



UiT Norges arktiske universitet

Institutt for bygg, energi og materialteknologi

Besparelse med bruk av SD-anlegg

Savings with the use of central operation control

Ingjerd Pettersen Normann

Masteroppgave i Integrert Bygningsteknologi BYG-3900 mai 2021

MASTEROPPGAVE

for

Ingjerd Pettersen Normann

(Studentnummer 540322)

Vår 2021

Besparelser med bruk av SD-anlegg

(Savings with the use of central operation control)

Bakgrunn

Enerconsult har over tid gjennomført befaringer på eksisterende bygg med intensjon om å avdekke forhold som kan bidra til lavere energi- og effektbruk. Vi har til gode å gjennomføre en befaring uten å avdekke feil, mangler eller forbedringspotensialer tilknyttet driften eller de tekniske systemene i byggene. Gjentakende feil er driftstid og settpunkts temperaturer. Mange bygg har på plass SD-anlegg som skal overvåke at slike feil blir avdekket. I alt for mange tilfeller, og av ulike årsaker, blir ikke SD-anlegget brukt slik det var tiltenkt.

I dag finnes det lite informasjon på hvilke funksjonaliteter og krav som burde stilles til leverandørene av SD-anlegg. De kravene som stilles ved anbud er ofte mangelfull eller gir leverandørene for stort tolkningsrom. Proprietære løsninger har i lang tid vært standarden i bransjen, men nå ser det ut til tur å endre seg til mer åpne løsninger.

Med denne bakgrunnen ønsker Enerconsult å belyse potensialet for besparelser ved aktiv bruk av SD-anlegg i bygg.

Oppgave

Enerconsult ønsker å få belyst hvilke besparelser som kan oppnås med bruk av SD-anlegg, enten med å ta i bruk eksisterende SD-anlegg eller ved å installere nytt SD-anlegg. Dette skal sees opp mot de løsningene og funksjonene som etablerte eiendomsaktører stiller til sine som krav til sine systemer. Utfra dette skal man kunne anbefale hvilke løsninger og funksjoner eiendomsaktører bør stille som krav til leverandører ved installering av nytt eller oppgradering av eksisterende SD-anlegg.

Begrensning av oppgaven:

Ingen spesielle.

Arbeidet skal omfatte (men ikke nødvendigvis avgrenses til):

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner.
2. Generelt om SD-anlegg. Historisk utvikling.

3. Definisjon av grensesnitt.
4. Analyse av hvilke krav (løsninger og funksjoner) stiller etablerte eiendomsaktører til SD-anlegg.
5. Beskrivelse av hvilke funksjoner som er mulig å få til med moderne SD-anlegg.
6. Analyse av utfordringer som gjør at eksisterende SD-anlegg ikke fungerer optimalt eller utnytter sitt fulle potensial.
7. Gi svar på anbefalt kompleksitetsnivå for et SD-anlegg i eksisterende.
8. Analysere utfordringer med å installere SD-anlegg i eksisterende bygg.
9. Vurdering av effekt- og energisparepotensial ved bruk av SD-anlegg i eksisterende og nye bygg.
10. Vurdering av økonomisk gevinst ved bruk av SD-anlegg i eksisterende og nye bygg.
11. Hva er oppgavens faglige og samfunnsmessige relevans? Har oppgaven relevans i forhold til FNs bærekraftsmål.
12. Det skal utarbeides en engelskspråklig vitenskapelig artikkel/paper basert på besvarelsen, maks 10 sider. (Artikkelen kan sees på som er kortversjon av hele besvarelsen.)

Samarbeidspartner

Oppgaven gjennomføres i samarbeid med Enerconsult AS

Generelt

Senest 14 dager etter at oppgaveteksten er utlevert skal resultatene fra det innledende arbeid være ferdigstilt og levert i form av en forstudierapport. Forstudierapporten skal godkjennes av veileder før kandidaten har anledning til å fortsette på resten av hovedoppgaven. Det innledende arbeid skal være en naturlig forberedelse og klargjøring av det videre arbeid i hovedoppgaven og skal inneholde:

- Generell analyse av oppgavens problemstillinger.
- Definisjon i forhold til begrensinger og omfang av oppgaven.
- Klargjøring/beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven med definisjoner av arbeidsoppgavenes innhold og omfang.
- En tidsplan for framdriften av prosjektet.

Sluttrapporten skal være vitenskapelig oppbygget med tanke på litteraturstudie, arbeidsmetodikk, kildehenvisninger etc. Alle beregninger og valgte løsninger må dokumenteres og argumenteres for. Besvarelsen redigeres som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, referanser, innholdsfortegnelse etc. Påstander skal begrunnes ved bevis, referanser eller logisk argumentasjonsrekker. I tillegg til norsk tittel skal det være en engelsk tittel på oppgaven. Oppgaveteksten skal være en del av besvarelsen (plasseres foran Forord).

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare/kildekoder eller fysisk utstyr, er å betrakte som en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UiT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i WISEflow.

Utleveringsdato:	11.01.2021
Innleveringsdato:	15.05.2021
Kontaktopplysninger samarbeidsbedrift:	Enerconsult AS Joakim Norum Telefon: 91 57 01 47 E-post: jn@enerconsult.no
Veileder UiT - IVT:	Førstemanuensis Raymond Riise Telefon: 76 96 62 97 E-post: raymond.riise@uit.no

UiT – Norges Arktiske Universitet
Institutt for bygg, energi og materialteknologi



Raymond Riise
Faglig ansvarlig/veileder

Forord

Denne masteroppgaven avslutter det 2-årige masterstudiet Integrert Bygningsteknologi ved Institutt for bygg, energi og materialteknologi ved Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi ved UiT – Norges arktiske universitet, campus Narvik. Oppgaven er utarbeidet gjennom vårsemesteret 2021 og vektet med 30 studiepoeng.

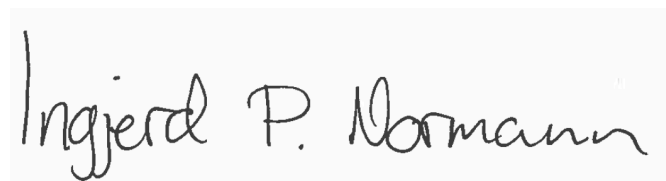
Oppgaven er gjennomført i samarbeid med Enerconsult AS og omhandler besparelser ved bruk av SD-anlegg i nye og eksisterende bygg. Arbeidet med oppgaven har gitt meg bedre innsikt i de tekniske aspektene ved bygg, hvordan automasjon kan brukes for å forenkle en optimal drift og hvilke utfordringer som ofte oppstår i forbindelse med installasjon og arbeid med SD-anlegg.

