsaggregat og kjelanlegg. På denne måten vil vedlikehold foretas regelmessig, samtidig som at tilstanden til viktige og dyrere komponenter overvåkes. Nedetid for komponenter medfører kostnader, spesielt dersom nedetiden ikke er planlagt. For å minimere nedetids- og servicekostnader, er det fordelaktig å koordinere vedlikeholdshandlinger. En åpen og oversiktlig vedlikeholdsplan for ulike bygningskomponenter og installasjoner, vil bidra til mer effektiv FDV og et bedre samarbeid mellom deltakende parter i skole og kommune.

Befaringer, spørre- og intervjuundersøkelser og målinger er blitt utført ved to skoler på Østlandet, for å undersøke hvilke inneklimateforordringer som finnes ved skolene. Oppdagede utfordringer har dannet grunnlaget for det utviklede verktøyet, hvor en tabell med inneklimateiltak utgjør hovedinnholdet. Problemer som har blitt funnet i forbindelse med undersøkelsesmetodene er blant annet varierende innetemperatur, dårlig luftkvalitet mot slutten av skoledagen, mørke undervisningsrom, samt smuss og rot i klasserom og garderobes. Dette er inneklimateproblematikk som sannsynligvis også finner sted i flere andre norske skoler, og tiltakene i verktøyet er derfor blitt generalisert.

Verktøyet er blitt utformet i Microsoft Excel, og vil være tilgjengelig i NTNU Open sammen med masteroppgaven. I tillegg til inneklimateiltak inkluderer tabellen i verktøyet forslag til vedlikeholdshyppighet, overordnet vedlikehold og kunnskap om hvilke effekter det enkelte problemet kan ha på inneklima og helse. Verktøyet inneholder også egne faner med informasjon om inneklimatefaktorene temperatur, luftkvalitet, lys, lyd og fukt, samt FDV og renhold. Fanene skal fungere som en enkel kilde til kunnskap om inneklima og inspirere til handling. Verktøyet kan brukes som grunnlag for å utvikle spørreundersøkelser til ansatte om inneklima, utarbeide egne vedlikeholdsplaner og utforme læringsopplegg for elever.

Abstract

The purpose of the master thesis is to develop a simple tool for operation and maintenance in schools, to achieve a better indoor climate. The tool will contain information on how different factors can affect indoor climate and human health, as well as a table of measures to different problems related to indoor conditions. In this way the school staff can contribute to maintain a good learning environment for the students.

Non-appealing indoor climate in schools, such as temperature, air quality, light or sound conditions which do not satisfy requirements, can cause negative health effects such as headache, fatigue, respiratory problems, concentration difficulties and dry mucous membranes. Good maintenance is essential to keep the indoor conditions acceptable at all times and to keep the indoor environment at its optimum. To accomplish this, the management, operation and maintenance in schools must be well organized by the local authorities.

Periodic, preventive maintenance will be effective for simple components in the school building. Condition-based maintenance should also be performed on more critical components, such as the ventilation system and the boiler. In this way the maintenance is done regularly, at the same time as the condition of more expensive components is monitored. Downtime of components brings extra costs, especially if it is not planned. To minimize the downtime, it is preferable to coordinate maintenance actions. A clear maintenance plan for different building components and installations will contribute to a more effective process, and better cooperation between the schools and the municipality.

There will be performed inspections, surveys, interviews and measurements of indoor parameters in two schools at Østlandet in Norway, to examine if the schools are experiencing any challenges connected to the indoor conditions. Experienced issues at the schools have made the foundation for the developed tool, where a table of measures has been put together. The problems that were found are among others variation in indoor temperature, uncomfortable air quality at the end of the class, dark decor, and untidy classrooms and wardrobes. These are problems connected to indoor conditions that are probable in other Norwegian schools as well, and the measures in the tool have therefore been generalized.

The tool has been designed in Microsoft Excel and will be available in NTNU Open together with the master thesis. In addition to the indoor climate measures, the table in the tool includes suggestions to how often maintenance should be performed, suggestions to overall maintenance and knowledge about what effects the problem can cause on indoor climate and human health. The tool also contains different sheets with information about temperature, air quality, light and sound conditions, moisture, cleaning routines, and management, operation and maintenance. The sheets will work as a simple source to knowledge about indoor climate and as an inspiration to action. The tool can also be used as a foundation to develop surveys for the school staff, make maintenance plans and design teaching materials for students.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet våren 2021 i emnet TEP4910 Energiforsyning og klimatisering av bygninger, ved institutt for energi- og prosessteknikk på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven utgjør 30 studiepoeng.

Takk til veileder Hans Martin Mathisen for god hjelp og veiledning til masteroppgaven, samt innføring i pågående og tidligere prosjekter om inneklime ved NTNU og SINTEF. Mathisen har også bidratt med veiledning til innhold, oppbygning av oppgave og kontakt med kommune. Takk til medveileder Kai Gustavsens, fagsjef for inneklime i Norges Astma- og Allergiforbund, for tilstedeværelse og engasjement. Begges kunnskap og lidenskap for faget har bidratt til å øke min motivasjon og interesse ytterligere.

En stor takk sendes også til kommune og skoler som har disponert tid og arbeidsplass til utførelsen av masteroppgaven. Undersøkelsene i oppgaven hadde ikke vært gjennomførbare uten deres bidrag.

Amalie Daltveit

Amalie Daltveit
Oslo, 11. juni 2021

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	v
Abstract	vii
Forord	ix
Tabeller	xiv
Figurer	xv
1 Introduksjon	1
1.1 <i>Bakgrunn</i>	1
1.2 <i>Mål for oppgaven</i>	1
1.3 <i>Fremgangsmåte og avgrensning</i>	1
1.4 <i>Struktur</i>	2
2 Inneklima	4
2.1 <i>Definisjon</i>	4
2.2 <i>Kravspesifikasjoner</i>	4
2.3 <i>Inneklima og innemiljø</i>	6
3 Helse og forskningslitteratur	7
3.1 <i>Helseeffekter og inneklima</i>	7
3.2 <i>Temperaturforhold</i>	7
3.3 <i>Luftkvalitet</i>	8
3.4 <i>Lys og stråling</i>	11
3.5 <i>Lyd og akustikk</i>	11
3.6 <i>Fukt</i>	12
3.7 <i>Radon</i>	12
4 Lover og forskrifter	14
4.1 <i>Miljørettet helsevern i barnehager og skoler</i>	14
4.2 <i>Internkontrollforskriften</i>	14
4.3 <i>Opplæringsloven</i>	15
4.4 <i>TEK17</i>	15
5 Forvaltning, drift og vedlikehold	16
5.1 <i>Forvaltning og drift</i>	16
5.2 <i>Vedlikehold</i>	16
5.3 <i>FDVU og FDVUS</i>	19
5.4 <i>Forskningslitteratur</i>	20
6 FDV i skoler	29

6.1	Organisering.....	29
6.2	Nedprioritert vedlikehold	30
6.3	Ressurser	30
7	Metodikk for undersøkelser	32
7.1	Befaringer.....	32
7.2	Spørre- og intervjuundersøkelser	33
7.3	Målinger	35
8	Case.....	38
8.1	Skole A.....	38
8.2	Skole B.....	38
8.3	Organisering av FDV i kommunen.....	39
9	Resultater.....	41
9.1	Befaring ved Skole A.....	41
9.2	Befaring ved Skole B.....	48
9.3	Intervjuer og spørreundersøkelse.....	56
9.4	Målinger	64
10	Verktøy	69
10.1	Utforming.....	69
10.2	Bruk	71
10.3	Vurdering av bruk.....	72
11	Diskusjon.....	74
11.1	Inneklima og helse.....	74
11.2	FDV.....	74
11.3	Verktøy.....	76
12	Konklusjon	77
13	Videre arbeid.....	79
14	Litteraturliste	80
Vedlegg 1	Avkrysnings skjema for befaring	I
Vedlegg 2	Utfylt avkrysnings skjema Skole A.....	III
Vedlegg 3	Utfylt avkrysnings skjema av inspektør ved Skole A	V
Vedlegg 4	Utfylt avkrysnings skjema Skole B	VII
Vedlegg 5	Utfylt avkrysnings skjema av rektor ved Skole B.....	IX
Vedlegg 6	Utfylt avkrysnings skjema av verneombud ved Skole B	XI

Vedlegg 7	Intervjuguide	XIII
Vedlegg 8	Spørreundersøkelse for elever	XIV
Vedlegg 9	Verktøy – Utdrag fra tabell med inneklimatiltak.....	XIX
Vedlegg 10	Verktøy – Kildeliste	XXI
Vedlegg 11	Introduksjon til verktøy for ansatte i skolen	XXII
Vedlegg 12	Datablad måleinstrument	XXIII
Vedlegg 13	Risikovurderingsskjema	XXIV

Tabeller

<i>Tabell 1: Grenseverdier for lydnivå i skoler (Standard Norge, 2019).....</i>	<i>5</i>
<i>Tabell 2: Resultat av økning og reduksjon av ventilasjonsrater (Fisk, et al., 2012).....</i>	<i>9</i>
<i>Tabell 3: Hovedresultater fra tidligere studier (Carrer, et al., 2015).....</i>	<i>10</i>
<i>Tabell 4: Utvalgte studier om FDV og hovedresultater.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabell 5: Forslag til vedlikeholdshyppighet for fasadeelementer (Madureira, et al., 2017).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabell 6: Kravspesifikasjoner for CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabell 7: Korrigering av måleinstrumenter.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabell 8: Inneklimaproblematikk ved case-skoler, fra intervjuer.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabell 9: Kryssammenligning mellom å ha vindusplass og opplevd temperatur, fra elevundersøkelse. Tall oppgitt som prosentvis andel av 184 respondenter.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabell 10: Kryssammenligning mellom symptomer og opplevd temperatur, fra elevundersøkelse. Svar oppgitt som prosentvis andel av 184 respondenter.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabell 11: Kryssammenligning mellom opplevd luftkvalitet og symptomer, fra elevundersøkelse. Svar oppgitt som prosentvis andel av 184 respondenter.....</i>	<i>62</i>

Figurer

Figur 1: Relativ arbeidsprestasjon ved ulike temperaturer (Wargocki, et al., 2019)	8
Figur 2: Statistisk antall feil ved en installasjon i løpet av dens levetid, såkalt «mean-time-to-failure» (Mobley, 2002)	16
Figur 3: Ulike vedlikeholdsstrategier (Ferreira, et al., 2021)	17
Figur 4: Synlige temperaturforskjeller ved termografering (Termografi Teknikk, 2020).....	18
Figur 5: FDVU-filosofien (Bjørberg, S, 2017).....	20
Figur 6: Stegvist, systematisk vedlikehold (Flores-Colen & de Brito, 2010)	22
Figur 7: Databaser (1-6) med ulike fagfelt for tiltak (Flores-Colen & de Brito, 2010).....	23
Figur 8: Virkning av vedlikeholdshandlinger (Ferreira, et al., 2021).....	25
Figur 9: Vedlikeholdsplan for en komponent ved tilstandsbasert vedlikehold (Zhu, et al., 2017)	26
Figur 10: Systemoppsett for bruk av utvidet virkelighet innen FDV (Baek, et al., 2019)	28
Figur 11: Rollefordeling mellom eier, forvalter og bruker (NOU, 2004)	29
Figur 12: Sorterte verdier for CO ₂ ved testing av måleinstrumenter, før korreksjon. Måleperioden er 3 døgn. ...	36
Figur 13: Sorterte verdier for temperatur ved testing av måleinstrumenter, før korreksjon. Måleperioden er 3 døgn.	36
Figur 14: Utfylt avkryssningsskjema for Skole A	41
Figur 15: Utfylt avkryssningsskjema av inspektør ved Skole A.....	42
Figur 16: Klasserom på Skole A.....	43
Figur 17: Klasserommets vindusfasade, Skole A.....	44
Figur 18: Musikkrom på Skole A.....	45
Figur 19: Tilhørende garderobe til klasserom på Skole A	46
Figur 20: Radiatorer i garderobe på Skole A.....	46
Figur 21: Garderobens inngangsparti, Skole A	47
Figur 22: Ventilasjonsrom på Skole A	48
Figur 23: Utfylt avkryssningsskjema for Skole B.....	49
Figur 24: Utfylt avkryssningsskjema av rektor ved Skole B	49
Figur 25: Utfylt avkryssningsskjema av verneombud ved Skole B.....	50
Figur 26: Klasserom i hovedbygning på Skole B	51
Figur 27: Nærbilder fra klasserom i hovedbygning på Skole B	52
Figur 28: Grupperom på Skole B.....	53
Figur 29: Garderobe for yngre elever i hovedbygning på Skole B.....	54
Figur 30: Garderobe for eldre elever i hovedbygning på Skole B.....	54
Figur 31: Inngangsparti i hovedbygning på Skole B	55
Figur 32: Ventilasjonsaggregatene i hovedbygning på Skole B.....	56
Figur 33: «Hvordan er det i klasserommet?». Besvarelse om inneklima i klasserommet, fra elevundersøkelse...57	57
Figur 34: «Hvordan føler du deg i dag?». Besvarelse om egen form knyttet til inneklima i klasserommet, fra elevundersøkelse	58
Figur 35: «Hvordan er det i garderoben?». Besvarelse om inneklima i garderoben, fra elevundersøkelse	59
Figur 36: Utetemperatur på tidspunkt for utførte målinger (YR, 2021)	64
Figur 37: Plassering av måleinstrumenter på Skole A. Måler 1 plassert på skap. Måler 2 plassert ved tavle.....	65
Figur 38: Plassering av måleinstrumenter på Skole B. Måler 3 plassert nærmest vindu. Måler 4 plassert ved lærerpult.....	65
Figur 39: Måleresultater for CO ₂ , temperatur og relativ luftfuktighet på Skole A (Måler 1).....	66
Figur 40: Måleresultater for CO ₂ , temperatur og relativ luftfuktighet på Skole B (Måler 3)	67
Figur 41: Utdrag fra tabell over inneklimatiltak, fra verktøy.....	69
Figur 42: Informasjon om FDV, utdrag fra verktøy (Helsedirektoratet, 2016)	70
Figur 43: Informasjon om renhold, utdrag fra verktøy (Helsedirektoratet, 2016) (SINTEF Byggforsk, 2000).....	71
Figur 44: Mulighet for å markere inneklimatiltak, utdrag fra verktøy	72

1 Introduksjon

I dette kapittelet vil bakgrunn og mål for masteroppgaven presenteres. Fremgangsmåten til målet og hvilke avgrensninger som har blitt gjort vil bli beskrevet, samt hvordan oppgaven er bygget opp og strukturert.

1.1 Bakgrunn

Tilstanden til flere norske skoler er bekymringsverdig på grunn av manglende forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av skolebygningene (RIF, 2021). Sviktende FDV kan ha årsak i mangel på kunnskap, systematikk, ressurser eller prioritering av ressurser. Utilfredsstillende drift og vedlikehold vil påvirke inneklimaet i skolene negativt, og kan forårsake et redusert læringsmiljø som følge av helsesyntomer hos elever og ansatte. Veiledning og tilrettelegging til å utføre vedlikeholdshandlinger for skolens egne ansatte vil potensielt bidra til at skolens inneklima og -miljø forbedres.

Masteroppgaven er en del av prosjektet «FDV i skoler – viktig for helse og læringsmiljø», som utføres som et samarbeid mellom NTNU, SINTEF og Norges Astma- og Allergiforbund (NAAF).

1.2 Mål for oppgaven

Målet for masteroppgaven er å kartlegge innemiljøet i to norske skoler, og utvikle en enkel metodikk som vil fungere som et veiledningsverktøy for skoleansatte. Veiledningsverktøyet vil videre kun omtales som verktøy, og skal kunne bidra til å opprettholde et godt inneklima i skolen til lavest mulig kostnad.

Ved å studere teori og forskningslitteratur knyttet til inneklima, helse og FDV, utarbeide metodikk for undersøkelser og utføre undersøkelser, vil det bli utviklet et generalisert verktøy med vedlikeholdstiltak og informasjon som kan tas i bruk av skolepersonell på en daglig basis. Verktøyet vil bli tilgjengeliggjort sammen med masteroppgaven i NTNU Open (NTNU, 2021), og vil fungere som en pilot for prosjektet til NTNU, SINTEF og NAAF.

I tillegg til å utvikle et verktøy, vil følgende spørsmål bli besvart:

- Hva er kjente sammenhenger mellom inneklima, helse og læringsmiljø?
- Hvilken metodikk finnes for vedlikehold, og hva er det siste nye innen forskningslitteratur for FDV?
- Hvordan kan befaringer, spørre- og intervjuundersøkelser og målinger utføres i skoler?
- Hvordan er tilstanden i de to undersøkte skolene?
- Hvordan kan verktøyet utformes, og hvordan kan det tas i bruk?

1.3 Fremgangsmåte og avgrensning

For å kunne utvikle et verktøy for bedre drift og vedlikehold i skoler, må kjennskap til kravspesifikasjoner for ulike inneklimafaktorer og mulige helseeffekter opparbeides. Dette vil tas hensyn til under vurderingen av innemiljøet og inneklimaet i skolebyggene som kartlegges, ved hjelp av flere undersøkelsesmetoder som befaringer, spørre- og intervjuundersøkelser og inneklimamålinger. Det er valgt å kun undersøke to skoler i masteroppgaven, da

undersøkelses- og analyseringsarbeid er tidkrevende. For å bedre representere inneklimate i norske skoler, burde flere skoler ha vært kartlagt. Skoler har blitt tildelt etter korrespondanse med en kommune på Østlandet, og utgjør oppgavens case. Skoler og kommune er anonymiserte for å beskytte personvernet til involverte respondenter, samt for at resultatene skal ses på som generelle funn. Inneklimateproblematikk funnet ved undersøkelser trenger ikke å være spesielt for skolene som inngår i casen, men kan gjelde flere andre skoler i Norge.

Det vil utføres befaringer på skolene for å bli kjent med casen og for å undersøke forholdene, samt gjøre skolens ansatte mer bevisst på elementer som kan påvirke inneklimate. På den ene skolen er det kun fokusert på hovedbygningen, da skolen består av flere bygninger. Dette er gjort for å avgrense analysearbeidet, samtidig som at de resterende bygningene kun er tenkt å være midlertidige. Intervjuer med ledelsen på de to skolene vil deretter utføres for å underbygge og utdype erfaringer fra befaringene. En spørreundersøkelse for elever vil tilføre et ekstra perspektiv til opplevelsen brukerne av bygget har av inneklimate, og deres svar vil sammenlignes med intervjuene. Målinger av parameterne CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet vil bli utført i begge skoler for å undersøke om problematikk som trekkes frem har årsak i reelle verdier. Her vil det kun måles i ett klasserom på hver skole, da tilgangen til utstyr er begrenset.

Eventuell problematikk som blir oppdaget ved undersøkelsesmetodene vil danne en liste, eller tabell, over mulige inneklimateiltak som bør utføres. Enkelte problem og tiltak i tabellen vil være generelle, men for å avgrense oppgaven er det fokusert på inneklimateiltak for skolene i casen. Tabellen, sammen med informasjon om ulike inneklimatefaktorer, FDV og renhold, vil utgjøre verktøyet. Verktøyet skal være en veiledning til et bedre inneklimate og læringsmiljø i skoler. Det skal være lett tilgjengelig, og formidle enkle tiltak og informasjon som skoler kan dra nytte av. Skolene i casen vil få tilgang til verktøyet og mulighet til å teste det ut. For å vurdere bruk og utforming av verktøyet, vil det foretas samtaler med ledelsen ved skolene i etterkant av uttestingen.

Den pågående Covid-19-pandemien har ført til flere restriksjoner, og har dermed påvirket arbeidet med masteroppgaven. Kommunen det har blitt samarbeidet med har vært hardt rammet av viruset, noe som har ført til tidvis sakte kommunikasjon. Skolene har vært stengt i perioder og det har kun vært mulig med enkelte, korte besøk. Ansatte i skole og kommune har vært under høyt press med stadige omstillinger i hverdagen, og det har derfor ikke vært mulig med optimal uttesting av verktøyet. I tillegg har biblioteker og andre offentlige bygninger vært stengt i lange perioder, noe som har redusert muligheten til å låne faglitteratur.

1.4 Struktur

Masteroppgaven vil etter introduksjonen i første kapittel starte med å presentere teori og kravspesifikasjoner knyttet til inneklimate og inneklimatefaktorene temperaturforhold, luftkvalitet, lys og stråling, lyd og akustikk, fukt og radon i kapittel 2. Deretter vil mulige helseeffekter til hver av inneklimatefaktorene informeres om, sammen med nyere forskningslitteratur på området i kapittel 3. Det finnes flere lover og forskrifter som skal sørge for at kravspesifikasjoner for inneklimate i skoler overholdes, og disse vil bli oppsummert i kapittel 4. Begrepet FDV blir først introdusert i kapittel 5, hvor flere former for vedlikehold vil bli presentert. En større litteraturstudie om FDV er gjennomført og utgjør siste del av

kapittelet. I kapittel 6 blir organisering av FDV i skoler og kommuner beskrevet, og det vil bli sett på hvorfor vedlikehold ofte blir nedprioritert.

For å samle inn data om inneklimatematikk som finnes ved norske skoler i dag, vil flere undersøkelsesmetoder tas i bruk på to skoler i en kommune på Østlandet. Metodikk for undersøkelser er beskrevet i kapittel 7, mens en kort presentasjon av skolene og kommunen som inngår i oppgavens case utgjør kapittel 8. I kapittel 9 blir resultatene fra undersøkelsene gjennomgått og analysert, før verktøyet blir presentert i kapittel 10. Diskusjonen og konklusjonen, i henholdsvis kapittel 11 og 12, gjennomgår sentrale tema i oppgaven og konkluderer for spørsmålene stilt i introduksjonen. Forslag til videre arbeid er lagt til kapittel 13, med tanke på det pågående prosjektet «FDV i skoler – viktig for helse og læringsmiljø» ved NTNU, SINTEF og NAAF. Til slutt presenteres en litteraturliste over kildene som er tatt i bruk, samt flere vedlegg.

2 Inneklima

Det følgende kapittelet vil definere begrepet inneklima og presentere kravspesifikasjoner for flere inneklimafaktorer. Deler av kapittelet er hentet fra egen prosjektoppgave levert i emnet TEP4530 Energiforsyning og klimatisering av bygninger, høsten 2020 (Daltveit, 2020).

2.1 Definisjon

Det finnes fem fagelementer som inngår i selve inneklimabegrepet, og som definerer dets betydning og funksjon (Standard Norge, 2018).

1. *Det termiske miljø* omhandler termiske forhold i bygningen, temperaturforholdet og hvordan hver enkelt person som oppholder seg i rommet skal klare å holde seg varm innendørs. Det er ulike faktorer som spiller inn, som bekledning, fysisk aktivitetsnivå, lufttemperatur, luftfuktighet, lufthastighet og strålingstemperatur (Standard Norge, 2006).
2. For *det atmosfæriske miljø* er det luftkvaliteten på inneluften vi puster inn som er i fokus, samt statisk elektrisitet. Inneluft kan inneholde svevestøv fra organismer, som bakterier, virus, allergener og muggsopp, og uorganiske fibre. Lukt, damp og gass forekommer også (Helsedirektoratet, 2016).
3. *Det aktiniske miljø* gjelder all belysning, radioaktiv stråling og det elektromagnetiske miljøet (Helsedirektoratet, 2016).
4. Lydforhold som støy og akustikk inngår i *det akustiske miljø*. Lyd- og taleoppfattelse påvirkes av lydforholdene i et rom, i tillegg til støybelastningen i rom med lite støydemping (Helsedirektoratet, 2016).
5. Når man snakker om *det mekaniske miljø*, menes det planløsning, innredning og utstyr som påvirker tilgjengeligheten i et rom. Tilgjengelighet er viktig i forhold til rengjøring, mennesker med funksjonsnedsettelse, lokalets funksjon og å forebygge ulykker (Helsedirektoratet, 2016). Det mekaniske miljøet er av betydning for bevegelsesapparatet vårt, samt føle- og smertesanser (Standard Norge, 2018).

2.2 Kravspesifikasjoner

Inneklimafaktorene temperatur, luft, lys, lyd og fukt fra fagelementene over vil videre fokuseres på. For å dokumentere at verdier for de ulike faktorene er tilfredsstillende i skoler, finnes det ulike krav og anbefalinger. Tilfredsstillende verdier oppnås ved god forvaltning, drift og vedlikehold, slik at inneklimaverdier blir overvåket, lokaler og komponenter blir renholdt, konstruksjon og installasjoner blir reparert og skolen blir brukt på riktig måte.

2.2.1 Temperaturforhold

Anbefalt innetemperatur er mellom 20 °C og 24 °C om vinteren, og mellom 23 °C og 26 °C om sommeren (Helsedirektoratet, 2016). Overskridelser er akseptert om sommeren, men helst ikke lenger enn to uker. Byggteknisk forskrift (TEK17) anbefaler 19 – 26 °C for samlet virkning av termisk stråling og lufttemperatur ved lett arbeid (Direktoratet for byggkvalitet, 2020). Arbeidstilsynet og NAAF understreker at innetemperaturen bør være lavere enn 22 °C i fyringssesongen (Arbeidstilsynet, 2016). Gulvtemperaturen bør være mellom 19 °C og 26 °C. Vertikalt målt temperaturforskjell må ikke være mer enn 3 °C per meter, og maksimal lufthastighet er 0,15 m/s. Dette er for å unngå ubehag og opplevelse av trekk.

2.2.2 Luftkvalitet

For å opprettholde god luftkvalitet er anbefalt maksimalt luftinnhold av CO₂ 1000 ppm i publikums- og arbeidsbygninger, noe som er 600 ppm over grunnivået. Andelen av CO₂ i luften er avhengig av utøvd aktivitet og er proporsjonal med antall personer i rommet. I klasserom skal tilførsel av friskluft være minst 26 m³/h per person, på bakgrunn av luftforurensninger fra mennesker ved lett aktivitet (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Det er viktig at ventilasjonen i lokalet fungerer på en slik måte at den gitte grenseverdien ikke overskrides, og frisklufttilførselen må dermed tilpasses. Mengde luftforurensning er også avhengig av rommets materialer, installasjoner og andre komponenter. Derfor skal frisklufttilførselen være minst 2,5 m³/h per m² når rommet er i bruk, og 0,7 m³/h per m² når rommet ikke er i bruk. Rom med spesielle forurensninger, som eksempelvis toalett, skal ha avtrekk slik at luftkvaliteten i rommet forblir tilfredsstillende.

2.2.3 Lys og stråling

Minimumsverdier for belysning på pulten i et klasserom, på tavlen og i gangen er henholdsvis 300 lux, 500 lux og 100 lux (Helsedirektoratet, 2016). Lux er en måleenhet for belysningsstyrke, og 1 lux tilsvarer 1 lumen/m² (Hofstad, 2018). Lumen er et mål for den lysmengden som stråler fra en lyskilde per tidsenhet (Hofstad, 2019). Elektromagnetisk stråling skal være så lav som overhodet mulig, og man skal unngå at barn har langvarige opphold nærmere enn 2,3 m fra en elektromagnetisk kilde sterkere enn 0,4 μT. Tesla, T, er måleenheten for magnetisk flukstetthet (Hofstad, 2018). Elektromagnetisk stråling vil ikke bli tatt opp igjen senere i oppgaven, men generell grenseverdi for elektromagnetisk stråling er 200 μT.

2.2.4 Lyd og akustikk

Standarden NS 8175:2019 *Lydforhold i bygninger og Lydklasser for ulike bygningstyper* (Standard Norge, 2019) gir en oversikt over grenseverdier for støy i skolebygg. Tabell 1 viser en oversikt over tilfredsstillende grenseverdier (Klasse C) for støy innendørs og utendørs i skoler, samt etterklangstid. I tabellen er verdier for ulike undervisningsrom og uteområde samlet, da oppgaven fokuserer på læringsmiljø.

Tabell 1: Grenseverdier for lydnivå i skoler (Standard Norge, 2019).

Rom	Innendørs lydnivå	Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder	Utendørs lydnivå fra tekniske installasjoner og utendørs lydkilder	Romakustikk, etterklangstid
Skolebygg (undervisningsrom, oppholdsrom og uteareal)	34 – 40 dB	28 – 30 dB	30 dB	40 dB	0,5 s

Hver enkelt skole har sitt individuelle behov for lydisolasjon mellom rom, noe som betyr at det kan være behov for analyser for å optimalisere lydforhold. I tillegg finnes det ulike rom med ulike funksjoner, samt spesialrom. Tabellen inneholder generelle verdier for undervisningsrom, oppholdsrom og uteareal.

2.2.5 Fukt

Luftfuktighet innendørs oppstår fra bygningsmaterialer og brukere av bygningen. Dersom det ikke blir ventilert tilstrekkelig, vil relativ luftfuktighet (RF) bli for høy (Becher, et al., 2016). RF er forholdet mellom mengden vanndamp i luften og det maksimale innholdet av vanndamp luften kan inneholde i mettet tilstand. På vinterstid hvor det er lave temperaturer skal luftfuktigheten være lav, med en RF på mellom 20 – 40 % (Helsedirektoratet, 2016). Om sommeren når temperaturene er høyere, kan RF være på opp til 60 – 70 %.

Når luft med høy RF avkjøles mot kalde flater vil kondens oppstå, noe som gir et godt grunnlag for at mikroorganismer kan vokse på organiske materialer eller på støv som samler seg på overflater (Becher, et al., 2016). Andre kilder til fukt er lekkasjer fra installasjoner, byggfukt og vanninntrenging fra utvendige kilder. Ifølge SINTEF Byggforsk skyldes 76 % av alle prosessforårsakede byggskader en form for fukt (SINTEF Byggforsk, 2010). Fukt- og muggskader skal ikke forekomme innendørs og skal fjernes.

2.2.6 Radon

Radon er et radioaktivt grunnstoff, og inngår dermed i det aktiniske miljøet. Radongass kommer fra grunnen og kan variere mye i mengde fra sted til sted med tanke på geologiske forhold. Radon blir ikke sett nærmere på i denne oppgaven, da det vil fokuseres på enklere tiltak som kan behandles av ansatte i skolen. Radonnivået i bygg er likevel viktig og skal kontrolleres jevnlig ved å utføre målinger, ifølge Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA, 2020). Helseeffekten ved å utsettes for radongass er derfor også presentert i kapittel 3.7. Maksimal mengde radongass er 200 Bq/m^3 , med en tiltaksgrense på 100 Bq/m^3 (DSA, 2020). Bequerel, Bq , er måleenheten for aktiviteten til et radioaktivt stoff, og blir betegnet som antallet utsendte partikler per sekund (Hofstad, 2019).

2.3 Inneklima og innemiljø

Når man omtaler begrepet inneklima, nevnes også innemiljø. Innemiljø beskriver det estetiske i et rom, som innredning og dekorasjon, det psykososiale miljøet mellom mennesker som oppholder seg i rommet, samt inneklimafaktorer som kan måles objektivt (Standard Norge, 2018). Førsteintrykket av et lokale kan si mye om oppfattelsen av inneklimaet og innemiljøet, og kan gi umiddelbare indikasjoner på om kravene til inneklima er tilfredsstillt eller om det må utføres tiltak.

3 Helse og forskningslitteratur

Kapitlet presenterer helseeffekter forbundet med dårlig inneklima, samt hvordan arbeidsprestasjoner blir påvirket av de ulike inneklimafaktorene presentert i kapittel 2. Forskningslitteratur har også blitt undersøkt i forbindelse med hver inneklimafaktors påvirkning på elevers helse og skolehverdag.

3.1 Helseeffekter og inneklima

De fleste sykdommer som kan spores tilbake til og påvirkes av miljøfaktorer, er sykdommer som allerede forekommer blant flere i befolkningen. Noen er mer følsomme for miljøpåvirkninger grunnet helse, alder, ernæringstilstand eller av arvelige årsaker. I Folkehelseinstituttets *Anbefalte faglige normer for inneklima* (Folkehelseinstituttet, 2015) deles sykdommene og plagene som kan påvirkes av inneklimaet inn i seks kategorier.

1. Hud- og slimhinneirritasjon, hodepine og luktplager
2. Luftveissykdommer og allergiske reaksjoner i luftveiene (allergi, astma og kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS))
3. Hjerne- og karsykdommer
4. Kreft
5. Forverring av virusinduserte og bakterielle luftveisinfeksjoner
6. Helseplager tilskrevet miljøfaktorer

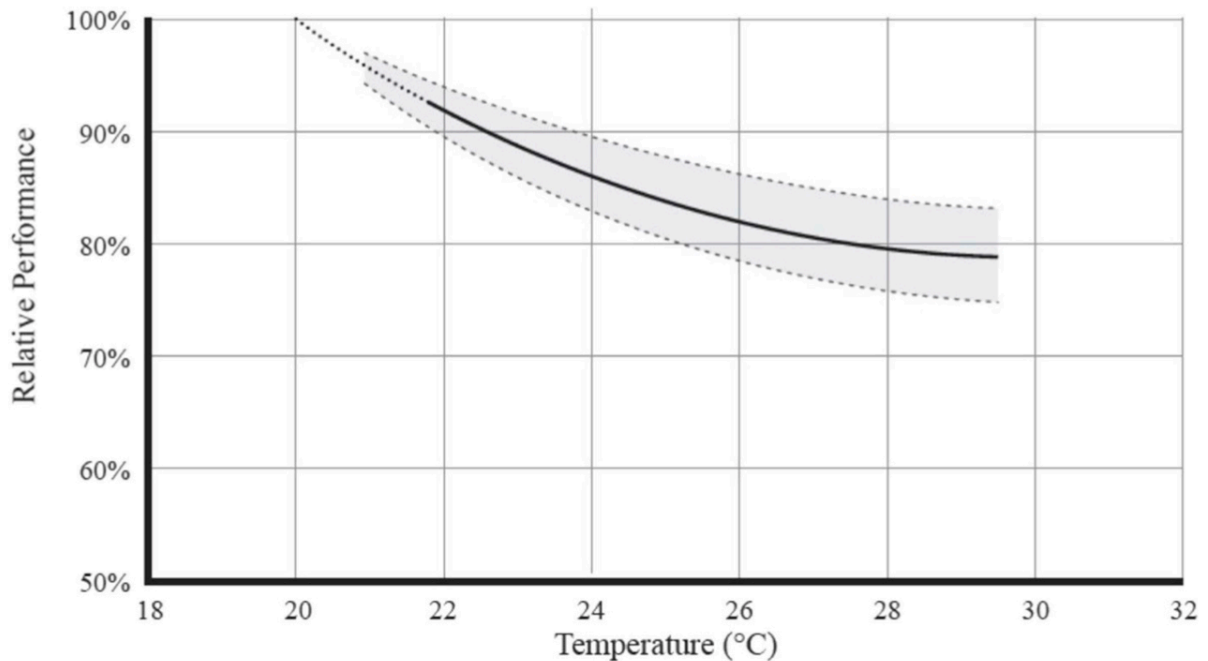
Ansatte i skoler har mer inneklimalager og yrkesrelatert astma enn de fleste andre yrkesgrupper, ifølge Statistisk sentralbyrås (SSB) levekårsundersøkelser (Arbeidstilsynet, 2013). I perioden 2009-2012 utførte Arbeidstilsynet tilsyn på skoler i 280 kommuner, med inneklima i fokus. 90 % av kommunene fikk krav om drifts- og vedlikeholdsforbedringer og konklusjonen var at «[...] norske kommuner ikke gjør nok for å sikre et forsvarlig inneklima i skolene.» (Arbeidstilsynet, 2013). Under tilsynet ble det klart at det ikke bare var økonomi som var årsaken til manglende vedlikehold, men også mangel på kunnskap, vilje til å jobbe forebyggende og prioriteringer. Godt vedlikehold for å opprettholde godt inneklima er spesielt viktig når det gjelder barns helse, da barn har vanskeligere for å tilpasse seg omgivelsene sine enn voksne.

Ulike inneklimafaktorer kan fremprovosere ulike plager hos brukerne av lokalet. Ved å gjenkjenne symptomer kan man få en indikasjon på om det er underliggende inneklimaproblemer som må undersøkes, og om det kan gjøres tiltak innen drift eller vedlikehold. Elever og ansatte reagerer nødvendigvis ikke på de samme forholdene, da grad av følsomhet er individuelt.

3.2 Temperaturforhold

For høye temperaturer i et rom kan medføre økt tretthet og redusert konsentrasjon, arbeidsprestasjon og læring (Haverinen-Shaughnessy, et al., 2015), samt tørr hud, tørre slimhinner, hodepine, luftveisirritasjoner og opplevelse av tørr luft (Helsedirektoratet, 2016). Ved for lave temperaturer eller trekk, som gjerne oppleves ved lufthastigheter høyere enn 0,15 m/s, kan man oppleve uro og muskelspenninger (Helsedirektoratet, 2016).

Studier basert på temperaturforhold gjort i klasserom og klimakammer viser at arbeidsprestasjoner hos elever kan øke med 20 % ved å senke temperaturen fra 30 °C til 20 °C (Wargocki, et al., 2019), se Figur 1. Størst effekt på prestasjonene oppnås ved å redusere temperaturen fra 26 °C til 20 °C. Arbeidsprestasjonen er målt i arbeidshastighet ved utførelse av ulike psykologiske oppgaver og skolearbeid. Optimal arbeidsprestasjon på 100 % er ved 20 °C.



Figur 1: Relativ arbeidsprestasjon ved ulike temperaturer (Wargocki, et al., 2019).

Temperaturen i et rom kan reguleres direkte på varmekilden av ansatte ved skolen, eller indirekte via et sentraldriftsanlegg (SD-anlegg) av driftsteknikere. Dette er avhengig av hvordan varmen styres på den aktuelle skolen. Bruk av SD-anlegg er en form for sentral driftskontroll, som er en samlebetegnelse for sentralisert bygningsautomatisering basert på teknikk og digitalt utstyr (Novakovic, et al., 2007). Settpunkttemperaturen for tilluften fra ventilasjonsanlegget vil også påvirke lufttemperaturen i rommet.

3.3 Luftkvalitet

Ved for dårlig luftkvalitet vil konsentrasjons- og læringsevnen til elevene bli dårligere, de kan oppleve hodepine og tretthet, samt at luftveisirritasjoner og forverrelse av astma kan oppstå (Helsedirektoratet, 2016). Astma og allergi er spesielt representert hos barn, hvor ett av ti barn får sykdommen. Andelen som får det i voksen alder er én av tjue (SINTEF Byggforsk, 2006). Av de som får astma får omkring 75 % det før skolealder, men mange blir kvitt symptomene i løpet av skolegangen. Blant barn er det flere gutter enn jenter som har det, mens det blant voksne er flere kvinner enn menn. Antall tilfeller av astma har økt jevnt de siste 30 årene ifølge kilden, og mye tyder på at det er et resultat av endret inneklima.

For å opprettholde god luftkvalitet er tilfredsstillende ventilasjon viktig. Det er derimot uenighet om hvilke ventilasjonsrater (VR) som er optimale for å fremme arbeidsprestasjon og for å redusere helseeffekter. I 2011 ble det undersøkt hva endring i VR på kontorer har å si for helse, arbeidsprestasjoner og kortvarig fravær, samt energi og økonomi, ved ulike scenarier

(Fisk, et al., 2012). Helsesymptomer blir i artikkelen omtalt som SBS (Sick Building Syndrome), som er en betegnelse på at brukere av en bygning opplever akutte helseeffekter som kan knyttes til bygningen de har oppholdt seg i (EPA, 1991).

Ifølge forfatterne har eldre undersøkelser vist at 80 % er fornøyd med en VR på 7,5 L/s per person dersom mennesker er hovedforurensende faktor. En VR på 7,5 L/s tilsvarer 27 m³/h, som er noe høyere enn minimumsverdien 26 m³/h per person for norske publikums- og arbeidsbygninger (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Tabell 2 viser scenarier for økning og reduksjon av VR, og resultater fra studien. Som utgangspunkt ble en minimum VR på 8 L/s per person brukt, og totalt antall personer som deltok i studien var 41,3 millioner.

Tabell 2: Resultat av økning og reduksjon av ventilasjonsrater (Fisk, et al., 2012)

Scenario	Konsekvens
Øker minimum VR fra 8 til 10 L/s per person.	0,33 % økning i arbeidsprestasjon. 5,2 % reduksjon av ukentlige SBS-symptomer.
Øker minimum VR fra 8 til 15 L/s per person.	0,91 % økning i arbeidsprestasjon. 15 % reduksjon av ukentlige SBS-symptomer.
Reduserer minimum VR fra 8 til 6,5 L/s per person.	0,32 % reduksjon i arbeidsprestasjon. 4,5 % økning av ukentlige SBS-symptomer.

Resultater som angår økonomi og energi er ikke tatt med i tabellen over, da det ikke er hovedfokuset i denne oppgaven. Det er store usikkerheter i tilnærminger som er gjort i studien med tanke på hvordan VR påvirker helse og arbeidsprestasjon. Likevel presenteres det indikasjoner på at man ved økte luftmengder vil kunne redusere helseeffektene og øke arbeidsprestasjonene. Økte luftmengder i mindre lokaler vil derimot også bety en økt risiko for opplevelse av trekk, samt et økt energiforbruk. Ved opplevelse av trekk vil trolig flere elever og lærere ønske å redusere tilluften, noe som vil resultere i dårligere luftkvalitet.

En universell sammenheng mellom inn klima og helseeffekter har blitt forsøkt funnet av Paolo Carrer et al. ved å gjennomføre en litteraturstudie av tidligere forskning på ventilasjon og luftmengder (Carrer, et al., 2015). Hovedresultatene fra studien er presentert i Tabell 3.