Jeg ønsker med dette å rette en stor takk til alle bidragsytere som har gjort det mulig for meg å skrive denne masteroppgaven. Blant dem vil jeg nevne driftsleder Bent Hugo Solberg i Statsbygg, for gjennomgang av SD-anlegget ved UiT campus Narvik. Bergen Kommune ved Øivind Hitsøy for tilgang til deres EOS og distribusjon av spørreundersøkelsen. Statsbygg ved Kathrine Julin Pettersen for distribusjon av spørreundersøkelse og sparring. Undervisningsbygg ved Rita Næssén for tilgang til deres EOS. Jeg vil også rette en stor takk til alle eiendomsaktørene som har vært behjelpelig med informasjon om deres bedrift.

Videre vil jeg takke veileder ved UiT – Norges arktiske Raymond Riise. Joakim Norum og Audun Finsveen i Enerconsult AS, som har satt av tid til diskusjoner og tilbakemeldinger, og vært behjelpelig gjennom hele prosjektperioden.

Til slutt vil jeg og takke familie og venner for støtte og oppmuntring gjennom studietiden, og ikke minst en tålmodig og forståelsesfull samboer som har hjulpet meg gjennom sivilingeniørstudiet.

Narvik, 13.mai 2021

A handwritten signature in black ink on a light grey background. The signature reads "Ingjerd P. Normann" in a cursive script.

Ingjerd Pettersen Normann

Sammendrag

Denne oppgaven er en studie av hvordan SD-anlegg kan gi besparelser i både eksisterende og nye bygg. Rapporten ser på besparelser i form av energi og andre potensielle besparelser, som hvor mye tid et SD-anlegg frigir i løpet av en arbeidsdag og organisering av ferieavvikling.

Innledningsvis er det gjort en gjennomgang av teori som er relevant for oppgaven, med fokus på SD-anleggets hierarki, vanlige protokoller for å få komponentene til å kommunisere og sensorteknologi.

Videre ses det på krav og løsninger stilt av profesjonelle, store eiendomsaktører, som Bergen kommune, Trondheim kommune, Entra ASA, Statsbygg og Undervisningsbygg Oslo KF. Gjennomgangen viser krav satt til skjerm, funksjoner, protokoller og laststyring.

For å se på eksisterende forhold ble det sendt ut en spørreundersøkelse til driftsoperatører i hos ulike eiendomsaktører. Denne utgjør kartleggingen av status på eksisterende SD-anlegg, i tillegg til at den danner noe av grunnlaget for det anbefalte kompleksitetsnivået gitt i kapittel 7. Resultatene viser at det er langt fra alle SD-anlegg som fungerer som de skal.

De undersøkte byggene viser at en ved å installere SD-anlegg i bygg hvor det ikke er har vært før, kan spare 10- 20 % av dagens energiforbruk. I bygg med SD-anlegg fra før, hvor dette er blitt oppgradert, er besparelsen i energi på mellom 5-15 %

SD-anlegg gir ikke bare besparelser i form av energi. Det gir og driftsoperatør bedre oversikt over bygget, og kan frigjøre tid i arbeidshverdagen som kan benyttes til annet arbeid knyttet til eiendommene. I tillegg vil et SD-anlegg gi mer forutsigbarhet og mindre sårbarhet ved sykdom eller andre uforutsette hendelser blant ansatte.

Abstract

This thesis is a study on how central operation controls/building automation systems can provide savings in both existing and new buildings. The report looks at savings in the form of energy and other potential savings, such as time freed up during a working day and the organising of annual leave.

Initially, a review of theory that is relevant to the thesis has been carried through, with focus on the central operation control's hierarchy, common protocols for getting the components to talk to each other and sensor technology.

Furthermore, requirements and solutions set by professional, large property managers, such as Bergen kommune, Trondheim kommune, Entra ASA, Statsbygg and Undervisningsbygg Oslo KF, are considered. The review shows requirements set for screen, functions, protocols and energy load control.

To look at existing conditions, a survey was sent out to operating technicians at various companies for property management. This constitutes the mapping of the status of existing central operation controls, in addition to forming some of the basis for the recommended level of complexity given in chapter 7. The results show that far from all building automation systems that function as they intend to.

The buildings examined show that by installing central operation controls in buildings where there was not one before, one can save 10- 20% of today's energy consumption. In buildings with an older central operation control, where this has been upgraded, the saving in energy is 5-15%

Building automation systems not only provide savings in the form of energy. It also gives the operating technicians a better overview of the building, and can free up time in everyday work that can be used for other tasks related to the properties. In addition, an building automation system will provide more predictability and less vulnerability in the event of illness or other unforeseen events among employees.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	I
Abstract	II
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål	3
1.3 Omfang og begrensninger	3
1.4 Masteroppgavens utforming	3
2 Metode	5
2.1 Dokumentgjennomgang	7
2.2 Spørreundersøkelse	8
2.3 Bruk av eksisterende data.....	8
3 Teoretisk grunnlag	9
3.1 Historie.....	9
3.2 Definisjoner.....	9
3.3 Oppbygning.....	11
3.4 Automatiseringssystemet	12
3.5 Dataprotokoller.....	13
3.6 Brukergrensesnitt	17
3.7 Sensorteknologi	17
3.8 Proptech.....	21
3.9 EOS.....	22
4 Krav og løsninger hos etablerte eiendomsaktører	24
4.1 Statsbygg.....	24
4.2 Bergen kommune.....	27
4.3 Trondheim kommune	28
4.4 Entra.....	28
4.5 Oslo kommune	29
5 Utfordringer i eksisterende SD-anlegg.....	32

6	Installasjon av SD-anlegg i eksisterende bygg.....	36
6.1	Gammelt og nytt feltutstyr	36
6.2	Nybygg	36
6.3	To SD-anlegg	37
6.4	Gammelt feltutstyr og nytt SD-anlegg	37
6.5	Nytt feltutstyr og gammelt SD-anlegg	37
6.6	Leverandører og entreprenører.....	37
7	Kompleksitetsnivå.....	40
8	Potensielle besparelser.....	44
8.1	Energibesparelser	44
8.2	Undersøkte bygg.....	45
8.3	Andre besparelser	60
9	Konklusjon	64
10	Forslag til videre arbeid	65
	Referanseliste	66
	Vedlegg.....	73

Tabelliste

Tabell 1.	Relevante situasjoner for forskningsstrategier (Yin, 2003)	5
Tabell 2.	Oversikt over når kvantitativ og kvalitativ data bør anvendes (Jacobsen, 2017)	6
Tabell 3.	Definisjoner (Standard Norge, 2020b)	9
Tabell 4.	Verdier som skal vises i Toppsystem (Statsbygg, 2020)	25
Tabell 5.	Oversikt over bygg med energibesparelser i 2020 som følge av installasjon av SD-anlegg i Undervisningsbygg (Undervisningsbygg Oslo KF, 2021)	44
Tabell 6.	Oppsummering av energibesparelser	59

Figurliste

Figur 1.	Spesifikk energibruk i eksisterende bygg fordelt på formål (Dokka et al., 2011).....	1
Figur 2.	Komponenter som kan kobles opp mot et SD-anlegg (Økobygg, 2002)	11
Figur 3.	Oppbygging av SD-anlegg med komponenter (Mysen og Schild, 2014).	12

Figur 4 - BACnet-objekt for analog input (ASHRAE, 2021)	15
Figur 5 - Informasjonsbehandling for sensor (Rossing, 2014).....	17
Figur 6. Ventilasjonssystem med trykkføler, romsensor og luftmåler (Thunshelle, 2016)	19
Figur 7 - Lufthastighetsgiver fra SIEMENS (SIEMENS, 2016)	21
Figur 8. Forventet og faktisk energiforbruk	22
Figur 9. Bruk av SD-anlegg ved feilsøking	33
Figur 10. SD-anlegget viser ikke feil avdekket i de tekniske anleggene	34
Figur 11 – Samarbeid mellom ventilasjon- og automatikkleverandører på prosjekt.....	38
Figur 12. Reduksjon i energibruk etter arbeid med SD-anlegg	45
Figur 13. Energibruk Sollerudstranda skole i perioden 2015 til 2019	46
Figur 14. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sollerudstranda skole	47
Figur 15. Energiforbruk Sørkedalen skole i perioden 2015 til 2019.....	48
Figur 16. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sørkedalen skole	48
Figur 17. Energiforbruk Lutvann skole i perioden 2015 – 2019	49
Figur 18. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Lutvann skole	49
Figur 19. Energiforbruk Nordtvet skole i perioden 2014-2019	50
Figur 20. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Nordtvet skole.....	51
Figur 21. Energiforbruk ved Tåsen skole i perioden 2016 til 2020.....	52
Figur 22. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Tåsen skole.....	53
Figur 23. Energiforbruk Sagene skole i perioden 2016-2020.....	54
Figur 24. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sagene skole.....	54
Figur 25. Energiforbruk Foss VGS i perioden 2016 til 2020.....	55
Figur 26. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Foss VGS.....	56
Figur 27. Energiforbruk ved Marikollen skole for perioden 2017 til 2021.....	57
Figur 28. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Marikollen skole	57
Figur 29. Energiforbruk Sandviken helse- og sossialsenter for perioden 2017 til 2021.	58
Figur 30. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sandviken helse- og sossialsenter.....	59
Figur 31. Har det blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert?	60
Figur 32 - Frigjort tid som følge av bruk av SD-anlegg	61

1 Innledning

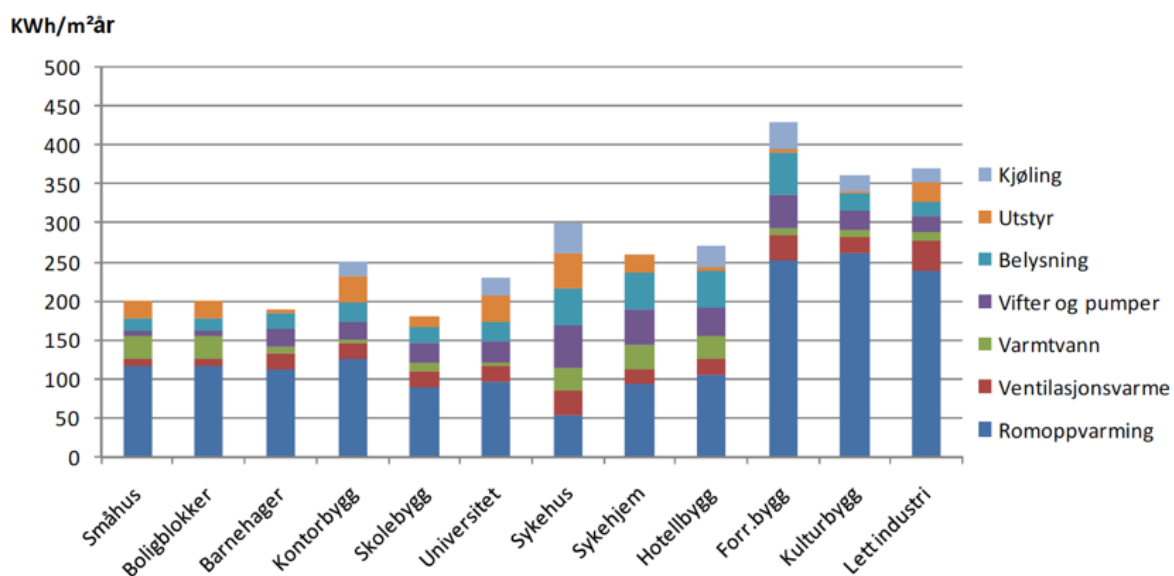
1.1 Bakgrunn

Parisavtalen er, per i dag, det mest aktuelle avtalen å se til med fokus på klima og bærekraft for Norge. 195 nasjoner har forpliktet seg til å delta, deriblant Norge. Avtalen har tre konkrete mål, jmf. Artikkel 2 nr. 1 (Parisavtalen, 2015):

1. «Holde økningen i den globale gjennomsnittstemperaturen godt under 2°C sammenliknet med førindustrielt nivå, og tilstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5 °C over førindustrielt nivå, i annerkjennelsen av at dette vil redusere risikoene og effektene forbundet med klimaendringer betydelig
2. Øke evnen til å tilpasse seg skadevirkningene av klimaendringene og fremme klimarobusthet og en lavutslippsutvikling, på en måte som ikke setter matproduksjonen i fare
3. Gjøre finansstrømmene forenlige med en bane mot lavutslippsutvikling og klimarobust utvikling»

Bygg- og anleggsnæringen er totalt sett en av de største kildene til klimagassutslipp, og omlag 40% av Norges sluttforbruk av energi er knyttet til bygninger (Dokka et al., 2009). I 2018 utgjorde energibruk i husholdninger og næring henholdsvis 48 TWh og 36 TWh (Norges vassdrag- og energidirektorat 2020). 70-80 % av bygningene som skal brukes i 2050 er bygget (Norsk Kommunalteknisk Forening, 2015), og tiltak knyttet til energieffektivisering vil således ha stor gevinst i denne bygningsmassen.