Tabell 3: Hovedresultater fra tidligere studier (Carrer, et al., 2015)

Studie	Hovedresultater
Mendell (1993)	Assosierer SBS-symptomer med VR fra 10 L/s per person og nedover.
Godish og Spengler (1996)	Få bevis for at en økning i VR opp til 10 L/s per person vil redusere SBS-symptomer og misnøye.
Seppänen et al. (1999)	VR under 10 L/s per person assosiert med forverring av helseeffekter eller forverring av oppfattet luftkvalitet. VR over 10 L/s per person og opp mot 20 L/s per person ble assosiert med reduksjon av SBS-symptomer eller forbedring av luftkvalitet. Risiko for SBS-symptomer minskes ved å redusere CO ₂ -konsentrasjon til under 800 ppm.
Wargocki et al. (2002)	VR under 25 L/s per person øker risikoen for SBS-symptomer og reduserer produktiviteten.
Mendell og Heath (2005)	Ikke nok bevis for å si noe om forholdet mellom innendørs forurensninger eller klimaforhold i skoler og arbeidsprestasjon. Enkelte funn viser at lave VR kan forverre prestasjonen.
Seppänen et al. (2006)	1 – 3 % forbedring i prestasjoner ved økt VR til 10 L/s per person. Økning opp mot 15 L/s per person viste forbedring i arbeidsprestasjoner med konfidensintervall på 95 %. Økning til 17 L/s viste forbedring i prestasjoner med konfidensintervall på 90 %. Arbeidsprestasjon per enhet økning i VR var større ved VR under 20 L/s per person, og nesten neglisjerbare ved VR over 45 L/s per person.
Li et al. (2007)	Finner sterke bevis for at bevegelse i luft og ventilasjon kan forbindes med spredning av smittsomme sykdommer. Finner ikke nok bevis om hvordan optimalisere VR for å redusere spredning i størst mulig grad.
Fisk (2009)	Ved å senke VR fra 10 L/s til 5 L/s per person økte utbredelsen av SBS-symptomer med ca. 23 %. Ved å øke fra 10 L/s til 25 L/s per person reduserte utbredelsen av SBS-symptomer med 29 %.
Sundell et al. (2011)	VR opp mot 25 L/s per person i kontorer reduserer utbredelse av SBS-symptomer. VR høyere enn 0,5 luftutskiftninger per time i hjemmet er forbundet med redusert risiko for allergi blant barn i nordiske land.

Studiene undersøkt strekker seg fra 1993 til 2011, og viser flere motsetninger. Forskningsartiklene i tabellen over presenterer ulike grenseverdier for når det oppleves dårlig

luftkvalitet og når risikoen for helseeffekter øker, samt ulike verdier for optimal VR. Noen studier mener også at det ikke finnes nok bevis for å kunne si noe om forholdet mellom VR, helse og arbeidsprestasjoner. Det er dermed store uenigheter om hvordan optimal luftkvalitet oppnås, og resultatene avhenger noe av valgte verdier for VR i undersøkelsene. De fleste studiene konkluderer med at økte luftmengder reduserer SBS-symptomer, men Li et al. trekker også frem et annet viktig aspekt. Spredning av smittsomme sykdommer forbindes med bevegelse i luften, noe som vil forverres med økte VR.

Til tross for flere usikkerhetsmomenter, også i studien til Carrer et al., konkluderer forfatterne med at det er en forbindelse mellom ventilasjon og helse. Noen klare kausaliteter for å kunne definere et universelt forhold finner de derimot ikke. Dersom det oppleves dårlig luftkvalitet i et rom, er manuell lufting et alternativ til å øke VR. For å få en god gjennomlufting av rommet uten å kjøle ned rommets flater og materialer, bør det luftes effektivt i et par minutter. Effektiv lufting oppnås ved at flere vinduer og dører åpnes samtidig, slik at det blir gjennomtrekk og en god utskiftning av inneluften (NAAF, 2020).

3.4 Lys og stråling

Dagslys skiller seg fra kunstig lys ved at det er optimalt i forhold til øyets oppfattelse av farger og kroppens hormonregulerende evne (Haugan, 2013). Ved for lite stimulering av dagslys vil epifysen produsere søvnhormon på dagtid, som den gjør på nattetid. Dette kan medføre trøtthet om dagen og dårlig søvn om natten, som kan ha innvirkning på produktivitet og konsentrasjon. God regulering av døgnrytmen er også positivt for immunforsvaret. Ved utendørs undervisning, noe det ikke vil fokuseres på nærmere i denne oppgaven, må UV-stråling tas i betraktning. UV-stråling kan deles inn i tre grupper avhengig av bølgelengden, hvorav UVA-stråling har lengst bølgelengde, deretter UVB og UVC (Grøn, 2020). UV-stråling kan være årsak til betennelse og kreft, men moderate mengder UVB-stråling kan også bidra til økt produksjon av vitamin D i huden (Shen & Tower, 2019).

Dårlig leselys på pult, tavle og andre aktuelle steder i skolebygningen kan påføre eleven tretthet og hodepine, som kan ha årsak i vonde og anstrengte øyne (Helsedirektoratet, 2016). En sammenstilling av studier på ikke-synlige effekter av innendørs belysning viser at belysning har en positiv effekt på dagtid med tanke på årvåkenhet, samt at lyset bidrar til godt humør (Xiao, et al., 2021). Humøret bedres ved å utsettes for lys med en høy grad av korrelert fargetemperatur (CCT). Korrelert fargetemperatur er et begrep som er brukt for fargetemperaturskalaen til lysrør og LED, og som tilsvarer fargetemperaturskalaen til glødelamper (Lyskultur, 2013). En høy verdi av CCT tilsvarer lyse, kalde farger, mens en lav CCT-verdi tilsvarer mørke, varme farger.

3.5 Lyd og akustikk

Det er mulig å utvikle hørselskader dersom en utsettes for høye lyder over lengre tid (Helsedirektoratet, 2016). Støy kan også resultere i sykdommer relatert til stress, høyere risiko for hjerte- og karsykdommer og økt blodtrykk. Lang etterklangstid kan gjøre at det blir vanskeligere å oppfatte ord, spesielt for mennesker med nedsatt hørsel, og føre til at en blir anstrengt og får hodepine. I tillegg kan kontinuerlig støy fra eksempelvis tekniske installasjoner eller elektronisk utstyr gi konsentrasjons- og lærevansker.

Flere norske klasserom er utstyrt med lydutfjvningssanlegg, som et hjelpemiddel for elever med hørsselsutfjvninger. Ved bruk av mikrofoner og høyttalere spredt rundt i klasserommet, vil lyden jvnes ut og bakgrunnsstøyen blir redusert (Hørsselhemmedes Landsforbund, 2014). En studie utført i Latvia viste at fjrsteklasseselever hadde fordel av lydutfjvningssanlegg med tanke på ordforståelse, uavhengig av språkutvikling og akustikknivå i rommet fra fjør (Trinite & Astolfi, 2021). For eldre klassetrinn viste studien at romakustikk hadde en påvirkning på resultatet. I rom med kort etterklangstid ble språkforståelsen forbedret og antall reproduksjonsfeil av såkalt enstavelses «tulleord» ble redusert ved bruk av lydutfjvningssanlegg. For rom med lang etterklangstid ble resultatet derimot motsatt. 12 klasserom ble undersøkt i studien, og etterklangstiden var på mellom 0,73 s og 1,36 s når rommene ikke var i bruk. I norske skolebygg er grenseverdien for etterklangstid 0,5 s. Altså vil alle elever i norske skoler ha fordel av å ha tilgang til lydutfjvningssanlegg i klasserommet, basert på informasjonen gitt i studien.

3.6 Fukt

Luftkvalitet omhandler ikke bare ventilasjonsrater og forurensninger, men også mengde fuktighet i inneluften. Mange rapporterer om tørt eller fuktig luft på arbeidsplassen, selv om det ikke finnes noen sanser hos mennesket som har mulighet for å detektere dette (Wolkoff, 2018). Det man derimot kan registrere er symptomene luften kan påføre. Dersom luftfuktigheten er for lav kan man få en følelse av tørt hår og hud, tørre slimhinner og plager med øynene om man bruker kontaktlinser (Helsedirektoratet, 2016). Tørt luft trenger ikke ha årsak i for lav fuktighet, men kan som nevnt i kapittel 3.2 være grunnet høye temperaturer, eller støv og andre partikler i inneluften. En litteraturstudie utført av Peder Wolkoff viser at flere forskere støtter opp om disse symptomene og årsakene bak (Wolkoff, 2018). I tillegg viste en økning i RF å ha en mulig positiv effekt på oppfattet luftkvalitet, færre øyesymptomer, mulig bedre arbeidsprestasjon for kontorarbeidere og reduserte symptomer for mennesker med søvnapné.

Høy luftfuktighet kan derimot også gi en opplevelse av tung luft, hvor hodepine og tretthet kan oppstå (Helsedirektoratet, 2016). Ved kondens i bygget et det også mulig å utvikle luftveissykdommer, i tillegg til risikoen for mikrobiell vekst. Mikrobiell vekst kan gjøre skade på bygningens materialer og konstruksjon, som beskrevet i kapittel 2.2.5, og forårsake flere helsesyntomer hos mennesker. Disse symptomene inkluderer astma eller forverrelse av astma, tung pust, infeksjoner i øvre luftveier og allergisk alveolitt (Hyvönen, et al., 2020). Allergisk alveolitt er en fellesbetegnelse for lungesykdommer som skyldes en betennelsesreaksjon i lungevevet etter å ha pustet inn organisk støv, som eksempelvis sopp eller bakterier (NHI, 2021).

3.7 Radon

Å bli utsatt for radongass gir ingen akutt helsefare eller symptomer, men kan gi økt risiko for kreftsykdommer som lungekreft (Helsedirektoratet, 2016). For hver 100 Bq/m^3 økning av innendørs radonnivå øker risikoen for lungekreft med 16 %, og i Irland utgjør radongass en dødsrate på 5,3 per 100 000 innbygger (Murphy, et al., 2021). Dette gjør radongass til én av de største dødsårsakene i Irland det er mulig å unngå. Radongass i luften, i kombinasjon med røyk fra tobakk og fine støvpartikler, kan være spesielt uheldig (Helsedirektoratet, 2016).

Radon i bygningsmaterialer kan sive ut i form av gass og bidra til et stigende nivå av radongass i bygningen. I en studie fra Kina ble utåndingsraten for radongass i møbler studert (Xie, et al., 2021). Stabiliseringstiden til radon ble målt til å være 20 minutter, men en økning i tilluftshastighet fra $0,1 \text{ m/s}$ til $0,2 \text{ m/s}$ halverte stabiliseringstiden. Stabiliseringstid vil si den tiden det tar for en isotop å bli stabil, altså å ikke lenger vise en tendens til å spontant endre seg. Med en videre økning i lufthastighet til $0,3 \text{ m/s}$, varierte ikke stabiliseringstiden. Dette betyr at optimal ventilasjon og lufthastighet kan påvirke radonnivået i et rom eller bygning. Som nevnt i kapittel 2.2.6 blir ikke radon fokusert på videre i denne oppgaven, men radonnivået i et rom skal måles med jevne mellomrom.

4 Lover og forskrifter

I dette kapittelet blir relevante lover og forskrifter presentert. Dette er lover og forskrifter som skal sikre at kravspesifikasjoner for inneklima i norske skoler overholdes, og sørge for at helseproblematikk hos elever og ansatte forhindres. Deler av kapittelet er hentet fra egen prosjektoppgave, levert høsten 2020 (Daltveit, 2020).

4.1 Miljørettet helsevern i barnehager og skoler

Forskriften om miljørettet helsevern i barnehager og skoler m.v. (Lovdata, 2016) skal bidra til at helse, miljø, trivsel og gode sosiale forhold blir satt i fokus for å forebygge sykdom, helseplager og skader i grunnskoler, videregående skoler og barnehager. Den skal anvendes under planlegging og tilrettelegging av undervisningsbygg, i tillegg til under selve driften av bygningen eller lokalene.

Flere viktige parametere innen inneklima og helse blir gjennomgått i forskriften, hvor det er satt generelle og spesielle krav. Generelt skal virksomheten være helsemessig tilfredsstillende og den skal som tidligere nevnt planlegges, bygges, tilrettelegges og drives slik at forhold som omhandler trivsel, helse, hygiene og sikkerhet blir oppfylt. Beliggenheten til virksomheten skal være valgt med hensyn til luftforurensninger, støy, trafikk, klimaforhold, områdets utforming, topografi og risikofaktorer i miljøet.

Spesielle krav i forskriften, som er relevant for inneklima og helse, er at utforming og innredning av lokalet skal være på en slik måte at renhold kan bli gjort tilfredsstillende og avfallshåndtering er mulig. Innendørsarealer som er i bruk daglig skal bli rengjort på en forsvarlig måte etter hygieniske metoder, mens en hovedrengjøring skal gjennomføres årlig. Tekniske anlegg og uteområder skal rengjøres etter behov. Avfall skal håndteres og oppbevares på en hygienisk og forsvarlig måte, hvor egnede beholdere benyttes.

Bygningen og lokalene skal drives slik at spredning av smittsomme sykdommer blir så liten som mulig. Luftkvaliteten skal være tilfredsstillende og regulering av temperatur og ventilasjon skal være tilpasset bruksområdet til lokalet og utelufttemperaturen. Relativ luftfuktighet må være på et nivå som ikke gir mulighet for muggdannelse og ioniserende stråling skal ikke overskride akseptert nivå. Belysning og lydforhold skal være tilpasset og tilfredsstillende med tanke på bruken bygningen, lokalene og uteområdene er ment for. Forsyning av hygienisk og trygt drikkevann, som følger krav i egen forskrift om vannforsyning og drikkevann, skal være tilstrekkelig. Virksomhetens sanitære anlegg skal ha en utforming og en kapasitet som er tilfredsstillende.

4.2 Internkontrollforskriften

For alle virksomheter skal det være etablert et internkontrollsystem, noe som er eieren av virksomheten sin oppgave å påse at blir gjort. Et internkontrollsystem blir definert som «Systematiske tiltak som skal sikre og dokumentere at aktivitetene utøves i samsvar med krav fastsatt i eller i medhold av lov eller forskrift.» (Lovdata, 2017). Internkontrollforskriften § 5 inneholder krav til virksomheten, noe som blant annet innebærer å «fastsette mål for helse, miljø og sikkerhet», «[...] å ha oversikt over de krav som er av særlig viktighet for virksomheten» og «sørge for at arbeidstakerne har tilstrekkelig kunnskaper og ferdigheter i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet» (Lovdata, 2017).

Den ansvarlige for å påse at kravene i forskriften overholdes er virksomhetens leder, som for skoler betyr rektor. Lederen har en plikt til å opplyse om nødvendig informasjon slik at kommunen får gjort sine arbeidsoppgaver, i tillegg til å uoppfordret informere foresatte og/eller elever om forhold ved virksomheten som kan påvirke helsen. Dette kan eksempelvis være fukt eller ikke tilfredsstillende luftkvalitet, som presentert i kapittel 3. Leder skal også rette seg etter pålegg som kommunen til enhver tid kommer med.

4.3 Opplæringsloven

Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa (opplæringsloven) stiller også krav til inneklima i skoler, med et eget kapittel om skolemiljø, *Kapittel 9A. Elevane sitt skolemiljø* (Lovdata, 2016). §9 A-2 understreker viktigheten av et godt læringsmiljø, hvor det står at elever har rett til et skolemiljø som fremmer helse, trivsel og læring. Dette er punktet som alle krav som settes til inneklimate i skoler tufter i. Det er rektor ved skolen som har ansvar for at skolen arbeider systematisk og målrettet mot et trygt sted å lære.

All planlegging, bygging, tilrettelegging og drift skal ta hensyn til kravet om et trygt læringsmiljø. Det fysiske miljøet i skolen skal være i samsvar med normene fagmyndigheter legger frem til enhver tid. Elevene skal få mulighet til å ta del i denne planleggingen for å påvirke sin egen skolehverdag, og elevrådet kan oppnevne representanter som skal ivareta elevene sine interesser overfor skoleledelsen og styresmaktene i miljøsaker. Alle elever har rett til en plass å arbeide som er tilpasset deres behov, også med tanke på innredning for elever med funksjonshemminger. Dersom det blir bedt om ekstra tiltak fra elev eller forelder, skal skolen snarest mulig ta tak i dette etter reglene om enkeltvedtak i forvaltningsloven.

4.4 TEK17

Under planlegging og bygging av skoler og andre offentlige bygninger settes det krav til inneklima i byggteknisk forskrift (TEK17) kapittel 13, *Inneklima og helse* (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Denne oppgaven fokuserer på drift og vedlikehold av allerede ferdige bygg, men kravene i TEK17, tidligere nevnte forskrifter og anbefalinger blir brukt som utgangspunkt for vurderinger av inneklimate i kartlagte skolebygg.

Spesifikke inneklimakrav i TEK17 er tilsvarende kravspesifikasjoner nevnt i kapittel 2.2, men forskriften inneholder også en rekke generelle krav til både nye og gamle bygg. Generelle krav i TEK17 er blant annet å sikre tilfredsstillende luftkvalitet ved å tilpasse ventilasjonen til rommets utforming, forutsatte bruk og forurensnings- og fuktbelastning. Det skal være tilfredsstillende lukt og luften skal ikke inneholde forurensende konsentrasjoner over de bestemte grenseverdiene. Luften skal ikke føres fra et rom med lavere krav til et rom med høyere krav, og forurenset luft skal ikke føres tilbake til inntaket.

Ellers er det viktig å sikre at lyd- og vibrasjonsforhold i bygningen er tilfredsstillende, at rommene har utsyn, samt å sikre at både kunstig og naturlig lys er i henhold til krav. For høy luftfuktighet og fuktskader som et resultat av kondensert vanndamp fra inneluften skal ikke forekomme. Grunnvann, overvann, nedbør og bruksvann skal heller ikke kunne trenge inn og danne soppdannelse eller forårsake andre hygieniske problemer.

5 Forvaltning, drift og vedlikehold

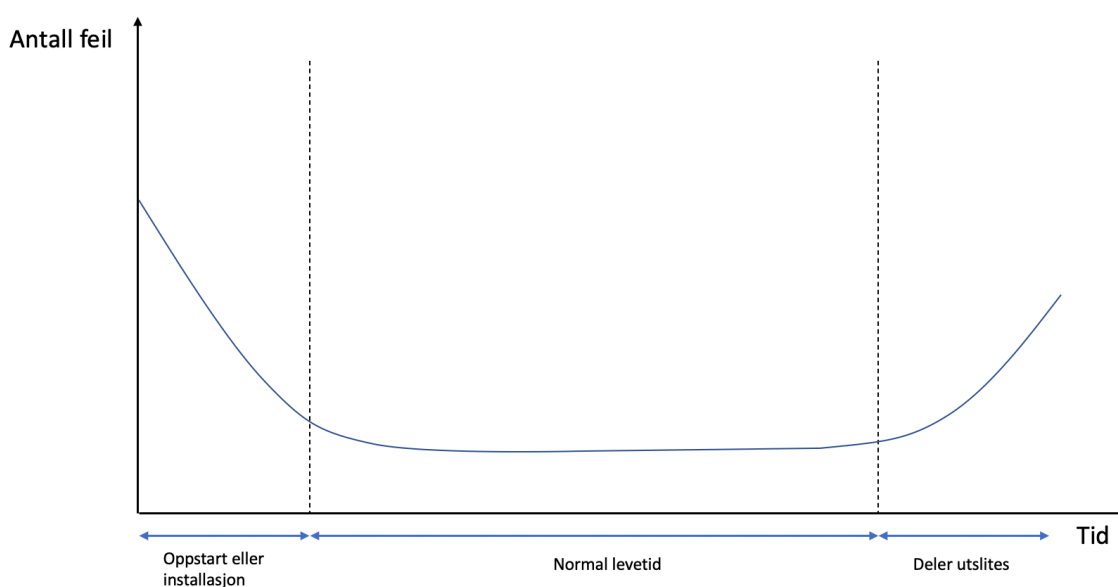
Det følgende kapittelet vil definere begrepene FDV, samt FDVU og FDVUS. Vedlikehold er en viktig faktor for å sikre et tilfredsstillende inn klima, og flere former for vedlikehold blir presentert. Siste del av kapittelet utgjør en større litteraturstudie om FDV innen fasade og konstruksjon, tekniske installasjoner og digitalisering. Store deler av kapittelet er hentet fra egen prosjektoppgave, levert høsten 2020 (Daltveit, 2020).

5.1 Forvaltning og drift

For at innklimaforholdene i allerede eksisterende bygninger skal kunne opprettholdes og være tilfredsstillende for brukerne av bygget, må byggene forvaltes og driftes riktig. Bygningsforvaltning er et begrep som omfatter ledelse, planlegging og organisering av ulike oppgaver innen blant annet bygningsadministrasjon, forsikringsavtaler, økonomisk forvaltning, og lover og forskrifter (Byggordboka, 2017). Drift blir definert som de oppgaver og rutiner som er nødvendige for at et bygg med tekniske installasjoner skal kunne fungere slik som det er ment for (Byggordboka, 2017). Hvem som innehar de ulike rollene innen forvaltning og drift i skole og kommune vil forklares nærmere i kapittel 6. Her vil også ressurser og vedlikehold bli diskutert.

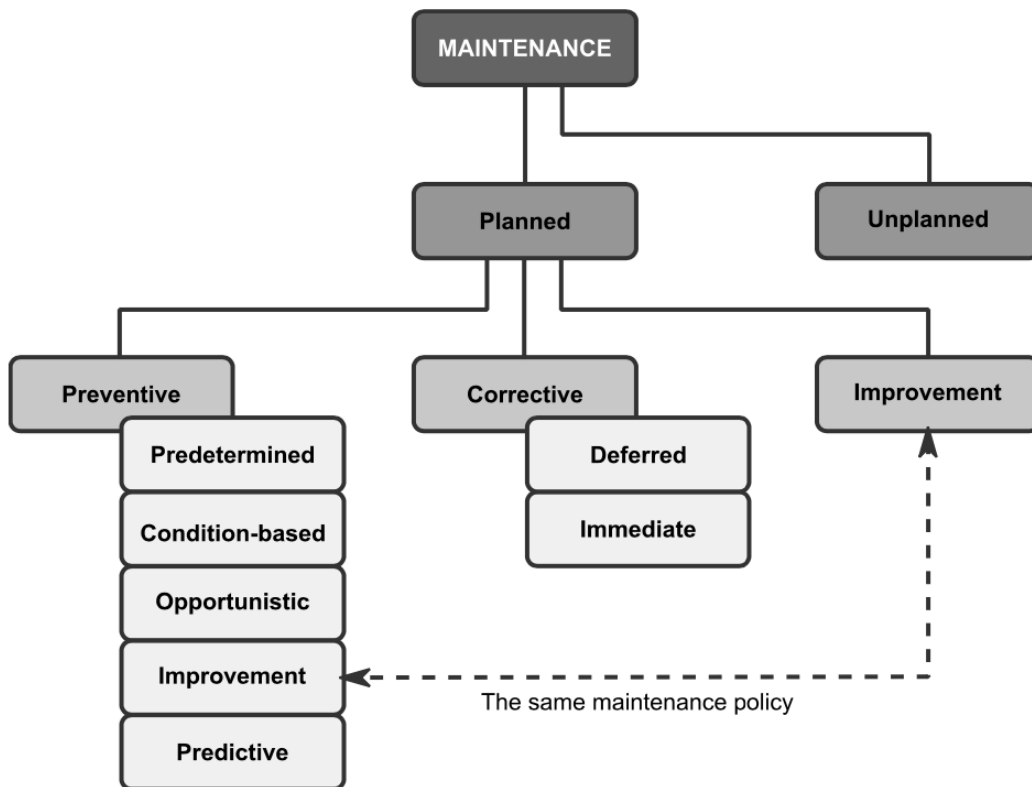
5.2 Vedlikehold

Vedlikehold må utføres slik at bygningen og dens tilhørende installasjoner er sikre i drift, møter krav til inn klima og opprettholder sin verdi og kvalitet (Pukite & Geipele, 2017). Tidspunkt for vedlikeholdshandlinger avhenger av tiden hver installasjon har vært i bruk. Det er høyere sannsynlighet for feil og problemer ved anleggets installasjon og oppstart, som vist i Figur 2. Når problemene blir løst, vil sannsynligheten for feil holde seg stabilt lav gjennom den normale levetiden til anlegget. Levetid, eller normal levetid, er den perioden et bygg, en installasjon eller lignende er designet for å kunne fungere godt i. Etter den normale levetiden, øker sannsynligheten for feil drastisk da delene slites ut og ikke lenger fungerer optimalt.



Figur 2: Statistisk antall feil ved en installasjon i løpet av dens levetid, såkalt «mean-time-to-failure» (Mobley, 2002)

Det finnes flere ulike vedlikeholdsstrategier, som kan deles inn i hovedgruppene planlagt vedlikehold og ikke-planlagt vedlikehold. Planlagt vedlikehold er organisert og kontrollert, med formål om å optimalisere ytelsen til komponenten og forebygge problem som kan oppstå. Ikke-planlagt vedlikehold er derimot en handling som er resultatet av et uventet problem (Ferreira, et al., 2021). Planlagt vedlikehold deles videre inn i forebyggende vedlikehold, korrigerende vedlikehold og forbedrende vedlikehold, presentert ved Figur 3.



Figur 3: Ulike vedlikeholdsstrategier (Ferreira, et al., 2021)

5.2.1 Forebyggende vedlikehold

Forebyggende vedlikehold blir gjort for å vurdere eller redusere sannsynligheten for svikt og minske degradering (Byggordboka, 2020). Utførelsen av vedlikeholdet kan variere ut fra hver enkelt installasjon og driftsorganisasjon, men alle er basert på planlegging med tanke på de ulike delenes levetid for å forebygge skade. Eksempelvis kan vedlikeholdet ved enkelte anlegg være begrenset til kun små justeringer av deler, mens det ved andre anlegg kan bli planlagt reparasjoner, smøring og justeringer for hele anlegget (Moble, 2002). Forebyggende vedlikehold kan deles inn i kategoriene periodisk vedlikehold, tilstandsbasert vedlikehold, prediktivt vedlikehold, aktivt vedlikehold og forbedrende vedlikehold. Forskjellen på vedlikeholdsmetodene er når og hvordan de blir utført.

5.2.1.1 Periodisk vedlikehold

Når vedlikeholdet gjøres etter planlagte tidsintervaller eller antall bruksenheter, kalles det for periodisk vedlikehold. Dette er vedlikehold som blir utført uten at tilstanden til komponenten blir undersøkt på forhånd (Byggordboka, 2020). Ulempen med periodisk vedlikehold er at levetiden for deler med ulik funksjon er forskjellig, og dermed vil også tiden mellom hver feil

være ulik. Dersom komponenten blir reparert før den statistisk sett kommer til å få problemer, kan reparasjonen dermed være unødvendig med tanke på økonomi og ressursbruk.

5.2.1.2 Tilstandsbasert vedlikehold

Ved å undersøke og observere komponenter regelmessig kan man gjøre vurderinger av den fysiske tilstanden til den aktuelle komponenten fortløpende, for så å utføre nødvendige vedlikeholdstiltak (Ferreira, et al., 2021). Denne formen for vedlikehold kalles tilstandsbasert vedlikehold, da det er tilstanden til komponenten som avgjør om det er behov for utbedring eller ikke. På denne måten unngår man unødvendige kostnader ved å utføre vedlikehold det ikke er behov for, eller ved uforutsette nedetider ved anlegget.

5.2.1.3 Prediktivt vedlikehold

Ved prediktivt vedlikehold foretar man kontroller og overvåker installasjonene for å kunne forutse når det er behov for vedlikehold. Ut ifra tilstanden til hver enkelt komponent eller anlegg blir reparasjoner og justeringer planlagt. På denne måten maksimeres tiden mellom hver reparasjon, brukstiden blir optimalisert og kostnader for uforutsette hendelser og reparasjoner minimeres. De fleste mekaniske problem kan minimeres om de blir oppdaget og reparert tidlig i prosessen.

Det finnes fem teknikker som normalt brukes ved prediktivt vedlikehold, som er overvåkning av vibrasjoner, overvåkning av prosessparametere, termografi, tribologi og visuell inspeksjon (Ferreira, et al., 2021). Termografering ved bruk av et IR-kamera viser temperaturen på bygningsoverflaten, slik at eksempelvis manglende isolasjon og luftlekkasjer blir synliggjort. IR-kameraet fanger opp infrarød stråling og gjør den om til temperatur. Temperaturforskjellene vises i ulike farger på skjermen, som vist med et eksempel i Figur 4. Best resultat oppnås på vinteren da temperaturforskjellene inne og ute er størst (Lavenergiprogrammet, Tekna, 2017). Tribologi er læren om hvordan flater i kontakt og bevegelse påvirker hverandre, deriblant ved friksjon og slitasje (Hofstad, 2019).



Figur 4: Synlige temperaturforskjeller ved termografering (Termografi Teknikk, 2020)

5.2.1.4 Aktivt vedlikehold

Aktivt vedlikehold, eller mulighetsvedlikehold, er når vedlikehold blir gjort direkte for å gjenopprette eller opprettholde ønsket funksjonalitet ved en komponent eller et anlegg. Vedlikeholdet blir dermed gjennomført når man har mulighet til å utføre handlingen på en kostnadseffektiv måte (Ferreira, et al., 2021).

5.2.1.5 Forbedrende vedlikehold

Innen forebyggende vedlikehold vil forbedrende vedlikehold tilsi at det gjøres tilleggshandlinger for å forbedre komponenten eller anlegget, i forhold til hvordan utgangspunktet var (Ferreira, et al., 2021). Dette blir en form for utvikling av enheten og inngår dermed i begrepet FDVU, som blir beskrevet nærmere i kapittel 5.3.

5.2.2 Korrigerende vedlikehold

Planlagt vedlikehold kan være korrigerende vedlikehold, også kalt reaktivt vedlikehold, ved at det først bli utført tiltak når komponenten eller installasjonen ikke lenger fungerer som den skal. Først da vil enheten bli forsøkt gjenopprettet til å kunne oppfylle dens faste funksjon (Ferreira, et al., 2021). Dersom ressurser ikke er tilgjengelige, eller korrigeringen ikke er kritisk, blir alternativet om å utsette reparasjonen ofte valgt.

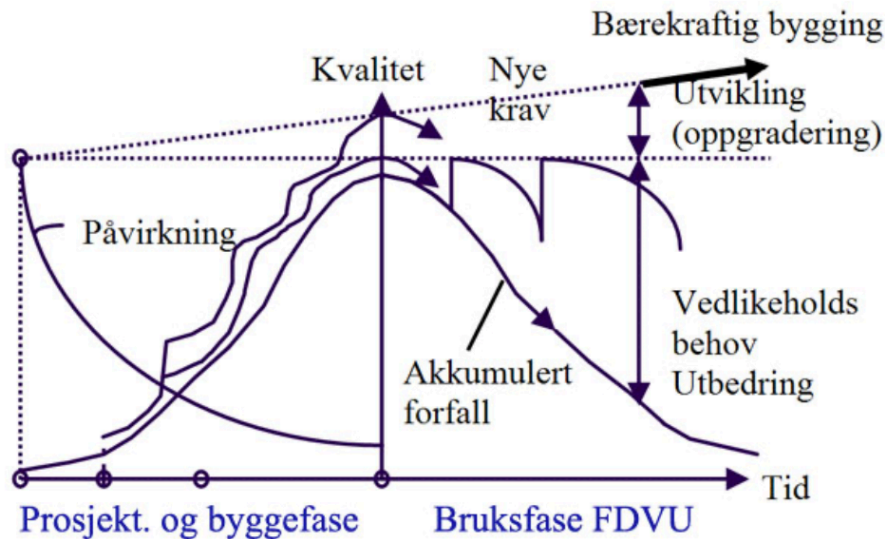
Dersom man lar komponenten eller installasjonen kjøre til den ikke fungerer lenger, må man på et hvert tidspunkt være innstilt på at installasjonen må repareres. Dette gjør at man må ha et lager av verktøy og reservedeler klart, en leverandør som kan levere deler og service på kort varsel, eller et mulig alternativ som kan erstatte den opprinnelige løsningen. R. K. Mobley viser til analyser av vedlikeholdskostnader som indikerer at kostnadsforløpet ved bruk av korrigerende vedlikehold vil være omkring tre ganger så høyt som for forebyggende vedlikeholdsmetoder (Mobley, 2002). Forebyggende vedlikehold reduserer reparasjons- og nedetid, og dermed også prisen på oppdraget.

5.2.3 Forbedrende vedlikehold

Den tredje hovedgruppen innenfor planlagt vedlikehold er den samme som forbedringsprosessen under det forebyggende vedlikeholdet, hvor man forbedrer de innledende egenskapene ved komponenten i forhold til hvordan utgangspunktet var. Dette blir sett på som en aggressiv form for vedlikehold, hvor man ønsker å forbedre komponenten slik at man kan unngå feil (Ferreira, et al., 2021).

5.3 FDVU og FDVUS

FDV blir noen ganger utvidet til å også innebære utvikling eller utvikling og service, herav FDVU og FDVUS. FDVU er basert på at man må vedlikeholde bygg for å etterkomme nye krav ved å oppgradere og utvikle bygningen. Det holder ikke at bygget oppfyller de gjeldende kravene fra året det ble bygd, da kravene kan endre seg (Bjørberg, S, 2017). I tillegg vil bygget i løpet av bruksfasen gjennomgå slitasje og få redusert kvalitet.



Figur 5: FDVU-filosofien (Bjørberg, S, 2017)

Etter prosjekterings- og byggefase oppfyller bygget vanligvis de krav som var da prosjekteringsfasen startet, vist ved stiplet, horisontal linje i Figur 5. Det hender at kvaliteten på bygget ikke blir som planlagt, da feil og mangler kan forekomme underveis i prosessen. Samtidig kan kravene som var gjeldende ved byggestart ha endret seg. I bruksfasen av bygget vil bygningen stadig forfalle, og regelmessig vedlikehold er derfor viktig. Det er her videre utvikling av bygget er aktuelt, for å oppfylle nye krav som kan ha blitt vedtatt (Bjørberg, S, 2017).

FDVUS inngår i fasilitetsstyring, såkalt Facility Management, hvor oppgavene er å drifte og tilby brukertjenester overfor kjernevirksomheten (Byggordboka, 2017). Fasilitetsstyring kan deles inn i fem hovedområder, som er økonomi og finansiering, eiendoms- og arealforvaltning, drift, vedlikehold og utvikling, tjenester basert på virksomhetsbehov og helse, miljø og sikkerhet (Haugen, 2020). Det vil ikke bli gått mer i dybden om FDVU og FDVUS videre i oppgaven, da oppgaven i hovedsak handler om drift og vedlikehold.

5.4 Forskningslitteratur

Det forskes stadig på nye metoder og teknikker for å utføre FDV av bygg og installasjoner på en mest mulig effektiv måte. Effektivitet når det gjelder ressurser, men også effektivt vedlikehold for å skjerme miljø og sikre en bærekraftig økonomi. Forskningslitteraturen om FDV studert i forbindelse med denne oppgaven er under delt inn i tre hovedområder.

1. FDV av fasade og konstruksjon
2. FDV av tekniske installasjoner
3. Digitalisering i forbindelse med FDV: BIM og automatisering

Punkt 1 og 2 omhandler rene FDV-tiltak og metoder for å utføre forvaltning, drift og vedlikehold av bygningskroppen, som fasade, konstruksjon, vinduer og dører, samt FDV av tekniske installasjoner. Punkt 3 omhandler digitaliseringsverktøy for å forenkle FDV for bygget og dets installasjoner. Dette er et hyppig utforsket tema som stadig er i utvikling og som vil være mer relevant i fremtiden.

Tabell 4: Utvalgte studier om FDV og hovedresultater

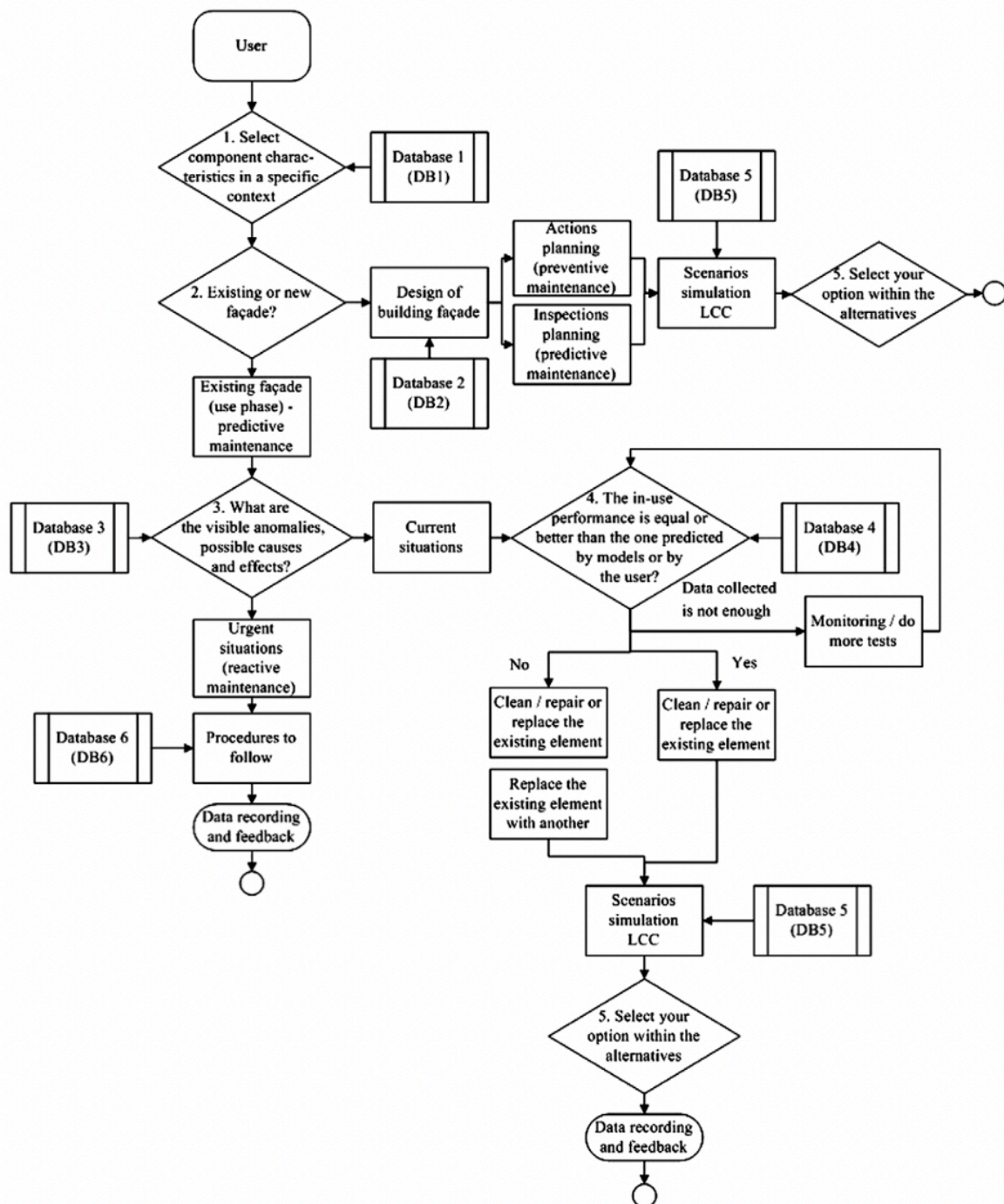
Hovedområde	Studie	Hovedresultater
Fasade og konstruksjon	Flores-Colen og de Brito (2010)	Bygninger forfaller fra dag én. Stegvis, systematisk vedlikehold av fasader. Periodisk, korrigerende og tilstandsbasert vedlikehold.
	Madureira et al. (2017)	Vedlikeholdsplan for fasader, med hensyn på materialbruk og levetid. Periodisk, prediktivt vedlikehold.
	Ferreira et al. (2021)	Kvantifiserer virkning av vedlikehold. Fire steg i vedlikeholdsplanlegging: inspeksjon, rengjøring, mindre tiltak og utskiftning. Periodisk, tilstandsbasert vedlikehold.
Tekniske installasjoner	Behzad et al. (2019)	Periodisk vedlikehold er viktig, men en komponents ytelse kan forbedres videre med tilstandsbasert og prediktivt vedlikehold i tillegg.
	Zhu et al. (2017)	Tilstandsbasert vedlikehold for de mest kritiske komponentene, og periodisk eller korrigerende vedlikehold ved andre komponenter.
Digitalisering	Zadeh et al. (2017)	BIM for FDV, for fullstendig og nøyaktig data for hver komponent. Lav kvalitet på informasjon er et problem.
	Motawa og Almarshad (2013)	Kunnskapsbasert BIM for kunnskapsdeling og læring av tidligere erfaringer.
	Bæk et al. (2019)	Effektiv bygningsledelse ved bruk av utvidet virkelighet.

5.4.1 Konstruksjon og materialbruk

I det meste av litteraturen som finnes på fagområdet, blir viktigheten av gode rutiner og vedlikeholdsstrategier kommentert hyppig. Dette er for å kontrollere en bygnings degradering og for å forebygge feil på bygningselementer. Flores-Colen og de Brito legger stor vekt på at allerede fra dag én begynner bygningen og dens systemer å forfalle, og at man gjennom vedlikehold kan hindre forringelse og opprettholde en god kvalitet (Flores-Colen & de Brito, 2010). I studiet som pågikk over to år fokuserte de på et bygg med sementoverflate, hvor målet var å hjelpe brukerne av bygget til å velge riktig fasadebehandling basert på type materiale og kostnadsestimering.