Spesifikk energibruk eksisterende bygg - formålsdelt



Figur 1. Spesifikk energibruk i eksisterende bygg fordelt på formål (Dokka et al., 2011).

Energibruk i bygninger avhenger veldig av hvilket formål de har. For næringsbygg som forretningsbygg og kulturbygg vil majoriteten av energien gå til romoppvarming, mens sykehus som har krav til luftbehandling og utstyr vil kreve en betydelig større andel energi til dette. Figur 1. viser spesifikk energibruk i eksisterende bygg etter NS3031.

Variasjoner i energibruk i bygg skyldes i all hovedsak varmetap som følge av transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon. I følge Norsk Standard kan tilført energi til bygninger fordele seg på følgende energiposter (Standard Norge, 2020a):

- Oppvarming
- Ventilasjon
- Varmtvann
- Vifter og pumper
- Belysning
- Diverse anlegg
- Kjøling
- Utendørs

Energibruken knyttet til disse postene kan primært deles i to, en del som er avhengig av utetemperatur og temperatuurvhengig forbruk (belysning, brukerutstyr, o.l.). Den temperaturavhengige delen vil være avhengig av bygningskroppens tetthet, konstruksjon, isolasjonskvalitet og varmegjennomgangskoeffisient. Denne delen gjør at de tekniske anleggene må bruke mer energi for å eksempelvis varme opp bygget, og vil dermed påvirke byggets energiforbruk i stor grad. Det er dermed ikke hensiktsmessig å sammenligne bygg direkte med hverandre, da det alltid vil være variasjoner mellom dem i bygningskroppen.

Det finnes i dag utallige former for sensorer, følere og målere som kan kobles opp mot SD-anlegget for å enkelt ha oversikt og få varslinger om avvikende oppførsel fra de ulike installasjonene, og sanntidsmåling og styring av energiforbruk.

Et annet aspekt ved å få ned og regulere energibruk i eksisterende bygningsmasse er belastningen på strømmettet. NVE publiserte i 2020 et faktaark hvor forbrukerfleksibilitet i det norske energinettet belyses. Det største fleksibilitetspotensiale i norske bygninger ligger i installasjoner for varme, kjøling og ventilasjon. Disse installasjonene kan kobles ut i kortere perioder uten at det går ut over komforten. Det estimeres at laster knyttet til varme kan utgjøre 25-30 % av den totale makslasten på det norske strømmettet (Horne et al., 2020). SINTEF har gjennom prosjektet FlexNett sett på muligheten for å koble ut fleksibelt forbruk i næringsbygg gjennom SD-anlegget. Prosjektet lot seg ikke gjennomføre på dette punktet, som følge av at det er valgt en rekke ulike tekniske løsninger for byggene, noen bygg har ikke SD-anlegg installert og en rekke organisatoriske forhold, som hvem som skal drifte løsningen (Istad et al., 2018).

1.2 Formål

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke hvor stor besparelse man kan forvente med bruk av SD-anlegg i form av energi, men og generelle besparelser som frigitt tid for driftsoperatører. Det gis og en anbefaling til kompleksitetsnivå og en gjennomgang av krav og løsninger satt fra større eiendomsforvaltere.

For Enerconsult AS er det viktig å få kartlagt SD-anleggets betydning i et energimessig perspektiv for å kunne gi sine kunder anbefalinger som energirådgivere. De har gjennom sitt arbeid som energirådgivere ikke sett bygg uten feil, mangler eller forbedringspotensialer tilknyttet driften eller de tekniske systemene i byggene. Gjentakende feil er driftstid og settpunkts temperaturer. Det kan tenkes at dette kunne ha blitt unngått med bruk av et SD-anlegg. Problemet slik de ser det er at i mange tilfeller hvor byggene har et SD-anlegg er installert, blir ikke dette anlegget brukt av driftspersonalet av ulike årsaker.

Det er derfor ønskelig å belyse potensialet for besparelser ved aktiv bruk av SD-anlegg.

1.3 Omfang og begrensninger

Dette prosjektet tar for seg en analyse av hvordan SD-anlegg, ved riktig bruk, kan gi besparelser, i et økonomisk og energimessig perspektiv. I søket etter bygg med installert SD-anlegg med energidata både før og etter, ble det avdekket at mange av anleggene er satt inn i 2019 eller 2020. Det har dermed vært krevende å finne bygg med like driftsforhold både før og etter installasjon, da koronaviruset har ført til nedstengte skoler og kontorbygg rundt omkring i landet. De byggene hvor målingene er omfattet av nedstenging vil dette være nevnt. Det er ikke gjort en analyse av hvordan nedstengingen har påvirket energiforbruket i de aktuelle byggene. For byggene med et fullstendig driftsår i etterkant av installasjonen er energidataen som er innsamlet etter mars 2020 forkastet. For bygg med mindre enn et driftsår etter installasjon, er det gjort et prognosert forbruk for manglende måneder. Det er og blitt ansett som mer korrekt å lage en prognose for hvordan energiforbruket i byggene etter mars 2020 ville sett ut enn å bruke målt forbruk, med mindre byggeier har opplyst om at bruksmønsteret er upåvirket av nedstenging.

1.4 Masteroppgavens utforming

Masteroppgaven er delt inn i følgende deler:

1. Innledning.
Beskrivelse av oppgavens bakgrunn, formål, omfang og dens begrensninger.
2. Metode
Metoder for innhenting av informasjon gjennomgås og vurderes med tanke på validitet, reliabilitet og eventuelle feilkilder.
3. Teori

Teori som omfatter problemstillingen og som er nødvendig for å løse oppgaven presenteres. Hovedtemaene er definisjoner, datateknisk og hierarkisk oppbygning av SD-anlegg, og energioppfølgingsystem.