Det er flere grunner til at feil oppstår i bygninger, blant annet dårlig design, dårlig bygningskonstruksjon, ikke tilfredsstillende materialvalg, feil bruk og feil vedlikehold. Da kan det enten hende at vedlikeholdet er feil utført, eller gjerne ikke utført i det hele tatt. Studien

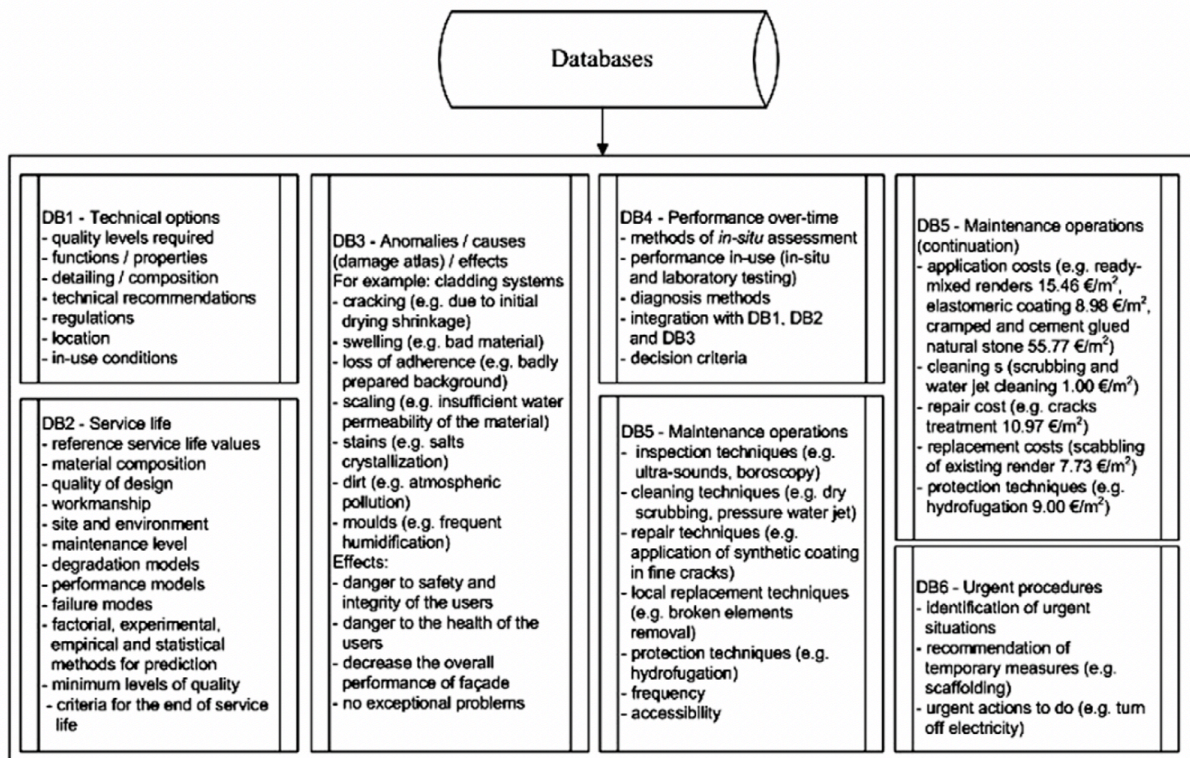
fokuserer på bygningsfasaden, da den ifølge forfatterne er nøkkelelementet i en bygning og påvirker dens komfort, sikkerhet og estetikk. En systematisk tilnærming til vedlikehold av fasader ble utarbeidet i studien, presentert i Figur 6.



Figur 6: Stegvis, systematisk vedlikehold (Flores-Colen & de Brito, 2010)

I Figur 6 vises stegene forfatterne er kommet frem til for et systematisk vedlikehold. For hvert steg tar man stilling til bygningens tilstand og følger pilene til neste steg. Underveis i prosessen blir det tatt i bruk flere databaser. Figur 7 viser de ulike fagfeltene hver database representerer og hvilken informasjon som inngår. Databasene er valgt tatt med for å illustrere hva som forskes på og hvor detaljert FDV kan utføres. Et for detaljert vedlikehold kan derimot også bli svært kostbart og ressurskrevende, og er dermed ikke aktuelt i alle situasjoner.

Database 1 er for tekniske alternativ og blir tatt i bruk ved steg 1 for å finne bygningsdelens karakteristikk. Database 2 omhandler brukervennlighet og er aktuell når en eventuell ny fasade skal designes i steg 2. Med informasjonen herfra kan man vurdere om man skal ta i bruk forebyggende eller prediktivt vedlikehold av bygningsfasaden. Database 3 inneholder informasjon om ulike avvik, årsaker til avvik og effekter av disse. Denne blir tatt i bruk dersom man jobber med en allerede eksisterende fasade. Ut ifra informasjonen som hentes inn, må det vurderes om situasjonen er alvorlig eller ikke. Er situasjonen alvorlig må det gjøres tiltak kjapt og database 6 tas i bruk, som er identifisering av situasjonen, anbefalinger og tiltak.



Figur 7: Databaser (1-6) med ulike fagfelt for tiltak (Flores-Colen & de Brito, 2010)

Dersom situasjonen ikke er alvorlig og behovet for korrigerende vedlikehold ikke er til stede, må det vurderes om den nåværende delens ytelse er den samme eller bedre enn det som har vært forutsatt. Her tas database 4 i bruk, som omhandler elementets ytelse når forutsatt levetid er forbi. Er man ikke sikker, må bygningsdelen overvåkes til man har svaret. Er ytelsen bedre eller den samme, må det vurderes om delen bare skal rengjøres eller også skiftes ut. Er ytelsen dårligere enn før, gjøres samme vurdering. Det kan også vise seg å være aktuelt å skifte hele delen med én gang.

Når type vedlikehold er valgt, gjøres det scenario-simuleringer og LCC-analyser. LCC er en forkortelse for livssyklus-kostnader og representerer alle kostnader knyttet til komponentens levetid, som investeringskostnader, kostnader knyttet til forvaltning, drift og vedlikehold og utvikling av komponenten (Byggordboka, 2018). Her tas database 5 i bruk for informasjon om vedlikeholdstiltak. Vedlikehold kan være rengjøring, lokale reparasjoner eller utskiftning av deler og inspeksjoner. Renhold er spesielt viktig for å unngå avvik på overflater. Lokale

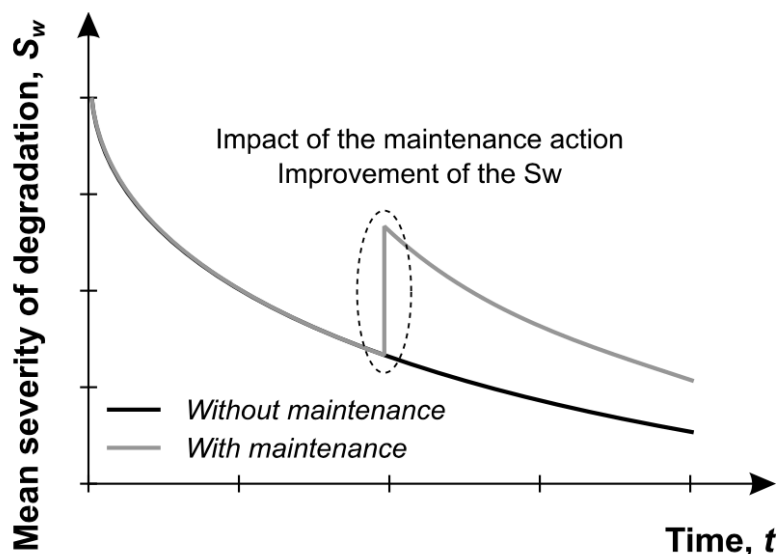
reparasjoner bør gjøres etter at avvik på overflaten er behandlet, for så å overvåkes slik at avviket ikke forekommer igjen.

Madureira et al. har studert 30 bygg med ulike utvendige fasader, alle lokalisert i Portugal, for å utarbeide vedlikeholdsplaner for fasadenes elementer (Madureira, et al., 2017). I studien presenteres det hvor ofte vedlikehold bør gjøres for ulike fasadetyper, vinduer og dører, og hvilke tiltak som bør gjøres mot ulike avvik. For å utvikle en metodologi, defineres ulike former for feil, estimert levetid og prioriteringsnivåer. Deretter blir vedlikeholdsplaner for ulike fasadematerialer, som stein, flis og maling, og en plan for vinduer, dører og andre fasadeelementer utviklet. Sistnevnte er presentert ved Tabell 5, som er et forslag til hvor ofte vedlikehold bør utføres. Foreslått hyppighet er basert på anbefalt hyppighet funnet i eksterne studier.

Tabell 5: Forslag til vedlikeholdshyppighet for fasadeelementer (Madureira, et al., 2017)

Element		Vedlikeholdstiltak	Foreslått hyppighet
Dører og vindu	Treverk	Rengjøring Mindre tiltak	Hvert 2. år Hvert 5. år
	Aluminium	Rengjøring Mindre tiltak	Hvert 2. år Hvert 10. år
	PVC (plast)	Rengjøring Mindre tiltak	Hvert 2. år Ikke gjeldende
	Glass	Rengjøring Utskiftning	Regelmessig Ved behov
Andre	Metallbeslag	Mindre tiltak Utskiftning	Hvert år Ved behov
	Forsegling	Utskiftning	Ved behov

Et bygg, eller bygningsdel, kan ikke alltid regnes med å bli satt tilbake til den standen det en gang var i. Ferreira et al. har sett på “ufullkomment vedlikehold” (imperfect maintenance) av bygningskroppen og har utviklet en metodikk for å kvantifisere virkningen av vedlikehold på bygningsskallets komponenter, som vegger, tak, vinduer og dører (Ferreira, et al., 2021). Grunnen til at en komponent ikke blir reparert til å være «så god som ny», kan være begrenset av teknologi, kunnskap eller ressurser, kostnad, kompleksitet eller at man står overfor en irreversibel aldring hos komponenten. Figur 8 viser virkningen av vedlikeholdshandlinger, hvor komponenten ikke blir satt tilbake til utgangspunktet. Selv om kvaliteten på komponenten ikke er like god, vil likevel tiden komponenten fungerer bli forlenget. Metodikken er implementert gjennom en stokastisk vedlikeholdsmodell basert på Petri Nets (PN). PN er et matematisk og grafisk modelleringsverktøy, som beskriver systemer med dynamisk karakteristikk. Modelleringsverktøyet vil ikke bli studert nærmere i denne oppgaven.



Figur 8: Virkning av vedlikeholdshandlinger (Ferreira, et al., 2021)

Studien presenterer videre fire steg innen vedlikeholdsplanlegging, som inspeksjon, renhold, mindre tiltak og utskiftning av den enkelte komponenten. Inspeksjonen skal ifølge forfatterne være visuell og utføres mens komponenten er i bruk. Hyppigheten av inspeksjonene skal defineres, med tanke på at hver inspeksjon har en kostnad. Det betyr at man må vurdere hvor ofte inspeksjoner skal utføres, sammenlignet med konsekvensene som oppstår dersom komponenten blir ødelagt. Renhold og mindre tiltak er i studien delt inn i tre nivåer, hvor tilstanden til komponenten avgjør hva som skal gjennomføres. I tillegg til å være tilstandsbaserte handlinger, skal renhold og mindre tiltak også utføres preventivt.

Den kvalitative skalaen utviklet i studien går fra A, som betegner ingen synlige forfall på komponenten, til E, som betegner at forfallet på komponenten er blitt generalisert. I studien er det antatt at et mindre tiltak utføres under inspeksjon hvis komponenten er middels nedbrutt, som utgjør nivå C på den kvalitative skalaen. Som for rengjøringssteget deles også mindre tiltak opp i tre nivåer, hvor det ved hvert nivå utføres et middels nivå av renhold. Dersom en komponent i bygningsskallet har nådd forfallsnivå D, har den nådd slutten av sin levetid og er klar for utskiftning.

5.4.2 Tekniske installasjoner

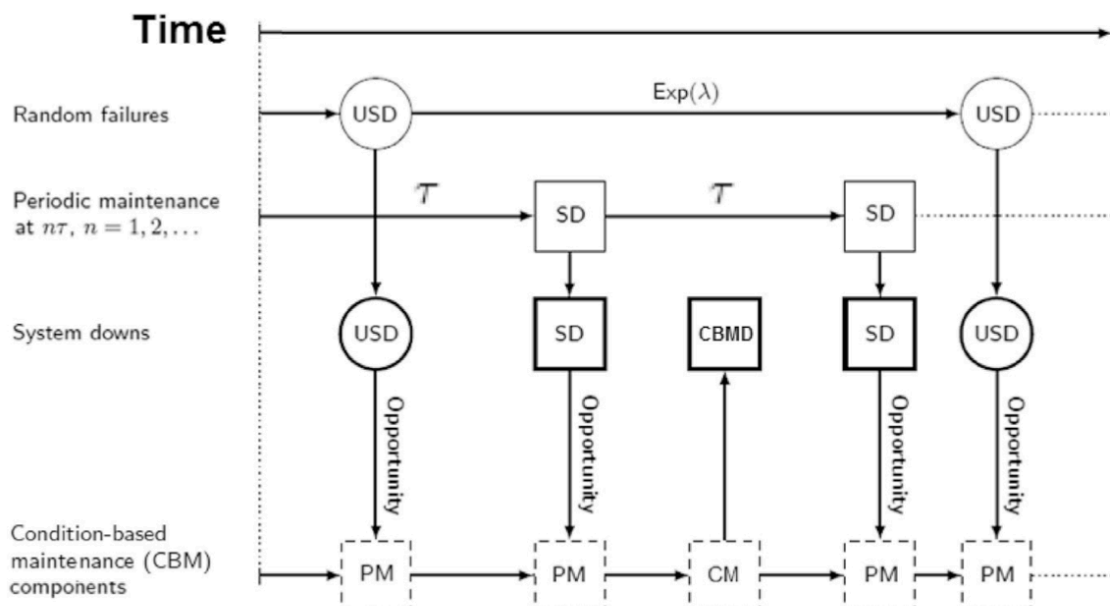
Godt vedlikehold ved tekniske installasjoner er avgjørende for å opprettholde en god virkningsgrad ved systemet. Behzad et al. har undersøkt tilstandsbasert overvåking av et større anlegg, som i dette tilfellet er en dampkjel (Behzad, et al., 2019). De tar i bruk prediktive metoder som vibrasjonsanalyse og termografi, og sammenligner resultatet med virkningen av å gjøre periodiske inspeksjoner og korrigerende reparasjoner ved anlegget.

Ved termografimetoden søkes det etter store temperaturforskjeller i utstyret, noe som kan være et tegn på feil. Dette gjøres ved å ta infrarøde kamerabilder som viser temperaturdifferansen mellom systemet og standardtemperaturen, som vist i Figur 4. I studien ble dette gjort på dampkjelens kokekar, sirkulasjonspumpe, varmevekslere, fordamper, kondenser, varmtvannstanker, ventiler, rørsystem og lignende. Ved vibrasjonsmetoden tas probesensorer i bruk for å måle deplassering, fart og akselerasjon. Hvis

verdier for vibrasjonshastighet [mm/s] overgår krav til den enkelte installasjon, kan det føre til forverret ytelse. Ifølge studien er begge metoder energibesparende, og over 90 % av elektrisitetsbesparelsen oppnås ved å rette opp i vibrasjonsavvik. Forskningen som gjøres i studien baserer seg på de fire indikatorene økonomi, miljø, teknologi og sosiale faktorer, og blir vurdert ut ifra et bærekraftperspektiv. Resultatet viser at periodisk vedlikehold er svært sentralt for enhver installasjon, men at ytelsen til installasjonen kan forbedres ytterligere ved tilstandsbasert og prediktivt vedlikehold.

Zhu et al. argumenterer videre for bruk av tilstandsbasert vedlikehold (Zhu, et al., 2017). De har studert bruken av tilstandsbasert vedlikehold ved de mest kritiske komponentene, og korreksjonsvedlikehold eller periodisk, preventivt vedlikehold for andre. Ved bruk av teknikker som korreksjonsvedlikehold og periodisk, preventivt vedlikehold, vil man få henholdsvis uforutsette og forutsette nedetider på anlegget. Dette gir mulighet for å kontrollere og vurdere tilstanden til kritiske komponenter ofte og utføre preventive tiltak for å unngå alvorlige feil.

Figur 9 presenterer et mulig tidsperspektiv for tilstandsbasert vedlikehold av en enkelt komponent. USD betegner uforutsett nedetid, SD betegner forutsett nedetid, PM betegner preventivt vedlikehold, CM betegner korrigerende vedlikehold og CBMD betegner nedetid grunnet tilstandsbasert vedlikehold. Studien presenterer herved hvordan en kombinasjon av denne typen vedlikeholdsteknikker kan utføres. Det er en ukjent, eksponentiell tid mellom hver uforutsette nedetid, mens det er en fast tid, τ , mellom hver forutsette nedetid. Hver nedetid gir en mulighet for å gjøre en form for tilstandsbasert vedlikehold, som preventivt vedlikehold eller korrigerende vedlikehold. Korrigerende vedlikehold vil gi derimot gi en egen nedetid.



Figur 9: Vedlikeholdsplan for en komponent ved tilstandsbasert vedlikehold (Zhu, et al., 2017)

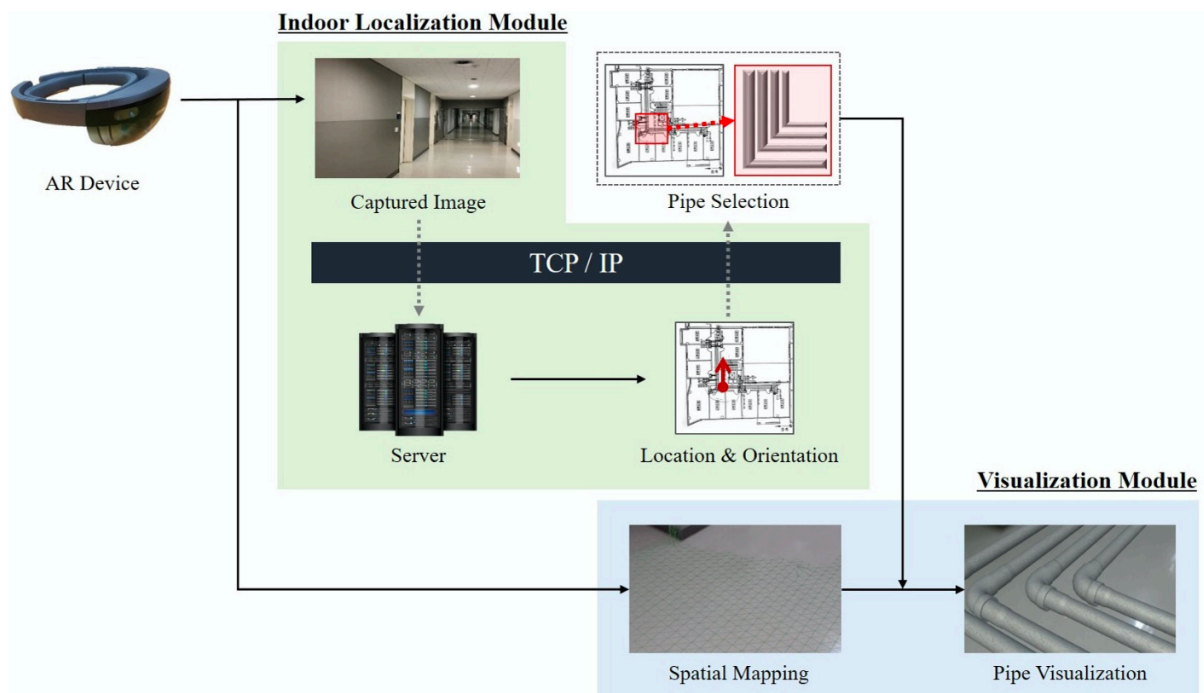
5.4.3 Digitalisering

Som i flere andre sektorer i samfunnet, skjer det også en digital utvikling i byggsektoren og innenfor FDV av bygg. BIM, bygningsinformasjonsmodellering, er en lenge brukt teknologi i oljenæringen, men har de siste årene også blitt vanlig innen byggenæringen. I stedet for at det tidligere ble brukt tegninger for å dokumentere byggeprosessen, er det nå mulig å anvende digitale 3D-modeller for en mer nøyaktig dokumentasjon av bygningskomponentene. I Skanskas spalte *Relasjon* forteller BIM-avdelingsleder Kristian Balke om deres bruk av BIM (Linge, 2020). Han forteller at BIM opprinnelig handler om 3D, men at det kan fremstilles helt opp i 8D. I deres system er forvaltning, drift og vedlikehold én av disse dimensjonene, og bruken av FDV i BIM-systemer er noe som flere og flere aktører benytter seg av.

Det er viktig å stadig kontrollere kvaliteten på BIM, ettersom de fleste prosjekt i dag leveres med dette i byggeindustrien. Spesielt viktig er det for byggeledere hvor brukerne av bygget har behov for informasjon om kvaliteten på bygget. Ifølge Zadeh et al. har et høyt antall private og offentlige eiere tro på viktigheten av å utvikle bruksområdet for BIM, også under bruksfasen av et bygg (Zadeh, et al., 2017). Fordelen ved bruk av BIM for drift og vedlikehold er at fullstendig og nøyaktig data om hver enkelt komponent er samlet på ett sted. Mangel på informasjonskvalitet kan derimot være et problem, og dårlige informasjonsleveranser fra leverandører kan føre til tilleggskostnader og arbeid som må gjøres om igjen. Derfor er det viktig at informasjonskvaliteten blir kontrollert i flere ulike stadier av prosjektleveransen, i tillegg til ved overtakelse, for å sikre god informasjon nedover i rekkene.

For å drive vedlikehold på et bygg trenger driftspersonell å vite årsak til avvik og feil som dukker opp, beskjeder fra ledelsen må kunne sendes og mottas effektivt og de kan ha behov for å vite hvilke handlinger som er blitt gjort tidligere. Ved å ikke kunne bruke og dele informasjon, kan ineffektive beslutninger føre til feil og store kostnader. Motawa og Almarshad har studert utviklingen av et kunnskapsbasert BIM for bygningsvedlikehold, for å enkelt kunne fange opp informasjon og kunnskap under og etter utført vedlikehold (Motawa & Almarshad, 2013). På denne måten fikk driftspersonell muligheten til å lære fra tidligere erfaringer og spore tidligere vedlikehold ved hver enkelt komponent. Forfatterne viste at et integrert, kunnskapsbasert BIM kan bidra med nyttige funksjoner for konstruksjonsarbeider. Å inkorporere både kunnskap og informasjon i samme system, viste seg derimot å være vanskelig.

Kristian Balke forteller videre om Skanskas nylige bruk av VR-briller under byggeprosessen, for å kunne ta med kunder og brukere av bygget inn ved hjelp av kunstig virkelighet (virtual reality) (Linge, 2020). Baek et al. har sett på bruken av utvidet virkelighet (augmented reality) i lag med bilde-basert lokalisering for effektiv bygningsledelse (Baek, et al., 2019). Lokaliseringen gjøres ved å sammenligne brukerens perspektiv gjennom «brillene», som plassering og orientering, med BIM gjennom dyp læring (deep learning). Dyp læring er et prinsipp hvor datamaskiner tilegner seg kunnskap som de ikke har fra før.



Figur 10: Systemoppsett for bruk av utvidet virkelighet innen FDV (Baek, et al., 2019)

For å kunne gjenkjenne komponenter eller lokasjoner kan man bruke «direct-matching»-metoder eller «image-retrieval». Direct-matching baserer seg ikke på bilder som allerede ligger i databasen, men på direkte korrespondanse mellom bilde og 3D-modell. Dette gjør det mulig å lokalisere det man leter etter mer nøyaktig, men det er en større risiko for ineffektivitet fordi man må lagre mer data fortløpende. Ved image-retrieval finner systemet det bildet i databasen som ligner mest på bildet som er tatt, og all informasjon som tilhører objektet kan dermed finnes i databasen.

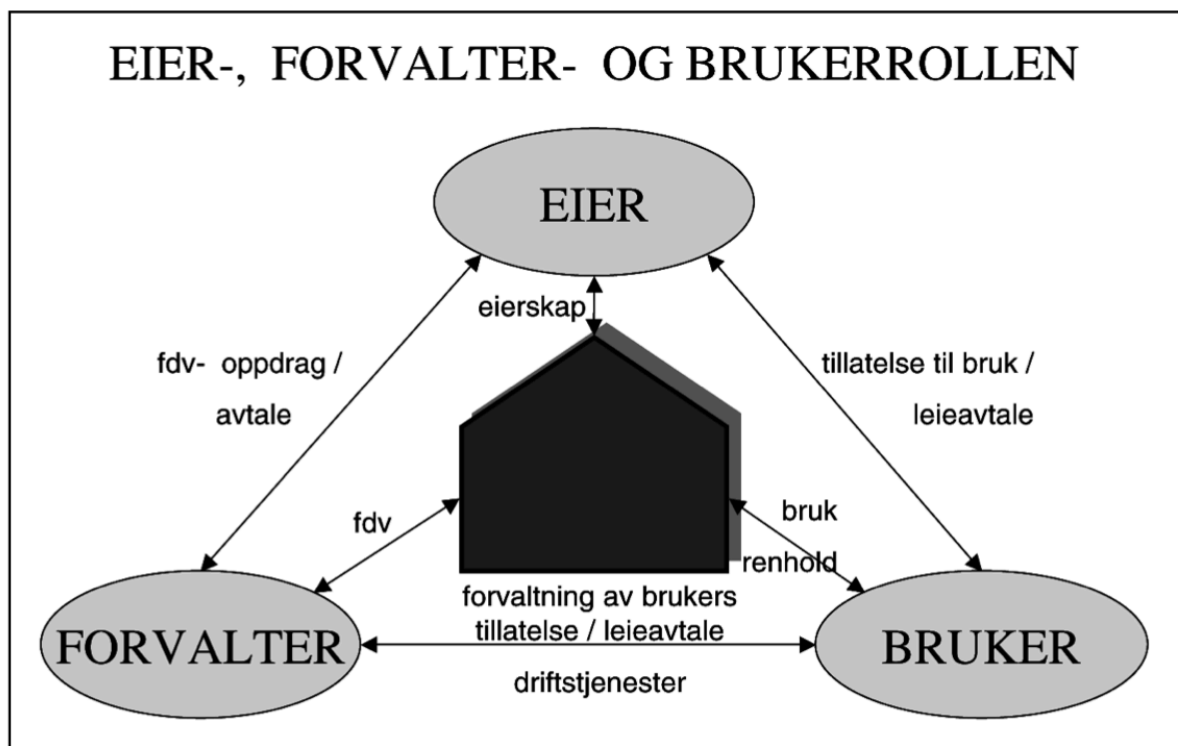
I studien til Baek et al. blir lokaliseringen gjort ved Image-retrieval, som vist i Figur 10. Bildet som blir tatt gjennom brillene sendes til serveren via TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), som er sikkerhetsprotokoller for kommunikasjon. I serveren blir bildet sammenlignet med allerede lagret data, og det rette elementet blir funnet og visualisert. Studien viser derimot at det kan være problematisk å få god nok lesbarhet på informasjon og nøyaktig lokalisering. Ved bruk av image-retrieval på 143 bilder klarte Ha et al. å finne rett bilde i 91,61 % av tilfellene (Ha, et al., 2018). Altså er sannsynligheten for å finne riktig bilde stor, men det er fortsatt en vei å gå.

6 FDV i skoler

I dette kapittelet blir organisering av FDV i kommuner presentert, hvor rollene eier, forvalter og bruker inngår. Vedlikehold og ressursbruk i norske kommuner blir også sett nærmere på og diskutert.

6.1 Organisering

En klar rollefordeling og organisering av ansvarsoppgaver er viktig for å strukturere FDV i skoler. I 2004 la Norges offentlige utredninger (NOU) frem en utredning om eiendomsforvaltning i kommunesektoren (NOU, 2004). Ifølge utredningen er den vanligste modellen for fordeling av roller og ansvar innen eiendomsforvaltning i kommuner at kommunestyret har eierrollen, et bygge- og eiendomskontor har forvalterrollen, og at de enkelte fagetater har brukerrollen.



Figur 11: Rollefordeling mellom eier, forvalter og bruker (NOU, 2004)

De som innehar eierrollen har et økonomisk og rettslig ansvar, som innebærer å være oppdragsgiver og innkjøper for eiendommen. Er eiendommen kommunal, er det kommunestyret som står som ansvarlig eier og ivaretar eieransvaret på et overordnet nivå. Dersom eiendommen forvaltes av et kommunalt foretak (KF) ivaretar både kommunestyret og KFet eierrollen. Forvalterrollen står KFet for alene, eller sammen med brukervirksomheten i enkelte drifts- og vedlikeholdsfunksjoner. Er brukerne av bygget kommunale, kan det fattes en beslutning om at bygget står til deres rådighet. For andre må det gis en formell tillatelse til å bruke bygget eller inngås en leieavtale.

Forvalterrollen står for kontinuerlig drift og vedlikehold av bygget, med mindre dette er brukers ansvar. I tillegg må forvalteren, på vegne av eieren, betale skatter og avgifter, og følge opp eierens plikter og rettigheter overfor brukere i forbindelse med eventuelle inngåtte

leieavtaler. Brukerrollen innehas av brukerenheten, eksempelvis skoleledelsen, ansatte, foreldre og elever ved en skole, samt fagadministrasjonen sentralt og kommunestyret som er ansvarlig for skoletilbudet. Kommunestyret har dermed en kombinert rolle som eier og bruker, og har det overordnede strategiske og økonomiske ansvaret (NOU, 2004). Ved hver enkelt skole må det også være en strukturert ansvarsfordeling, for å sørge for at rutiner følges opp og nødvendig vedlikehold blir gjort.

6.2 Nedprioritert vedlikehold

Ifølge utredningen finnes det tendenser som viser at når kommunen både har interesser på eiersiden og brukersiden av en bygningsmasse, blir brukerrollen prioritert i stedet for selve bygningen. Dette skjer til tross for at brukerne av bygget er avhengig av en god bygningsmessig tilstand, for å ikke oppleve forverret innelima. Undersøkelser NOU gjorde i forbindelse med utredningen i 2004 viste at én tredel av landets kommuner gjennomførte for dårlig vedlikehold. Under tilsyn av 208 kommuner i perioden 2009-2012, fant Arbeidstilsynet at 90 % måtte forbedre drift og vedlikehold ved sin bygningsmasse, som nevnt i kapittel 3.1 (Arbeidstilsynet, 2013). For fylkeskommunene var det generelle vedlikeholdet bedre, men 6 av 17 fylkeskommuner som deltok i undersøkelsen hadde skolebygninger med utilfredsstillende innelima (NOU, 2004).

Grunnen til at vedlikehold blir nedprioritert i kommunene er i stor grad manglende politisk prioritering og at avsatte midler ikke blir utnyttet optimalt (NOU, 2004). Arbeidstilsynets rapport viste også at kompetanse og vilje til å jobbe forebyggende var manglende i kommunene (Arbeidstilsynet, 2013). De erfarte at vedlikeholdstiltak først ble gjennomført når skaden hadde oppstått. Tiltak ble gjort etter budsjett og ikke etter nødvendighet, noe som beskriver et korrigerende vedlikehold. Manglende forebyggende vedlikehold og skippertak lønner seg ikke, som beskrevet i kapittel 5.2.2. Korrigerende vedlikehold har rundt tre ganger så høyt kostnadsforløp som forebyggende vedlikehold (Moble, 2002), og blir i mange tilfeller utsatt til det er behov for en omfattende rehabilitering av skolebygningen.

Det finnes ingen klar sammenheng mellom størrelse på kommune og gjennomført vedlikehold, men heller at skolestruktur, forvaltningskompetanse og antall kvadratmeter per elev kan ha betydning for den bygningsmessige tilstanden. Økt kommunesamarbeid kan bedre bygningsforvaltningen ved at man oppnår mer og delt kunnskap. Det blir flere spesialister og færre generalister. Samtidig fører det til en økt avstand mellom forvalter, beslutningstaker og den enkelte bygningen, noe som kan gi et mindre eierskap til bygget og dermed et dårligere vedlikehold.

6.3 Ressurser

I en fersk rapport fra Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) sies det at vedlikeholdsetterslepet i kommunale bygg er betydelig, og at det krever mer enn kun verdibevarende og periodisk vedlikehold (RIF, 2021). Dårlig vedlikehold medfører dårlig innelima, og i 2018 viste nok et tilsyn ved 138 skoler at 40 % ikke tilfredsstilte krav i forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler. KS, som er kommunesektorens organisasjon, har ingen samlet oversikt over drift og vedlikehold av skoler, ei heller hvor stor andel skoler får fra kommunenes budsjetter. Det samme gjelder for fylkeskommunene, da ansvaret for bygget noen steder delvis er lagt til den enkelte skolen eller at det ikke blir ført fullverdig regnskap. SSBs kommune-stat rapportering (KOSTRA) har tall for netto driftsutgifter til grunnskoler i norske

kommuner (SSB, 2021). Ved å sammenligne tallene med resten av landet, kan man få en indikasjon på hvor mye kommunen bruker på FDV. Det hele bildet er likevel ikke tydelig da netto vedlikeholdsutgifter ikke er presentert.

Tidligere fantes det en rentekompensasjonsordning for skole- og svømmeanlegg i Husbanken, hvor kommuner og fylkeskommuner kunne ta opp rentefrie lån over en 8-års periode. De lånte midlene kunne være på totalt 15 milliarder kroner, og skulle brukes til rehabilitering og nybygg (Husbanken, 2020). Ordningen ble avsluttet 31. desember 2016, og det ble i mai 2017 avholdt en interpellasjonsdebatt i Stortinget om beslutningen (Stortinget, 2017). I debatten spør Kjersti Toppe (Sp) om hvorfor rentekompensasjonsordningen utfases når mange skoler ikke er inneklimagodkjente, og det er et stort etterslep på vedlikehold og rehabilitering i mange kommuner. Statsråd Torbjørn Røe Isaksen (H) svarer med at det er viktig at elever ved norske skoler har et godt læringsmiljø, men at det finnes indikasjoner på at ordningen ikke er sentral for investeringsbeslutninger. 87 kommuner og 1 fylkeskommune hadde ikke tatt i bruk sin andel da fristen for å søke om ordningen gikk ut. Det er også usikkerhet rundt de langsiktige kostnadene ved ordningen, sammenlignet med de mulige gevinstene. Det ble ikke foreslått noe alternativ til ordningen da den ble avsluttet i 2016, men staten har påtatt seg å betale tilskudd til rentekompensasjonen 20 år frem i tid.

Vedlikeholdsetterslepet i norske kommuner må reduseres og tiltak må gjøres til tross for manglende økonomiske ressurser. Enkle vedlikeholdstiltak krever få midler og kan bidra til bedre innelima og -miljø for elever og ansatte i skolen, som tidligere kapitler har vist. Kunnskap om FDV, helse og læringsmiljø må formidles til ansatte i skole og kommune for å bevisstgjøre betydningen av egne handlinger. På denne måten kan ansatte bli inspirert og engasjert til å delta i FDV-arbeid og utføre mindre, forebyggende vedlikeholdstiltak på en daglig basis. Vedlikehold må utføres periodisk og forebyggende, for å unngå større økonomiske konsekvenser. Mange kommuner har lite ressurser, og det finnes dermed et behov for et verktøy som kan fungere som en snarvei til informasjon og som kan veilede brukerne av bygget til handling.

7 Metodikk for undersøkelser

Dette kapittelet beskriver undersøkelsesmetoder som vil tas i bruk for å samle inn data om inneklimateproblematikk i norske skoler. Funnet problematikk vil danne grunnlaget for utviklingen av et verktøy med inneklimateiltak. Flere metoder vil gjennomføres, som befaringer, intervju- og spørreundersøkelser og målinger, en såkalt metodetriangulering (Jacobsen, 2015). Dette vil føre til at hver metode blir noe begrenset i omfang og dybde, men det gir et mest mulig realistisk resultat da hver metode ikke dekker alle problemstillinger.

Innsamling av data i denne oppgaven vil foregå ved en deduktiv tilnærming. Deduktiv metode er når forskeren danner seg en tanke om hvordan virkeligheten er, for så å bekrefte eller avkrefte antakelsene (Jacobsen, 2015). Alternativet til deduktiv metode er en induktiv tilnærming, hvor det samles inn ny kunnskap på områder hvor det finnes lite forkunnskap. Validitet og reliabilitet, eller gyldighet og pålitelighet, ved undersøkelsesmetodene må alltid vurderes.

7.1 Befaringer

Befaringer av bygninger og tekniske installasjoner er viktige for å kartlegge tilstanden til den enkelte komponenten, installasjonen, rommet eller bygningen. Dette fungerer også som et prediktivt vedlikehold, som nevnt i kapittel 5.2.1.3, for å planlegge når vedlikehold bør skje. En befaring kan være svært grundig og byggteknisk, hvor det gjøres tilstandsanalyser for hver komponent, eller den kan være en visuell undersøkelse basert på førsteinntrykk. Som det ble sett i kapittel 5.4.3, kan befaringer også gjøres digitalt.

For denne oppgaven vil befaringer foregå ved at det gjøres en såkalt «gjennomgåing» av bygget, en visuell analyse, for å få en overordnet idé om hvordan vedlikeholdet og inneklimate i skolen er i dag. Dette er en metode som er flittig brukt i forbindelse med forskning, også for forskningen som ble presentert i kapittel 5.4. Her vil førsteinntrykket gi en god indikasjon på tilstanden til bygget, og den tar betydelig kortere tid å gjennomføre enn en grundig gjennomgang. For hvert skolebygg som blir undersøkt, vil ulike kategorirom som klasserom, spesialrom, garderobe, inngangsparti og teknisk rom bli befart.

Det er gunstig å gjøre befaringen på dagtid, kort tid etter at rommene har vært i bruk. Det er inneklimateforholdene for elevene man ønsker å vurdere, og da må det gjøres når elevene har vært i det aktuelle rommet. Ventilasjonsaggregat og varmekilder kan også være tidsinnstilt, noe som gjør at målinger og observasjoner gjort lenge etter at skoledagen er slutt, ikke er realistiske. Med på befaring er representanter fra skolens ledelse og driftspersonell, for at informasjon og kunnskap om skolen og dens tekniske installasjoner skal være mest mulig pålitelig. Det er fordelaktig at skolens ledelse er positive til deltakelsen i oppgaven, for å kunne bygge det best mulige verktøyet for god drift og vedlikehold.

Hvert rom vurderes visuelt ut ifra flere inneklimateparametere. Det vil bli sett på størrelse på rommet ut ifra formål og møblering, om rommet holdes ryddig og om inventar, vegger, gulv og tak er rent og er i god stand. Belysning i rommet skal også undersøkes, da blant annet lese- og arbeidslys er viktig både over pulter og tavle. Inntrykk av inneluft, temperatur og mulighet til å styre og se hva temperaturen er vil bli undersøkt. For garderober vil det bli sett på om klærne henges på faste plasser, om det blir tatt i bruk innesko og om gulvet blir holdt ryddig

og rent. Varmekilder, solavskjerming, akustikk og om man kan lukte eller se fuktskader vil også undersøkes. Ved inngangspartiet ser man etter avskrapningsrister utendørs, for å skrape av skoene om de er møkkete, og om det finnes fuktabsorberende matter innendørs. På utsiden av bygget sjekkes taknedløp og innlufts- og avkastrikk for ventilasjonsaggregatet. For teknisk rom vil ryddigheten bli observert, hvor stillegående anlegget er, om filter i ventilasjonsaggregat er rent og om filteret blir skiftet regelmessig.

Det vil bli tatt i bruk et avkrysnings skjema, en sjekklister, ved befaring for å vurdere tilstanden til lokalene. Skjemaet er utarbeidet av SINTEF og ligger vedlagt som Vedlegg 1, side I. Det vil bli tatt i bruk ett skjema for hvert bygg, da det tar tid å vurdere, fylle ut og skrive kommentarer for hvert rom. Følgepersonell som deltar på befaringen får mulighet til å ta i bruk samme avkrysnings skjema for befaringsrunden, slik at deres oppfatning av lokalet også kan bli tatt hensyn til i analysefasen. I tillegg til å bruke avkrysnings skjema vil det bli tatt bilder av rom og installasjoner, dersom man får tillatelse.

7.2 Spørre- og intervjuundersøkelser

Kvalitativ og kvantitativ metode er to ulike forskningsmetoder som blir brukt ved utførelse av undersøkelser. Kvalitativ metode baseres på at åpne spørsmål blir gitt til få enheter, slik at det gir mulighet for å gå mer i dybden. Kvantitativ metode holder seg til overflaten, hvor faste spørsmål blir gitt til mange enheter (UiO, 2012). De to metodene kan kombineres for å utfylle hverandre, både som to undersøkelser og som én. I denne oppgaven vil kvalitativ og kvantitativ metode kombineres ved å utføre intervjuer med ansatte ved skolene og en spørreundersøkelse for et utvalg elever.

Det finnes flere former for intervjustrukturer, hvor hver enkelt form passer til et utvalg av situasjoner. *Det uformelle intervjuet* er en samtale med en respondent, som ikke er strukturert eller planlagt (Aarhus universitet, 2020). Det er ingen faste spørsmål, respondenten har rom for å utdype og metoden er dermed kvalitativ. En respondent er en person som svarer på et angitt spørsmål, og er et begrep mye brukt i undersøkelsesmetodikk. *Det ustrukturerte intervjuet* foregår i en formell situasjon, men er ikke planlagt i særlig stor grad. Språket er uformelt og vennlig for å få respondenten til å svare åpenhjertig, og er dermed også en kvalitativ metode. *Det semistrukturerte intervjuet* er et planlagt, formelt intervju. Spørsmålene er skrevet på forhånd, men gir mulighet for respondenten å svare utdypende og utover spørsmålet som blir gitt. Metoden er ofte brukt dersom man kun har mulighet til å gjennomføre intervjuet én gang. Denne metoden er en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ intervjuteknikk, da den har faste spørsmål som gir rom for utdypning. *Det strukturerte intervjuet* gjøres ved å stille de samme, spesifikke spørsmålene til hver person i en bestemt rekkefølge, og er dermed en kvantitativ metode. En spørreundersøkelse gjøres når et større antall personer skal intervjues og er ofte digital. Her oppnår man spesifikke svar ut fra alternativer som blir gitt, og dermed et relativt konkret resultat. Denne metoden minner om det strukturerte intervjuet og er også en kvantitativ metode.

7.2.1 Intervju

Det vil gjennomføres semistrukturerte intervjuer med ledelsen ved skolene, som rektor eller inspektør, samt med verneombud, driftspersonell og virksomhetsledere for FDV i kommunen. Til sammen opp til ti intervju. Ved å ta i bruk en semistrukturert intervjuform, vil spørsmålene i stor grad være klargjort på forhånd og satt opp i en strategisk rekkefølge i en intervjuguide.

Det vil ikke være noen svaralternativer, da ønsket er at respondenten svarer åpent. Spørsmålene vil omhandle relevante inneklimaparameterne observert og diskutert under befaringen, respondentens egne erfaringer og inntrykk av inneklimaet, respondentens inntrykk av elevenes holdninger, konsentrasjons- og arbeidsevner i forhold til inneklimaet, rutiner for renhold og vedlikehold, ansvarsfordeling og roller ved drift og vedlikehold, allerede tilgjengelige verktøy og instrumenter, og ønsker for endringer i inneklimaet på skolen. Dersom andre spørsmål blir relevante under intervjuet for å utdype svarene til respondenten, vil de også bli stilt. Intervjuguiden er vedlagt som Vedlegg 7, side XIII. Selve intervjuet vil gjøres over telefon eller som en videosamtale.

Svarene fra respondentene vil bli notert ned underveis i intervjuet, tilnærmet transkribert. Navn på respondenter og skoler vil holdes anonymt. For å analysere innsamlet data, vil det bli foretatt en innholdsanalyse. I en innholdsanalyse vil informasjonen fra respondentene først bli beskrevet for å danne en oversikt, før den systematiseres og organiseres i ulike kategorier for å kunne sammenlignes (Jacobsen, 2015). Informasjonen vil bli kategorisert uavhengig av skole og stilling på respondentene, for å se på svarene samlet og med et generelt blikk. Med den store andelen skoler som opplever inneklimaproblematikk, trenger ikke skolene brukt i casen være alene om eventuelle inneklimarelaterte problem.

7.2.2 Elevundersøkelser

For elevene vil det bli gitt en digital spørreundersøkelse for å nå et høyt antall personer på kort tid. Spørreundersøkelsen som vil bli sendt ut til skolene er vedlagt som Vedlegg 8, side XIV, og er utarbeidet i Microsoft Forms (Microsoft, 2020). Undersøkelsen vil bli gitt til elever fra 4. klasse og oppover, da det har vist seg at denne aldergruppen svarer meningsfylt på spørsmål om inneklima (NAAF, 2017). Det er ønskelig at elevene utfører undersøkelsen mot slutten av dagen og mot slutten av uken. Dette er for å ha et best mulig referansepunkt for å si noe om omgivelsene sine, og med tanke på at luftkvaliteten gjerne forverres i løpet av dagen.

At undersøkelsen er digital gjør at den er enkel å gjennomføre, distribuere og analysere i etterkant. Spørsmålene i elevundersøkelsen vil, som i intervjuene, være basert på befaringen som har blitt gjort, samt en tidligere undersøkelse utført av SINTEF i forbindelse med et annet inneklimaprosjekt (Mathisen, et al., 1999). Spørsmålene i undersøkelsen vil omhandle elevenes oppfatning av inneklimaet på skolen, inneklimaet hjemme, trivsel og lærings- og arbeidsmotivasjon. Ved utførelsen av spørreundersøkelsen er det svært viktig å overholde personvernet i form av anonymitet, og informere om formålet med undersøkelsen.

Dataen fra spørreundersøkelsen vil bli analysert ved at svarene eksporteres fra Microsoft Forms til Excel. Uten gode nok innebygde analysemetoder i Excel for å analysere datasamlingen, vil tabellanalyser for den totale mengden data og kryssammenligninger bli utført. Enkelte tabellanalyser vil bli presentert, hvor fordelingen av svar for det enkelte spørsmålet vises. Kryssammenligninger presentert ved tabeller vil bli utført for to eller flere variabler, for å forsøke å trekke slutninger fra dataen som er innsamlet. Dette er for å sammenligne elevenes beskrivelser av inneklimaparametre i klasserommet med blant annet opplevde symptomer, for å undersøke om det finnes noen sammenhenger.

7.3 Målinger

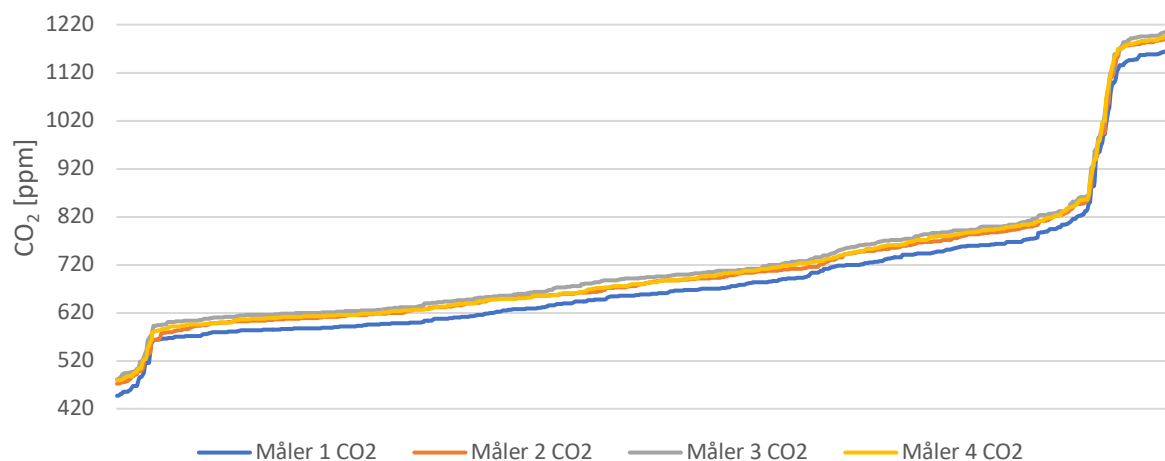
For å ha konkrete tall på klimatilstanden i skolenes klasserom, vil det utføres målinger. Målingene vil bli analysert og sammenlignet med kravspesifikasjoner for inneklima i skoler, fra kapittel 2.2. Inneklimamålinger kan bli utført over lengre tid eller som øyeblikksmålinger. Ved målinger over lengre tid vil det bli logget flere verdier over et større tidsrom, noe som kan bidra til å danne et mønster for den aktuelle parameteren og gi et mer nøyaktig resultat. En øyeblikksmåling er mer tilfeldig og er dermed ikke like troverdig. I forbindelse med denne oppgaven vil måleinstrumenter logge temperatur, relativ luftfuktighet (RF) og CO₂-nivå over en periode på tre uker. Anbefalte kravspesifikasjoner for de aktuelle parameterne er samlet i Tabell 6.

Tabell 6: Kravspesifikasjoner for CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet

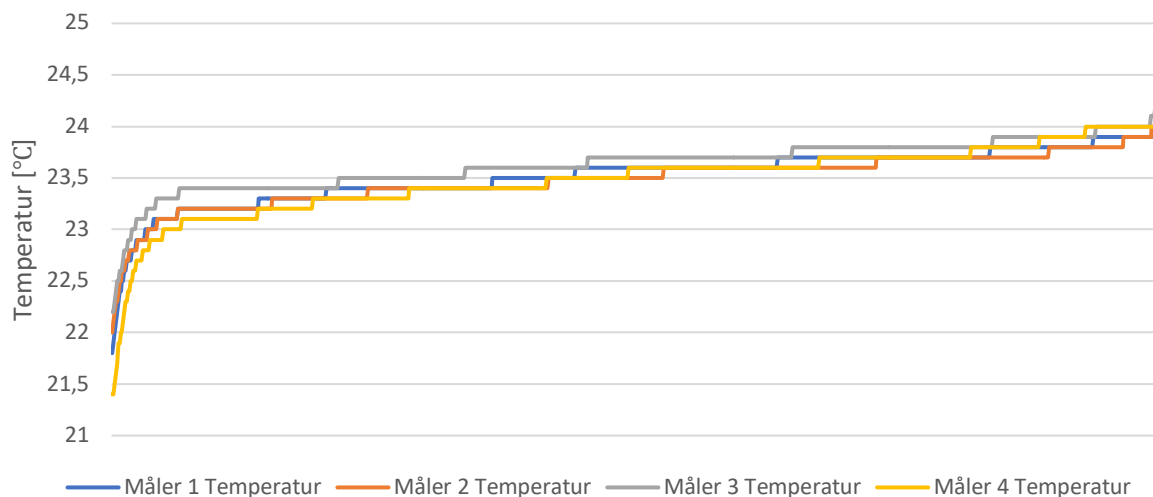
Parameter	Grenseverdi	
	Vinter	Sommer
CO ₂	1000 ppm	1000 ppm
Temperatur	20 °C – 24 °C	23 °C – 26 °C
RF	20 % – 40 %	60 % – 70 %

Inneklimaverdier vil måles i ett klasserom på hver skole, med to målere i hvert rom. Tilgangen til måleinstrumenter er begrenset, og det vil derfor ikke foretas målinger i flere kategorirom eller for flere parametere. Når måleinstrumenter skal plasseres ut, er det viktig at plassering medfører tilstrekkelig avstand fra måleinstrumentet til andre elementer i rommet (Mysen & Schild, 2013). De bør ikke bli utsatt for direkte sollys eller stråling fra andre varmekilder. Instrumentene bør stå mest mulig sentralt i rommet og i 1,2 m – 1,5 m avstand fra gulvet, noe som vil bli vanskelig i et klasserom med tanke på rommets utforming og organisering. De fleste bygg er utstyrt med omrøringsventilasjon hvor frisk tilluft tilføres rommet via ventiler øverst på veggen eller i taket. Med omrøringsventilasjon vil forurensningen være jevn i hele rommet, og måleinstrumentet kan dermed plasseres vilkårlig eller i avtrekket. Plasseringen av instrumentene bør likevel forsøkes å ikke være for nært en tilluftsventil, kald yttervegg eller en forurensningskilde.

Fire måleinstrumenter av typen C.A. 1510 fra Chauvin Arnoux vil bli plassert ut på Skole A og Skole B, nummerert fra 1 til 4. Datablad for måleinstrumentene ligger vedlagt som Vedlegg 12, side XXIII. Måleinstrumentene har en gitt nøyaktighet og sensitivitetssområde for hver parameter. For temperatur er nøyaktigheten 0,1 °C og sensitivitetssområdet er ± 0,5 °C. Målingene for RF har en nøyaktighet på 0,1 % RF og et sensitivitetssområde på ± 2 % RF. CO₂ har en nøyaktighet på 1 ppm for målingene og et sensitivitetssområde på ± 50 ppm CO₂. For å undersøke om det er behov for en korrigerende av resultatene fra målingene, er måleinstrumentene blitt testet samtidig under samme forhold. Apparatene ble programmert til å logge verdier hvert 5. minutt i tre dager. Resultatene viste størst avvik for CO₂ og temperatur for henholdsvis Måler 1 og Måler 3.



Figur 12: Sorterte verdier for CO₂ ved testing av måleinstrumenter, før korreksjon. Måleperioden er 3 døgn.



Figur 13: Sorterte verdier for temperatur ved testing av måleinstrumenter, før korreksjon. Måleperioden er 3 døgn.

Ved å sortere dataene stigende er det tydelig at Måler 1 logger et konsekvent lavere CO₂-nivå enn de andre målerne, se Figur 12. Differansen mellom Måler 1 og Måler 2 er i gjennomsnitt 22 ppm CO₂, noe som er innenfor sensitivetsområdet til måleinstrumentet. For temperatur er det synlig fra Figur 13 at Måler 3 logger en høyere temperatur enn resten av målerne. Her er differansen i gjennomsnitt 0,1 °C, og er dermed også innenfor sensitivetsområdet til måleinstrumentet. For et mest mulig riktig resultat blir begge målerne likevel korrigert i henhold til avviket. For de resterende målerne er det enkelte mindre avvik, også for parameteren RF, men ikke noe som er mulig å korrigere for i én retning. Alle mindre avvik er innenfor sensitivetsområdene til måleinstrumentene. En samlet oversikt over korrigeringsene er presentert i Tabell 7.

Tabell 7: Korrigering av måleinstrumenter

Parameter	Måler	Korreksjon	Kommentar
CO₂	Måler 1	+ 22 ppm	Innenfor sensitivitetområdet, men konsekvent avvik for Måler 1. Data fra Måler 1 er hevet med 22 ppm.
Temperatur	Måler 3	– 0,1 °C	Innenfor sensitivitetområdet, men konsekvent avvik for Måler 3. Data fra Måler 3 er redusert med 0,1 °C. Noe spredte verdier for Måler 4, ikke mulig å justere alle data i én retning.
RF	-	-	Spredte verdier for Måler 4, ikke mulig å justere alle data i én retning.

8 Case

I dette kapitlet blir to skoler presentert, her omtalt som Skole A og Skole B, som er brukt som case i oppgaven. Skolene ble tildelt da en kommune på Østlandet ble kontaktet med forespørsel om å kunne bidra til masteroppgaven. Størrelse og teknisk utforming ved skolene blir beskrevet for å få en oversikt over objektene som er undersøkt, samt hvordan FDV er organisert i den aktuelle kommunen.

8.1 Skole A

Skole A er en skole med omtrent 350 elever fordelt på 1. til 7. trinn. Det er totalt 50 ansatte på skolen og i SFO. Skolebygget stod ferdig i 1984, og er senere bygget på i østenden i 1997 og i vesteenden i år 2000. Skolebygget er fordelt på fire etasjer inkludert loft, som kun består av et ventilasjonsrom. Totalt er det 20 klasserom, i tillegg til arbeidsrom, kontorer, grupperom, spesialrom, gymsal og tekniske rom.

Åtte ventilasjonsanlegg med vannbårne varmebatterier finnes ved skolen, hvorav syv anlegg har roterende varmevekslere. Det siste anlegget har platevarmeveksler, da dette anlegget forsyner skolekjøkkenet. Anlegget som forsyner vestfløyen av bygningen har VAV-styring med bevegesensorer i aktuelle klasserom. At et ventilasjonsanlegg er VAV-styrt innebærer at luftmengden styres etter behov ved å regulere spjeldåpningen. VAV krever et godt renhold, slik at støv ikke blir en hindring for åpning eller lukking av spjeld i klasserommene. Grunnlasten til Skole A dekkes av to varmepumper, mens spisslast dekkes av en elektrisk kjel og en oljekjel. Oljekjelen er kun i bruk ved momentantutkobling og fungerer dermed som alternativ spisslast.

8.2 Skole B

Skole B har omtrent 535 elever og totalt 72 ansatte fordelt på 1. til 7. trinn. Dette gjør skolen til noe større enn Skole A. Skolen består av et hovedbygg, i tillegg til ett eldre bygg og to frittstående enheter. I denne oppgaven vil det kun fokuseres på hovedbygningen, da de resterende bygningene er ment å være midlertidige. Hovedbygget er fra 1971, men ble påbygget og totalrenovert i 2009. Bygget er fordelt på tre etasjer, i tillegg til et loft med ventilasjonsanlegg og andre tekniske rom. Det er totalt 16 klasserom i hovedbygget, samt grupperom, spesialrom, arbeidsrom, gymsal og tekniske rom.

På Skole B er det totalt fem ventilasjonsanlegg. Disse er fordelt mellom de ulike skolebygningene, hvorav to hovedanlegg dekker hovedbygningen. Ventilasjonsanleggene i hovedbygget har roterende varmevekslere, vannbårne varmebatterier og VAV-styring med fast settpunkt for tilluftstemperatur. Alle klasserom er utstyrt med bevegesensorer som fungerer som aktuatorer for tilluftsmengden. Skolen er forsynt med fjernvarme som bidrar til romoppvarming, ventilasjon og forvarming av tappevann. I den nye delen av hovedbygget er det også gulvvarme. Varme og ventilasjon er overstyrt av kommunens SD-anlegg som er levert av Johnson Controls. Dette bidrar til at kommunens virksomhet for drift enklere kan drifte anleggene optimalt, drive feilsøking, innreguleringer og lignende.

8.3 Organisering av FDV i kommunen

Intervjuer med leder for driftsvirksomheten i kommunen, samt samtaler med to driftsteknikere, har bidratt til innsamling av informasjon om organiseringen av FDV i kommunen. I kommunen er ansvaret for FDV fordelt mellom tre virksomheter:

1. Drift av bygg
2. Utvikling og vedlikehold av bygg
3. Renhold

Virksomhetene er under samme tjenesteområde, med egen kommunalsjef. Bygningsmassen har en stor verdi for kommunen, og vil ifølge virksomhetsleder for drift bli en stor kostnadsdriver for kommunen om den ikke blir driftet riktig. Ansatte i virksomheten for drift av bygg er ansvarlige for alle tekniske installasjoner og lovmessige krav til inneklimate ved kommunens bygninger. Virksomhet for utvikling og vedlikehold av bygg er ansvarlige for bruk og vedlikehold, mens virksomhet for renhold er ansvarlige for renholdet i byggene. På samme måte som ansvaret for FDV er fordelt mellom de tre virksomhetene, er også kostnaden for FDV fordelt. Et tredelt FDV-ansvar med felles prosjekter setter store krav til samarbeid mellom virksomhetene, noe som kommunen legger opp til gjennom samlokalisering og samhandlingsmøter på tvers av virksomhetene.

Kommunen tar i bruk et elektronisk FDV-system som følges opp daglig av virksomhetene med ansvar for FDV. Systemet fungerer også som internkontrollsystem for bygningsmassen i kommunen. Ved hjelp av FDV-systemet kan avvik registreres av kommunens virksomheter og videreformidles til ansvarlige utførere. I systemet er periodiske vedlikeholdsrutiner lagt inn med påminnelser til den ansvarlige utfører, i tillegg til brann- og el-bøker. Påminnelser om vedlikehold er svært viktig for å unngå at viktige komponenter forsømmes. Ifølge både forskningslitteratur i kapittel 5.4, Arbeidstilsynet og RIF er ikke periodisk vedlikehold nok for å følge opp vedlikehold. Forebyggende vedlikeholdsmetoder må også tas i bruk for å bedre ta vare på bygget. Kommunen arbeider i dag med et nytt FDVU-system, som er bedre tilpasset den samlede bygningsmassen kommunen eier. Det har også blitt opparbeidet en ny vedlikeholdsstrategi for kommunen, som i hovedsak omhandler vedlikeholdsetterslep. På denne måten vil eksisterende bygningsmasse bli bestrebet ivaretatt, i stedet for at bygninger forfaller og det må bygges nytt.

Som for andre norske kommuner utgjør skolebygninger en del av bygningsmassen til kommunen i casen. De enkelte skolevirksomhetene er brukerne av skolebygningene og er ansvarlige for å utøve de tjenstlige forholdene ved skolene. I tillegg har skolene ansvar for å utøve mindre vedlikeholdsoppgaver, som er vanlig for brukerrollen av et bygg, se kapittel 6.1. For større vedlikeholdsaktiviteter kan skolevirksomhetene komme med ønsker eller melde avvik til FDV-virksomhetene, men det er eksempelvis virksomhet for drift som bestemmer hva det er behov for og hva som skal utføres. Dersom det oppstår mer kompliserte og kostbare situasjoner, blir saken løftet opp på et høyere nivå kommunalt for at det skal kunne tas vurderinger og beslutninger.

Vedrørende inneklimate i skolebyggene, foretar virksomhet for drift rutinekontroller eller undersøkelser på forespørsel fra den enkelte skole. Via et overordnet SD-anlegg kan driftsvirksomheten styre og overvåke inneklimateparameterne i skolene. Her tas det målinger

på luftutskiftning og CO₂ i klasserommene, og det gjøres tiltak dersom etablerte alarmgrenser blir brutt. For å kunne følge opp flere inneklimaparametere kontinuerlig, er virksomhet for drift i gang med en bestillingsprosess på nye sensorer til alle kommunens skoler. Sensorene vil blant annet måle CO₂, lys, temperatur og trykk, slik at driftsvirksomheten får tilgang til direkte inneklimamålinger. Inneklimaverdier vil bli logget, og tilhørende grafer og modeller vil bli tilgjengeliggjort på internett. De nye instrumentene vil være merket med en QR-kode, slik at også brukerne av bygget kan få tilgang til rommets momentane inneklimaverdier.

9 Resultater

Det følgende kapittelet vil presentere resultater fra undersøkelser i form av bilder og observasjoner fra befaringer ved Skole A og Skole B, hovedfunn fra intervjuer med ansatte på de to skolene, fordeling av svar og sammenhenger fra elevundersøkelsen og resultater fra utførte inneklimatemålinger. Store deler av resultatene fra befaringen på Skole A er hentet fra egen prosjektoppgave, levert høsten 2020 (Daltveit, 2020).

9.1 Befaring ved Skole A

Det ble gjort avtale med rektor på Skole A om en befaring av kategorirom 1. desember 2020, kl. 14.00. Tidspunktet ble satt slik at klasserom som hadde vært i bruk i løpet av dagen var ledige. Befaringen ble utført i lag med inspektør og vaktmester ved skolen, hvor et klasserom, musikkrom, garderobe, inngangsparti, ventilasjonsrom og fyrrum ble undersøkt. Avkryssningsskjemaer ble fylt ut underveis i «gjennomgåingen» av undertegnede og inspektør, vist i henholdsvis Figur 14 og Figur 15. Skjemaene er også vedlagt som Vedlegg 2 og Vedlegg 3, fra side IIIV.

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø						
Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.						
Evaluering med avkryssing						
Deltakers stilling/rolle: Student, i følge med vaktmester og inspektør. Dato: 01.12.20						
😊	2	1	0	-1	-2	☹️ Notat/kommentar
Romslig			x			Trangt Ca. 60 kvm og det er 26-27 pulter i rommet. Stort musikkrom.
Lyst		x				Mørkt
Velholdt		x				Slitt Ikke synlig slitasje. Gamle gardiner. Panel på vegg.
Ryddig				x		Rotete Flere hyller som er rotete inni og oppå.
Vennlig		x				Lite tiltalende
Lav "hyllfaktor" Få horisontale flater som samler støv				x		Høy "hyllfaktor" Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)
Rent og pent			x			Skittent
Frisk luft			x			Tung luft Lukter litt gummi når man entrer rommet.
Ikke fuktproblem		x				Fukt (mugglukte eller synlig soppevekst)
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			x			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet Ordenselever. Følges opp i ulik grad.
Innesko benyttes		x				Innesko benyttes ikke
Klær henges på gangen		x				Klær henges ikke på gangen
Ordne garderober		x				Mangelfulle garderober
Ryddig gulv			x			Ledninger løse på gulv i klasserom. Klær og sko på gulv i garderober.
Behagelig temperatur vår og høst		x				For varmt vår og høst
Behagelig temperatur vinter		x				For kaldt vinter
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde			x			Slatt med temperaturen i tekstilrommet. Fikk ikke opp temperaturen. Sentralstyrt.
						Vanskelig å regulere temperatur

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø						
Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.						
😊	2	1	0	-1	-2	☹️ Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet					x	Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle
God solavskjerming				x		Utilfredsstillende solavskjerming Kun én side av bygget som er plaget av sol. Montert blandinggardiner.
Frie varmekilder Ikke møblert inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet				x		Møblert inntil varmekilder Pulter står helt inntil radiatorer.
Låsbare varmekilder Tuklesikker/ Et lokk over termostat		x				Varmekilder er ikke låsbare Termostaten kan tukles med Egen nøkkel.
Behagelig dagslys		x				Ubehagelig dagslys /blending
Behagelig kunstig lys (belysning)		x				Greitt kunstig lys 9 doble armaturer.
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					x	Manglende tavlebelysning og rutiner Ingen belysning på krittavle, men white board.
Behagelig akustikk		x				Forstyrrende akustikk
Stillestående tekniske installasjoner				x		Støyende tekniske installasjoner Lett during.
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)		x				Skittent og uryddig teknisk rom
Utvendige avskrapningsrister				x		Manglende utvendige avskrapningsrister Kun hovedingang.
Fuktabsorberende matter inne					x	Manglende fuktabsorberende matter inne
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)		x				Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg Utbedret 1,5 år siden.
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt		x				Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre Var usikkerhet hvor disse var.

Figur 14: Utfylt avkryssingsskjema for Skole A

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø						
Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.						
Evaluering med avkryssing						
Deltakers stilling/rolle <i>inspektør</i> Dato <i>01.12.20</i>						
☺	2	1	0	-1	-2	☹ Notat/kommentar
Romslig			X			Trangt
Lyst	X					Mørkt <i>Noen rom er brause.</i>
Velholdt		X				Slitt
Ryddig			X			Rotete
Vennlig		X				Lite tiltalende
Lav "hyllefaktor" <small>På horisontale flater som samler støv</small>		X				Høy "hyllefaktor" <small>Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)</small>
Rent og pent		X				Skittent
Frisk luft	X					Tung luft
Ikke fuktproblem	X					Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			X			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet
Innesko benyttes	X					Innesko benyttes ikke
Klær henges på gangen	X					Klær henges ikke på gangen
Ordnete garderobes	X					Mangelfulle garderobes
Ryddig gulv	X					Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett
Behagelig temperatur vår og høst	X					For varmt vår og høst
Behagelig temperatur vinter	X					For kaldt vinter
Lette å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde			X			Vanskelig å regulere temperatur <i>Reguleres bedrift.</i>

Figur 15: Utfylt avkryssingsskjema av inspektør ved Skole A

Ved å sende skjemaet over til rektor på forhånd, fikk personalet som skulle delta på befaringen mulighet til å gjøre seg kjent med punktene før gjennomgåingen fant sted. Skolen stilte med inspektør og vaktmester, da disse var best kjent med skolen og dens tekniske installasjoner. Avkryssingsskjemaet var et effektivt hjelpemiddel for å vurdere inneklimate under gjennomgåingen av de ulike kategorirommene på skolen. Valg av befaringsmetode ble valgt på bakgrunn av at det ikke skulle bli for tidkrevende, hvor avkryssingsskjemaet enkelt kunne besvares underveis. Skjemaet fungerte også som en huskeliste, da det kan være lett å glemme enkelte punkter når man er ute «i felten». Samme skjema ble brukt på alle rom, da alle punktene ikke var gjeldende over alt. I etterkant ble det bemerket at man gjerne skulle hatt mer informasjon på enkelte områder, noe som videre intervjuer ble brukt til.

9.1.1 Klasserom

Klasserommet som ble undersøkt var plassert i bygningsdelen fra 1984, og rommet var av standard type. Det vil si at det befarte klasserommet skal være likt de fleste andre ved skolen. Størrelsen på klasserommet var omtrent 60 m², og det var innredet med 27 pulter på befaringsstidspunktet. I tillegg fantes det en dobbel vask, to «lærerpulter», et skap og flere hyller i rommet. Enkelte hyller hadde hjul, noe som enkelt muliggjør rengjøring under hyllene. Til tross for at hyllene er enkle å flytte på, virket rommet noe overmøblert. Det var også trangt mellom rekkene med pulter, noe som inspektør og driftstekniker var enige i.

Rommet opplevdes noe rotete da gardinene hang skjevt, flere bøker og annet utstyr var plassert på hyllene og lærerpultene, melkekartonger stod igjen på vasken og elektrisk utstyr var plassert på en stol ved siden av tavlen. Høy hyllefaktor bidrar til at støv legger seg. Når disse flatene i tillegg er dekket av bøker og utstyr, blir de antakeligvis sjeldent vasket eller

tørket støv av. Økt andel støv i luften forverrer luftkvaliteten til elevene, som nevnt i kapittel 3. Det var noe lukt i rommet etter én dags bruk, og man kunne høre lav susing fra ventilasjonsanlegget. Det ble observert tillufts- og avtrekksventiler i klasserommet. En slik konstant during kan bli overdøvd av annen bakgrunnsstøy i klasserommet, men kan likevel være forstyrrende. Ifølge vaktmester og inspektør var ikke susingen av betydning. Akustikken i klasserommene ble ellers beskrevet som god.



Figur 16: Klasserom på Skole A

Det fantes både en grønn krittavle og et Whiteboard i rommet, hvor Whiteboardet er hyppigst i bruk. Tavlene hadde ikke eget tavlelys, men Whiteboardet hadde dette innebygd. Det var ni doble lysarmaturer i rommet og fire vinduer med sprosser. Rommet opplevdes forholdsvis lyst, men det mørke panelet gjorde at det ble en dusere stemning. Avtakende dagslys kan også være en årsak til klasserommets mørke preg. Eneste solavskjerming i klasserommet var noen hvite, lette gardiner. Ifølge inspektør ved skolen var det tre til fire klasserom på motsatt side av bygget som var plaget av sollys og varmende solinnstråling. På personalrommet var det nylig blitt montert solreflekterende film, da rommet var utsatt for samme problem. Ledelsen ved skolen er i gang med en prosess om å få en lignende film installert også i aktuelle klasserom.

Klasserommet hadde en radiator under hvert vindu, hvor pultene var plassert helt inntil. NAAF anbefaler en avstand på minst 50 cm til radiatorer, da det kan forårsake revmatisme (Gustavsen, 2018). En omorganisering av klasserommet kan være en mulighet for å unngå dette, men det avhenger av læringssituasjonen. Det var ikke mulig å regulere temperaturen på regulatorene uten egen nøkkel, noe som gjør at man unngår at temperaturen endres mye opp og ned. Temperaturen i rommet var god, men det fantes ingen termometer for å understreke dette. Dermed er det heller ikke mulig for de som bruker rommet å følge med på temperaturen.



Figur 17: Klasserommets vindusfasade, Skole A

Skolen hadde en ordenselevordning for alle klassene, men denne ble fulgt opp i varierende grad av lærere og elever ifølge inspektøren. Det var en kost med brett tilgjengelig i klasserommet, og gulvet var rent under befaringen. Ved å skifte ut kosten med en mopp, vil ikke støv virvle opp i like stor grad og bidra til forurensning av inneluften. En skjøteledning til julelysene over vinduene var plassert på gulvet i enden av klasserommet, men var kun midlertidig. Skjøteledninger og lignende bør ikke ligge langs gulvet da de øker risikoen for snubleulykker. At vurderingene for ryddigheten i klasserommet, vist i avkryssingsskjemaer i Figur 14 og Figur 15, var noe ulike, kan ha en sammenheng med at rutiner for rydding ifølge inspektøren var «personavhengig».

9.1.2 Musikkrom

For å undersøke et spesialrom ble også musikkrommet ved skolen sett på. Rommet var romslig, hadde en liten «scene» i det ene hjørnet og var innredet med stoler, flere piano og enkelte skap. I taket var det tillufts- og avtrekksventiler. Veggene mot uteområdet var utformet med fem sprossede vinduer med gardiner, som var trukket for under befaringen. Musikkrommet hadde forholdsvis god belysning, men rommet ble likevel oppfattet som noe mørkt. I klasserommet var grunnen til dette trolig det mørke panelet på veggene, mens det i musikkrommet var det mørke panelet i taket og det brune gulvbelegget. Kun deler av rommet ble tatt bilde av på grunn av en pågående pianotime.



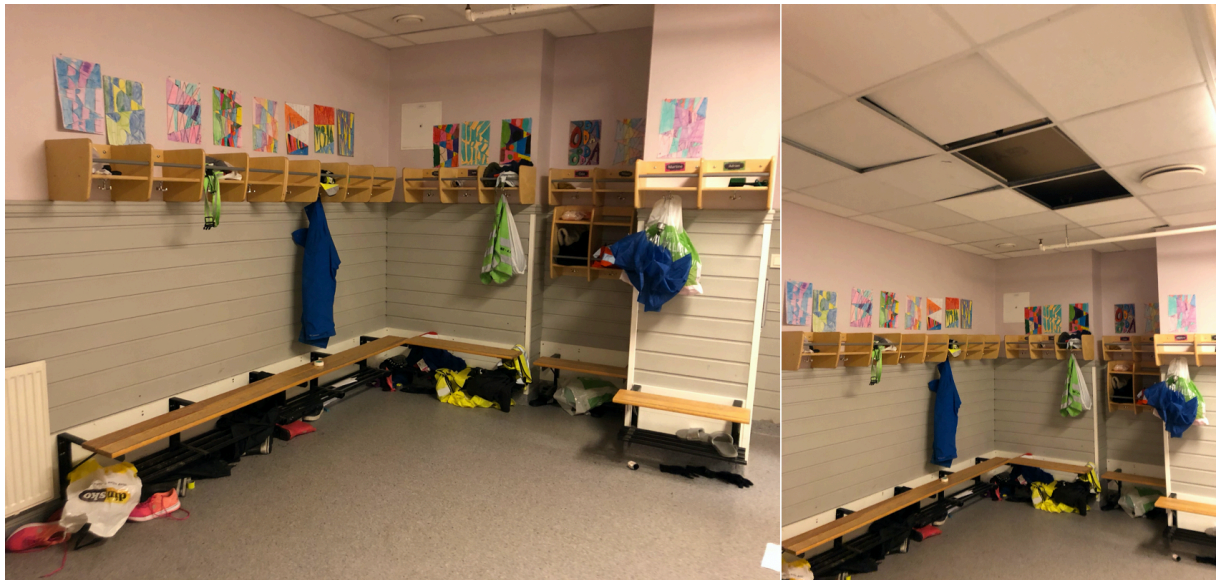
Figur 18: Musikkrom på Skole A

Vurderingene fra avkrysningskjemaene var i stor grad like for klasserommet og musikkrommet, men flere punkter pekte i en mer negativ retning hos undertegnede. Dette er naturlig da inspektør er kjent med skolens daglige forhold, mens det for undertegnede var første besøk. Vurderingsforskjellene ved luft og temperatur kan dermed skyldes hva man er vant til og har erfaringer med. Temperaturen opplevdes god i begge rommene, men luften følte tung da det luktet et snev av «gummi». Rommene hadde vært i bruk hele dagen, noe som kan være grunnen til at luften virket noe «oppbrukt». Ventilasjonsanlegget skal fungere optimalt når elevene er på skolen, samt etter skoletid dersom SFO eller kulturskole tar rommene i bruk. Det faktum at undertegnede kom fra frisk luft utenfra og inn i undervisningsrommene, kan også ha påvirket oppfattelsen. Når befaringer utføres som en gjennomgåing av ulike rom er personalet sin vurdering verdsatt, da inntrykket ellers er basert på førsteinntrykk. Samtidig vil ansattes innstilling trolig være positiv, dersom de selv er ansvarlig for forholdene.

9.1.3 Garderobe og inngangsparti

Hvert klasserom på Skole A hadde en egen, tilhørende garderobe og inngangsdør. Dette kan være positivt da det tillater mindre garderober og kan forenkle arbeidet med å holde rommet ryddig. Samtidig kan det fungere negativt da det kan forårsake mer trekk og krever mer vedlikehold med flere inngangspartier. Rommet hadde et lysere uttrykk enn klasserommet og musikkrommet, med lyst panel på vegger, lyst tak og grått vinylgulv. Garderobene var ordnet med tildelt plass til hver elev, med hattehylle, knagg, benk og skohylle. Til tross for ordnede garderober var klær, poser og sko også å finne på gulvet. Når gulvet er dekket av klær og utstyr, blir det vanskelig for renholdspersonell å holde gulvet i garderoben rent. Motivasjonen for å henge opp klærne sine kan øke dersom det blir informert om at det er for å bistå vaskepersonalet, på samme måte som at stolene blir satt på pulten før klasserommene vaskes.

Det var to radiatorer i rommet, begge tett på garderobeplassene. Som med de andre radiatorene i bygget var heller ikke disse mulig å regulere varmen på uten egen nøkkel. På et område i taket manglet det to takplater, noe som sammen med gjenstandene på gulvet var med på å forsterke det rotete uttrykket til garderoben.



Figur 19: Tilhørende garderobe til klasserom på Skole A



Figur 20: Radiatorer i garderobe på Skole A

Det fantes ingen fuktabsorberende matter i garderoben eller ved garderobens inngangsdør. Denne typen matter er ment for å ta opp fukt og smuss fra skitne sko som kommer utenfra, slik at gulvet i garderoben blir mindre møkkete. Et skittent gulv gjør at sokker og innesko drar med seg smuss videre inn i klasserom og resten av skolen. Klær som blir liggende på gulvet over lengre tid vil samle støv, som også blir med inn i klasserommet og kan forverre inneklimateet. Utenfor inngangsdøren var det ingen avskrapningsrist som kan ta det verste av møkka fra skitne sko. Enkelte inngangsdører ved skolen hadde dette, men det ble gitt uttrykk for at det ikke hadde fantes avskrapningsrist utenfor den aktuelle inngangsdøren. Dersom det

er valgt å ikke skaffe avskrapningsrister på grunn av sklifare, er en mulighet å installere børster på ristene.



Figur 21: Garderobens inngangsparti, Skole A

Taknedløp på Skole A ble utbedret for 1,5 år siden etter fuktskader, og takvann blir i dag ledet direkte ned i bakken langs utsiden av skolebygningen. Innlufts- og avkastrist for det ene ventilasjonsaggregatet ble observert. Innluftsristen var plassert på siden av bygget og avkastristen var plassert på taket, i passende avstand fra hverandre.

9.1.4 Ventilasjonsrom og fyrrom

Både ventilasjonsrom og fyrrom ble befart. Begge rommene var forholdsvis ryddige, men det var oppbevart en gardintrapp og noen bordbein på ventilasjonsrommet. I tillegg var det noe støv og lignende på gulvene. Bøsset som fantes på gulvet var tydelig kostet opp og samlet i et hjørne av rommet. Et ventilasjonsrom som blir brukt som lager, kan tyde på at ventilasjonsanlegget sjeldent overvåkes og at vedlikehold ikke blir fokusert på. Slik opplevdes det ikke her, da anlegget var lett tilgjengelig.

Ventilasjonsaggregatet var merket av kommunen, hvor det stod at filteret skal skiftes hver 18. måned. Ventilasjonsfilter bør skiftes hver høst, for å fjerne alle pollenpartikler før vinteren og for å unngå at det dannes fuktighet i ventilasjonsaggregatet (Ventilasjon Øst, 2018). Fuktighet i anlegget kan føre til bakterievekst. I tillegg er det anbefalt å skifte filteret igjen på våren, slik at forurensningspartikler fra vinteren renses bort. Hver 18. måned tilsier at det blir skiftet annen hver høst og vår, og er dermed ikke optimalt.



Figur 22: Ventilasjonsrom på Skole A

Som beskrevet i kapittel 8.1 innehar aggregatet en roterende varmeveksler. Det er viktig med regelmessig tilsyn og vedlikehold ved roterende varmevekslere, da det kan legge seg støv inni og tette den. En støvete varmeveksler kan føre til at mindre luftmengder blir levert til skolebygget.

9.2 Befaring ved Skole B

Det ble utført befaring ved Skole B 14. januar 2021, kl. 14.00. Skole B består av flere ulike bygg, men det blir i denne oppgaven kun fokusert på hovedbygningen. Dette er gjort for å begrense oppgaven og fordi de resterende bygningene er ment å være midlertidige. Befaringen ble utført i lag med rektor og verneombud ved skolen, hvor et klasserom, grupperom, garderobe, inngangsparti og ventilasjonsrom i hovedbygningen ble undersøkt. Undertegnede, rektor og verneombud fylte ut avkryssingsskjema underveis i befaringen, som for befaringen ved Skole A, og er presentert i henholdsvis Figur 23, Figur 24 og Figur 25. Skjemaene er også vedlagt som Vedlegg 4, Vedlegg 5 og Vedlegg 6, fra side VII.

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle: Student sammen med rektor og verneombud Dato: 14.01.2020

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Romslig		x				Trangt	58-61 m ² . 24 elever, kan ha 28. Luftig mellom pulten når stolen står på pulten, men kan bli trange passasjer når stolene er ned. Organisering av pulten i 4-grupper.
Lyst	x					Mørkt	Vindøer langs hele fasaden, 6 doble armaturer.
Velholdt		x				Slitt	Virker moderne, foruten om garderober som virker eldre.
Ryddig		x				Rotete	Ryddig på pulten og inni de fleste hyller. Persiennene henger forholdsvis pent.
Vennlig	x					Lite tiltalende	Fargeelementer på gulv og vegger.
Lav "hyllefaktor" få horisontale flater som samler støv			x			Høy "hyllefaktor" Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)	Flere hyller i rommet, i tillegg til låser og hengende lysarmaturer.
Rent og pent		x				Skittent	Noen tomme hyller som var skitne. Ellers overfladisk rent. Forbedring med nytt veslappersonale.
Frisk luft		x				Tung luft	Ikke lukt, og grei luft etter én dags bruk.
Ikke fuktproblem		x				Fukt (mugglukt eller synlig soppevekst)	Har hatt noen lekkasjer fra taket (første etasje), men ellers ingen fuktproblem.
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			x			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	Personavhengig. Enkelte klasserom var mer ryddige enn andre. Kost og brett i rommet, mopp i enkelte rom for de små. Ordenslevordning, men fulgt opp i ulik grad.
Innesko benyttes	x					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	x					Klær henges ikke på gangen	
Ordrede garderobes			x			Mangelfulle garderobes	Sambruk. Garderobene for de yngre klasserommene er for små (har med seg mye klær og skift).
Ryddig gulv		x				Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	Ryddig gulv. Kun elementer på gulv rundt tv-sk.
Behagelig temperatur vår og høst			x			For varmt vår og høst	Ikke kjøling. Veldig varmt på de varmeste dagene.
Behagelig temperatur vinter		x				For kaldt vinter	Jevn temperatur i hovedbygg. Kaldere ved vindøene. Temperaturer i klasserom som er koblet til aktuatorer.
Lette å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde				x		Vanskelig å regulere temperatur	Alle radiatorer i klasserom er låst. Spørre sentralt, nå kontaktet driftsavdelingen i kommunen. Radiatorer i grupperom og lærerrom er manuelt styrt. Fjernvarme.