4. Kravspesifikasjoner og leveransebeskrivelser
Gjennomgang av større eiendomsleverandørers kravspesifikasjoner og leveransebeskrivelser for SD-anlegg og bygningsautomasjonssystem.
5. utfordringer i eksisterende bygg
Analyse av utfordringer knyttet opp mot SD-anlegg og dets komponenter.
6. Installasjon av SD-anlegg
Analyse av utfordringer knyttet til installasjon av SD-anlegg i eksisterende og nybygg.
7. Anbefalt kompleksitetsnivå
Det gis et anbefalt kompleksitetsnivå på leveranser av SD-anlegg.
8. Besparelser ved bruk av SD-anlegg
Mulige besparelser, både økonomiske og driftsmessige, belyses.
9. Konklusjon
Rapporten avsluttes med en konklusjon basert på funnene.
10. Forslag til videre arbeid

2 Metode

Hensikten med dette kapittelet er å redegjøre for den metodiske tilnærmingen som oppgaven er basert på, og begrunne valgene som er tatt. Avslutningsvis vil disse valgenes pålitelighet drøftes.

Metode er en planmessig fremgangsmåte og følger en rekke regler og prinsipper (Tranøy, 2019). Metode er dermed et annet begrep for fremgangsmåter som kan benyttes om å innhente informasjon og tilegne seg kunnskap. Det handler om hvordan en beskriver og forsøker å blottlegge virkeligheten. I praksis innebærer dette at en konsentrerer seg om hvordan en samler inn empiri om virkeligheten på en så bra måte som mulig (Jacobsen, 2017). Hensikten med denne oppgaven er å kartlegge utfordringer på eksisterende SD-anlegg, hvilke utfordringer som oppstår i forbindelse med arbeid på det, samt å analysere gevinstene med bruken.

Valg av metode baserer seg på problemstillingen innledningsvis. Tabell 1 viser oversikt over metoder med utgangspunkt i problemstillingen, behov for påvirkning og hvorvidt hendelsene en undersøker er dagsaktuelle.

Tabell 1. Relevante situasjoner for forskningsstrategier (Yin, 2003)

Strategi	Spørsmål i forbindelse med problemstilling	Krever behov for påvirkning?	Fokus på dagsaktuelle hendelser?
Eksperiment	Hvordan, hvorfor?	Ja	Ja
Dokumentgjennomgang	Hvem, hva, hvor, hvor mange, hvor mye?	Nei	Ja/nei
Historisk	Hvordan, hvorfor?	Nei	Nei
Spørreundersøkelser	Hvem, hva, hvor, hvor mange, hvor mye?	Nei	Ja
Casestudie	Hvordan, hvorfor?	Nei	Ja

For oppgaven sin del er det ønskelig å kartlegge og vurdere følgende punkter:

- utfordringer i eksisterende SD-anlegg
- installasjon av SD-anlegg i eksisterende bygg
- gi et anbefalt kompleksitetsnivå
- energisparepotensiale

- økonomisk gevinst ved bruk av SD-anlegg i eksisterende bygg

Det er ikke noe behov for påvirkning på undersøkelsesobjektene, og undersøkelsene baserer seg ikke på historiske hendelser, men status quo. Studiet oppfyller dermed kriteriene satt for dokumentgjennomgang og spørreundersøkelser.

Metodene benyttet for informasjonsinnhenting er følgende:

- dokumentgjennomgang
- spørreundersøkelser
- bruk av eksisterende data

Etter at metodene for innhenting av informasjon ble valgt, ble det vurdert om spørreundersøkelsen skulle foretas på kvalitativ eller kvantitativ metode. Tabellen under viser oversikt over de to metodene.

Tabell 2. Oversikt over når kvantitativ og kvalitativ data bør anvendes (Jacobsen, 2017)

	Kvantitative data	Kvalitative data
Bør anvendes når vi har:	God kunnskap om fenomenet vi studerer	Lite kunnskap om fenomenet vi studerer
Bør anvendes når vi skal:	Prøve teorier og hypoteser	Utvikle nye teorier og hypoteser
Bør anvendes når vi vil:	Generalisere	Få mye informasjon om få enheter
Bør anvendes når vi vil:	Vite hvor ofte fenomenet opptrer	Vite hva et fenomen inneholder
Fordeler	Mange enheter	Dyptgående og detaljforståelse
	Mulighet til å generalisere funn	Helhetsforståelse av fenomen/situasjon/individ
	Relativt lav kostnad	Fleksibilitet i datainnsamlingen
Ulemper	Overfladisk informasjon	Uoversiktlig og for detaljert informasjon
	Lite fleksibilitet i datainnsamlingen	Høy kostnad, spesielt i analysefasen

	Analytisk distanse kan gi bristende forståelse	Nærhet til respondenten kan forstyrre evnen til analytisk distanse
--	---	--

Spørreundersøkelsen er utarbeidet med metodetriangulering (Grønmo, 2020). Dette betyr at både kvalitativ og kvantitativ metode er benyttet. Noen av spørsmålene er enkle å sortere med avkrysning og korte, presise svar, mens andre krever mer utfyllende svar fra respondentene og baserer seg på hvordan de har opplevd hendelser.

For innhenting av leveransebeskrivelser og kravspesifikasjoner, forespørsel om å delta i spørreundersøkelsen og søk etter bygg med oppgradering eller installasjon av SD-anlegg, ble det sendt ut e-post til følgende eiendomsaktører:

- Undervisningsbygg KF
- Statsbygg
- Bergen kommune
- Bardu kommune
- Narvikgården
- Trondheim kommune
- Entra ASA
- Tromsø kommune
- Forsvarsbygg
- Bodø kommune
- Stavanger kommune
- Alstahaug kommune
- SIVA
- EC Dahls Eiendom
- Newsec
- Steinkjerbygg
- Lillestrøm kommune
- Sarpsborg kommune
- Østre-Toten kommune

2.1 Dokumentgjennomgang

For å få et tilegnet og godt teoretisk grunnlag av hvordan et SD-anlegg er oppbygd, hva som er kritisk utstyr og funksjoner, og hvordan et anlegg kan driftes optimalt, ble det foretatt en dokumentgjennomgang av tilgjengelige forskningsartikler og fagartikler på nett. Det er også blitt gjort en gjennomgang av krav og løsninger stilt fra eiendomsforvalterne for å kunne få best mulig innsikt i hva som er standard i dag og hvordan et SD-anlegg best mulig kan forvaltes. Litteratur til teoridelen er innhentet fra forskningsartikler og veiledere, samt ulike produktatablader fra leverandører. Dette er sett i sammenheng med aktuelle lover og regler, i tillegg til anbefalinger satt i Norsk Standard.