Figur 23: Utfylt avkryssingsskjema for Skole B

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lette å se hva slags temperatur det er i rommet					x	Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle	Ikke termometer.
God solavskjerming			x			Utilfredstillende solavskjerming	Persiennene som skjærer for lys, men ikke utvendig solavskjerming. Varmest på personalrommet.
Frie varmekilder Ikke møblert inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet			x			Møblert inntil varmekilder	Enkelte stoler står nær radiatorene.
Låsable varmekilder Tukeskiver/ Et lekk over termostat			x			Varmekilder er ikke låsable Termostaten kan tukes med	Tukeskive radiatorer i klasserom, men ikke på grupperom.
Behagelig dagslys		x				Ubehagelig dagslys /blending	Store vindflater i klasserom med persiennene.
Behagelig kunstig lys (belysning)		x				Greit kunstig lys	
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					x	Manglende tavlebelysning og rutiner	Whiteboard, dermed innebød tavlebelysning. Ikke rutiner for å måle arbeidslys.
Behagelig akustikk			x			Forstyrrende akustikk	Ønske om mikrofonbruk i klasserom, etter god erfaring fra andre skoler. Umaglig å målte heve stemmen.
Stillestående tekniske installasjoner					x	Støvede tekniske installasjoner	Bevøiligg mer lyd fra ventilasjonskanaler på grupperom, hvor det stod på luft. Lite tilluft/avslag i klasserom. Beføring ca. 14-15, kan ha skrudd av anlegg – men SFO brukte noen av lokalene. Normale luftmengder. Bruker FDV-system som gir beskjed om gjøremål.
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)			x			Skittent og uryddig teknisk rom	Sort og luftig rom. 2 store ventilasjonsaggregat. Lagerplass for ting som var hentet inn fra taket, som eks. baller. Usikkerhet rundt type gjennomfør. Rytter filter ca. 1 gang i året. For beskjed i system.
Utvendige avskrapningsrister			x			Manglende utvendige avskrapningsrister	Utvendige rister med børster. Dekket av snø på vinteren. Ikke egen vaktmester, så de blir ikke benyttet av. Driftspersonalet styrer kun det tekniske.
Fuktabsorberende matter inne		x				Manglende fuktabsorberende matter inne	Matter innenfor/inngangsdørene. Ikke i garderobene.
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)					x	Manglende taknedløp/ takvann renner ved langs yttervegg	Trilig innvendig taknedløp. I takt. Noen lekkasjer fra taket, så kan hende at noe ikke stemmer med nedløp eller taknedløp.
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt				x		Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre	Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle _____ Dato _____

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Romslig				x		Trangt	
Lyst	x					Mørkt	
Velholdt	x					Slitt	
Ryddig	x					Rotete	
Vennlig	x					Lite tiltalende	
Lav "hyllefaktor" få horisontale flater som samler støv			x			Høy "hyllefaktor" Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)	
Rent og pent	x					Skittent	
Frisk luft		x				Tung luft	
Ikke fuktproblem	x					Fukt (mugglukt eller synlig soppevekst)	
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			x			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	
Innesko benyttes	x					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	x					Klær henges ikke på gangen	
Ordrede garderobes			x			Mangelfulle garderobes	
Ryddig gulv		x				Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	
Behagelig temperatur vår og høst		x				For varmt vår og høst	
Behagelig temperatur vinter		x				For kaldt vinter	
Lette å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde				x		Vanskelig å regulere temperatur	

Figur 24: Utfylt avkryssingsskjema av rektor ved Skole B

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lette å se hva slags temperatur det er i rommet					x	Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle	
God solavskjerming		x				Utilfredstillende solavskjerming	
Frie varmekilder Ikke møblert inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet		x				Møblert inntil varmekilder	
Låsable varmekilder Tukeskiver/ Et lekk over termostat			x			Varmekilder er ikke låsable Termostaten kan tukes med	
Behagelig dagslys	x					Ubehagelig dagslys /blending	
Behagelig kunstig lys (belysning)		x				Greit kunstig lys	
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					x	Manglende tavlebelysning og rutiner	
Behagelig akustikk	x					Forstyrrende akustikk	
Stillestående tekniske installasjoner				x		Støvede tekniske installasjoner	
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)						Skittent og uryddig teknisk rom	
Utvendige avskrapningsrister						Manglende utvendige avskrapningsrister	
Fuktabsorberende matter inne		x				Manglende fuktabsorberende matter inne	
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)					x	Manglende taknedløp/ takvann renner ved langs yttervegg	
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt						Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre	

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø						Notat/kommentar
2	1	0	-1	-2		
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet						Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle
God solavskjerming						Utilfredsstillende solavskjerming
Frie varmekilder Ikke mablering inntil som hindrer varmestram ut i rommet						Møblering inntil varmekilder
Låsbare varmekilder Tukeskjer/ Et lekk over termostat						Varmekilder er ikke låsbare Termostaten kan lukkes ned
Behagelig dagslys						Ubehagelig dagslys /blending
Behagelig kunstig lys (belysning)						Greitt kunstig lys
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord						Manglende tavlebelysning og rutiner
Behagelig akustikk						Forstyrrende akustikk
Stillestående tekniske installasjoner						Støvende tekniske installasjoner
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)						Skittent og uryddig teknisk rom
Utvendige avskrapningsrister						Manglende utvendige avskrapningsrister
Fuktabsorberende matter inne						Manglende fuktabsorberende matter inne
Takkvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)						Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt						Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre

Figur 25: Utfylt avkryssingsskjema av verneombud ved Skole B

Som for Skole A var undertegnede noe mer kritisk i vurderingen av skolebygget, sammen med verneombud, enn rektor. Verneombudet er lærernes kontaktperson mot ledelsen og er selv ute i klasserommene daglig. Å være første kontaktledd i kommunikasjonen med en person som varsler et eventuelt problem kan påvirke tolkningen av situasjonen. Senere kommunikasjonsledd får beskjeden gjenfortalt, og situasjonen kan her dermed oppfattes som mindre alvorlig. Opplevelsen av enhver situasjon er likevel individuell og skal bli tatt på alvor.

Da befaringen fant sted var det ikke bestemt at det kun ville tas hensyn til hovedbygningen i oppgaven. Alle bygningene har dermed blitt befart ved bruk av avkryssingsskjema, men det er kun skjemaene for hovedbygningen som er tatt med i oppgaven. Figur 25 viser likevel resultatet fra befaringen i de resterende byggene, da samme skjema ble brukt under hele seansen. Vurderingen for hovedbygningen er markert med en «X», og navnene på de to andre bygningene er fjernet for å holde skolen anonym.

9.2.1 Klasserom

Klasserommet i hovedbygningen fremstod som lyst med store vinduer langs hele langsiden av rommet og med flerfarget vinylgulv. På motsatt side var det vindu ut mot gangen, hvor man også fikk inn noe dagslys fra motstående klasserom med samme utforming. Ifølge verneombudet hadde enkelte lærere rapportert om at vinduene ut mot korridorene kunne forårsake forstyrrelser for elevene. For å unngå distraksjoner var derfor vinduene inn til enkelte klasserom tildekket av tegninger og lignende.

Rommet virket ved første øyekast romslig, da stolene var plassert på sine respektive pultler. Organiseringen av pultene i firergrupper var også med på å skape store, frie flater på gulvet. Når stolene derimot er nede og i bruk, er det tydelig at noen sitter tett. Det var kommet klager fra lærere om at rommene var for trange, selv med litt færre elever enn det rommet er utformet for. Klasserommene i hovedbygget er på mellom 58-61 m² og har plass til 28 elever. I det aktuelle klasserommet var det 24 elever.



Figur 26: Klasserom i hovedbygning på Skole B

Klasserommet var velholdt og ryddig. Skolen benyttet seg av en ordenselevordning, men denne ble fulgt opp i ulik grad. Det fantes kost og brett i rommet, slik at elevene kan ta del i å samle opp rask fra gulvet. Klasserommet var rent, foruten om noen ubrukte hyller som var tydelig skitne. Til tross for en del horisontale flater, var det kun én av hyllene som det var stablet bøker på. Horisontale flater kan samle mye støv dersom de ikke blir rengjort, spesielt om det er plassert flere gjenstander der. Det var ikke tilfellet her, men man bør likevel være oppmerksom på dette. Skolen brukte Whiteboard som tavle i klasserommene, og det var dermed ingen egen tavlebelysning. Det fantes heller ingen rutiner for å måle lysstyrken i rommet, men det hadde blitt gjort tidligere. Akustikken i rommet ble beskrevet som god, men det var et ønske om mikrofoner til bruk i klasserom.

Skolebygget får levert fjernvarme og klasserommene var utstyrt med radiatorer. Disse kan ikke reguleres manuelt, med mindre man har nøkkel. Varme og ventilasjon blir styrt sentralt via kommunens driftsvirksomhet. Temperaturen i rommet var god og ble omtalt som jevn i hovedbygningen. Ingen av klasserommene på Skole B var utstyrt med synlig termometer, men hovedbygningens klasserom har alle temperaturfølere som er koblet til aktuatorer i ventilasjonsaggregatene. Bygget har ikke kjøling, noe som gjør at det bli svært varmt på de varmeste dagene. Det finnes heller ikke utvendig solskjerming, som kan skjerme for solstrålene. Det er persienner for alle vinduer innendørs, for å hindre forstyrrende sollys. Belysningen var ellers god i rommet, med seks doble, nedhengende lysarmaturer. Disse utgjør også en horisontal flate, som det er viktig å børste støv av.



Figur 27: Nærbilder fra klasserom i hovedbygning på Skole B

Det var lite støy fra ventilasjonskanaler i klasserommet som ble besøkt. Ved observasjon av tillufts- og avtrekksventil, var det ikke mulig å kjenne at det var noen aktivitet. Dette kan ha en sammenheng med at ventilasjonen muligens var slått av i klasserommet, da befaringen fant sted nærmere kl. 14.45. Rommene i fløyen ble til tider brukt av SFO, noe som tilsier at anlegget burde stå på lenger enn selve undervisningstiden. Luften i rommet var god og det var ikke lukt. Det var ikke tegn til fukt i selve rommet, men det ble rapportert om enkelte lekkasjer fra taket på bygningen. Pultene i rommet var plassert helt inntil panelovnene, noe som kan hindre varmestrømmen til resten av rommet. I tillegg blir det anbefalt av NAAF å ikke oppholde seg nærmere enn 50 cm fra en varmekilde, da det kan forårsake revmatisme (Gustavsen, 2018).

9.2.2 Grupperom

I hovedbygget finnes det grupperom som er plassert mellom klasserommene, slik at de deles mellom to og to klasser. Disse er utformet som klasserommene, med vinylgulv, vindu ut mot skolegården og vinduer mot klasserommene. For å unngå forstyrrelser for elever i klasserom og grupperom, var det her hengt opp lameller for å dekke til vinduene ved behov.



Figur 28: Grupperom på Skole B

Radiatoren på grupperommet var det mulig å regulere for hånd, i motsetning til radiatorene i klasserommet. Radiatorer bør være låst for andre uten riktig verktøy å regulere, eller reguleres sentralt. Dette er for å unngå ubehageligheter ved for høy eller for lav temperatur i rommet. Støy fra ventilasjonsanlegg eller ventil var svært tydelig på grupperommet, og det opplevdes for de befarende som om anlegget stod på for fullt. Her burde det optimaliseres, slik at klasserom og grupperom har ventilasjonsanlegg som står på med riktig luftmengde når det er behov for det.

9.2.3 Garderober og inngangsparti

Garderobene i hovedbygningen er organisert etter klassetrinn, hvor det i noen garderober også er sambruk. Alle i garderoben har sin egen plass, med hattehylle, knagg og skohylle. Som i garderoben befart på Skole A, og i garderobene befart i de andre bygningene på Skole B, var det enkelte gjenstander som lå på gulvet til tross for at elevene har tilegnet plass. Det ble informert om at garderobene for de yngre klassetrinnene var for små, da elevene har med seg mye klær og skift. Dette kan også være grunnen til at noe ender opp på gulvet. For å få fjernet eventuelle overfløydige plagg eller sko i garderobene, bør det finnes rutiner for at elevene tar med seg noe klær hjem. For de yngste bør foreldre komme og hente hjem klær som er skittent, vått, eller som ikke lenger trenger å være på skolen.



Figur 29: Garderobe for yngre elever i hovedbygning på Skole B

For eldre elever kreves det mindre plass, da de ikke har behov for samme oppbevaringsplass for klær. Likevel var det også her sko og andre gjenstander på gulvet, under plassene. Et rent gulv gjør det enklere for vaskepersonalet å få vasket gulvet skikkelig, og fjerne bøss og smuss. Som nevnt for Skole A i kapittel 9.1.3, kan motivasjonen for å rydde på plassene sine øke dersom det blir informert om at det er for å forenkle jobben til vaskepersonalet. Informasjon om at støv og smuss som blir liggende på gulvet er med på å forringe luftkvaliteten, kan også bidra til et større engasjement.



Figur 30: Garderobe for eldre elever i hovedbygning på Skole B

Ved inngangsdørene til hovedbygningen var det store absorberende matter, og på utsiden var det avskrapningsriste. Avskrapningsristene har installerte børster, men er på vinteren dekket av snø. Når risten er dekket av snø, vil ikke lenger risten oppfylle sin funksjon. Skolen har ikke egen vaktmester som tar seg av dette, og ristene mister dermed sin funksjon på vinteren. Når det finnes ledige ressurser ved skolen, tildeler rektor likevel denne type vedlikeholdsoppgaver til ansatte ved skolen. På denne måten blir hensikten med risten ivaretatt.



Figur 31: Inngangsparti i hovedbygning på Skole B

9.2.4 Teknisk rom

Ved befaring av teknisk rom i hovedbygningen, fulgte en representant fra driftsavdelingen i kommunen med. Det er virksomhet for drift av bygg som er driftsteknikere ved skolene i kommunen og som styrer de tekniske anleggene. Ventilasjonsrommet ved Skole B befant seg i øverste etasje, med utgang til taket. Rommet inneholdt to store ventilasjonsaggregat som forsyner bygget. Rommet var stort og luftig, og forholdsvis ryddig og rent. På befaringstidspunktet befant det seg noen baller og et juletre i ventilasjonsrommet, som var hentet inn fra taket. Oppbevaringen av gjenstandene er derfor trolig kun midlertidig, og ikke et tegn på at rommet brukes til lagring.

Ventilasjonsanleggets filter blir skiftet én gang i året, ifølge driftstekniker, noe det kommer varslinger om i deres FDV-system. Anlegget innehar en roterende varmeveksler, som beskrevet i kapittel 8.2. Inntaket til ventilasjonsanleggene er synlig fra utgangen på taket, og befinner seg på veggen av skolebygningen. Avkastet fra anlegget befant seg på taket over, i passende avstand fra inntaksristen. Taknedløp for bygningen var ikke synlig fra utsiden og det antas derfor at taknedløpet er innvendig for det flate taket. Med innvendig taknedløp er det spesielt viktig å holde nedløpet fritt for gjenstander, for å unngå vannansamling.



Figur 32: Ventilasjonsaggregatene i hovedbygning på Skole B

9.3 Intervjuer og spørreundersøkelse

Ved å følge metoden for intervjuanalyse beskrevet i kapittel 7.2.1, ble kategorier bestemt og svarene fra respondentene ble sortert inn i hver av disse kategoriene. Respondentene som ble intervjuet i forbindelse med denne oppgaven var inspektør, verneombud og driftstekniker ved Skole A, rektor og verneombud ved Skole B, samt virksomhetsleder for drift i kommunen. Det er kun svarene fra ledelsen ved de to skolene som inngår i dette kapittelet. Informasjonen tilegnet i intervjuer med driftsansatte var grunnlaget for beskrivelsen av organiseringen av FDV i kommunen i kapittel 8.3.

Kategoriene for innholdsanalysen av intervjuene er valgt ut ifra inneklimatektorene beskrevet i kapittel 2 og kapittel 3, som temperatur, luftkvalitet, lysforhold, lydforhold og fukt. I tillegg ble kategorien «vedlikehold» valgt, da problematikk knyttet til vedlikehold var felles for alle respondentsvarene. Inneklimatektorer ved skolene er presentert i Tabell 8.

Tabell 8: Inneklimatektorer ved case-skoler, fra intervjuer

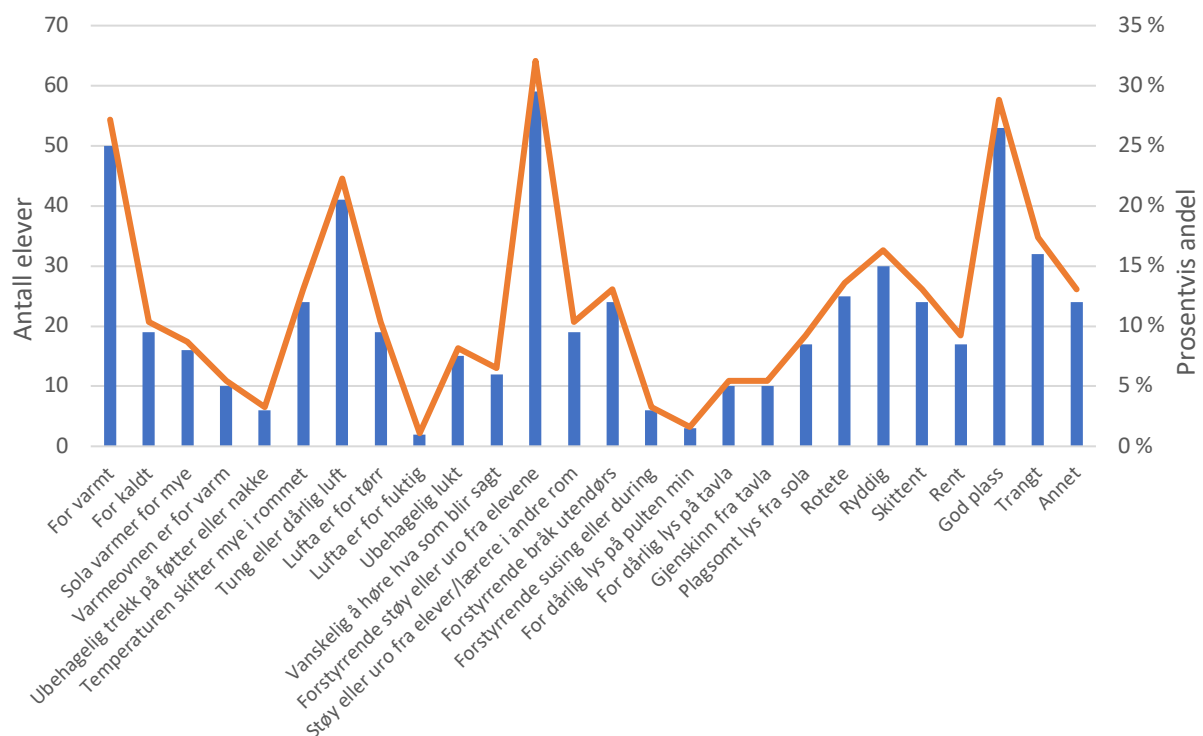
Kategori	Hovedpunkter fra ansatte	
Vedlikehold	Svakt hovedrenhold og rot	Lite fokus på inneklimate
Temperatur	Ujevn temperatur	Varmende solinnstråling
Luftkvalitet	Tung eller tett inneluft	Manuell lufting i konflikt med drift av ventilasjonssystem
Lysforhold	Mørkt inventar	Ulik tilgang til dagslys
Lydforhold	Ønske om lydutfjvningssanlegg	
Fukt	Vanninntrenging	

Det er kun inneklimatektorer som var felles for alle respondenter som er trukket frem som hovedpunkter i tabellen. Dette er gjort for å snevre fokuset for analysen i oppgaven og for å avgrense det tidkrevende analysearbeidet. Til tross for få respondenter, er gruppen representativ for den enkelte ansattes oppfatning av inneklimate. Respondentene er en del av ledelsen ved sine respektive skoler, og er dermed sentrale i inneklimatearbeidet. De har god oversikt og kommuniserer daglig med de andre ansatte ved skolen. Med et større antall respondenter ville trolig flere perspektiver ha kommet frem gjennom intervjuene. Det betyr

likevel ikke at flere punkter hadde blitt presentert i tabellen over. Punktene gyldighet forsterkes ved at kun felles synspunkter innen inneklimatematikk er trukket frem.

Elevundersøkelsen ble sendt til inspektør og rektor ved henholdsvis Skole A og Skole B. Den ble videreformidlet til klassetrinn fra 4. klasse og oppover, som beskrevet i kapittel 7.2.2. Totalt 184 elever svarte på spørreundersøkelsen som inneholdt flere spørsmål om inneklimate og persepsjonen av inneklimate. Det er ikke alle spørsmålene fra undersøkelsen som er diskutert i dette kapittelet, da svarene ikke forsterket eller forminskete gyldigheten til andre funn. Elevundersøkelsen har blitt gjennomført mellom kl. 09.00 og kl. 13.30, fordelt på tre dager mellom 12. februar og 12. mars 2021. At undersøkelsestidspunktet strekker seg fra starten til slutten av skoledagen, kan påvirke svarene noe. Luftkvaliteten i et rom blir vanligvis forverret i løpet av dagen, samtidig som at elevene også er mer utmattet. Dette må tas hensyn til når svarene skal tolkes og analyseres.

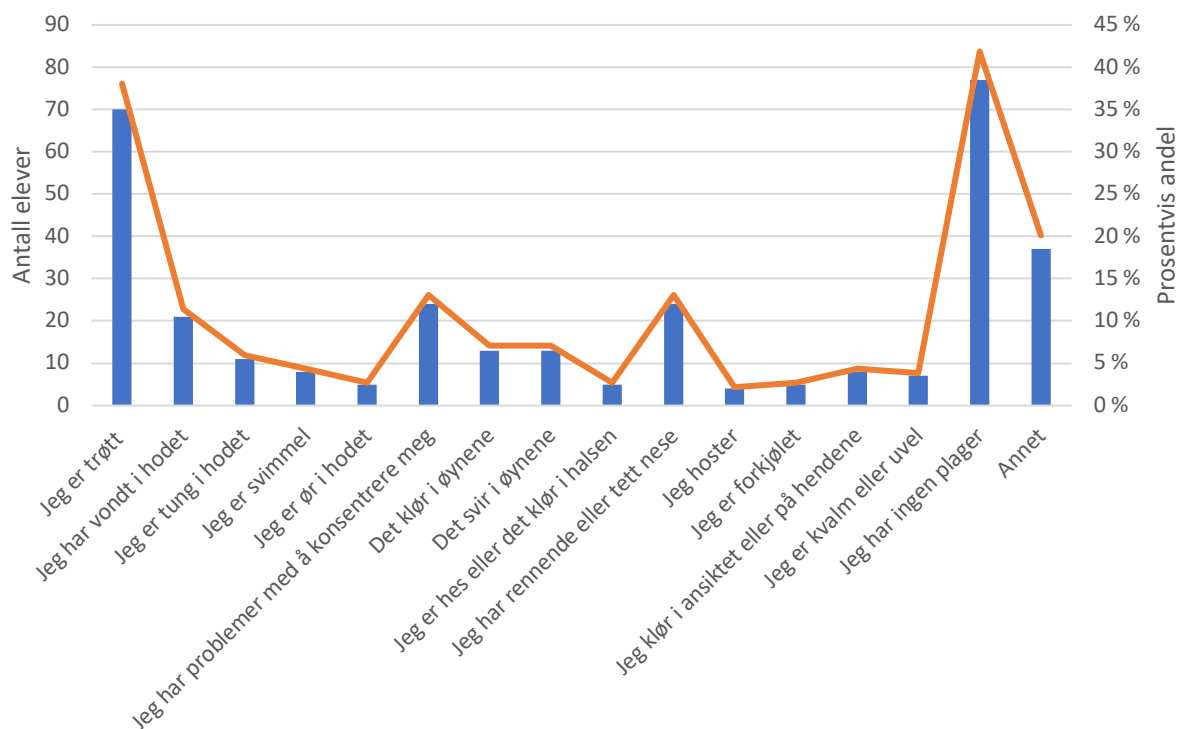
Undersøkelsessvarene fra begge skolene er samlet til én enhet i figurer og tekst, som for intervjuene. I Figur 33 er det spurt etter en beskrivelse av klasserommet ut ifra inneklimateparametere som kan være relevante. Figuren viser de ulike svaralternativene på spørsmålet «Hvordan er det i klasserommet» på x-aksen, mens antall elevsvar er markert ved blå søyler mot primær y-akse. Prosentvis andel svar er markert med oransje linje mot sekundær y-akse.



Figur 33: «Hvordan er det i klasserommet?». Besvarelse om inneklimate i klasserommet, fra elevundersøkelse

Det er forsøkt å gi en motsetning til alle alternativer, i tillegg til alternativet «Annet», for å ikke lede svarene i én retning. Når svaralternativ tas i bruk vil dette likevel være vanskelig, da respondentene blir gitt tanker om hvordan forholdene kan være. Det er også mulig å svare to motsigende alternativ, noe som kan påvirke besvarelsenes gyldighet. På en annen side vil

svaralternativene fungerer som en påminnelse om problemer som finnes ved skolen. Svarene som skiller seg ut i spørsmålet over er at klasserommet er «For varmt», at det er «Tung eller dårlig luft», at det er «Forstyrrende støy eller uro fra elevene» og at det er «God plass». Disse alternativene har blitt besvart av henholdsvis 27, 22, 32 og 29 % av elevene.



Figur 34: «Hvordan føler du deg i dag?». Besvarelse om egen form knyttet til inneklime i klasserommet, fra elevundersøkelse

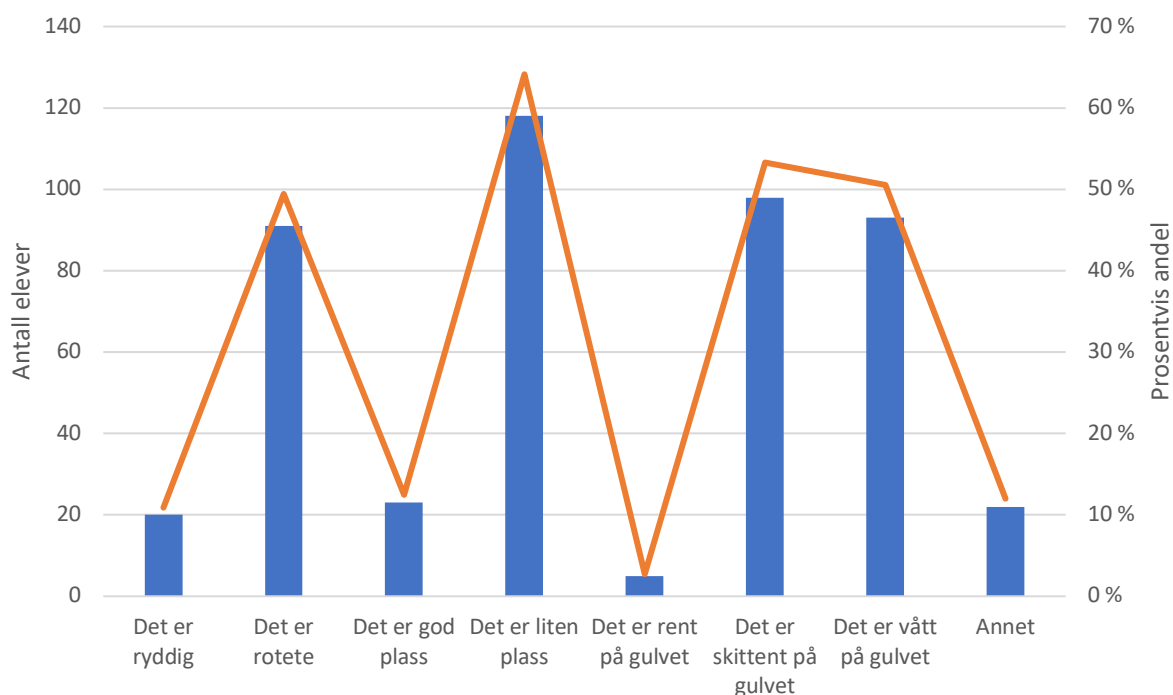
I spørreundersøkelsen ble elevene også spurt om hvordan de føler seg på skolen, presentert ved Figur 34. 77 av 184 elever svarte «Jeg har ingen plager», noe som tilsvarer 42 %. Det er positivt at dette alternativet fikk flest stemmer, men andelen burde likevel ha vært større. 21 av de 77 elevene som huket av for dette alternativet, valgte også ett eller flere av de andre alternativene. Dette kan bety at de har forstått alternativet «Jeg har ingen plager» som et spørsmål som angår psykisk helse eller mer alvorlige fysiske plager. Både Figur 33 og Figur 34 vil bli referert til i videre delkapitler.

Det vil alltid være individuelle forskjeller blant elever og ansatte når det kommer til persepsjonen av temperatur, luftkvalitet, støy, belysning, rot og lignende. Det er også store motsetninger i persepsjon av inneklimate mellom elevene innad på de to skolene. For temperatur er klær og aktivitetsnivå viktige faktorer. Erfaringer gjort av NAAF viser at elevene vil oppleve at de fryser, selv om temperaturen er god, ved bruk av ytterklær inne. Dette er fordi kroppens oppfatning av temperatur kommer i ubalanse når kroppen utsettes for temperaturendringer uten at bekledningen endres (NAAF, 2020). Persepsjonsforskjeller mellom kjønn kan også finne sted, da studier viser at kvinner er mer var på både høye og lave temperaturer enn menn (Karjalainen, 2007).

9.3.1 Vedlikehold

Inneklimatematikk som gikk igjen i intervjuene innenfor vedlikehold var for svakt hovedrenhold ved skolene og at det generelt var litt rotete. Renholdet ved skolene er det kommunen og virksomhet for renhold som er ansvarlige for. Skole B har diskutert renholdet med kommunen tidligere, og det har blitt forbedret etter tilbakemeldinger. Skolene har likevel et inntrykk av at det er for få renholdsressurser, og at kravet til renslighet ikke er bra nok. For at renholdspersonell skal ha mulighet til å få rengjort skikkelig med ressursene de har til rådighet, må det være ryddig. Her er det skolenes ansvar å ha gode rutiner på rydding, og opp til hver enkelt lærer å holde klasserommet strukturert. Både hovedrenhold og tilrettelegging for renhold inngår som spesielle krav i forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler, presentert i kapittel 4.1. Ifølge respondentene og informasjon gitt under befaringer var andel rot personavhengig, noe som gjør det vanskelig å gå inn og kontrollere i stor grad.

Det er henholdsvis 14 og 13 % av elevene som har svart at klasserommet er rotete eller skittent i spørreundersøkelsen, se Figur 33. Det er viktig med et klasserom som er i god stand for at trivselen til elevene skal opprettholdes. Ryddige omgivelser gir en roligere atmosfære. I tillegg vil renholdet forenkles og luftkvaliteten bedres, da støv på overflater kan forurense inneluften. Andelen elever som synes det er ryddig og rent i klasserommet er henholdsvis 16 og 9 %. Altså er det kun 5 flere elever som har svart at de synes at klasserommet er ryddig enn de som synes det er rotete, og 7 flere elever som synes at klasserommet er skittent enn de som synes det er rent. For garderoben er elevenes tanker mer ensidige, se Figur 35.



Figur 35: «Hvordan er det i garderoben?». Besvarelse om inneklimate i garderoben, fra elevundersøkelse

Figuren illustrerer antall svar på spørsmålet «Hvordan er det i garderoben?», og viser at svarene «Det er rotete», «Det er liten plass», «Det er skittent på gulvet» og «Det er vått på gulvet» skiller seg ut. På befaringene ble det observert at det ikke fantes fuktabsorberende matter ved inngangsdøren til garderoben på Skole A. Dette kan være én av årsakene til at det er mye vått på gulvet. Det ble stilt spørsmål til denne typen matter og effekten av dem under

intervjuene. Ifølge Renholdssoner kan deres mattesystemer redusere nivået av fukt og smuss ved inngangspartiene med 90 % (Renholdssoner, 2021). Mattesystemet har også dokumentert effekt på reduksjon av støvdekking, da smuss som dras med inn er en kilde til svevestøv. Skole A hadde heller ikke avskrapningsrister på utsiden av inngangsdøren, som kan bidra til å unngå at det verste av smusset på skoene blir dratt med inn. På Skole B var ristene dekket av snø på vinteren, noe som gjør at de ikke lenger tilfredsstiller ønsket funksjon.

At garderobene er trange og rotete, ble også påpekt ved befaringer. Én av grunnene til at det er liten plass i garderoben, er mengden klær og utstyr som befinner seg der. Enkelte årstider krever at de yngre elevene har skifteklær tilgjengelig, men når behovet ikke lenger er til stede bør klærne tas med hjem. Dersom klærne ikke hentes, er det lett for at det havner på gulvet. Klær, sko og annet utstyr på gulvet bidrar til at støv og smuss ikke blir fjernet. Når elevene beveger seg mellom garderobe og klasserom, dras smusset videre inn i skolebygningen og det virvles opp i inneluften. Forurenset inneluft kan forårsake flere helseeffekter, som presentert i kapittel 3.3.

I intervjuene var det tydelig at respondentene synes det er for lite fokus på inneklime i skolen. Ingen av skolene driver med forebyggende vedlikeholdstiltak, og dersom større problem oppstår blir kommunens virksomhet for drift kontaktet. Kommunen har driftsansvaret for alle kommunale bygninger og prioriteringer må derfor gjøres. Dette kan føre til at vedlikeholdsoppgaver blir forsinket eller forsømt. Renhold og småreparasjoner, både periodevis og tilstandsbasert, er viktig for at alle bygningskomponenter til enhver tid opprettholder sin funksjon. Det er viktig med god kunnskap og informasjon om hvordan man oppdager problemer knyttet til inneklime, og hvilke tiltak man kan utføre for å forbedre situasjonen.

9.3.2 Temperatur

Innenfor kategorien temperatur ble det nevnt i intervjuer at det er ujevn temperatur på begge skolene. Det er gjerne for kaldt på vinteren og for varmt på sommeren, med varmen fra solinnstråling i klasserom vendt mot øst. Ingen av byggene har kjøling, og det finnes kun innendørs solavskjerming i form av gardiner eller persienner i klasserommene. På Skole A er det installert solavskjermende film på personalrom, og det er lagt inn ønske om utvendig solavskjerming for aktuelle klasserom. Filmen skal ifølge leverandøren reflektere rundt 90 % av varmen fra sola. Solavskjerming i form av film er et godt alternativ til eksempelvis utvendige persienner, som krever mer vedlikehold, er dyrere og er mer utsatt for hærverk. En solavskjermende film kan komme i ulike design og med ulike funksjoner. De kan redusere innsyn og blendende lys, samtidig som de opprettholder godt utsyn og slipper inn dagslys.

At klasserommet er for varmt er også et svar fra elevundersøkelsen som skiller seg ut, se Figur 33. 50 elever synes at det er for varmt, 19 elever synes det er for kaldt og 24 elever svarer at temperaturen skifter mye i rommet. Dette tilsvarer henholdsvis 27, 10 og 13 % av antall spurte elever. Flest elever synes at klasserommet er for varmt, men det stemmer bra med teorien om individuelle forskjeller at det er uenigheter. Undersøkelsen er gjort i overgangen fra vinter til vår, noe som gjør at for mye klær eller for høye temperaturer på radiatorer er en mer sannsynlig årsak enn varmen fra solinnstråling til varme klasserom. For å undersøke om opplevd temperatur kan ha en sammenheng med de nevnte varmekildene, kan fordelingen av svar for temperatur ses opp mot om eleven har vindusplass eller ikke.

Tabell 9: Kryssammenligning mellom å ha vindusplass og opplevd temperatur, fra elevundersøkelse. Tall oppgitt som prosentvis andel av 184 respondenter.

		Temperatur		
		Varmt	Kaldt	Variierende
Vindusplass	Ja	11 %	5 %	5 %
	Nei	16 %	5 %	8 %

Av det totale antallet respondenter har 11 % av elevene vindusplass og synes det er for varmt, tilsvarende 21 elever. 21 elever tilsvarende omtrent én tredel av alle elevene med vindusplass som har utført undersøkelsen, og det finnes derfor ingen klar sammenheng mellom å sitte ved vinduet og å oppleve klasserommet som for varmt. Hverken varmende solinnstråling eller for varme radiatorer kan dermed sies å være hovedkilden til opplevelsen. Dette underbygges av å se på hvor mange av elevene med vindusplass som svarer at sola varmer for mye eller om varmeovnen varmer for mye. 8 elever svarer at sola varmer for mye, 6 elever svarer at varmeovnen er for varm og 3 elever svarer ja på begge alternativ.

At temperaturen er variierende kan ha en sammenheng med at det kun er gulvvarme i enkelte deler av skolebygningene, både på Skole A og på Skole B. Temperaturen kan også være skrudd ned i perioder hvor strømmen er dyr for å spare energi. Selv om økonomi må tas hensyn til, er helse og læringsmiljø førsteprioritet. Flere symptomer kan knyttes til både å være for varm og å være for kald, som presentert i kapittel 3.2. Typiske symptomer som kan oppstå ved for høye temperaturer er tretthet, hodepine og problemer med å konsentrere seg. For å undersøke om dette korresponderer med svarene fra elevene ved de to case-skolene, ble symptomer og opplevelse av temperatur sammenlignet i Tabell 10.

Tabell 10: Kryssammenligning mellom symptomer og opplevd temperatur, fra elevundersøkelse. Svar oppgitt som prosentvis andel av 184 respondenter.

	Temperatur	
	Varmt	Kaldt
Jeg er trøtt	16 %	4 %
Jeg har vondt i hodet	4 %	0,5 %
Jeg har problemer med å konsentrere meg	3 %	2 %

29 elever svarer i undersøkelsen at de både er trøtte og synes det er for varmt i klasserommet, mens 8 sier at det er for kaldt. Dette tilsvarende henholdsvis 16 og 4 % av det totale antallet spurte elever. Det er 8 elever som har vondt i hodet og synes det er for varmt, mens det er 1 elev som synes det er for kaldt. Tilsvarende henholdsvis 4 og 0,5 % av 184 respondenter. 6 elever har problemer med å konsentrere seg og synes det er for varmt, mens 3 av elevene som har problemer med å konsentrere seg synes det er for kaldt. Dette tilsvarende henholdsvis 3 og 2 % av svarmengden. Det er tydelig at flere symptomer oppstår når lokalet oppfattes som for varmt enn for kaldt, men det er likevel ikke en spesielt stor andel. Det kan også være flere grunner til at enkelte elever føler seg uvel, som dårlig form eller utmattelse etter en lang skoledag.

9.3.3 Luftkvalitet

Dårlig luftkvalitet er en inneklimatefaktor som ofte forbindes med de samme helsesymptomene som ved for høye temperaturer. For å undersøke om dette er tilfellet i skolene i oppgavens case, er opplevde symptomer sammenlignet med opplevd luftkvalitet i Tabell 11. I tillegg til symptomene undersøkt i Tabell 10, er utsagnet «Jeg er tung i hodet» tatt med i denne sammenligningen. Alternativet «tung i hodet» er ment for å beskrive en lignende følelse som hodepine, men uten bankende smerte.

Tabell 11: Kryssammenligning mellom opplevd luftkvalitet og symptomer, fra elevundersøkelse. Svar oppgitt som prosentvis andel av 184 respondenter.

	Jeg er trøtt	Jeg har vondt i hodet	Jeg er tung i hodet	Jeg har problemer med å konsentrere meg
Det er tung eller dårlig luft	13 %	4 %	4 %	6 %
Luften er for tørr	7 %	1 %	2 %	2 %
Luften er for fuktig	1 %	-	-	-
Det er ubehagelig lukt	5 %	2 %	0,5 %	2 %

Det er tydelig at elever som føler seg trøtte også kjenner på ubehageligheter i luften. Utsagnet om at det er «tung eller dårlig luft» i klasserommet er det fjerde mest valgte alternativet i Figur 33. At det er tett eller tung luft er også et utsagn som respondentene blant skolens ansatte kom med i intervjuene. Her ble det påpekt at dette ofte er tilfellet etter lengre opphold i lokalene. Under befaringene ble det registrert at det var noe lukt i enkelte kategorirom, og ifølge Figur 33 svarer 8 % av elevene det samme. Dårlig lukt kan være med på å forsterke inntrykket av tung inneluft. Begge skolene bruker en undervisningsmodell med doble undervisningstimer, og hyppigere pauser kan være et tiltak for en bedre opplevelse av luftkvaliteten.

Å gjennomluften klasserommet effektivt er et annet mulig tiltak, som nevnt i kapittel 3.3. Skolen prøver likevel å unngå dette da det er i konflikt med drift av ventilasjonssystemet. Ifølge kommunens virksomhet for drift kan manuell lufting forårsake ubalanse i ventilasjonssystemet, da også uteluften blir sugd inn i anlegget med vinduene åpne. Dersom gjennomluftingen skjer ved å åpne mange vinduer og dører over en kort periode, er det begrenset hvor mye ventilasjonsanlegget kan bli forstyrret. Man oppnår gjennomtrekk og får en rask utskiftning av luften i rommet. Hvis det er behov for lufting i kalde perioder, er det særs viktig med effektiv lufting for å unngå at rommets flater og inventar kjøles ned.

9.3.4 Lysforhold

I intervjuene ble det kommentert at flere klasserom fikk et mørkere preg på grunn av mørke vegger, gulv, tak eller inventar. Skole A består av et eldre skolebygg med mørkt panel i flere undervisningsrom. Det lysebrune gulvbelegget er også med på å gulne uttrykket til rommet, og påvirker dermed opplevelsen av belysningen. På Skole B er ikke dette gjeldende for hovedbygningen, som det fokuseres på i denne oppgaven. I det eldre skolebygget er det derimot brukt furupanel i taket. På samme måte som for Skole A, er furupanelet her med på å mørkne uttrykket til klasserommet. Som beskrevet i kapittel 3.4, kan humør og trivsel bedres ved å utsettes for lys i kalde toner. Et enkelt tiltak for å lette uttrykket i klasserommene kan dermed være å male panelet i en lys farge. Selve belysningen er både respondentene i

intervjuene og flertallet av elevene fornøyd med. Kun 13 elever svarer at det er for dårlig lys på pulten eller på tavla, noe som tilsvarer 7 % av elevene som har deltatt i undersøkelsen. For å understreke at belysningen er tilfredsstillende, bør det foretas regelmessige målinger.

Tilgangen til dagslys er ulik i de ulike klasserommene ved skolene. I noen tilfeller er dette på grunn av beliggenheten av rommet i forhold til solen, mens det i andre tilfeller er noe som skjermer foran vinduene. Dersom det er busker eller lignende foran vinduene, bør disse fjernes slik at mest mulig dagslys får mulighet til å strømme inn gjennom vinduene. Kunstig lys kan ikke erstatte dagslys, ei heller omvendt. Dagslys skiller seg fra kunstig lys ved at det er optimalt i forhold til øyets oppfattelse av farger og kroppens hormonregulerende evne. Ved lite stimulering av dagslys vil epifysen produsere søvnhormon på dagtid, som den gjør på nattestid. Dette kan medføre trøtthet på dagen og dårlig søvn på natten, som kan ha innvirkning på produktivitet og konsentrasjon. God regulering av døgnrytmen er også positivt for immunforsvaret. Dersom utvendige persienner skulle være aktuelt å installere, kan vinklingen av lamellene bidra til at mer dagslys slippes inn.

9.3.5 Lydforhold

Under intervjuene ble det fremmet et ønske om lydutfjvningssanlegg i alle klasserom ved skolene. Lydutfjvningssanlegg er allerede installert i klasserom hvor det er til stede elever med hørselsutfjvninger. Som nevnt i kapittel 3.5 består lydutfjvningssanlegg av høyttalere som blir fordelt i klasserommet, med tilhørende mikrofoner. Dette bidrar til redusert bakgrunnsstøy, bedre oppmerksomhet, økt læringsutfjvte, bedre taleforståelse, redusert belastning for lærere og ikke minst bedre tilrettelagt læringsmiljø for elever med språk- eller hørselsutfjvninger (Hørselhemmedes Landsforbund, 2014). Lydutfjvningssanlegg er dermed et tiltak som kan redusere andelen elever som opplever støy eller uro fra andre elever i klassen, som i dag er 32 % av de som har svart på spørreundersøkelsen. Dersom støy fra medelever er et gjentakende problem, må læringsmiljøet i klassen bearbejdes og rutiner gjennomgås.