2.2 Spørreundersøkelse

For å undersøke hvordan SD-anlegg faktisk fungerer ute på bygg, ble det bestemt at det skulle sendes ut en spørreundersøkelse til ulike eiendomsforvaltere, spredt rundt i Norge. Denne metoden kalles enquête, og kan sees på som et kollektivt intervju (Befring, 2002). Spørreundersøkelsen ble utarbeidet i UiT sitt nettskjema og lenken ble distribuert til ledelsen for drift i de ulike selskapene, som så har sendt denne ut til driftsoperatørene. Alle spørsmål som ble stilt fremgår av Vedlegg A. Av hensyn til anonymitet, ble det kun stilt følgende spørsmål om respondentene for å validere svarene:

- Hvilken bedrift/selskap/kommune jobber du for?
- Hva er stillingen din?
- Har du ansvar for tekniske anlegg?

I de tilfellene hvor det er få respondenter fra samme organisasjon som har levert besvarelse, er også bedrift anonymisert i vedlegget. Dersom det i svarene er navngitte systemer, hendelser eller lignende som kan bidra til at svarene ikke lenger er anonyme, er disse endret på slik at det ikke skal være gjenkjennbart.

En svakhet med spørreundersøkelse er antall respondenter. Undersøkelsen er sendt ut til seks profesjonelle eiendomsaktører. De 48 svarene er fordelt på fire bedrifter/kommuner. Mange av svarene kommer dermed fra de samme aktørene og risikerer dermed å bli litt ensidig, avhengig av hvordan aktørene forvalter eiendommene sine. Det antas likevel at det er stort nok mangfold blant byggene operatørene jobber ved til at det blir et representativt utvalg.

2.3 Bruk av eksisterende data

Gjennom arbeidet med oppgaven, er det blitt sendt ut flere forespørsler for å finne bygg i Norge med energibesparelser som følge av installasjon av SD-anlegg. Av disse hadde Undervisningsbygg og Bergen kommune bygg hvor det har vært installert SD-anlegg i løpet av 2018, 2019 og 2020. Det ble gitt tilgang til deres energioppfølgingssystem og temperaturkorrigert energiforbruk er blitt hentet ut. Rådataen til byggene ligger vedlagt som Vedlegg C-K, og er merket med rådata. Ytterligere utregninger og tilpasninger gjort av undertegnede er merket som bearbeidet data.

3 Teoretisk grunnlag

3.1 Historie

Automatisering av tekniske anlegg i bygninger er av relativ ny dato, og strekker seg hovedsakelig fra tiden etter andre verdenskrig og frem til i dag. Noen av de første automatiserte tekniske anleggene i bygg var regulering av varmt vann fra kjeler til radiatorer. Dette baserte seg på enkel automatikk med termostater for styring av reguleringsventiler. Disse besto som regel av av-på eller tre-punkts brytere.

Databaserte systemer og anlegg for driftstekniske installasjoner i bygninger har vært på markedet, og aktivt utnyttet i Norge, siden 1960-årene. Frem mot 1990-tallet var disse imidlertid i stor grad forbeholdt større bygninger med tekniske anlegg som krevde relativt mye energi eller bygninger med særskilte krav til drift og sikkerhet (Emilsen, 2017).

De digitale systemene som kom først hadde en datamaskin som var sentralt plassert på bygget med programvare for kontroll i form av overvåkning og styring av de tekniske anleggene, og for den overordnede optimalisering av driften. En slik løsning kunne utgjøre stor risiko for driftssikkerheten, da den var helt avhengig av at aktuelle datamaskinen var sikker nok (Novakovic, 2003).

I dagens systemer for sentral driftskontroll er det lagt opp til mobile styringsløsninger ved siden av den sentrale (DDDC – Distributed Direct Digital Control). Programvaren for de fleste styrings- og reguleringsfunksjoner er plassert lavere i anleggets oppbygning. Den ligger i undersentralene på automatiseringsnivået, nærmere anlegget som skal styres. Slik kan alle oppgaver som er kritiske for driften gjennomføres uavhengig av status på den sentrale datamaskinen. Dette gir en større grad av sikkerhet for driften og gjør systemoppbyggingen mer fleksibel (Novakovic, 2003).

3.2 Definisjoner

Når det kommer til bygningsautomasjon brukes mange av begrepene om hverandre. Eksempelvis henviser ikke Statsbygg til SD-anlegg i sine prosjektanvisninger, men heller et bygningsautomasjonssystem, BAS, og Toppsystem (Statsbygg, 2019). I denne oppgaven har begrepene følgende definisjoner, i henhold til SN/TR 6451:

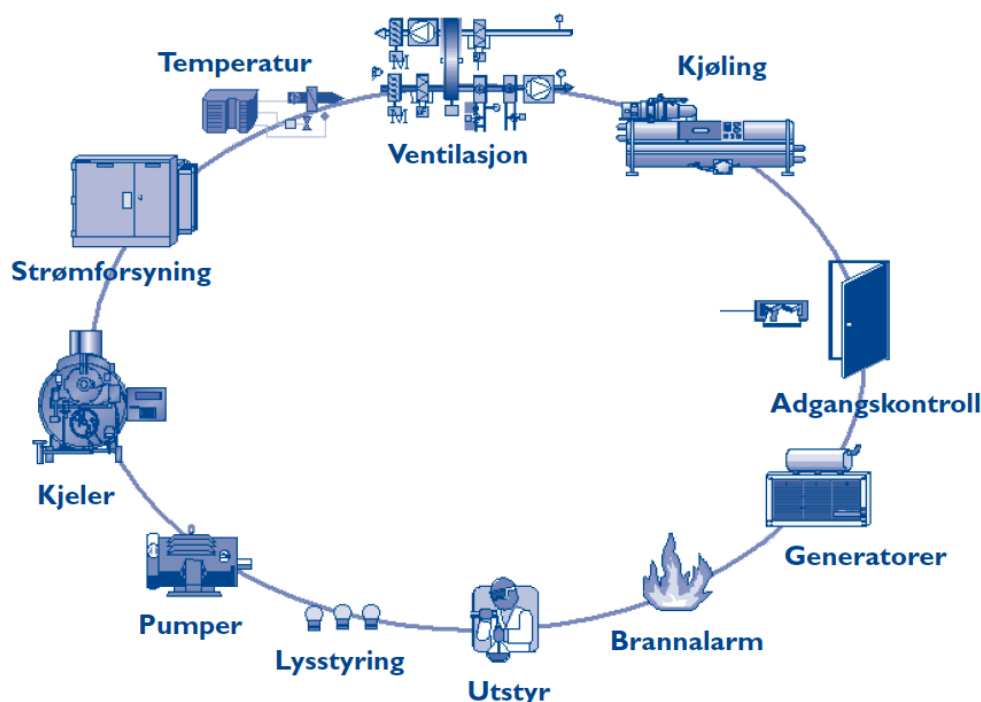
Tabell 3. Definisjoner (Standard Norge, 2020b)