Problematikk knyttet til lydforhold er ikke gjennomgående for de to skolene, og er dermed ikke trukket frem i Tabell 8. Likevel ble det nevnt at i klasserom med skyvedører er lydisolasjonen dårligere enn i klasserom uten. 10 % av elevene, se Figur 33, sier at det er forstyrrende støy eller uro fra naborom. Dette er en liten andel av det totale antallet elever som ble spurt, men det er også en liten andel av elevene ved den aktuelle skolen som sitter i et klasserom med skyvedører. Dersom skyvedørene står lukket og ikke blir brukt, bør skolen se på tiltak. Støy fra andre rom kan gjøre elevene ukonsentrerte, slik at de får et mindre læringsutfjvte. Å være utsatt for høy lyd over lengre tid kan også medføre blant annet stress og hørselsskader.

9.3.6 Fukt

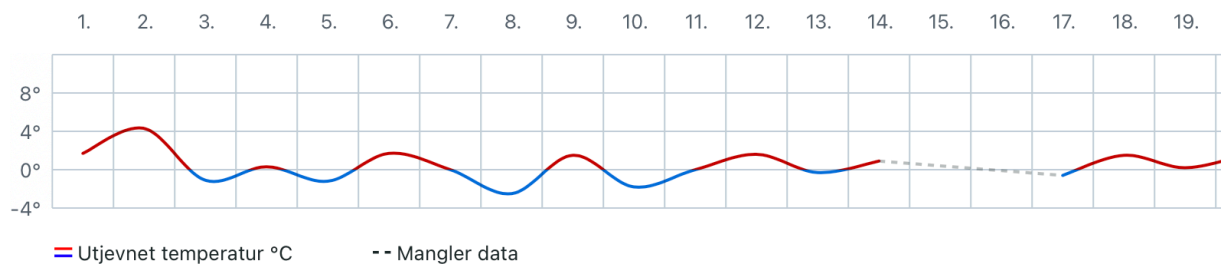
Begge skolene har eller har hatt problemer med vanninntrenging. Ved Skole A har det vært vanninntrenging i kjeller, som trolig var grunnet vann fra taknedløp. I etterkant av hendelsen har taknedløp blitt forbedret, hvor rørene er ledet ned i bakken og asfaltert over. På Skole B er det pågående lekkasjer fra taket, i tillegg til større fuktskader i det eldre skolebygget. På hovedbygget er det flatt tak, og vannansamlinger er trolig årsaken til lekkasjen. Det ble nevnt i intervjuer at når den ene lekkasjen ble reparert, oppstod det en ny. Forebyggende tiltak må gjennomføres om lekkasjer er et gjentakende problem. Fukt kan forårsake muggdannelse,

som kan påføre elever og lærere helsesyntomer. Lekkasjeårsaken på Skole B utredes fortsatt.

Langs deler av fasaden på begge skoler er det beplantning. Beplantningen skjermer ikke bare for dagslys, men kan også være en kilde til fukt. Røtter fra beplantning kan tette drenering og være årsak til vannansamling. Drenering i bakken kan stakes opp eller høytrykksspyles for å fjerne problemet. Dersom bed eller lignende vannes med spreder om sommeren, vil vegg og grunnmur bli fuktet over tid og fuktskader kan forekomme. Her er svetteslange et alternativ, hvor litt og litt vann lekker ut i jorden.

9.4 Målinger

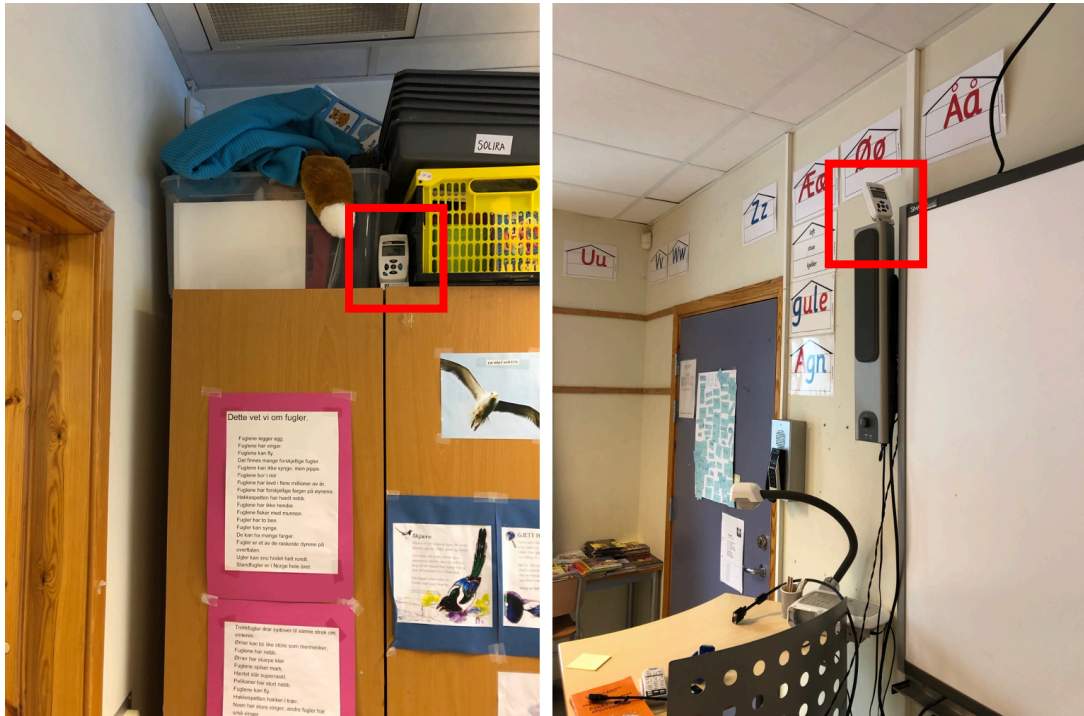
Måleinstrumenter har logget CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet (RF) hvert 5. minutt i ett klasserom ved hver av skolene i casen, fra 1. til 19. mars 2021. Målingene er gjennomført ved overgang mellom vinter til vår, og resultatene er dermed ikke gyldige for hele året. Likevel er det en god indikator for hvordan ventilasjons- og varmeanlegg fungerer ved skolene. Skoledagene ved de to skolene er omtrent like lange, med 40 minutter lengre dager på Skole B mandag, torsdag og fredag. Spørreundersøkelser for elever er utført like før og under utførelsen av målingene, noe som tilsier at klimatiske forhold har vært tilsvarende for de to undersøkelsesmetodene. Temperaturene fra 1. til 19. mars for den aktuelle kommunen er presentert i Figur 36.



Figur 36: Utetemperatur på tidspunkt for utførte målinger (YR, 2021)

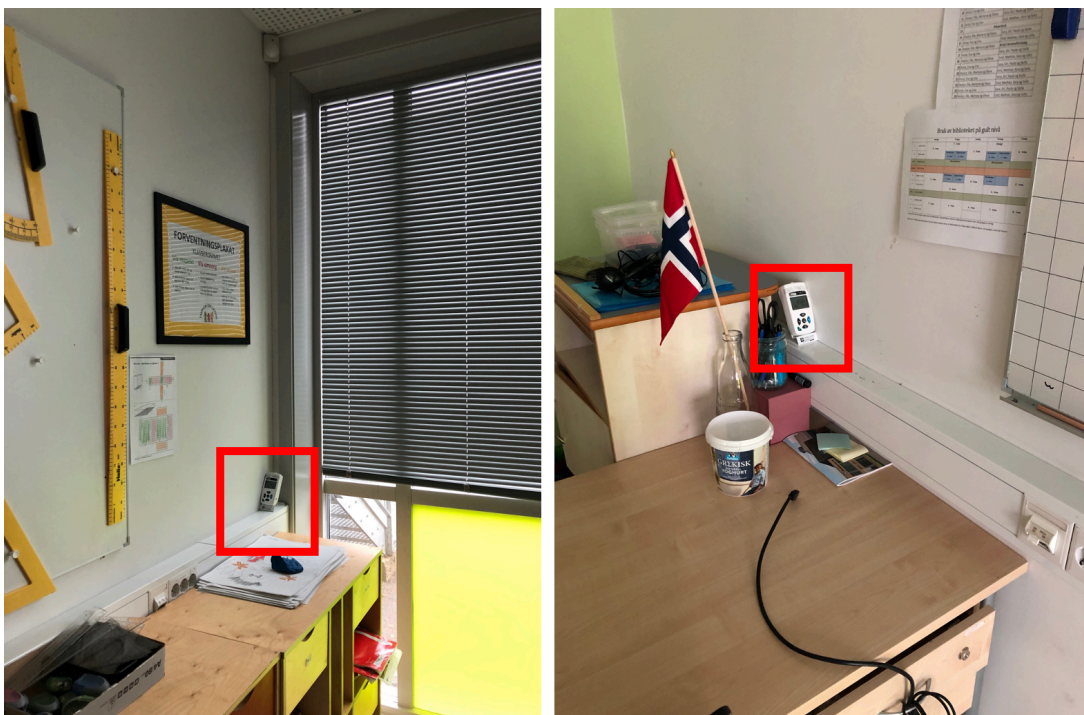
9.4.1 Plassering av måleinstrumenter

Måleinstrumentene har blitt forsøkt utplassert ifølge metode beskrevet i kapittel 7.3. Det viste seg å ikke være mulig å plassere instrumentene sentralt i rommet på noen av skolene. På Skole A var det heller ingen plasseringer i passe høyde fra gulvet som var tilgjengelig, uten å være i veien for læreren. Dermed ble Måler 1 plassert på et skap ved inngangsdøren til klasserommet, omtrent 1,9 m over gulvet. Måler 2 ble plassert på en høyttaler ved tavlen, omtrent 2,0 m over gulvet. Høyttaleren skulle ifølge en ansatt ikke produsere varme. Plasseringen til Måler 1 ble fordelaktig da den var i nærheten av avtrekksventilen i rommet. Begge måleinstrumentene er plassert i nærheten av andre flater, men det er ingenting som skjermer for sensoren på fremsiden av det enkelte måleinstrumentet.



Figur 37: Plassering av måleinstrumenter på Skole A. Måler 1 plassert på skap. Måler 2 plassert ved tavle.

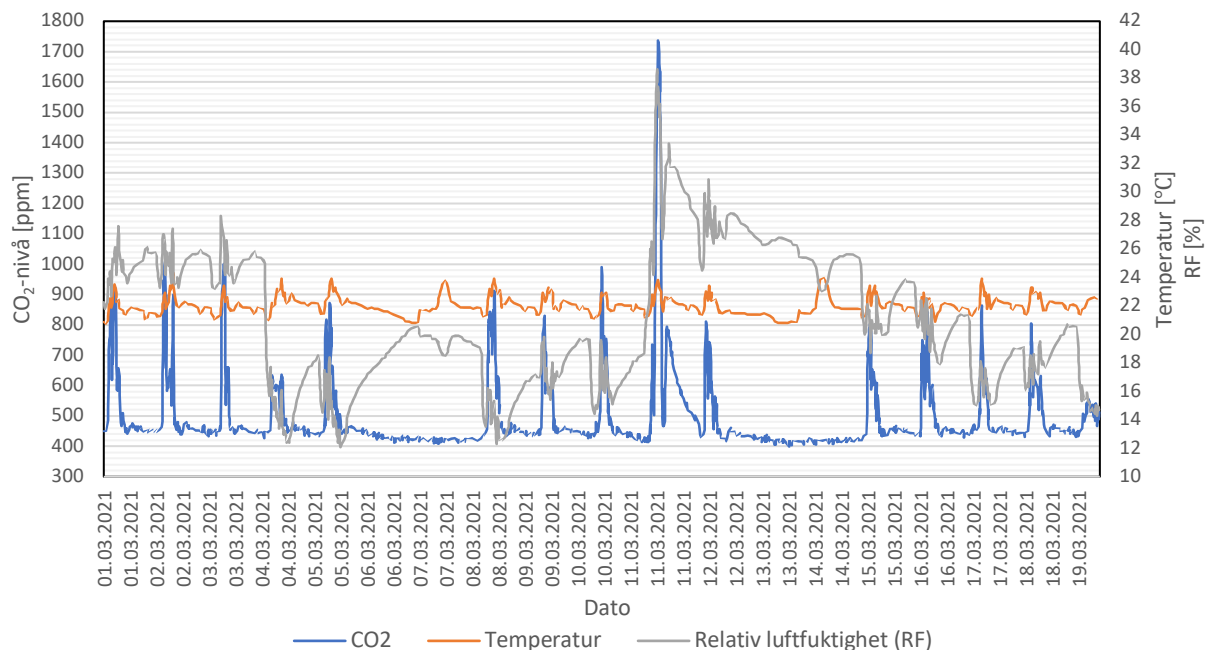
På Skole B ble begge måleinstrumentene plassert i omkring riktig høyde, omtrent 1,2 m over gulvet. Måler 3 er plassert i nærheten av vindusfasaden, mens Måler 4 er plassert ved lærerpulten, se Figur 38. Begge måleinstrumentene er plassert i samme ende av rommet, da ingen andre passende plasseringer var tilgjengelige. De er likevel forsøkt plassert i god avstand fra hverandre, for å detektere eventuelle ujevnheter i luftkvaliteten. Måler 3 er plassert i nærheten av et vindu, men solinnstråling eller kulde bør ikke være noe problem med tanke på klasserommets persienner og listen den står inntil.



Figur 38: Plassering av måleinstrumenter på Skole B. Måler 3 plassert nærmest vindu. Måler 4 plassert ved lærerpult.

9.4.2 Måleresultater for Skole A og Skole B

På Skole A gikk Måler 2 tom for batteri etter én uke, til tross for nye batterier i måleinstrumentet fra starten av måleperioden. Den første uken med målinger var resultatene fra Måler 1 og Måler 2 tilnærmet like, og det antas derfor at luftkvaliteten er tilnærmet lik i hele rommet. Resultater for CO₂, temperatur og RF på Skole A ved Måler 1 er presentert i Figur 39. Korrigeringer er utført som beskrevet i kapittel 7.3. Anbefalte kravspesifikasjoner for de tre parameterne ble samlet presentert i Tabell 6.

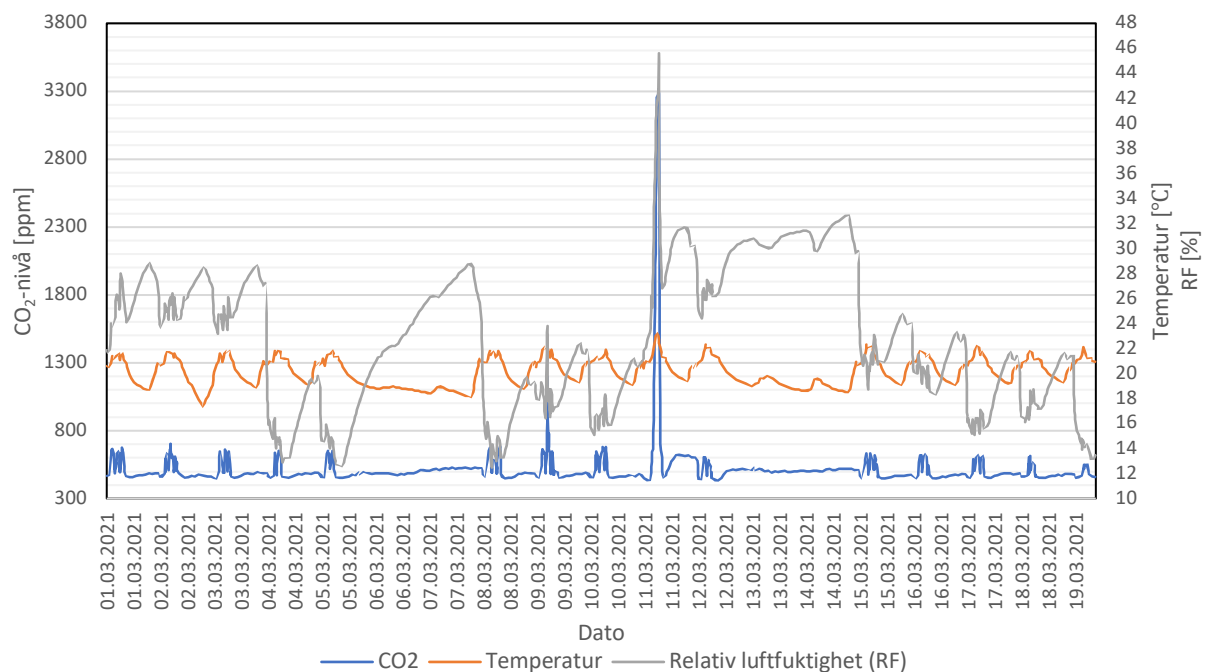


Figur 39: Måleresultater for CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet på Skole A (Måler 1).

I løpet av den loggede perioden var laveste verdi for CO₂ på Skole A målt til 400 ppm, mens den høyeste verdien var målt til 1737 ppm. 400 ppm er det samme som bakgrunnsnivået av CO₂ i luften, og beskriver luftkvaliteten uten forurensninger. I figuren er det tydelig at den blå linjen som beskriver CO₂-nivået nærmer seg 400 ppm i klasserommet på natten og i helgene. Maksimalverdien på 1737 ppm er tydelig et engangstilfelle ifølge figuren. Det ble forhørt med driftstekniker i kommunen om denne verdien, og ventilasjonsanlegget var slått av 11. mars grunnet kraftig snøvær. Høyeste CO₂-nivå utenom denne dagen var 1006 ppm, som er like over maksimal, anbefalt verdi på 1000 ppm. 6 ppm er innenfor sensitivetsområdet for CO₂ for måleinstrumentet, og overtredelsen kan dermed neglisjeres. CO₂-nivået i klasserommet nærmet seg maksimalverdien mot slutten av enkelte dager, men er innenfor anbefalte verdier.

Temperaturen i klasserommet, markert med oransje i figuren, var nokså stabil. Målingene varierer mellom 20,7 og 24,3 °C over de tre ukene det logges for, hvor den senkes noe på natten. Utetemperaturen, som sett i Figur 36, var forholdsvis jevn i perioden. Både høyeste og laveste verdi er innenfor anbefalt temperatur på vinterstid, med et sensitivetsområde på 0,5 °C for måleinstrumentet. Ifølge Arbeidstilsynet og NAAF bør innetemperaturen i fyringssesongen likevel være under 22,0 °C, som nevnt i kapittel 2.2.1. Verdiene for RF er mer varierende. Når ventilasjonsanlegget har vært på, varierer RF mellom 12 og 35 % når man

ikke regner med dagen ventilasjonsanlegget var avslått. Anbefalte verdier for RF på vinterstid er mellom 20 og 40 %. Ifølge Figur 39 er RF noe økende i helgene, før den synker brått når ventilasjonsanlegget øker tilluftsmengder mandag morgen. Dette er naturlig da økt ventilasjon gjør luften tørrere. For å øke RF kan temperaturen senkes noe, da høy temperatur også bidrar til tørrere luft.



Figur 40: Måleresultater for CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet på Skole B (Måler 3).

Måleresultater for Måler 3 fra utførte målinger på Skole B er presentert i Figur 40. Måler 3 og Måler 4 hadde tilnærmet like resultater for hele perioden, noe som tyder på at luftkvaliteten var jevn i klasserommet. Det er valgt å presentere resultatene for Måler 3, da denne viste seg å gi mest stabile resultater under testingen av måleinstrumentene. Korrigeringer for måleren er gjort som beskrevet i kapittel 7.3. Som for Skole A, ble også ventilasjonsanlegget på Skole B slått av 11. mars. Dette vises tydelig igjen i måleresultatene i figuren, både for CO₂ og RF. Verdiene for RF på Skole B har tilsvarende topper og bunner som RF på Skole A. Laveste og høyeste RF på Skole B var henholdsvis 13 og 33 %, dersom dagen hvor ventilasjonsanlegget var avslått ikke regnes med.

Temperaturen i klasserommet senkes tydelig på natten, og varierer mellom 17,3 og 23,3 °C. På dagtid når elevene er til stede på skolen, er nedre temperatur omtrent 20,5 °C. CO₂-nivået i klasserommet ligger stabilt mellom 425 ppm og omtrent 700 ppm, foruten om to dager i løpet av perioden. Da ventilasjonsanlegget var slått av var CO₂-nivået helt oppe i 3316 ppm, mens det to dager i forveien nådde en maksimalverdi på 1198 ppm. CO₂-nivået var kun over anbefalt verdi for én enkeltmåling den 9. mars, altså innenfor et tidsrom på 10 minutter, og er derfor neglisjerbar.

Måleresultatene for de to skolene viser seg å være innenfor anbefalte grenseverdier for gjeldende innklimaparametre, foruten om noe lav RF enkelte dager. Lav RF kan gjøre støv og partikler i luften mer irriterende for øyne og slimhinner, samt øke mengden statisk elektrisitet.

Ved å redusere ventilasjonen i rommet vil RF øke, men luftkvaliteten vil da bli redusert. Å senke temperaturen ned mot 20,0 – 22,0 °C kan også bidra til å øke RF, samtidig som at luften oppleves friskere. 10 % av elevene som deltok i elevundersøkelsen opplever at luften er for tørr, og 21 % av elevene sier at det klør eller svir i øyne, hals eller på hud. Se henholdsvis Figur 33 og Figur 34. Flere av elevene som har svart de nevnte symptomene har også svart ja for ett eller flere av de andre symptomene. Derfor er andelen på 21 % noe høyere enn den faktiske andelen elever som har symptomer, og gyldigheten svekkes noe. At det ellers er få inneklimasyntomer blant elevene, stemmer med måleresultatene.

10 Verktøy

Fra befaringer, intervjuer og spørreundersøkelser ble større og mindre inneklimateproblemer ved skolene oppdaget. For å kunne behandle disse på en enkel og systematisk måte, vil det utarbeides et verktøy til de ansatte for best mulig drift og vedlikehold. I dette kapittelet vil verktøyet bli presentert i form av utforming, bruk og vurdering av bruk. Selve verktøyet er lagt ved som en egen fil i Inspira Assessment, og vil bli tilgjengelig sammen med masteroppgaven i NTNU Open (NTNU, 2021).

10.1 Utforming

Når et verktøy skal utvikles og utformes, må det tas et valg om hvordan informasjonen skal presenteres og distribueres. Microsoft Excel er valgt som plattform for verktøyet, da det er et anvendelig og kjent hjelpemiddel (Microsoft, 2021). Det ville vært mer optimalt å utforme verktøyet på en egen nettside, men på grunn av tidsaspektet for denne oppgaven er ikke det blitt gjort. Et skjema i Excel kan distribueres over internett, eller sendes som en fil som de fleste har mulighet til å åpne på egen datamaskin. Selve utformingen må være oversiktlig, men samtidig detaljert. Å formidle informasjon og engasjement om inneklimate, helse og vedlikehold har vist seg å være nøkkelen til et bedre inneklimate i skolen, etter undersøkelser gjort av Arbeidstilsynet presentert i kapittel 6.2. Dette vil vektlegges i verktøyet, da det er ønskelig at det skal ha en verdi for alle ansatte i skolen og ikke bare de med mest innsikt i drift og vedlikehold.

Inneklimateproblematikk som har blitt oppdaget underveis i undersøkelsesprosessen har blitt sortert som en liste i Excel, og blitt tillagt vedlikeholdstiltak i en tabell. Verktøyet består av totalt 83 tiltak, og enkelte av tiltakene er også nevnt i kapittel 9.3 under tilhørende kategori. I tillegg til vedlikeholdstiltak for problematikk oppdaget ved undersøkelsesmetoder, inneholder verktøyet også enkelte generelle tiltak for tekniske komponenter ved skolene. Figur 41 viser et utdrag fra tabellen over inneklimateiltak i verktøyet. Et forstørret utsnitt av de fem første inneklimateiltakene er vedlagt i Vedlegg 9, side XIX. Kildelisten i verktøyet er vedlagt i Vedlegg 10, side XXI.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Ram	Regelnett	Problem	Utslipp av problem	Tiltak	Risk/Problemet	Vurdt utskilt i/0/N	Inneklimateffekt	Helseeffekt	Overordnet vedlikehold
1. Klasserom/peisestov	1. Temperaturforhold	For varmt	Solstråling	Uvøyd solavskjerming: Ved bruk av uvøyd solavskjerming, som gardiner, persenner e.l., bør disse være en halv meter lenger enn reflekterer mye av varmen, men merket farger absorberer den. Solreflekterende film finnes også til uvøyd bruk. Uvøyd solavskjerming: Dermed høyere temperatur forhindrer av solstråling er et stort problem ved uvøyd solavskjerming. Dette er det beste alternativet for å kontrollere mengde solvarme som slipper inn i rommet. Det finnes flere former for avskjerming, som termoplast, uvøyd persenner, uvøyd persenner eller solreflekterende film. Persenner reflekterer varmen vekk fra rommet effektivt, samtidig som man kan justere mengde daglys med vridningen på lamellene. Ved bruk av duk vil man, uavhengig av persennemengde, kunne slippe gjennom noe daglys og utluft. Solreflekterende film er et enkelt og billige alternativ, som slipper inn daglys og leverer mindre vedlikehold. Kilde: 5	Solavskjerming med tak i bruk før rommet er fuktig for varmt. Dermed varm morgentid er et problem, kan det også være lurt å justeringer etter siste undersøkelsestidspunkt dagen foran. Selve bruken av uvøyd solavskjerming må vurderes ut fra var og behov. Dermed det er mye vind og var bør ikke persenner/duk være i bruk da risiko for at det kan bli ødelagt er større. Reguleringsskilt og vedlikehold er viktig for utvalgte rommers funksjon, utvendig og innvendig. Formålet som leverer skjermingen kan tillegges annennotiser ved behov. 2 ganger årlig, høst og vår. Kilde: 4	Høyere temperaturer gir økt risiko for skader på utrustning i luften, som levestøv og soppangst. I tillegg vil lufta opplevne trykng og tørrhet ved høye temperaturer. Kilde: 4	Høyere temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsmangel, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høyere temperaturer kan også påvirke uttrykket i øyene, slik at øyene kan bli irriterte og betente. Kilde: 4	Økologiske gjødder, gjødderinnover eller persenner med reparasjon, slik at de kan opprettholde sin funksjon. At gardiner/persenner henger raskt er viktig for rommens og opplevelsen av rommets ryddighet. Renhold er spesielt viktig for horisontale persenner hvor støv kan lagges ned. Kilde: 4	Dermed uvøyd solavskjerming ikke fungerer som den skal, er det viktig med løpende service slik at solavskjermingsfunksjonen blir opprettholdt. Uvøyd solavskjerming er kostbart, og kan bli utsatt for hærverk. Det er derfor viktig å informere ansatte og studenter om hvordan den fungerer. Reguleringsskilt og vedlikehold er viktig for solavskjermings funksjon, utvendig og innvendig. Formålet som leverer skjermingen kan tillegges annennotiser.
1. Klasserom/peisestov	1. Temperaturforhold	For varmt	Plassering nærme varmekilde	Dermed øker trykng ved et for varmt når de sitter innst i en varmekilde, bør klasserommet overvåkes, ingen elever bør sitte nærmere en varmekilde enn 50 cm. Hvis Norges Astma- og Allergiforbund. Temperaturen på varmekilden kan også reguleres, med mindre klasserommet eller et fuktig. Følg oppgaver kan være et alternativ til å sitte på rekka, men dette er opp til læringsutvalpet. Hvis FHI bør pultet stå minst 80 cm fra yttervegg for å skjemme elevene fra trykng, kulde og varmestråling. Kilde: 1 og 2	Dermed varmekilde styres sentralt bør det være kaldeindikatorer, slik at temperaturen er riktig til riktig tidspunkt. Kilde: 4	Høyere temperaturer gir økt risiko for skader på utrustning i luften, som levestøv og soppangst. I tillegg vil lufta opplevne trykng og tørrhet ved høye temperaturer. Kilde: 4	Høyere temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsmangel, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høyere temperaturer kan også påvirke uttrykket i øyene, slik at øyene kan bli irriterte og betente. Kilde: 4	Temperaturer på de fleste varmekildene blir styrt og overvåket sentralt. Dermed temperaturen til studenter er for varmt, bør alarmringer endres slik at driftsteknikere får beskjed fra 50-anlegg. Sørg for at kaldeindikator er oppdatert.	
1. Klasserom/peisestov	1. Temperaturforhold	For varmt	For høy temperatur på varmekilde	Undersøk om setpunkttemperaturen for romoppvarming er riktig og om den er, kan senkes. Dermed innlagt styres sentralt, noe som er fordelaktig og gir de fleste varmekildene gjør, må driftsteknikere kontaktes. Ved manuell regulering av varmekilde må brukerne av varmekilden oppmerksom på. Dermed det er elevene som står nærmest varmekilden som synes det er for varmt bør rommet overvåkes. Kilde: 1 og 4	Dermed varmekilde styres sentralt bør det være kaldeindikatorer, slik at temperaturen er riktig til riktig tidspunkt. Kilde: 4	Høyere temperaturer gir økt risiko for skader på utrustning i luften, som levestøv og soppangst. I tillegg vil lufta opplevne trykng og tørrhet ved høye temperaturer. Kilde: 4	Høyere temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsmangel, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høyere temperaturer kan også påvirke uttrykket i øyene, slik at øyene kan bli irriterte og betente. Kilde: 4	Temperaturer på de fleste varmekildene blir styrt og overvåket sentralt. Dermed temperaturen til studenter er for varmt, bør alarmringer endres slik at driftsteknikere får beskjed fra 50-anlegg. Sørg for at kaldeindikator er oppdatert.	
1. Klasserom/peisestov	1. Temperaturforhold	For varmt	Regulerbar termostat på varmekilde er tilgjengelig for alle	For å unngå at en varmekilde, som radiator, panelovner eller varmekabler, er tilgjengelig for alle å regulere, bør varmekilden tilkobles med bue eller fjernbetjent termostat til å regulere termostaten manuelt uten eget verktøy. Kilde: 1 og 4	Reguleringsskilt og vedlikehold er viktig, slik at det ikke slettes eller slettes over minst en gang i året. Kilde: 1	Høyere temperaturer gir økt risiko for skader på utrustning i luften, som levestøv og soppangst. I tillegg vil lufta opplevne trykng og tørrhet ved høye temperaturer. Ved optimal temperatur vil man oppnå bedre inneklimate og reduserte energiforbruk. Kilde: 4	Høyere temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsmangel, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høyere temperaturer kan også påvirke uttrykket i øyene, slik at øyene kan bli irriterte og betente. Kilde: 4	Som med varmekilde, må også boret rundt varmekilden tennes støv og vedlikehold. Dette er for å sikre ikke skal kunne forurense lufta, og for å unngå lukt og brannfare dermed støv skulle varmes opp. Kilde: 1 og 4	
1. Klasserom/peisestov	1. Temperaturforhold	For varmt	Elever har uttakler på lina	Det er viktig med god informasjon om oppfatning av temperatur, da det er store individuelle forskjeller for personlig av varme. Det er flere faktorer som her spiller inn, blant annet beklædning, aktivitetnivå og kjønn. Hvis studier: -Tilpass beklædning etter aktivitet -Ikke sitte med uttakler på lina da dette forstyrr kroppens varmefølelse -Dermed flere synes det er for varmt, med få til fordelaktig slik at de kan utnytte temperaturen og ev. regulere sentralt. Kilde: 1 og 4	Informasjon etter behov, Reguleringskilt, høyt, vinter- og sommerregulering. Kilde: 1	Ytterklær kan friggi partikler til lufta. Ved å oppholde ytterklær i klasserommet, vil partikler friggi i klasserommet og bringe luftkvaliteten. Partikler fra ytterklær kan legge seg som støv på horisontale flater i klasserommet. Kilde: 1	Erfaringer gjort av Norges Astma- og Allergiforbund viser at elevene vil oppleve at de trykng, selv om temperaturen er god, ved bruk av ytterklær lina. Dette er fordi kroppens termoregulator kommer i utløsning når kroppen utsettes for temperaturendringer uten at beklædningsendres. Dårlig luftkvalitet kan påvirke og påvirke konsentrasjon, utvendig og innvendig. Elevene kan oppleve hodepine og tretthet, samt at luftveisirritasjoner og forverring av astma kan oppstå. Kilde: 1 og 4	Dermed flere elever beholder ytterklær på lina fordi det er kaldt, må det undersøkes hvorfor. -Hvis det trekkes gjennom vinduer eller dører, må det undersøkes og vurderes om termoregulering må justeres. -Hvis varmekabler ikke fungerer varme må det undersøkes hvorfor, og ev. regulere temperaturen. Spesielt at kaldeindikator er riktig innstilt. -Undersøk setpunkttemperaturen på ventilasjonsanlegg og luftmengder. Luftmengder på mer enn 0,15 m ³ /s vil opplevne som trekk. Kilde: 1 og 4	

Figur 41: Utdrag fra tabell over inneklimateiltak, fra verktøyet

Problemene er sortert etter samme kategorier som hovedfunnene i intervjuene i kapittel 9.3, utenom at «vedlikehold» er byttet ut med «renhold». Dette er gjort fordi hvert inneklimateproblem videre blir beskrevet med ett eller flere generaliserte tiltak i samme tabell, som alle er en form for vedlikehold. Tiltakene er generelt beskrevet slik at de enkelt kan overføres til andre skoler. Anbefalt hyppighet blir også introdusert, for å understreke at periodisk og tilstandsbasert vedlikehold er viktig. I tillegg til tiltak til det enkelte problemet, inneholder tabellen forslag til overordnet vedlikehold og informasjon om hvilken effekt problemet har på inn klimaet i klasserommet og på helsen til personene som oppholder seg der.

Verktøyet inneholder ikke bare tabellen over inneklimateiltak, men også én fane for hver av kategoriene, en introduksjon til verktøyet, informasjon om FDV og en kildeliste. Dette er illustrert nederst i Figur 41. Fanene er laget for å formidle kunnskap om FDV, temperaturforhold, luftkvalitet, lys, lyd, fukt og renhold på en oversiktlig måte til brukeren av verktøyet, uten at brukeren trenger å bla gjennom tabellen med inneklimateiltak. Hver inneklimatefaktor er presentert med tilsvarende informasjon som i kapittel 2 og kapittel 3. Innholdet i fanene «FDV» og «6. Renhold» er presentert ved henholdsvis Figur 42 og Figur 43. Fanene for de ulike kategoriene er nummerert, slik at rekkefølgen er den samme som i tabellen over inneklimateiltak.

FDV - Forvaltning, drift og vedlikehold

FDV er en viktig del av arbeidet om å opprettholde et godt inn klima i skolen, noe som er essensielt for et godt læringsmiljø. Uten riktig drift og vedlikehold vil ikke lenger inn klimakrav tilfredsstilles. I de følgende fanene vil det bli presentert hvordan ulike inn klimafaktorer kan påvirke inn klimaet og helsen til personene som opplever dem.

I kommunen er FDV-ansvaret fordelt mellom virksomhetene drift, utvikling og vedlikehold av eiendom, og renhold. Virksomhet for drift er ansvarlige for driften av byggene og at inn klimakrav tilfredsstilles. Virksomhet for utvikling og vedlikehold av eiendom er ansvarlige for bruken av byggene, mens virksomhet for renhold er ansvarlige for renholdet i byggene.

Et godt inn klima i skolen er likevel et felles ansvar som elever, skoleansatte og kommunen deler. Kommunen er ansvarlig for at inn klimakrav tilfredsstilles og at avvik utbedres, men skolens elever og ansatte har også en viktig oppgave. De skal sørge for at kommunens ansatte får utført jobben sin på en god måte og til riktig tid. Dette innebærer at garderobes, klasserom, spesialrom, lærerrom og andre fellesarealer holdes ryddige slik at renholdere kommer til og får utført en tilstrekkelig jobb, samt å informere/rapportere om feil og mangler. For mer informasjon om hva man skal se etter, og eventuelt melde fra om, se på de ulike tiltakene som er foreslått i fanen "Inneklimatiltak". Her finnes også viktig informasjon om hvilken betydning inn klimaproblemet har for elevenes helse og inn klima.

Noen utfordringer og problem kan og bør fordeles mellom skolens ansatte og kommunens driftsansatte, for et mest mulig effektivt vedlikehold og for et best mulig inn klima på skolen. Periodisk vedlikehold (forebyggende vedlikehold etter planlagte tidsintervall) bør gjøres på alle komponenter, både bygningsmessig og teknisk, slik at funksjonen til komponenten opprettholdes. Det periodiske vedlikeholdet skal innebære renhold, tilstandsovervåkning og små reparasjoner, noe som skolens ansatte kan og må bidra med. Tilstandsbasert vedlikehold bør gjøres i tillegg på kritiske komponenter, noe som innebærer regelmessig overvåkning og utføring av nødvendige vedlikeholdstiltak ved behov. Kritiske komponenter er blant annet komponenter innen vann, varme og ventilasjon, og er dermed noe som driftsansatte skal ta seg av. Kommunen har en egen vedlikeholdsplan, som det er fordelaktig at skolens ledelse har innsyn i. De har også et eget FDV-system for å ha kontroll på kommende oppgaver.

Radon er ikke tatt med som en egen inn klimafaktor i dette dokumentet, da denne oppgaven fokuserer på inn klimaproblemer som er enkle å oppdage, og enklere tiltak som skolens ansatte kan utføre. Radonnivået i et bygg skal kontrolleres jevnlig ved å utføre målinger. Dersom radonnivået er over 100 Bq/m³ skal det gjøres tiltak, og radonnivået skal alltid være under grenseverdien på 200 Bq/m³.

Kilde: 4.

Figur 42: Informasjon om FDV, utdrag fra verktøy (Helsedirektoratet, 2016)

Inneklima - Renhold

Renhold har en svært viktig betydning for inneklimaet i skolen og er en stor del av vedlikeholdsarbeidet. Renhold skal inngå i det periodisk vedlikeholdet (forebyggende vedlikehold etter planlagt tidsintervall), og bør gjøres på alle byggets komponenter. Gode vaske- og rydderutiner er essensielle for å opprettholde god luftkvalitet, gode læringsforhold og trivsel.

Det er viktig at skole og kommune er enige om ansvarsfordeling for vask av ulike elementer og områder på skolene. Misforståelser og uenigheter resulterer i at støv, skitt og smuss hoper seg opp på områder som ikke blir vasket. Støv fra rommets inventar og utforming, samt støv og bøss fra gulvet, kan virvle opp og forurense inneluften i rommet. Dette vil naturligvis forverre luftkvaliteten og øke behovet for gjennomlufting. Dårlig luftkvalitet kan distrahere og påvirke konsentrasjon, undervisning og læring. Elevene kan oppleve hodepine og tretthet, samt at luftveisirritasjoner og forverring av astma kan oppstå. Støvpartikler i luften kan irritere øyne og slimhinner, i tillegg til at allergisymptomer kan bli forverret. Disse formene for helseeffekter kan i stor grad påvirke skolehverdag og trivsel hos både elever og ansatte.

Faste rydde- og vaskerutiner blant elever og ansatte bør foreligge, i tillegg til vaskerutiner for renholdsansatte. Ha en mopp stående i hvert klasserom og/eller garderobe slik at ordenselevne kan bidra til at gulvene holdes rene. Hold horisontale overflater fri for ting slik at de kan støvtørkes på samme måte som horisontale lister og nedhengte lysarmaturer. Rengjøring av flater bør helst gjøres med en fuktig mikrofiberklut slik at støvet binder seg. Dersom en tørr klut blir brukt må den ikke virvle opp støv. Flytt regelmessig på mobilt møblelement, slik at det er mulig å komme til over alt. Inneklimaet på skolen må være et felles ansvar blant de som drifter tjenestene ved skolen og de som drifter det tekniske.

Unngå renholdssprayer og andre renholdsprodukter som kan forårsake helseplager hos vaskepersonalet. Hyppig bruk av renholdsspray kan øke konsentrasjonen av flyktige organiske forbindelser (VOC) i luften, og føre til økt riskiko for astma og KOLS.

Renhold inngår i flere av tiltakene i listen "Inneklimatiltak", selv om de ikke er markert med "Renhold", da dette er en form for periodisk vedlikehold. Renhold på tekniske anlegg er viktig for å opprettholde funksjonen til komponentene, og skal foretas av driftsteknikere.

Kilde: 4 og 5.

Figur 43: Informasjon om renhold, utdrag fra verktøy (Helsedirektoratet, 2016) (SINTEF Byggforsk, 2000)

10.2 Bruk

Verktøyet skal kunne brukes aktivt av skolens ansatte, og gjerne tas i bruk daglig. Dette setter krav til verktøyets brukervennlighet og oppbygning. Det er ønskelig at skolens ansatte skal lese gjennom tabellen for å se om de kjenner igjen problemer ved sin skole, eller for å finne aktuelle forebyggende tiltak. For at tabellen over inneklimatiltak skal være enkel å ta i bruk, er det gjort mulig å sortere, filtrere og søke i hver av kolonnene. I tillegg til at inneklimaproblemene er sortert i kategorier, er de også sortert etter romtype. Romtypene er de samme som under befaringen, hvor klasserom, spesialrom, garderobe, inngangsparti og teknisk rom ble undersøkt. Rommene er nummerert med tall fra 1 til 5 i tabellen, for å få dem i samme rekkefølge som i kapittel 9.1 og 9.2 i masteroppgaven. Dette gjør det mulig å sortere og filtrere tabellen ut ifra både rom, kategori og inneklimaproblem, samt søke opp kjent problematikk ved skolen.