Begrep	Definisjon
Administrasjonsnivå	Overordnet nivå der brukerne overvåker og betjener de tilknyttede systemene for drift av bygningsmassen
Automatiseringsnivå	Nivå som styrer, regulerer og overvåker de tekniske systemene

DDC	Direct digital control. Digitalt programmert system for styring, regulering og overvåkning av tekniske bygningsinstallasjoner og prosesser
Feltbus	Teknologi for kommunikasjon mellom feltutstyr og sentral enhet
Feltnivå	Nivå som består av komponenter eller systemer som styres, reguleres og overvåkes av automatiseringsnivå
IoT	Internet of things; kommunikasjon apparater imellom
SCADA	Supervisory control and data acquisition; sentralsystem for automatiseringsinstallasjoner
SD-anlegg	<p>Sentralt driftskontrollanlegg. Sentralisert system for overvåking og betjening av tekniske installasjoner i bygninger.</p> <p><i>SD-anlegg skal benyttes som betegnelse for systemer som samler inn data og visualiserer tilstander, som viser trender av fysiske størrelser, gir rapporter om hendelser, gir meldinger om avvik, og hvor driftspersonell kan utføre sine innstillinger og operasjoner; SD-anlegg er det øverste av de tre definerte nivåene i et bygningsautomasjonssystem.</i></p>
Toppystem	Overordnet SD-anlegg for betjening av de tekniske anleggene i en bygningsmasse
Undersentral	Desentralisert programmerbar enhet for styring, regulering, innsamling og bearbeiding av prosessinformasjon i tekniske installasjoner

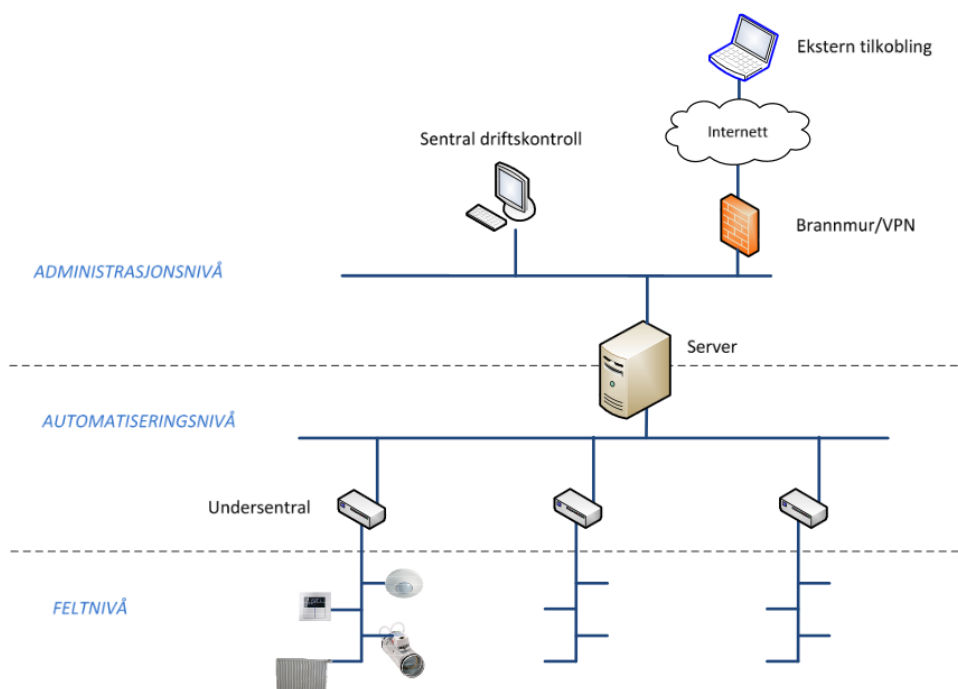
3.3 Oppbygning

SD-anlegg er betegnelsen på systemer foretar datainnsamling og fremstiller tilstander, viser trender av fysiske størrelser, rapporterer om hendelser og meldinger om avvik, og hvor driftspersonell kan gjøre endringer på innstillinger og utføre operasjoner (Standard Norge, 2020b). I et SD-anlegg kan en overvåke blant annet ventilasjon, lys, kjøling og varme. Anlegget kan være lokalt, kun satt opp for et enkelt bygg, eller være en del av et system hvor byggeier kan ha full oversikt over alle sine bygg, da koblet opp mot et toppsystem.



Figur 2. Komponenter som kan kobles opp mot et SD-anlegg (Økobygg, 2002)

Før var det normalt at driftssentralen med operatørskjerm ble plassert på driftspersonells kontor, mens i nye anlegg er det lagt opp til at en kan logge seg inn gjennom den ansattes pc uten at den ansatte trenger å oppholde seg på sitt kontor. Et velprosjektert anlegg kan gi adskillig bedre oversikt og kontroll med driften, lette det daglige arbeidet og hindre unødig driftsavbrudd, samt bidra til bedre inn klima og redusert energiforbruk. SD-anlegg kan og brukes til å overvåke produksjon og prosesser i industrien.



Figur 3. Oppbygging av SD-anlegg med komponenter (Mysen og Schild, 2014).