For at det skal være mulig å plukke ut enkelte problem og tiltak som er aktuelle for sin skole, er det laget en egen kolonne hvor man kan skrive inn «J» eller «N». Ved å notere «J» eller «N» i den aktuelle ruten vil ruten farges henholdsvis grønn eller rød, se Figur 44. Med en bestemt bokstav i hver rute er det videre mulig å sortere eller filtrere tabellen, eksempelvis ved å skjule tiltak som ikke er blitt valgt. Til hvert tiltak er det en kolonne som viser hvor hyppig det anbefales at tiltaket utføres, eller hvordan det skal utføres. Når tabellen viser utvalgte tiltak og hyppighet, er det mulig å sette opp en egen vedlikeholdsplan for inneklimatiltak. Periodiske tiltak som renhold, tilsyn og småoperasjoner er viktig, samt tilstandsbasert vedlikehold på kritiske komponenter. Dette er også beskrevet i fanen «FDV» i verktøyet, som sett i Figur 42.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Rom	Fagelement	Problem	Utdypning av problem	Tiltak	Bruk/hyppighet	Valgt tiltak (J/N)
1	1. Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Solinstråling	<p>Innvendig solavskjerming: Ved bruk av innvendig solavskjerming, som gardiner, persiener e.l., bør disse være i en lys farge. Lyse farger reflekterer mye av varmen, mens mørke farger absorberer den. Solreflekterende film finnes også til innvendig bruk.</p> <p>Utvendig solavskjerming: Dersom høye temperaturer forårsaket av solinnstråling er et stort problem bør utvendig solavskjerming vurderes. Dette er det beste alternativet for å kontrollere mengde solvarme som slipper inn i rommet. Det finnes flere former for avskjerming, som eksempelvis utvendige persiener, utvendige screens eller solreflekterende film. Persiener reflekterer varmen vekk fra fasaden effektivt, samtidig som man kan justere mengde dagslys med vinkelen på lamellene. Ved bruk av duk vil man, avhengig av perforeringsgrad, kunne slippe gjennom noe dagslys og gi utsyn. Solreflekterende film er et enkelt og billigere alternativ, som slipper inn dagslys og krever mindre vedlikehold.</p> <p>Kilde: 5</p>	<p>Solskjerming må tas i bruk før rommet er blitt for varmt. Dersom varm morgensol er et problem, kan det også være lurt å avskjermes etter siste undervisningstid dagen i forveien.</p> <p>Selve bruken av utvendig solavskjerming må vurderes ut fra vær og behov. Dersom det er mye vind og vær bør ikke persiener/duk være i bruk da risiko for at den kan bli ødelagt er større.</p> <p>Regelmessig renhold og vedlikehold er viktig for solavskjermingens funksjon, utseende og levetid. Firmaer som leverer skjermingen kan tilby egne serviceavtaler ved behov.</p>	J
2	1. Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Plassering nærme varmekilde	<p>Dersom elever synes det er for varmt når de sitter inntil en varmekilde, bør klasserommet ommåles. Ingen elever bør sitte nærmere en varmekilde enn 50 cm ifølge Norges Astma- og Allergiforbund. Temperaturen på varmekilden kan også reguleres, med mindre klasserommet ellers er kjølig. Firingrupper kan være et alternativ til å sitte på rekke, men dette er opp til lærings situasjonen.</p> <p>Ifølge FHI bør pulter stå minst 80 cm fra yttervegg for å skjerme elevene fra trekk, kulde og varmestråling.</p> <p>Kilde: 1 og 2</p>	<p>Ingen elever skal sitte nærmere enn 50 cm fra en varmekilde, men dette må tilpasses klasseromets størrelse, utforming og lærings situasjon.</p>	N
3							

Figur 44: Mulighet for å markere inneklimatiltak, utdrag fra verktøyet

Det er ikke alle tiltak skolens egne ansatte selv kan utføre. Enkelte problem er det kun driftspersonell som kan undersøke og behandle. Aktuelle problem og tilhørende tiltak er likevel tatt med, da de er mulige å oppdage for andre, mindre kyndige personer. I disse tilfellene fungerer verktøyet som en veiledning til videreformidling av problemene. Skolene har erfart at dersom et inneklimaproblem kan forårsake helseeffekter hos elever eller ansatte, retter kommunen raskere opp i problemet. I verktøyet er alle problemer notert med mulige effekter på helse og inneklima, noe som kan brukes som grunnlag for argumentasjon ved melding av avvik. I tillegg til å lære om effekter på inneklima og helse ved bruk av tabellen, vil fanene for hver kategori her kunne brukes som viktig inspirasjon og læring. Disse kan også brukes som grunnlag for utarbeidelse av læringsopplegg for elevene. På denne måten fungerer verktøyet som en veiledning for alle.

10.3 Vurdering av bruk

Verktøyet ble distribuert til ledelsen ved Skole A og Skole B, med informasjon om hvordan det er ment å tas i bruk. Da det er ønskelig at verktøyet brukes aktivt av alle ansatte ved skolene, ble det vedlagt en enkel presentasjon og et introduksjonsdokument til inspirasjon. Dokumentet er vedlagt i Vedlegg 11, side XXII. På grunn av Covid-19-pandemien var det ikke mulig å presentere verktøyet ved å besøke skolene. Skolene har måttet omstille seg en rekke ganger i takt med skiftende restriksjoner, og det var dermed usikkert i hvilken grad de fikk mulighet til å ta i bruk verktøyet. I den forbindelse er følgende vurdering av bruk av verktøyet basert på tilbakemeldinger fra ledelsen ved skolene.

Begge skoler var positive til verktøyet, og mente at et slikt verktøy kan ha en effekt på inneklimafokuset i skolen. Tabellen over problemer og tiltak ble derimot oppfattet som noe tidkrevende for lærerne å bruke og sette seg inn i. Pandemien har vært krevende for landets skoler, og mange lærere bruker all sin tid på å forsikre at elevene har en så normal skoledag som mulig. Det er også flere av tiltakene de skoleansatte ikke kan utføre selv, men som driftsansatte må ta seg av. Her er verktøyet ment å være en hjelp til å videreformidle problemet fra eksempelvis lærer til skolens ledelse, og videre til virksomhet for drift. Fanene med informasjon og kunnskap om hver enkelt kategori og inneklimafaktor ble sett på som svært nyttig lærdom og god inspirasjon for lærerne.

På Skole A ønsket de dermed å bruke verktøyet todelt. Tabellen fungerer godt mot administrasjonen ved skolen, og kan brukes til å utarbeide en spørreundersøkelse til lærerne om inneklimaet i de enkelte klasserommene. Ved å utføre spørreundersøkelsen et par ganger årlig, vil ledelsen få regelmessig tilbakemelding fra skolens ansatte. Informasjonsfanene ville de distribuere til lærerne og oppfordre dem til å henge opp plakater om inneklima i klasserommene. På denne måten får lærere og elever en daglig påminnelse om hva inneklima har å si for egen helse, og blir hjulpet til å være mer bevisst. Samtidig kan inneklimaet enkelt inkluderes i undervisningen.

Det ble tilbakemeldt om at enkelte lærere allerede fokuserer på flere av tiltakene, i tillegg til at kommunen er i gang med et prosjekt på lyd og akustikk. Det er veldig positivt at det fokuseres mer på inneklima i skolen, noe som er målet med denne oppgaven. Det er viktig å spre kunnskap til alle, både lærere og elever, for å opprettholde interessen og fokuset. Her kan verktøyet fortsatt være til hjelp. Plakater i klasserommene vil fange oppmerksomheten til de fleste, både voksne og barn. Jo flere oppmerksomme hoder som bryr seg om omgivelsene sine, jo større er sannsynligheten for at omgivelsene blir godt tatt vare på. Enkle handlinger kan gjøre en forskjell.

11 Diskusjon

I det følgende kapittelet vil masteroppgaven som helhet diskuteres ved å ta utgangspunkt i temaene inneklime og helse, FDV og verktøyet som er utviklet.

11.1 Inneklime og helse

Ifølge opplæringsloven har alle elever krav på et skolemiljø som fremmer helse, trivsel og læring. Dette innebærer et bra psykososialt miljø i klassen, samt et godt fysisk miljø i form av tilfredsstillende inneklimefaktorer som temperatur, luft, lyd, lys og fukt. For å opprettholde et godt inneklime i skolen, finnes det flere anbefalinger og kravspesifikasjoner i lover og forskrifter. Det er uenigheter om hvilke inneklimeverdier som er optimale, men flere studier konkluderer med at lokaler med dårlige fysiske forhold kan påvirke læringsmiljøet og påføre helsesyntomer. Blant annet kan høye temperaturer eller dårlig luftkvalitet forårsake konsentrasjonsvansker, luftveisirritasjoner og hodepine, kalde temperaturer kan påføre muskelspenninger og uro, lite dagslys eller dårlig belysning kan påvirke søvn og konsentrasjon, for høy lyd over tid kan gi stress og hørselsskader, og utilfredsstillende luftfuktighet kan forårsake tørr hud, tørre slimhinner, luftveissykdommer og hodepine.

Enkelte elever i case-skolene svarte i spørreundersøkelsen at de hadde symptomer som tretthet, hodepine og vanskeligheter med å konsentrere seg. Slike symptomer kan ha en sammenheng med høye temperaturer, dårlig luftkvalitet og høy luftfuktighet. Når parameterne CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet (RF) ble målt, viste det seg at de opplevde symptomene sannsynligvis ikke hadde årsak i reelle inneklimeverdier. På begge skolene var målte verdier for henholdsvis CO₂ og temperatur mellom 400 – 1006 ppm og mellom 20,5 – 24,3 °C. CO₂ og temperatur er like over kravspesifikasjoner i Tabell 6, men overskridelsen er innenfor sensitivitetssområdene til måleinstrumentet. RF var noe lav enkelte dager, men relevante symptomer skilte seg ikke ut i undersøkelser. Samlet for begge skolene var målt RF mellom 12 – 35 %. At opplevelsen ikke stemmer med faktiske forhold stemmer godt med teorien om at det finnes store individuelle forskjeller. Det kan være mange grader forskjell i lufttemperatur for hva én person til en annen oppfatter som behagelig. Restriksjonene som angår lufting, kan også bidra til at elevene er mer utilfredse med luftkvaliteten. Elevene har blitt fortalt at de ikke kan åpne vinduene, noe som kan føles som begrenset frihet.

Elevenes mening må tas i betraktning når det gjelder innemiljø- og klima, på samme måte som når elever tar opp egne saker i elevrådet. En slik plattform, hvor elevene har muligheten til å komme med innspill og ideer, er ifølge opplæringsloven en rett alle elever har. På Skole B har elevrådet tidligere fremmet at skolens sanitære forhold var for dårlige, hvor flere toalett ikke var tilfredsstillende. Dette ble hørt av skolens ledelse og kommune, og toalettene ble renoveret. Det er viktig å oppfordre elever til å bruke stemmene sine, da det har en effekt. I tillegg er det viktig at alle involverte ansatte er bevisste på hva skolens fysiske forhold har å si for elevenes fysiske og psykiske helse. Ifølge internkontrollforskriften er arbeidstakere pålagt å ha tilstrekkelig med kunnskap og ferdigheter innen nettopp helse, miljø og sikkerhet.

11.2 FDV

I forbindelse med flere gjennomførte tilsyn ved skoler i norske kommuner har det vist seg at flere kommuner ikke tilfredsstillende inneklimekrav. I 2012 fikk 90 % av 208 undersøkte

kommuner krav om drift- og vedlikeholdsforbedringer. Ved tilsyn i 2018 ble det funnet at 40 % av 138 undersøkte skoler ikke tilfredstilte krav i forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler. Dersom tallene reflekterer resten av landets skoler og kommuner, er behovet for forbedring betraktelig. Årsaker til for dårlig drift og vedlikehold kan være mangel på ressurser eller systematikk. Statlige øremerkede midler, som rentekompensasjonsordningen som fantes frem til 2016, er én måte for kommunene å prioritere ressurser til vedlikehold og inn klima. Å koordinere vedlikehold i en vedlikeholdsplan vil bidra til økt systematikk, samtidig som at man oppnår reduserte kostnader knyttet til nedetid og service. En vedlikeholdsplan hvor skolene har innsyn og mulighet til å påvirke er nyttig for å opprettholde en god kommunikasjon og et godt samarbeid om FDV i skole og kommune.

Det finnes flere former for vedlikehold, og ulike tanker om hvilken form som er mest optimal. Tabell 4 viser en oversikt over hovedresultatene i forskningsartiklene studert i denne oppgaven. Periodisk vedlikehold og overvåkning går igjen i alle studiene, samt å ta i bruk prediktive metoder og tilstandsbasert vedlikehold. Hvor ofte periodisk vedlikehold bør utføres avhenger av komponentens levetid, men det kan for fasadeelementer tas utgangspunkt i Tabell 5 av Madureira et al. (2017). Et for detaljert, systematisk vedlikehold som Flores-Colen og de Brito (2010) presenterer, kan bli tidkrevende og kostbart. Zhu et al. (2017) bruker tilstandsbasert vedlikehold på de mest kritiske komponentene, og periodisk eller korrigerende vedlikehold på andre komponenter. Dette kan være en effektiv og ressurs sparende måte å drive vedlikehold på. Det tilsier derimot at inspeksjoner må være en del av det periodiske vedlikeholdet, slik at det ikke går for lang tid før en kritisk reparasjon finner sted. Ferreira et al. (2021) baserer sin vedlikeholdsstrategi på inspeksjon, renhold, enkle tiltak og utskiftning, noe som kan fungere for mindre kostbare komponenter. Digitale løsninger for FDV, som bruk av BIM, vil ikke være aktuelt for skoler før dette er utbredt i større grad.

Enklere digitale løsninger kan derimot være nyttige å ta i bruk, slik som FDV-systemet til kommunen i casen og inneklimasensorene som skal installeres på skolene. Sensorene vil logge inneklimaparametere kontinuerlig og laste resultatene opp på internett slik at også skolens brukere kan følge med. For å kartlegge inneklimaet i skolene for denne oppgaven, er det som nevnt tatt i bruk måleinstrumenter som måler CO₂, temperatur og RF. Målinger ble utført for å undersøke om eventuelle inneklimaproblem oppdaget under befaringer og intervjuundersøkelser hadde årsak i rommenes reelle inneklimaverdier. Intervjuer ble gjennomført med ledelsen ved skolene som inngikk i casen, samt verneombud. Respondentene har god pålitelighet, da de jobber tett på andre ansatte og det tekniske ved skolene. Det ble også gjennomført en elevundersøkelse, hvor 184 elever ved de tre eldste klassetrinnene på skolene svarte på inneklimarelaterte spørsmål. Gyldigheten til svarene her er noe svekket, da enkelte elever har svart motsigende alternativer. Under intervjuene ble det blant annet informert om opplevde temperaturvariasjoner, varmende solinnstråling og tung luft på slutten av dagen, noe som også gikk igjen hos elevene. Det var ikke mulig å trekke konklusjoner mellom opplevd inneklima og målte inneklimaparametre, da CO₂-nivå og temperatur var innenfor kravspesifikasjoner. Temperaturen kan med fordel likevel senkes noe etter anbefalinger fra Arbeidstilsynet og NAAF, og for å øke RF.

Respondentene i intervjuene fortalte også om svakt hovedrenhold, rot og mørkt inventar på skolene. Dette ble observert under befaringene, som ble utført ved en «gjennomgåing» av

kategorirom og dermed basert på førsteinntrykk. Panel på vegger og i tak, brunt gulv og mørke møbler ga rommene et mørkt preg. Lyset fra de doble lysarmaturene virket noe gult, men det er usikkert om dette var på grunn av de mørke omgivelsene. På Skole A var det mange møbler i klasserommet, foruten om pulter og stoler, med flere gjenstander på. I tillegg skapte gardinene et urolig uttrykk i rommet ved å henge skjevt og delvis avrevet. Det opplevdes ryddigere på Skole B, men også her var det noe skittent i hyller som ikke var i bruk. Renhold er viktig for god trivsel, men også for å opprettholde god luftkvalitet da støv forurenses inneluften. Fuktabsorberende matter og avskrapningsrister kan også bidra til å redusere mengde støv, noe som manglet på Skole A og som ikke oppfylte sin funksjon på Skole B. Hvilke oppgaver kommunens virksomhet for renhold er ansvarlige for og hva skolen må stå for selv, må det være enighet om. Dersom dette ikke er kommunisert godt nok, vil renhold utelates og innemiljø- og klima forverres.

11.3 Verktøy

Manglende kunnskap og vilje til å utføre vedlikeholdstiltak kan være andre årsaker til mangelfullt vedlikehold i skoler. Under intervjuene i forbindelse med masteroppgaven fortalte respondentene selv at det ble fokusert lite på inneklima, noe som er typisk i offentlige institusjoner. Som sett i utredningen til NOU i kapittel 6.2, viser tendenser at det blir fokusert mer på brukerne av bygget enn selve bygningen når kommunen innehar rollen som både forvalter og bruker. Det gir ikke mening å nedprioritere vedlikehold for å fokusere på brukerne, da vedlikehold er essensielt for å opprettholde godt inneklima og læringsmiljø. Kunnskap om hvordan dårlig inneklima kan påvirke helsen og veiledning til enkle inneklimatiltak må formidles til ansatte i skolen. Et verktøy har derfor blitt utviklet.

Ved å ha et bibliotek med inneklimaproblem og tilhørende tiltak tilgjengelig, vil det bli enklere for skolens ansatte å oppdage og rette opp i inneklimaproblematikk. Verktøyet blir en snarvei til informasjon og handling. Dersom problemene skulle tilsi at driftsteknikere må utføre tiltak, vil verktøyet tilføre informasjon om hvordan problemet kan formidles videre og hvilken effekt det påfører brukernes helse og inneklima. Det er fortsatt kommunens virksomhet for drift som avgjør når og hvilke tiltak som blir utført, men mer spesifikk informasjon om problemet vil trolig gjøre prosessen raskere. Alle forhold som påvirker helsen til elever og ansatte negativt må gjøres noe med så fort som mulig. Når virksomhet for drift får installert sensorer i alle klasserom, vil de enklere kunne følge opp inneklimaverdier og gjøre tiltak når det trengs. Men det er viktig å huske på at individuelle forskjeller finnes, og opplevde symptomer må ikke snakkes bort selv om de ikke kan forklares av målte verdier.

Med sensorer i klasserommene, vil oppmerksomheten rundt inneklima sannsynligvis øke. Verktøyet kan da fungere som grunnlag for å utarbeide læringsmateriell for elever og plakater som kan henges opp i klasserommet. Plakatene vil gjøre både elever og lærere mer bevisste på hva inneklima har å si for egen helse, og de vil bli mer oppmerkssomme på omgivelsene sine. Verktøyet kan også brukes som grunnlag for at ledelsen ved skolene kan utarbeide spørreundersøkelser for egne ansatte om inneklima i skolen, eller som grunnlag for å utarbeide egne vedlikeholdsplaner. Dermed kan verktøyet brukes som det er, med dets informasjon og forslag til inneklimatiltak, eller tilpasses ønsket bruksområde. Uansett bruk vil det forhåpentligvis øke engasjementet rundt inneklima, både for elever og ansatte, og bevisstgjøre hva egne handlinger kan bety.

12 Konklusjon

Selv om det er lite kjennskap til hvilke inneklimateforhold som er optimale for elevers helse og læringsmiljø, er det tydelig at det er mange faktorer som kan påvirke i negativ retning. For høye temperaturer kan blant annet føre til konsentrasjonsvansker, hodepine og irriterte luftveier, mens for lave temperaturer kan føre til uro og muskelspenninger. Dårlig luftkvalitet kan medføre tretthet, hodepine og luftveisplager, samt at for tørr eller fuktig luft gir plager som henholdsvis tørre slimhinner og luftveissykdommer. Ubehagelig akustikk kan påføre stress, mens for lite dagslys og dårlig belysning kan forstyrre søvnmønster og påvirke konsentrasjon. En negativ opplevelse av inneklimate vil kunne redusere elevenes arbeidslyst og -evne, og gi et redusert læringsmiljø.

God forvaltning, drift og vedlikehold er essensielt for å klare å opprettholde et godt inneklimate i norske skoler. Det finnes flere ulike metoder for vedlikehold, hvor de ulike formene kan være passende i ulike situasjoner. Nyere forskning vektlegger periodisk vedlikehold, kombinert med prediktive metoder, korrigerende og tilstandsbasert vedlikehold. Periodisk, forebyggende vedlikehold på alle komponenter og tilstandsbasert vedlikehold på de mest kritiske, vil være hensiktsmessig for å til enhver tid være opplyst om komponentens tilstand og om når vedlikehold må utføres. For et systematisk vedlikehold bør en åpen vedlikeholdsplan foreligge, slik at det blir et godt samarbeid mellom skole og kommune med tanke på renhold og andre vedlikeholdstiltak.

For å kartlegge inneklimate og -miljø ved skolene i oppgavens case, har befaringer, spørre- og intervjuundersøkelser og målinger blitt gjennomført. Befaringene ble utført sammen med inspektør og driftstekniker ved Skole A, og rektor og verneombud ved Skole B. Befaringene er basert på førsteinntrykk av ulike kategorirom, og det ble tatt i bruk et avkrysnings skjema for å vurdere tilstanden til rommene. Befaringene ble utdypet ved å videre gjennomføre intervjuer med skoleledelsen. En spørreundersøkelse for elever i 4.-7. klasse ga et ekstra perspektiv til undersøkelsene, da elevenes opplevelse av inneklimate og opplevde symptomer ble tydeliggjort. For å undersøke om oppdaget inneklimateproblematikk hadde årsak i reelle inneklimateverdier, ble det foretatt målinger i klasserommene. CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet ble logget over en periode på tre uker i mars 2021.

Begge skolene er utsatt for mindre inneklimateproblemer som mørke klasserom, varierende dagslys, rot, redusert renhold, manglende fuktabsorberende matter, samt manglende eller utilfredsstillende avskrapningsrister. Brukerne av skolen opplever vekslende temperaturer, varmende solinnstråling og tung inneluft mot slutten av skoledagen. Enkelte elever meddelte symptomer som hodepine, tretthet og konsentrasjonsvansker under elevundersøkelsen. Det kan ikke konkluderes med at helsesyntomer har årsak i inneklimateverdier, da CO₂, temperatur og relativ luftfuktighet var innenfor kravspesifikasjoner. Samlet for begge skolene ble verdier for de tre parameterne målt til å være henholdsvis mellom 400 – 1006 ppm, 20,5 – 24,3 °C og 12 – 35 %. Verdiene for CO₂ og temperatur er noe over anbefalte verdier på 1000 ppm og 24,0 °C, men overskridelsene er innenfor sensitivitetssområdene til måleinstrumentet. Relativ luftfuktighet er under grenseverdien på 20 % enkelte dager, men en klar sammenheng mellom tørr luft og opplevde symptomer ble ikke funnet.

Et verktøy har blitt utviklet basert på oppdaget inneklimatematikk og vil fungere som en veiledning til et bedre læringsmiljø. Verktøyet er utformet i Microsoft Excel, og inneholder en tabell med 83 inneklimatematikk og -tiltak. Hvert tiltak inkluderer forslag til vedlikeholdshyppighet, overordnet vedlikehold og kunnskap om hvilke effekter problemet kan påføre helse og inneklimatematikk. Tabellen er lett å orientere seg i, med mulighet for å søke opp nøkkelord og sortere kolonner. Verktøyet inneholder også flere faner med enkel informasjon om FDV, renhold og ulike inneklimatefaktorers betydning. Med grunnlag i verktøyet kan skolens ledelse utarbeide spørreundersøkelser til ansatte, hvor inneklimatemet i skolen blir vurdert. I tillegg kan informasjonsfanene brukes til å utarbeide plakater og undervisningsopplegg. På denne måten blir både elever og ansatte mer oppmerksomme på effekten av inneklimatemet rundt dem og mer bevisst på egne handlinger.

13 Videre arbeid

NTNU, SINTEF og NAAF vil fortsette arbeidet med et verktøy i prosjektet «FDV i skoler – viktig for helse og læringsmiljø». Verktøyet skal tilby ansatte i skoler veiledning til å utføre enkle og lite kostbare vedlikeholdstiltak for å bedre inneklimaet og læringsmiljøet i norske skoler. Verktøyet som er utviklet i denne masteroppgaven kan fungere som en pilot til deres verktøy, ved at inneklimaproblematikk og tiltak kan brukes i videre arbeid.

I stedet for å utforme verktøyet i Excel, som er blitt gjort i denne oppgaven, bør det videre brukes en mer anvendelig og nettbasert plattform. Verktøyet må ha en søkemotor slik at nøkkelord kan finnes, men det bør fortsatt være mulig å bla seg gjennom vedlikeholdstiltak etter inspirasjon. I stedet for å ha alle problem og tiltak som én lang liste, kan den med fordel deles inn i ulike kategorier. Dette kan være kategorier som beskriver de ulike inneklimafaktorene, ulike romtyper eller ulike fagområder. Når verktøyet gjøres mer generelt, vil antakeligvis flere kategorier vise seg å være aktuelle å inkludere.

Når nettsiden for verktøyet publiseres, må det informeres om hvor og hvordan det er mulig å finne den. For at verktøyet enkelt skal nå ut til skoleansatte bør det finnes en godt synlig hyperkobling som leder til nettsiden på kommunenes egne, interne nettsider eller på nettsider ofte besøkt av lærere. Alternativt bør verktøyet bli sendt ut til alle kommuner, og deretter videreformidles til respektive skoler. Dersom verktøyet blir tilgjengeliggjort på en uavhengig nettside, må det være enighet om hvem som har ansvar for å vedlikeholde siden. Opplevs verktøyet utdatert, vil trolig færre ta det i bruk.

Et godt inneklima og læringsmiljø er avhengig av riktig FDV til riktig tid, noe som må informeres bedre om i skolen. Å lære om effekten av å utføre tiltak, eller å ikke utføre tiltak, vil trolig engasjere til handling. Engasjement i forbindelse med verktøyet kan skapes ved å utarbeide tilleggsmateriell til skolene. Etter samtaler om vurdering av bruken av verktøyet utviklet i denne oppgaven, ble det foreslått både en spørreundersøkelse for lærere og plakater om inneklima i klasserom for elever. På denne måten får ledelsen kontinuerlig informasjon om skolens inneklimatilstand, samtidig som at elever og lærere kontinuerlig blir påminnet effekten inneklima har på egen helse.

14 Litteraturliste

- Arbeidstilsynet, 2013. *Inneklima i norske skoler: Hovedfunn 2011-2012*, Trondheim: Arbeidstilsynet.
- Arbeidstilsynet, 2016. *Veiledning om Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen. Veiledning, best.nr. 444*, Trondheim: Arbeidstilsynet.
- Aarhus universitet, 2020. *Metodeguiden: Interviews*. [Internett]
Available at: <https://metodeguiden.au.dk/interviews/>
- Baek, F., Ha, I. & Kim, H., 2019. *Augmented reality system for facility management using image-based indoor localization*, s.l.: Automation in Construction, Volume 99, Pages 18-26.
- Becher, R. et al., 2016. *Fukt og fuktskader i norske boliger*, Oslo: Folkehelseinstituttet.
- Behzad, M., Kim, H., Behzad, M. & Behambari, A. H., 2019. *Improving sustainability performance of heating facilities in a central boiler room by condition-based maintenance*, s.l.: Journal of Cleaner Production, Volume 206, Pages 713-723.
- Bjørberg, S, 2017. *FDVU-filosofien*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/fdvu-filosofien>
- Byggordboka, 2017. *Drift*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/drift>
- Byggordboka, 2017. *Forvaltning*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/forvaltning>
- Byggordboka, 2017. *Management-begreper*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/management-begreper>
- Byggordboka, 2018. *Livssyklus kostnader (LCC)*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/livssyklus-kostnader-lcc>
- Byggordboka, 2020. *Former for vedlikehold*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/former-for-vedlikehold>
- Carrer, P. et al., 2015. *What does the scientific literature tell us about the ventilation-health relationship in public and residential buildings?*, s.l.: Building and Environment, Volume 94, Part 1, Pages 273-286.
- Daltveit, A., 2020. *Forvaltning, drift og vedlikehold i skoler - Viktig for helse og læringsmiljø*, Oslo: NTNU.
- Direktoratet for byggkvalitet, 2017. *§ 13-3. Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning*. [Internett]
Available at: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/i/13-3/>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2017. *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. [Internett]
Available at: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/i/13-1/>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2020. *§ 13-4. Termisk inneklima*. [Internett]
Available at: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/ii/13-4/>
- DSA, 2020. *Radon i skoler og barnehager*. [Internett]
Available at: <https://dsa.no/radon/radon-i-skoler-og-barnehager#>
- EPA, 1991. *Indoor Air Facts No. 4 (revised). Sick Building Syndrome*, s.l.: United States Environmental Protection Agency.
- Ferreira, C. et al., 2021. *The impact of imperfect maintenance actions on the degradation of buildings' envelope components*, Lisboa: Journal of Building Engineering, Volume 33.

- Fisk, J. W., Black, D. & Brunner, G., 2012. *Changing ventilation rates in U.S. offices: Implications for health, work performance, energy and associated economics*, s.l.: Building and Environment, Volume 47, Pages 368-372.
- Flores-Colen, I. & de Brito, J., 2010. *A systematic approach for maintenance budgeting of building facades based on predictive and preventive strategies*, Lisboa, Portugal: Construction and Building Materials, Volume 24, Issue 9, Pages 1718-1729.
- Folkehelseinstituttet, 2015. *Anbefalte faglige normer for inneklima. Revisjon av kunnskapsgrunnlag og normer - 2015*, Oslo: Nasjonalt folkehelseinstitutt.
- Grøn, Ø., 2020. *ultrafiolett stråling*. [Internett]
Available at: https://snl.no/ultrafiolett_stråling
- Gustavsen, K., 2018. *Inneklima på Jordal skole*, s.l.: Norges Astma- og Allergiforbund.
- Ha, I., Kim, H., Park, S. & Kim, H., 2018. *Image retrieval using BIM and features from pretrained VGG network for indoor localization*, s.l.: Building and Environment, Volume 140, Pages 23-31.
- Haugan, I., 2013. *Mørketidsmedisin*. [Internett]
Available at: <https://forskning.no/forebyggende-helse-ntnu-partner/morketidsmedisin/659172>
- Haugen, I. T., 2020. *Facility Management (FM)*. [Internett]
Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/facility-management-fm>
- Haverinen-Shaughnessy, U. et al., 2015. *An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance*, s.l.: Building and Environment, Volume 93, Pages 35-40.
- Hørselhemmedes Landsforbund, 2014. *Høytaleranlegg i klasserom: Lydutjevningssanlegg*. [Internett]
Available at: <https://www.hlf.no/hvagjorhlf/prosjekter/hoyttaleranlegg-i-klasserom-lydutjevningssanlegg/>
- Helsedirektoratet, 2016. *Anbefalinger for praktisk inneklimaarbeid i barnehager og skoler. IS-2480*, Oslo: Helsedirektoratet.
- Hofstad, K., 2018. *lux*. [Internett]
Available at: <https://snl.no/lux>
- Hofstad, K., 2018. *tesla*. [Internett]
Available at: <https://snl.no/tesla>
- Hofstad, K., 2019. *becquerel*. [Internett]
Available at: <https://snl.no/becquerel>
- Hofstad, K., 2019. *lumen - enhet for lysstrøm*. [Internett]
Available at: <https://snl.no/lumen - enhet for lysstrøm>
- Hofstad, K., 2019. *Tribologi*. [Internett]
Available at: <https://snl.no/tribologi>
- Husbanken, 2020. *Rentekompensasjon for skule- og symjeanlegg*. [Internett]
Available at: <https://www.husbanken.no/kommune/lan-og-tilskudd/rentekompensasjon/rentekompensasjon-for-skoler/>
- Hyvönen, S., Lohi, J. & Tuuminen, T., 2020. *Moist and Mold Exposure is Associated With High Prevalence of Neurological Symptoms and MCS in a Finnish Hospital Workers Cohort*, Finland: Safety and Health at Work. Volume 11. Pages 173-177.
- Jacobsen, D. I., 2015. *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 3. utgave red. s.l.: Cappelen Damm Akademisk.

- Karjalainen, S., 2007. *Gender differences in thermal comfort and use of thermostats in everyday thermal environments*, Finland: Building and Environment 42, 1594–1603.
- Lavenergiprogrammet, Tekna, 2017. *Termografering*. [Internett]
Available at: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/termografering/>
- Linge, N. G., 2020. *Hva er egentlig... BIM*. [Internett]
Available at: <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-bim/>
- Lovdata, 2016. *Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler m.v. (FOR-1995-12-01-928)*. [Internett]
Available at: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1995-12-01-928>
- Lovdata, 2016. *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (opplæringslova)*. [Internett]
Available at: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Lovdata, 2017. *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften) (FOR-1996-12-06-1127)*. [Internett]
Available at: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127>
- Lyskultur, 2013. *LED og nødvendig dokumentasjon. Faktaark FO2 Oktober 2013*, s.l.: Lyskultur.
- Madureira, S., Flores-Colen, I., de Brito, J. & Pereira, C., 2017. *Maintenance planning of facades in current buildings*, Lisboa, Portugal: Construction and Building Materials, Volume 147, Pages 790-802.
- Mathisen, H. M. et al., 1999. *Godt inneklime i skoler – tiltaksforskning. Evaluering av to inneklimateiltak i Trondheim*, Trondheim: SINTEF Energiforskning AS.
- Microsoft, 2020. *Microsoft Forms*. [Internett]
Available at: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes>
- Microsoft, 2021. *Microsoft Excel*. [Internett]
Available at: <https://www.microsoft.com/nb-no/microsoft-365/excel>
- Mobley, R. K., 2002. *An Introduction to Predictive Maintenance. A volume in Plant Engineering*. s.l.:Elsevier Science & Technology.
- Motawa, I. & Almarshad, A., 2013. *A knowledge-based BIM system for building maintenance*, Edinburgh, UK: Automation in Construction, Volume 29, Pages 173-182.
- Murphy, P. et al., 2021. *Estimating population lung cancer risk from radon using a resource efficient stratified population weighted sample survey protocol – Lessons and results from Ireland*, Irland: Journal of Environmental Radioactivity. Volume 233.
- Mysen, M. & Schild, P. G., 2013. *Behovsstyrt ventilasjon, DCV – krav og overlevering. Veileder for et energioptimalt og velfungerende anlegg (SINTEF Fag)*, Oslo: SINTEF akademisk forlag.
- NAAF, 2017. *Spørreundersøkelse*. [Internett]
Available at: <https://www.naaf.no/subsites/mitt-inneklime/sporreundersokelse/>
- NAAF, 2020. *For varmt*. [Internett]
Available at:
https://www.naaf.no/fokusomrader/inneklime/skolerBarnehager/prosjekter/Skoler_paa_vent/Verktoykasse/forVarmt/
- NAAF, 2020. *Ventilasjon og luft*. [Internett]
Available at:

- https://www.naaf.no/fokusomrader/inneklima/skolerBarnehager/prosjekter/Skoler_paa_vent/Verktoykasse/ventilasjon-og-luft/
- NHI, 2021. *Allergisk alveolitt*. [Internett]
Available at: <https://nhi.no/sykdommer/allergi/nedre-luftveisallergi/allergisk-alveolitt/>
- NOU, 2004. *Velholdte bygninger gir mer til alle. Om eiendomsforvaltningen i kommunesektoren. (2004:22)*, Oslo: Statens forvaltningstjeneste Informasjonsforvaltning.
- Novakovic, V. et al., 2007. *ENØK i bygninger - Effektiv energibruk*. Trondheim: Gyldendal undervisning.
- NTNU, 2021. *NTNU Open*. [Internett]
Available at: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/>
- Pukite, I. & Geipele, I., 2017. *Different Approaches to Building Management and Maintenance Meaning Explanation*, Riga, Latvia: Procedia Engineering, Volume 172, Pages 905-912.
- Renholdssoner, 2021. *Hva er renholdssoner?*. [Internett]
Available at: <https://n3.no/renholdssoner/>
- RIF, 2021. *State of the Nation. Norges tilstand 2021*, s.l.: RIF.
- Shen, J. & Tower, J., 2019. *Effects of light on aging and longevity*, s.l.: Ageing Research Reviews. Volume 53.
- SINTEF Byggforsk, 2000. *740.218 Renhold av inventar- og innredningsoverflater. Midler og metoder*, s.l.: SINTEF Byggforsk (Byggforskserien).
- SINTEF Byggforsk, 2006. *220.330 Astma, allergi og inneklima*, s.l.: SINTEF Byggforsk (Byggforskserien).
- SINTEF Byggforsk, 2010. *700.110 Byggskader. Oversikt*, s.l.: SINTEF Byggforsk (Byggforskserien).
- SSB, 2021. *KOSTRA Nøkkeltall*. [Internett]
Available at: <https://www.ssb.no/kommunefakta/kostra/oslo/grunnskolen>
- Standard Norge, 2006. *NS-EN ISO 7730 Ergonomi i termisk miljø Analytisk bestemmelse og tolkning av termisk velbefinnende ved kalkulering av PMV- og PPD-indeks og lokal termisk komfort (ISO 7730:2005)*. [Internett]
Available at:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=158329>
- Standard Norge, 2018. *NS 11001-1:2018 Universell utforming av byggverk Del 1: Arbeids- og publikumsbygninger*. [Internett]
Available at:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=977520>
- Standard Norge, 2019. *NS 8175:2019 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper*, Oslo: Standard Norge.
- Stortinget, 2017. *Stortinget - Møte mandag den 22. mai 2017*. [Internett]
Available at: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Referater/Stortinget/2016-2017/refs-201617-05-22?m=3>
- Termografi Teknikk, 2020. *Termografering*. [Internett]
Available at: <https://termografiteknikk.no/termografering/>

- Trinite, B. & Astolfi, A., 2021. *The impact of sound field amplification systems on speech perception of pupils with and without language disorders in natural conditions*, s.l.: Applied Acoustics. Volume 175.
- UiO, 2012. *Kvalitative og kvantitative metoder (FINF4001. H12)*. [Internett]
Available at: <https://www.uio.no/studier/emner/jus/afin/FINF4001/h12/metode---innforing3.ppt>
- Ventilasjon Øst, 2018. *Hvor ofte og når bør jeg skifte filter?*. [Internett]
Available at: <https://ventilasjonost.no/blogg/inneklima/inneluft-og-ventilasjon/hvor-ofte-og-nar-bor-jeg-skifte-filter/>
- Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A. & Contreras-Espinoza, S., 2019. *The relationship between classroom temperature and children's performance in school*, s.l.: Building and Environment, Volume 157, Pages 197-204.
- Wolkoff, P., 2018. *Indoor air humidity, air quality, and health – An overview*, Danmark: International Journal of Hygiene and Environmental Health. Volume 221. Pages 376-390.
- Xiao, H., Cai, H. & Li, X., 2021. *Non-visual effects of indoor light environment on humans: A review*, Kina: Physiology & Behavior. Volume 228.
- Xie, D. et al., 2021. *A study on the three-dimensional unsteady state of indoor radon diffusion under different ventilation conditions*, Kine: Sustainable Cities and Society. Volume 66.
- YR, 2021. *Historikk*. [Internett]
Available at: <https://www.yr.no/nb/historikk/tabell/1-72837/Norge/Oslo/Oslo/Oslo?q=2021-03>
- Zadeh, A. P. et al., 2017. *Information Quality Assessment for Facility Management*, s.l.: Advanced Engineering Informatics, Volume 33, Pages 181-205.
- Zhu, Q., Peng, H., Timmermans, B. & van Houtum, G., 2017. *A condition-based maintenance model for a single component in a system with scheduled and unscheduled downs*, s.l.: International Journal of Production Economics, Volume 193, Pages 365-380.



Vedlegg 1 Avkryssingsskjema for befaring

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing for _____ skole

Deltakers stilling/rolle _____ Dato _____

	2	1	0	-1	-2		Notat/kommentar
Romslig						Trangt	
Lyst						Mørkt	
Velholdt						Slitt	
Ryddig						Rotete	
Vennlig						Lite tiltalende	
Lav "hyllefaktor" <small>Få horisontale flater som samler støv</small>						Høy "hyllefaktor" <small>Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)</small>	
Rent og pent						Skittent	
Frisk luft						Tung luft	
Ikke fuktproblem						Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)	
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig						Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	
Innesko benyttes						Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen						Klær henges ikke på gangen	
Ordnete garderober						Mangelfulle garderober	
Ryddig gulv						Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	
Behagelig temperatur vår og høst						For varmt vår og høst	
Behagelig temperatur vinter						For kaldt vinter	
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde						vanskelig å regulere temperatur	

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet						Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle	
God solavskjerming						Utilfredsstillende solavskjerming	
Frie varmekilder <small>Ikke møblering inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet</small>						Møblering inntil varmekilder	
Låsbare varmekilder <small>Tuklesikker/ Et lokk over termostat</small>						Varmekilder er ikke låsbare <small>Termostaten kan tukles med</small>	
Behagelig dagslys						Ubehagelig dagslys /blending	
Behagelig kunstig lys (belysning)						Grelt kunstig lys	
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord						Manglende tavlebelysning og rutiner	
Behagelig akustikk						Forstyrrende akustikk	
Stillestående tekniske installasjoner						Støyende tekniske installasjoner	
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)						Skittent og uryddig teknisk rom	
Utvendige avskrapningsrister						Manglende utvendige avskrapningsrister	
Fuktabsorberende matter inne						Manglende fuktabsorberende matter inne	
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)						Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg	
Tilluft og avkastrist for ventilasjonsaggregat er godt adskilt						Tilluft og avkastrist for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre	

Vedlegg 2 Utfylt avkryssnings skjema Skole A



FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle: Student, i følge med vaktmester og inspektør.

Dato: 01.12.20

	2	1	0	-1	-2		Notat/kommentar
Romslig			x			Trangt	Ca. 60 kvm og det er 26-27 pulter i rommet. Stort musikkrom.
Lyst		x				Mørkt	
Velholdt		x				Slitt	Ikke synlig slitasje. Gamle gardiner. Panel på vegg.
Ryddig				x		Rotete	Flere hyller som er rotete inni og oppå.
Vennlig		x				Lite tiltalende	
Lav "hyllefaktor" Få horisontale flater som samler støv				x		Høy "hyllefaktor" Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)	Flere hyller med mye bøker og andre ting oppå.
Rent og pent			x			Skittent	
Frisk luft			x			Tung luft	Lukter litt gummi når man entrer rommet.
Ikke fuktproblem		x				Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)	
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			x			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	Ordenselever. Følges opp i ulik grad.
Innesko benyttes	x					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	x					Klær henges ikke på gangen	
Ordnete garderobes	x					Mangelfulle garderobes	
Ryddig gulv			x			Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	Noen ledninger på gulv i klasserom. Klær og sko på gulv i garderobes.
Behagelig temperatur vår og høst		x				For varmt vår og høst	
Behagelig temperatur vinter		x				For kaldt vinter	Slet med temperaturen i tekstilrommet. Fikk ikke opp temperaturen.
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde			x			Vanskelig å regulere temperatur	Sentralstyrt.

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet					x	Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle	
God solavskjerming			x			Utilfredsstillende solavskjerming	Kun én side av bygget som er plaget av sol. Montert blendingsgardiner.
Frie varmekilder Ikke møblering inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet				x		Møblering inntil varmekilder	Pulter står helt inntil radiatorer.
Låsbare varmekilder Tuklesikker/ Et lokk over termostat	x					Varmekilder er ikke låsbare Termostaten kan tukles med	Egen nøkkel.
Behagelig dagslys		x				Ubehagelig dagslys /blending	
Behagelig kunstig lys (belysning)		x				Grelt kunstig lys	9 doble armaturer.
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					x	Manglende tavlebelysning og rutiner	Ingen belysning på krittavle, men white board.
Behagelig akustikk	x					Forstyrrende akustikk	
Stillegående tekniske installasjoner			x			Støyende tekniske installasjoner	Lett during.
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)		x				Skittent og uryddig teknisk rom	
Utvendige avskrapningsrister				x		Manglende utvendige avskrapningsrister	Kun hovedinngang.
Fuktabsorberende matter inne					x	Manglende fuktabsorberende matter inne	
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)	x					Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg	Utbedret 1,5 år siden.
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt		x				Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre	Var usikkerhet hvor disse var.

Vedlegg 3 Utfylt avkrysnings skjema av inspektør ved Skole A

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.



Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle Inspektør Dato 01.12.20

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Romslig			X			Trangt	Noen rom er trange.
Lyst	X					Mørkt	
Velholdt		X				Slitt	
Ryddig			X			Rotete	
Vennlig		X				Lite tiltalende	
Lav "hyllefaktor" <small>Få horisontale flater som samler støv</small>		X				Høy "hyllefaktor" <small>Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)</small>	
Rent og pent		X				Skittent	
Frisk luft	X					Tung luft	
Ikke fuktproblem	X					Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)	
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			X			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	Personavhengig
Innesko benyttes	X					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	X					Klær henges ikke på gangen	
Ordnete garderober	X					Mangelfulle garderober	
Ryddig gulv	X					Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	
Behagelig temperatur vår og høst	X					For varmt vår og høst	
Behagelig temperatur vinter	X					For kaldt vinter	
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde				X		Vanskelig å regulere temperatur	Reguleres settråft.

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

	2	1	0	-1	-2		Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet					X		Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle
God solavskjerming			X				Utilfredsstillende solavskjerming
Frie varmekilder <small>Ikke møblering inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet</small>				X			Møblering inntil varmekilder
Låsbare varmekilder <small>Tuklesikker/ Et lokk over termostat</small>	X						Varmekilder er ikke låsbare <small>Termostaten kan tukles med</small>
Behagelig dagslys		X					Ubehagelig dagslys /blending
Behagelig kunstig lys (belysning)	X						Grelt kunstig lys
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					X		Manglende tavlebelysning og rutiner
Behagelig akustikk	X						Forstyrrende akustikk
Stillegående tekniske installasjoner		X					Støyende tekniske installasjoner
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)	X						Skittent og uryddig teknisk rom
Utvendige avskrapningsrister	X						Manglende utvendige avskrapningsrister
Fuktabsorberende matter inne					X		Manglende fuktabsorberende matter inne
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)	X						Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt	X						Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre

Vedlegg 4 Utfylt avkrysnings skjema Skole B

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle: Student, sammen med rektor og verneombud

Dato: 14.01.2020

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Romslig		x				Trangt	58-61 m ² . 24 elever, kan ha 28. Luftig mellom pulter når stolen står på pulten, men kan bli trange passasjer når stolene er nede. Organisering av pulter i 4-grupper.
Lyst	x					Mørkt	Vinduer langs hele fasaden, 6 doble armaturer.
Velholdt		x				Slitt	Virker moderne, foruten om garderobene som virker eldre.
Ryddig		x				Rotete	Ryddig på pulter og inni de fleste hyller. Persiennene henger forholdsvis pent.
Vennlig	x					Lite tiltalende	Fargeelementer på gulv og vegger.
Lav "hyllefaktor" Få horisontale flater som samler støv			x			Høy "hyllefaktor" Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)	Flere hyller i rommet, i tillegg til lister og hengende lysarmaturer.
Rent og pent		x				Skittent	Noen tomme hyller som var skitne. Ellers overfladisk rent. Forbedring med nytt vaskepersonale.
Frisk luft		x				Tung luft	Ikke lukt, og grei luft etter én dags bruk.
Ikke fuktproblem		x				Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)	Har hatt noen lekkasjer fra taket (øverste etasjer), men ellers ingen fuktproblem.
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			x			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	Personavhengig. Enkelte klasserom var mer ryddige enn andre. Kost og brett i rommet, mopp i enkelte rom for de små. Ordenselevordning, men fulgt opp i ulik grad.
Innesko benyttes	x					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	x					Klær henges ikke på gangen	
Ordnete garderobes			x			Mangelfulle garderobes	Sambruk. Garderobene for de yngre klasserinnene er for små (har med seg mye klær og skift).
Ryddig gulv		x				Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	Ryddig gulv. Kun elementer på gulv rundt vask.
Behagelig temperatur vår og høst			x			For varmt vår og høst	Ikke kjøling. Veldig varmt på de varmeste dagene.
Behagelig temperatur vinter		x				For kaldt vinter	Jevn temperatur i hovedbygg. Kaldere ved vinduene. Temperaturfølere i klasserom som er koblet til aktuatorer.
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde				x		vanskelig å regulere temperatur	Alle radiatorer i klasserom er låst. Styres sentralt, må kontakte driftsavdelingen i kommunen. Radiatorer i grupperom og lærerrom er manuelt styrt. Fjernvarme.

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet					x	Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle	Ikke termometer.
God solavskjerming		x				Utilfredsstillende solavskjerming	Persienner som skjærer for lys, men ikke utvendig solskjerming. Varmest på personalrommet.
Frie varmekilder Ikke møblering inntil som hindrer varmestrøm ut i rommet		x				Møblering inntil varmekilder	Enkelte stoler står nære radiatorene.
Låsbare varmekilder Tuklesikker/ Et lokk over termostat		x				Varmekilder er ikke låsbare Termostaten kan tukles med	Tuklesikre radiatorene i klasserom, men ikke på grupperom.
Behagelig dagslys	x					Ubehagelig dagslys /blending	Store vindusflater i klasserom med persienner.
Behagelig kunstig lys (belysning)	x					Grelt kunstig lys	
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					x	Manglende tavlebelysning og rutiner	Whiteboard, dermed innebygd tavlebelysning. Ikke rutiner for å måle arbeidslys.
Behagelig akustikk		x				Forstyrrende akustikk	Ønske om mikrofonbruk i klasserom, etter god erfaring fra andre skoler. Unngår å måtte heve stemmen.
Stillegående tekniske installasjoner			x			Støyende tekniske installasjoner	Betydelig mer lyd fra ventilasjonskanaler på grupperom, hvor det stod på luft. Lite tilluft/avsug i klasserom. Befaring ca. 14.45, kan ha skrudd av anlegg – men SFO brukte noen av lokalene. Normale luftmengder. Bruker FDV-system som gir beskjed om gjøremål.
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)		x				Skittent og uryddig teknisk rom	Stort og luftig rom. 2 store ventilasjonsaggregat. Lagerplass for ting som var hentet inn fra taket, som eks. baller. Usikkerhet rundt type gjenvinner. Bytter filter ca. 1 gang i året. Får beskjed i system.
Utvendige avskrapningsrister		x				Manglende utvendige avskrapningsrister	Utvendige rister med børster. Dekket av snø på vinteren. Ikke egen vaktmester, så de blir ikke børstet av. Driftspersonalet styrer kun det tekniske.
Fuktabsorberende matter inne	x					Manglende fuktabsorberende matter inne	Matter innenfor inngangsdørene. Ikke i garderobene.
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)						Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg	Trolig innvendig taknedløp. Flatt tak. Noen lekkasjer fra taket, så kan hende at noe ikke stemmer med nedløp eller takpapp.
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt		x				Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre	Tilluftstrikk på vegg og avkast på tak.



Vedlegg 5 Utfylt avkrysnings skjema av rektor ved Skole B

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle _____ Dato _____

	2	1	0	-1	-2		Notat/kommentar
Romslig				X		Trangt	
Lyst	X					Mørkt	
Velholdt	X					Slitt	
Ryddig	X					Rotete	
Vennlig	X					Lite tiltalende	
Lav "hyllefaktor" <small>Få horisontale flater som samler støv</small>			X			Høy "hyllefaktor" <small>Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)</small>	
Rent og pent	X					Skittent	
Frisk luft		X				Tung luft	
Ikke fuktproblem	X					Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)	
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig			X			Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	
Innesko benyttes	X					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	X					Klær henges ikke på gangen	
Ordnete garderober				X		Mangelfulle garderober	
Ryddig gulv			X			Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	
Behagelig temperatur vår og høst			X			For varmt vår og høst	
Behagelig temperatur vinter			X			For kaldt vinter	
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde				X		Vanskelig å regulere temperatur	

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Hovedbygg

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet					X		Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle
God solavskjerming		X					Utilfredsstillende solavskjerming
Frie varmekilder <small>Ikke møblering inntil som hindrer varmestøm ut i rommet</small>		X					Møblering inntil varmekilder
Låsbare varmekilder <small>Tuklesikker/ Et lokk over termostat</small>							Varmekilder er ikke låsbare <small>Termostaten kan tukles med</small>
Behagelig dagslys	X						Ubehagelig dagslys /blending
Behagelig kunstig lys (belysning)		X					Grelt kunstig lys
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					X		Manglende tavlebelysning og rutiner
Behagelig akustikk	X						Forstyrrende akustikk
Stillegående tekniske installasjoner			X				Støyende tekniske installasjoner
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)							Skittent og uryddig teknisk rom
Utvendige avskrapningsrister							Manglende utvendige avskrapningsrister
Fuktabsorberende matter inne	X						Manglende fuktabsorberende matter inne
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)							Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg
Tilluft og avkastri for ventilasjonsaggregat er godt adskilt							Tilluft og avkastri for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre

Vedlegg 6 Utfylt avkrysnings skjema av verneombud ved Skole B

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

Evaluering med avkryssing

Deltakers stilling/rolle verneombud Dato 14.1.21

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Romslig	-		0	X		Trangt	
Lyst	X			0	-	Mørkt	
Velholdt			X 0		-	Slitt	
Ryddig		10	X			Rotete	
Vennlig			X 0			Lite tiltalende	
Lav "hyllefaktor" <small>Få horisontale flater som samler støv</small>			X 0			Høy "hyllefaktor" <small>Mange horisontale flater som samler støv (og som ofte benyttes til lagring)</small>	
Rent og pent		0	-	X		Skittent	
Frisk luft		X	0		-	Tung luft	
Ikke fuktproblem	X 0		-	-		Fukt (mugglukt eller synlig soppvekst)	
Kultur/ rutiner for å holde det ryddig		10X				Manglende kultur/ rutiner for ryddighet	
Innesko benyttes	- 0 X					Innesko benyttes ikke	
Klær henges på gangen	- 0 X					Klær henges ikke på gangen	
Ordnete garderober			0	X		Mangelfulle garderober	Luft inntak 7 kl. garderober?
Ryddig gulv		0	X			Ledninger løse på gulv og bruk av skjøtebrett	
Behagelig temperatur vår og høst		X	0	-		For varmt vår og høst	
Behagelig temperatur vinter		X	0			For kaldt vinter	
Lett å regulere temperatur – termostatstyrt varmekilde				X		Vanskelig å regulere temperatur	

FDV - Viktig for helse og læringsmiljø

Studie om hvordan systematisk forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) kan brukes til å bedre og opprettholde godt læringsmiljø og god helse i skoler.

😊	2	1	0	-1	-2	☹️	Notat/kommentar
Lett å se hva slags temperatur det er i rommet					X 0		Temperaturmåler er ikke visuelt tilgjengelig for alle
God solavskjerming		0 X		-	-		Utilfredsstillende solavskjerming
Frie varmekilder Ikke møblering inntil som hindrer varmestøm ut i rommet	X 0						Møblering inntil varmekilder
Låsbare varmekilder Tuklesikker/ Et lokk over termostat							Varmekilder er ikke låsbare Termostaten kan tukles med
Behagelig dagslys	X		0	-			Ubehagelig dagslys /blending
Behagelig kunstig lys (belysning)			X 0	-			Grelt kunstig lys
Tavlebelysning og rutiner for å måle lys på tavle og arbeidsbord					0 X		Manglende tavlebelysning og rutiner
Behagelig akustikk		X	0	-			Forstyrrende akustikk
Stillegående tekniske installasjoner				1 0			Støyende tekniske installasjoner <i>støy grupperom 7. kl.</i>
Rent og ryddig teknisk rom (vifterom)			X				Skittent og uryddig teknisk rom <i>trappa opp er skitten.</i>
Utvendige avskrapningsrister	X 0						Manglende utvendige avskrapningsrister <i>delvis fuklekket med snø</i>
Fuktabsorberende matter inne	X -						Manglende fuktabsorberende matter inne <i>Ikke i.</i>
Takvann styres bort fra yttervegg (taknedløp)					-		Manglende taknedløp/ takvann renner ned langs yttervegg <i>Taknedløp delvis lagt</i>
Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat er godt adskilt		X					Tilluft og avkastrikk for ventilasjonsaggregat plassert rett ved siden av hverandre

Vedlegg 7 Intervjuguide

Intervjuguide brukt til intervjuer er presentert under. Intervjuet vil spesifiseres for hver enkelt respondent og skole. Ved behov vil spørsmålene bli utdypet videre.

Innledende spørsmål

1. Hva er din rolle på skolen/i kommunen?

Inneklimaforhold

2. Hvordan oppfatter du inneklimaet på skolen?
3. Hvordan er temperaturen?
4. Hvordan er luftkvaliteten?
5. Hvordan er akustikken i klasserommene?
6. Opplever du klasserommene som rotete?
7. Opplever du skolen (klasserom/garderobe) som møkkete?
8. Hvordan opplever du belysningen i klasserommene?

Andres oppfatning av inneklima

9. Blir elevene forstyrret av inneklimaforholdene? (temperatur, luftkvalitet, lyd, belysning, symptomer, osv.)
10. Kommer det klager på skolens inneklima fra elever, foreldre eller lærere?

Organisering og rutiner

11. Hvordan er FDV organisert i kommunen?
12. Hvordan prioriterer skolen og kommunen FDV?
13. Hvordan er rollefordelingen?
14. Finnes det en oversikt over andelen midler som er øremerket FDV i skoler?
15. Blir det satt av nok midler til FDV i skoler?

16. Hvor ofte gjøres det vedlikeholdstiltak ved skolen?
17. Finnes det en vedlikeholdsplan?
18. Hvilke rydde- og vaskerutiner finnes?
19. Hvordan er miljørettet helsevern organisert i skolen/kommunen?

Teknisk installasjoner

20. Hvor mange ventilasjonsanlegg finnes ved skolen?
21. Hvilken type varmeveksler/gjenvinner og filter innehar aggregatene?
22. Er ventilasjons- og varmeanlegg optimalt for formålet?
23. Hvor ofte gjøres det vedlikehold på tekniske installasjoner?
24. Opplever du at det er unødvendig mye lyd fra ventilasjonsanlegget eller tilhørende kanaler?

Avsluttende spørsmål

25. Har skolen tilgang til utstyr for å måle og kontrollere inneklimaverdier?
26. Er det noen vedlikeholdstiltak du ønsker utført?

Vedlegg 8 Spørreundersøkelse for elever

Spørreundersøkelsen er utviklet i Microsoft Forms (Microsoft, 2020), og er basert på befaringer og et tidligere inneklimaprosjekt utført av SINTEF (Mathisen, et al., 1999).

Undersøkelse om inneklima i skoler

I denne undersøkelsen vil du få spørsmål om din skolehverdag. Det vil være spørsmål om hvordan du har det, og om hvordan du synes klasserommet ditt er. Til slutt vil det også komme noen spørsmål om hvordan du har det hjemme.

Svarene vil være anonyme, slik at ingen vet hvem du er. Svarene som blir gitt i undersøkelsen vil bli brukt til å vurdere inneklimate på skolen din.

Takk for at du deltar!

* Obligatorisk

1. Hvilken skole går du på?

2. Har du vært i klasserommet i hele dag? *

- Ja
- Nei
- Nesten i hele dag

3. Sitter du ved vinduet? *

- Ja
- Nei

4. Hvor sitter du i klasserommet? *

- Fremme
- I midten
- Bak

5. Trives du på skolen? *

- Ja
- Nei

6. Har du spist frokost i dag? *

- Ja
- Nei

7. Har du problemer med å se det som står på tavlen? *

- Ja
- Nei

8. Hvordan har du det i dag? *

Du kan velge flere alternativ

- Jeg er trøtt
- Jeg har vondt i hodet
- Jeg er tung i hodet
- Jeg er svimmel
- Jeg er ør i hodet
- Jeg har problemer med å konsentrere meg
- Det klør i øynene
- Det svir i øynene
- Jeg er hes eller det klør i halsen
- Jeg har rennende eller tett nese
- Jeg hoster
- Jeg er forkjølet
- Jeg klør i ansiktet eller på hendene
- Jeg er kvalm eller uvel
- Jeg har ingen plager

9. Hvordan er det i klasserommet? *

Du kan velge flere alternativer

- Det er for varmt
- Varmeovnen er for varm
- Sola varmer for mye

- Det er for kaldt
- Det er ubehagelig trekk på føttene eller i nakken
- Temperaturen skifter mye i rommet og det er ubehagelig
- Det er tung eller dårlig luft
- Lufta er for tørr
- Det er ubehagelig lukt
- Det er vanskelig å høre hva som blir sagt
- Det er forstyrrende støy eller uro fra elevene
- Det er forstyrrende støy eller uro fra elever eller lærere i andre rom
- Det er forstyrrende bråk utendørs
- Det er forstyrrende susing eller during
- Det er godt lys på pulten min
- Det er godt lys på tavla
- Det er gjenskinn fra tavla
- Det er plagsomt lys fra sola
- Det er rotete
- Det er ryddig
- Det er skittent
- Det er rent
- Det er god plass
- Det er trangt

10. Hvordan er det i garderoben? *

Du kan velge flere alternativer

- Det er ryddig
- Det er rotete
- Det er god plass
- Det er liten plass
- Det er vått på gulvet

11. Har du teppe som dekker hele gulvet på soverommet ditt? *

- Ja
- Nei

12. Er soverommet ditt godt luftet? *

- Ja
- Nei

13. Bor du sammen med noen som røyker? *

- Ja
- Nei

14. Har dere dyr hjemme? *

- Ja
- Nei

Vedlegg 9 Verktøy – Utdrag fra tabell med innklimatiltak

Et utdrag fra tabellen med innklimatiltak i verktøyet er vist under, med de fem første tiltakene. Kildene i tabellen referer til en kildeliste i verktøyet, vedlagt i Vedlegg 10.

A	B	C	D	E	F	G
Rom	Fagelement	Problem	Utdypning av problem	Tiltak	Bruk/hvorpå	Værtiltak (V/N)
1. Klasserom/specialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Solinstråling	Innvendig solavskjerming: Ved bruk av innvendig solavskjerming, som gardiner, persiener e.l., bør disse være i en lys farge. Lys farger reflekterer mye av varmen, mens mørke farger absorberer den. Solreflekterende film finnes også til innvendig bruk. Utvendig solavskjerming: Dersom høye temperaturer forårsaker av solinstråling er et stort problem bør utvendig solavskjerming vurderes. Dette er det beste alternativet for å kontrollere mengde solvarme som slipper inn i rommet. Det finnes flere former for avskjerming, som eksempelvis utvendige persiener, utvendige screens eller solreflekterende film. Persiener reflekterer varmen vekk fra fasaden effektivt, samtidig som man kan justere mengde dagslys med vindeløp på lamellene. Ved bruk av duk vil man, avhengig av perforeringsgrad, kunne slippe gjennom noe dagslys og gi utsyn. Solreflekterende film er effektivt og billigere alternativ, som slipper inn dagslys og krever mindre vedlikehold. Kilde: 5	Solavskjerming må tas i bruk før rommet er blitt for varmt. Dersom varm inngang er et problem, kan det også være lurt å avskjerm etter siste undervisningsstund dagen i foreveln. Selve bruken av utvendig solavskjerming må vurderes ut fra vær og behov. Dersom det er mye vind og vær bør ikke persiener/duk være i bruk da risiko for at den kan bli døddelt er større. Regelmessig renhold og vedlikehold er viktig for solavskjermingens funksjon, utseende og levetid. Firmaer som leverer skjermingen kan tilby egne serviceavtaler ved behov. 2 ganger årlig, høst og våt.	
1. Klasserom/specialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Plasering nærme varmekilde	Dersom elever synes det er for varmt når de sitter inni en varmekilde bør klasserommet ombløtters. Ingen elever bør sitte nærmere en varmekilde enn 50 cm ifølge Norges Astma- og Allergiforbund. Temperaturen på varmekilden kan også reguleres, med mindre klasserommet ellers er kjølig. Firegrupper kan være et alternativ til å sitte på rekke, men dette er opp til lærings situasjonen. Ifølge FHI bør pulten stå minst 80 cm fra yttervegg for å skjerm eleven fra trekk, kulde og varmestråling. Kilde: 1 og 2	Ingen elever skal sitte nærmere enn 50 cm fra en varmekilde, men dette må tilpasses klasserommet størrelse, utforming og lærings situasjon.	
1. Klasserom/specialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	For høy temperatur på varmeanlegg	Undersøk om sekuntemperaturen for romoppvarming er riktig og om den ev. kan senkes. Dersom anlegget styres sentralt, noe som ventilasjonsanlegget og de fleste varmekildene gjør, må driftsteknikere kontaktes. Ved manuell regulering av varmekilde må brukerne av rommet informeres om optimal bruk. Dersom det er elever som sitter nærmere varmekilder som synes det er for varmt bør rommet ombløtters.	Dersom varmekildene styres sentralt bør de være kalenderregulert, slik at temperaturen er riktig til riktig tidspunkt.	
1. Klasserom/specialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Regulerbar termostat på varmekilde er tilgjengelig for alle	For å unngå at en varmekilde, som radiator, panelovner eller varmekabler, er tilgjengelig for alle å regulere, bør varmekilden dekkes med bur eller få fjernet mulighet til å regulere termostaten manuelt uten eget verktøy.	Regelmessig renhold av bur er viktig slik at det ikke samles støv. Vask/løk over minst én gang i uken.	
1. Klasserom/specialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Elever har utsklar på inne	Det er viktig med god informasjon om oppfatelse av temperatur, da det er store individuelle forskjeller for persepsjon av varme. Det er flere faktorer som her spiller inn, blant annet bekledding, aktivitetsnivå og kjønns ifølge studier. - Tipsass bekledding etter aktivitet - Ikke sitt med utsklar på inne da dette forstyrr kroppens varmeregulering - Dersom flere synes det er for varmt, meld fra til driftsteknikere slik at de kan undersøke temperaturen og ev. regulere sentralt	Informasjon etter behov. Regelmessig i høst-, vinter- og våresesongen.	

A	B	C	D	H	I	J
Rom	Fagelement	Problem	Utdypning av problem	Inneklimaeffekt	Helseeffekt	Overordnet vedlikehold
1	Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	Solinnstråling	Høye temperaturer gjør elevene mer følsomme for forurenninger i lufta, som svevestøv og avgasser. I tillegg vil lufta oppleves tryggr og tørre ved høye temperaturer.	Høye temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsvansker, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høye temperaturer kan også tørke ut tårevæsken i øynene, slik at øynene kan bli irriterte og betente.	Ødelagte gardiner, gardiniskjerner eller persienner må repareres, slik at de kan opprettholde sin funksjon. At gardiner/persienner henger ryddig er viktig for romfølelsen og opplevelsen av rommets ryddighet. Renhold er spesielt viktig for horisontale persienner hvor støv kan legge seg.
2	Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	Plassering nærme varmekilde	Regulerbart solinnslipp bidrar til å kontrollere lufttemperaturen i rommet, i tillegg til at solskjerming kan redusere kjølebehovet på våt/sommer/høst.	Kilde: 4	Dersom utvendig solskjerming ikke fungerer som den skal, er det viktig med nødvendig service slik at solskjermingens funksjon blir opprettholdt. Urtvendig solskjerming er kostbart, og kan bli utsatt for hærverk. Det er derfor viktig å informere ansatte og brukere om hvordan den fungerer.
3	Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Høye temperaturer gjør elevene mer følsomme for forurenninger i lufta, som svevestøv og avgasser. I tillegg vil lufta oppleves tryggr og tørre ved høye temperaturer.	Norges Astma- og Allergiforbund anbefaler en avstand på minst 50 cm fra varmekilder, for å unngå revmastisme.	Regelmessig renhold og vedlikehold er viktig for solskjermingens funksjon, utseende og levetid. Firmaer som leverer skjermingen kan tilby serviceavtaler.
4	Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	Regulerbar termostat på varmekilde er tilgjengelig for alle	Høye temperaturer gjør elevene mer følsomme for forurenninger i lufta, som svevestøv og avgasser. I tillegg vil lufta oppleves tryggr og tørre ved høye temperaturer. Ved optimal temperatur vil man oppnå bedre inneklima og reduserte energikostnader.	Høye temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsvansker, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høye temperaturer kan også tørke ut tårevæsken i øynene, slik at øynene kan bli irriterte og betente.	Temperaturen på de fleste varmekildene blir styrt og overvåket sentralt. Dersom temperaturen til stadighet er for varm, bør alarmenseres endres slik at driftsteknikere får beskjed fra SD-anlegget. Sørg for at kalendere er oppdaterte.
5	Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	For varmt	Kilde: 4	Høye temperaturer kan forårsake ubehag og helseplager som konsentrasjonsvansker, redusert ytelse, tretthet, tørre luftveier, tørr hud og tørre slimhinner. Høye temperaturer kan også tørke ut tårevæsken i øynene, slik at øynene kan bli irriterte og betente.	Som med varmekilder, må også buret rundt varmekilden tørkes støv av og renholdes. Dette er for at støv ikke skal kunne forurense luften og for å unngå lukt og brannfare dersom støv skulle varmes opp.
6	Klasserom/spesialrom	1. Temperaturforhold	Elevet har uteklær på inne	Ytreklær kan fangi partikler til lufta. Ved å oppholde ytreklær i klasserommet, vil partiklene fngis i klasserommet og forringe luftkvaliteten. Partikler fra ytreklærne kan legge seg som støv på horisontale flater i klasserommet.	Kilde: 4	Dersom flere elever beholder ytreklærne på inne fordi det er kaldt, må det undersøkes hvorfor.
						- Hvis det trekkes gjennom vinduer eller dører, må det undersøkes og vurderes om tenningslister må skiftes ut. - Hvis varmeovner ikke leverer varme må det undersøkes hvorfor, og ev. regulere temperaturen. Sjekk at kalender er riktig innstilt. - Undersøk settpunkttemperatur på ventilasjonsanlegget og luftmengder. Luftmengder på mer enn 0,15 m ³ /s vil oppleves som trekk.

Vedlegg 10 Verktøy – Kildeliste

En enkel kildeliste er vedlagt verktøyet, med hyperkoblinger.

	A	B	C	D
1	Nr	Kilde	Tema	Nettadresse/tittel
2	1	Norges Astma- og Allergiforbund	Råd om inneløst i skoler og barnehager	https://www.naaf.no/fokusomrader/inneklma/skolerBarnehager/prosjekter/Skoler_paa_vent/Verktoykasse/
3	2	FHIs rapport om "Anbefalte faglige normer for inneklma"	Inneklma	https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2015/anbefalte-faglige-normer-for-inneklma-pdf.pdf
4	3	Arbeidstilsynets "Veiledning om Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen"	Inneklma	https://www.arbeidstilsynet.no/contentassets/3f86f6d2038348d18540404144f76a22/luftkvalitet-pa-arbeidsplassen.pdf
5	4	Helsedirektoratets "Anbefalinger for praktisk inneklmaarbeid i barnehager og skoler"	Inneklma i skoler og barnehager	https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/praktisk-inneklmaarbeid-i-barnehager-og-skoler/Anbefalinger%20for%20praktisk%20inneklmaarbeid%20i%20barnehager%20og%20skoler.pdf/_attachment/inline/c2db2a7a-9a65-441d-b22a-b3c824d30d66:5d0739bca771988c576d7f2412d31e7c47e137a7/Anbefalinger%20for%20praktisk%20inneklmaarbeid%20i%20barnehager%20og%20skoler.pdf
6	5	SINTEF Byggforsk	Solavskjerming	https://www.byggforsk.no/dokument/2930
7	5	SINTEF Byggforsk	Krypkjeller	https://www.byggforsk.no/dokument/1546
8	5	SINTEF Byggforsk	Lydisolering	https://www.byggforsk.no/dokument/3242/lydisolering_i_skoler_og_barnehager
9	5	SINTEF Byggforsk	Renhold	https://www.byggforsk.no/dokument/2963
10	5	SINTEF Byggforsk	Renhold ventilasjon	https://www.byggforsk.no/dokument/3222
11	5	SINTEF Byggforsk	Fukt	https://www.byggforsk.no/dokument/629/byggskader_oversikt
12	6	Building and Environment 42, s. 1594–1603	Kjønnsforskjeller ved oppfattelse av temperatur	Gender differences in thermal comfort and use of thermostats in everyday thermal environments (Karjalainen, 2007)
13	7	Standard Norge	Inneklma	https://www.standard.no
14	8	Byggeteknisk forskrift (TEK17)	Inneklma	https://dibk.no/regelverk/byggeteknisk-forskrift-tek17/
15	9	Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler m.v.	Inneklma i skoler og barnehager	https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1995-12-01-928
16	10	Renholdssoner	Fuktabsorbende matter	https://n3.no/renholdssoner/

Verktøy for et bedre inneklima

FDV i skoler – viktig for helse og læringsmiljø

Inneklima påvirker helsen vår

Temperaturforhold	Luftkvalitet	Lys og stråling	Lyd og akustikk
<p>For varmt</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Konsentrasjonsvansker ○ Hodepine ○ Tretthet ○ Tørre øyne ○ Tørre slimhinner ○ Luftveisirritasjoner <p>For kaldt</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Uro ○ Muskelspenninger 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Konsentrasjonsvansker ○ Parfymeintoleranse <p>Lav luftfuktighet</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tørre øyne ○ Tørre slimhinner ○ Luftveisirritasjoner <p>Høy luftfuktighet</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Opplevelse av tung luft ○ Hodepine ○ Tretthet ○ Luftveissykdommer 	<p>Mangel på dagslys</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Søvnproblemer <p>Dårlig belysning</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Hodepine ○ Tretthet ○ Vonde og anstrengte øyne <p>UV-stråling</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Skade på hud og øyne 	<p>Høy lyd og lang etterklangstid</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Konsentrasjonsvansker ○ Vanskelighet for å oppfatte ord ○ Stress ○ Hodepine ○ Anstrengthet ○ Hørselskader ○ Høyt blodtrykk ○ Hjerte- og karsykdommer

Kilde: Helsedirektoratet, 2016.

Barn tilbringer store deler av dagen sin på skolen, hvor et godt inneklima er viktig! Med kunnskap om hvordan inneklima kan påvirke helse og læringsmiljø, kan du bidra til at barn får en bedre skolehverdag!



Enkle tiltak kan gjøre en stor forskjell

- Vær **oppmerksom** på inneklimaet rundt deg
- Vær bevisst på at dine **handling**er kan bedre barns helse og læringsmiljø
- Gjør enkle **vedlikeholdstiltak**
- Kontakt ledelse hvis du oppdager større avvik

Et **VERKTØY** har blitt laget for å kunne bistå med kunnskap og inneklimatiltak
Sjekk det ut via vedlagt link!

Introduksjon	Inneklimatiltak	FDV	1. Temperaturforhold	2. Luftkvalitet	3. Lys og stråling	4. Lyd og akustikk	5. Fukt	6. Renhold	Kilder
--------------	-----------------	-----	----------------------	-----------------	--------------------	--------------------	---------	------------	--------

Spørsmål?

Amalie Daltveit - Energi og miljø, NTNU
amalied@stud.ntnu.no

Technical specifications

CO ₂ measurement	
Measuring principle	Non-diffusive infrared (NDIR) technology
Type of sensor	Double-beam infrared cell sensor
Measurement range	0 to 5,000 ppm
Uncertainty	± 50 ppm ± 3 % of value measured
Response time, 63 %	< 200 seconds
Resolution	1 ppm
Temperature measurement	
Type of sensor	CMOS
Measurement range	-10 °C to +60 °C
Accuracy	± 0.5 °C
Resolution	0.1 °C
Humidity measurement	
Type of sensor	Capacitive
Measurement range	5 to 96 % RH
Accuracy	± 2 % RH
Resolution	0.1 % RH

Types of use	
Point measurement	Quick measurement and display of the CO ₂ , temperature and relative humidity values
Monitoring	<p>1D mode: indication of CO₂ confinement</p> <p>Visual (two-colour backlighting & pictograms) and/or audible indication of high confinement when the CO₂ concentration is between 1,000 ppm and a 1,700 ppm threshold.</p> <p>3D mode: indication of optimum comfort zone on the basis of the hygrothermal criteria and the CO₂ concentration.</p> <p>Energy-saving (ECO): for fixed use on battery power, the product performs measurements every 10 minutes over a programmable time range for a battery life of up to one year.</p>
Logger	<p>Triggering of programmed recording (P_REC)</p> <p>The start date, recording rate and end date can be customized with the PC software or the Android application. Possibility of locking the display in this mode (no values displayed).</p> <p>Manual triggering (M_REC)</p> <p>Manual start and stop controls on the product.</p> <p>Recording is performed at the rate of the mode currently selected.</p>

Specifications	
Recording interval	Customizable from 1 minute to 2 hours
Storage	More than 1 million measurements
Buzzer	Yes
Units	°C or °F
Backlighting	Yes
Display Hold function	Yes
Min-Max	
Automatic power-off	Yes (in portable mode only)
General specifications	
Product operating range	Temperature: -10 °C to +60 °C – Humidity: 5 to 95 %RH
Dimensions / weight	125 x 65.5 x 32 mm / 190 g with batteries
Protection	IP40
Compliance	IEC 61010-1 for 50 V in Category II – IEC 61326-1 – Compliance with French decree no. 2012-14
Power supply	- Alkaline batteries: 2 x 1.5 V AA / LR6 or rechargeable battery - Connection to mains possible with mains / micro USB adapter supplied as standard
Interfaces	2 communication modes possible: - Bluetooth wireless communication - USB link; the product is then recognized as a USB key for easy file transfer
Mounting	C.A 1510 casing equipped with a magnet, a wall-suspension system and a slot for hanging the product. A wall support for use with a padlock (padlock not supplied) is available as an accessory, as is a desktop stand (supplied as standard with the C.A 1510W).
Functions of the Data Logger Transfer software supplied as standard	Graphic representation or as table of values – Data export – Real-time mode Report generation

To order

Indoor air quality tester
Charcoal-grey C.A 1510 P01651010

Delivered in a small-format metal case with:

- 2 x LR6 batteries
- USB mains adapter
- USB-micro USB cable 1.80 m long
- Quick start-up guide
- Mini-CD containing the Data Logger Transfer software and the user's guides (one file per language)
- Verification attestation



Indoor air quality tester
White C.A 1510 P01651011

Delivered in a cardboard box with:

- 2 x LR6 batteries
- USB mains adapter
- USB-micro USB cable 1.80 m long
- Desktop stand
- Quick start-up guide
- Mini-CD containing the Data Logger Transfer software and the user's guides (one file per language)
- Verification attestation



ACCESSORIES AND REPLACEMENT PARTS

- In-situ calibration kit (fits into in the metal case) P01651022
- Hard case P01298071
- Desktop stand P01651021
- White Wall support P01651020
- Black Wall support P01651024
- USB mains adapter P01651023
- USB-Bluetooth adapter P01102112



FRANCE
Chauvin Arnoux
190, rue Championnet
75876 PARIS Cedex 18
Tel: +33 1 44 85 44 38
Fax: +33 1 46 27 95 59
export@chauvin-arnoux.fr
www.chauvin-arnoux.fr

UNITED KINGDOM
Chauvin Arnoux Ltd
Unit 1 Nelson Ct, Flagship Sq, Stav Cross Business Pk
Dreuxbury, West Yorkshire - WF12 7TH
Tel: +44 1924 460 494
Fax: +44 1924 455 328
info@chauvin-arnoux.co.uk
www.chauvin-arnoux.com

MIDDLE EAST
Chauvin Arnoux Middle East
P.O. BOX 60-154
1241 2020 JAL EL DIB - LEBANON
Tel: +961 1 890 425
Fax: +961 1 890 424
carrie@chauvin-arnoux.com
www.chauvin-arnoux.com



Risikovurderingsskjema

Vedlegg 13

RISIKOANALYSE (alternativ til bruk av RiskManager)

Enhet/institutt:	Institutt for energi- og prosesseteknikk	Dato opprettet:	11.02.2021
Ansvarlig linjeleder (navn):	Hans Martin Mathisen	Sist revidert:	20.05.2021
Ansvarlig for aktiviteten som risikovurderes (navn):	Hans Martin Mathisen		
Deltakere (navn):	Amalie Dahlvøit		

Aktivitet/ arbeidsoppgave	Mulig uønsket hendelse	Eksisterende risikoreducerende tiltak	Vurdering av sannsynlighet (S)		Vurdering av konsekvens (K)		Risikoverdi (S x K)	Forslag til forebyggende og/eller korrigerende tiltak <i>Prioriter tiltak som kan forhindre at hendelsen inntreffer (sannsynlighetsreducerende tiltak) foran skjøret beregning (konsekvensreducerende tiltak)</i>	Restrisiko etter tiltak (S x K)
			(1-5)	Menneske (1-5)	Menneske øky/materiel (1-5)	Ytre miljø (1-5)			
Oppgaveskriving	Ergonomiskader ved stillestående arbeid	Egnet stol	2	1			2	Ha god sittestilling, ta pauser, være i regelmessig	1
Oppgaveskriving	Stress	Ta pauser, sosialisere	1	1			1	Få frisk luft, sosialisere.	1
Oppgaveskriving	Psykisk påkjenning av større grad av isolasjon pga. Covid	Sosialisere	1	1			1	Sosialisere, ringe. Være utendørs	1
Reise med t-bane, tog og buss til skole	Terrorangrep som fører til personskade	Hold seg unna store folkemengder, være oppmerksom.	1	4			4		4
Reise med t-bane, tog og buss til skole	Terrorangrep som fører til skade på materiel	Hold seg unna store folkemengder, være oppmerksom.	1	1			1		1
Reise med t-bane, tog og buss til skole	Ulykke som fører til personskade	Være våken og oppmerksom. Bruke bilbelte i buss.	1	4			4	Her er sannsynligheten liten, men konsekvensen er stor om det skulle skje en alvorlig ulykke. Dermed få andre fremkomstmidler som er tryggere enn tog.	4
Reise med t-bane, tog og buss til skole	Ulykke som fører til skade på materiel	Være våken og oppmerksom. Bruke bilbelte i buss.	1	1			1		1
Reise med t-bane, tog og buss til skole	Ulykke som fører til skade på miljøet	Være våken og oppmerksom. Ikke forstyrre fører.	1	1			1		1
Reise med t-bane, tog og buss til skole	Smitte av Covid-19	Holdte avstand og bruke munnbind. Bruk antibac.	2	1			2	Være borti minst mulig.	2
Reise med bil til skole	Ulykke som fører til personskade	Være våken og oppmerksom. Bruke bilbelte.	1	4			4	Bruk god tid, og vær tålmodig.	4
Reise med bil til skole	Ulykke som fører til skade på materiel	Være våken og oppmerksom. Bruke bilbelte.	1	1			1	Bruk god tid, og vær tålmodig.	1
Besøk ved skole	Smitte av Covid-19	Holdte avstand og brukte munnbind. Bruk antibac.	1	1			1	Bruk god tid, og vær tålmodig.	1
Besøk ved skole	Smitte av Covid-19	Holdte avstand og brukte munnbind. Bruk antibac.	1				2		2

Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

1 – Svært liten	2 – Liten	3 – Middels	4 – Stor	5 – Svært stor
1 gang pr. 50 år eller sjeldnere Ergonomi/psykososialt: Ingen tilfeller	1 gang pr. 10 år eller sjeldnere Ergonomi/psykososialt: Ett enkelt tilfelle	1 gang pr. år eller sjeldnere Ergonomi/psykososialt: Enkelttilfeller	1 gang pr. måned eller sjeldnere Ergonomi/psykososialt: Periodevis	Daglig – hver uke Ergonomi/psykososialt: Kontinuerlig

Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

Gradering	Menneske	Ytre miljø	Økonomi/materiell	Omdømme
5 – Svært alvorlig	Død eller uførhet/ varig nedsatt funksjonsevne	Svært langvarig og ikke reversibel skade	Drifts- eller aktivitetsstans > 1 år	Troverdighet og respekt betydelig og varig svekket
4 – Alvorlig	Alvorlig skade/ belastning som krever medisinsk behandling. Mulig uførhet/ varig nedsatt funksjonsevne.	Langvarig skade Lang restitusjonstid	Driftsstans > ½ år Aktivitetsstans opp til 1 år	Troverdighet og respekt betydelig svekket
3 – Moderat	Alvorlig skade/ belastning som krever medisinsk behandling. Lang restitusjonstid.	Mindre skade og lang restitusjonstid	Drifts- eller aktivitetsstans < 1 måned	Troverdighet og respekt svekket
2 – Liten	Skade/ belastning som krever medisinsk behandling. Reversibel skade. Kort restitusjonstid.	Mindre skade og kort restitusjonstid	Drifts- eller aktivitetsstans < 1 uke	Negativ påvirkning på troverdighet og respekt
1 – Svært liten	Mindre skade/ belastning som krever enkel behandling. Reversibel skade/ belastning. Kort restitusjonstid.	Ubetydelig skade og kort restitusjonstid	Drifts- eller aktivitetsstans < 1 dag	Liten påvirkning på troverdighet og respekt

Risikoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens:

KONSEKVENSN	SANNSYNLIGHET				
	1 – Svært liten	2 – Liten	3 – Middels	4 – Stor	5 – Svært stor
5 – Svært alvorlig	5	10	15	20	25
4 – Alvorlig	4	8	12	16	20
3 – Moderat	3	6	9	12	15
2 – Liten	2	4	6	8	10
1 – Svært liten	1	2	3	4	5

Fargene angir grad av risiko:

Rød	Uakseptabel risiko. Tiltak skal gjennomføres.
Gul	Middels risiko. Tiltak skal vurderes.
Grønn	Akseptabel risiko. Tiltak kan vurderes