3.4 Automatiseringssystemet

For å sikre at VVS-installasjonene i en bygning har tiltenkt funksjon, er det kritisk at automatiseringssystemet, som skal stå for styring og regulering av installasjonene, også fungerer. Et byggs automatiseringssystem kan deles inn i tre deler; feltnivå, automatiseringsnivå og administrasjonsnivå. Disse nivåene utgjør systemet som skal styre og regulere installasjonene. Nivåene kan overlape hverandre og dersom, eksempelvis, en undersentral har integrert en server for internetttilgang vil den både ligge på automatiseringsnivået og administrasjonsnivået. I dag finnes det programmerbare sensorer som kan sende/motta kommandoer, og tilhører med det både feltnivå og automatiseringsnivå (ITB-guiden, 2018a).

3.4.1 Administrasjonsnivå

Administrasjonsnivået er nivået hvor driftspersonell kan styre og overvåke de tekniske anleggene. Dette gjøres normalt gjennom en PC som står på bygget, og som kan gi både sanntids og historisk informasjon om bygget. Det er i tillegg mulighet å ha flere brukere og fjernstyring av systemet. På administrasjonsnivået ligger også toppsystemet, som er sammenføyingen av flere SD-anlegg. For store aktører, som Statsbygg, Forsvarsbygg og kommuner er det hensiktsmessig med et toppsystem hvor driftspersonell kan trykke seg inn i SD-anleggene for å overvåke flere bygg samtidig. Dette gjør at en kan ha driftsoperatører med ansvar for flere bygg samtidig, uten at dette går på bekostning av driften for de enkelte bygningene. Toppystemet skal også kunne melde om avvik i SD-anlegget og varsle

operatøren. Kommunikasjonen på dette nivået går som regel på IP-baserte protokoller, som BACnet IP, LonWorks/IP og Modbus TCP (Mysen og Schild, 2014).

3.4.2 Automatiseringsnivå

På automatiseringsnivået ligger undersentralene som er plassert i bygget. Disse mottar informasjon fra feltnivået og styrer de tekniske anleggene basert på signalene de får (Mysen og Schild, 2014). En undersentral er en desentralisering av styringen og reguleringen, og i den skal funksjonsprogrammet for det tekniske systemet ligge. Disse er som oftest fritt programmerbare slik at en kan legge inn forhåndsinstruksjoner på hva de skal gjøre, og de kan også styres etter kalender og tidsinnstilling. Undersentralen er koblet opp mot SD-anlegget slik at en kan foreta endringer derfra (Simonsen, 2016). Den er gjerne plassert ute ved installasjonen den skal styre, og det er gjerne en egen undersentral for følgende installasjoner:

- Luftbehandlingsanlegg
- Varmeanlegg
- Kjøleanlegg
- Heiser, sikkerhet, belysning, effekt/energi og elektriske anlegg.

I store bygg med flere etasjer er det naturlig å ha soneinndeling på sistnevnte kategori og ha flere undersentraler plassert rundt om i etasjene.

3.4.3 Feltnivå

Feltnivået er det nederste nivået i automatiseringssystemet. Dette feltet består av komponenter som er plassert i de tekniske anleggene. Følere, sensorer og annet utstyr som regulerer prosessene er feltkomponenter. Sensorteknologien går ut på at, eksempelvis, CO₂-følere registrerer forurensningen i rommet og gir beskjed til aktuatorene som styrer spjeldene i ventilasjonsanlegget om det kreves større luftmengde for at luftkvaliteten skal bli bedre (Mysen og Polak, 2010). Feltnivået består også av kommunikasjonsprotokoller som gjør at komponentene kan snakke sammen og samhandle. Disse omtales som feltbusser, og de mest kjente er KNX og BACnet. Feltbusser er digitale kommunikasjonslinjer som forbinder feltutstyr med overvåking/styring- og reguleringssystemet. Feltutstyret som skal kobles på en feltbuss, må inneha et system for busskommunikasjon. Hvis ikke må hvert enkelt utstyr kobles til en inngangs- eller utgangsenhet (I/O-modul). En buss er et antall ledere som kan brukes til overføring av digitale signaler. Lederne overfører det digitale signalet som spenningsforskjeller eller strømverdier mellom seg. (ITB-guiden, 2018a).

3.5 Dataprotokoller

Kommunikasjonsprotokoller består av et fastsatt sett med regler for hvordan informasjonsutveksling skal skje mellom enheter. Hensikten med protokollene er å forsikre seg om at enhetene kan kommunisere med hverandre, og benyttes i så godt som alle digitale enheter som utveksler informasjon mellom seg (Johnsen, 2020).

Et programmeringsgrensesnitt er et grensesnitt som gjør at deler av en programvare kan kjøres fra en annen programvare. Det vil si at, eksempelvis, webapplikasjoner kan gjøre endringer, operere prosesser eller behandle data på andre enheter. Programvarer som samarbeider på denne måten omtales som komponenter. Dette er kjent som API, eller Application Programming Interface. API gjør i korte trekk slik at tredjepartsleverandører kan utvikle utstyr og funksjoner til eksisterende programvare (Rossen, 2020a).

Det har tidligere vært mer vanlig med proprietære løsninger. I dag er så godt som ingen av de vanlige standardene for bygningsautomasjon proprietære og det er i utgangspunktet ikke problematisk å få enhetene til å snakke sammen på overordnet nivå, så fremst det er lagt inn gateway'er som konverterer protokollene mellom dem (Harsem, 2017).

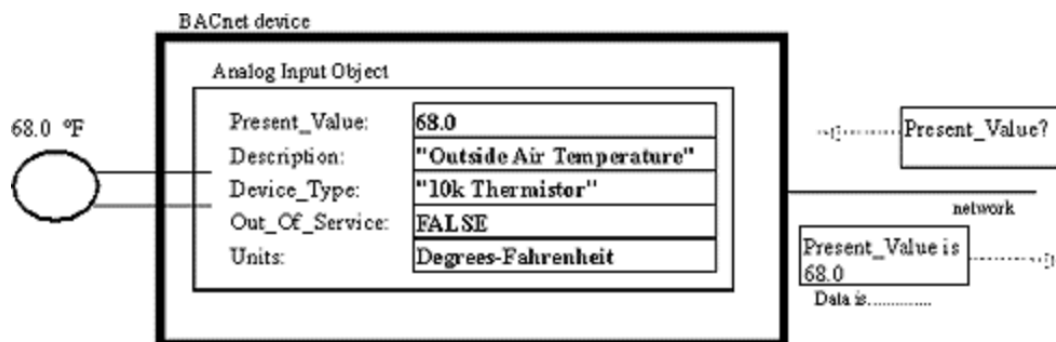
3.5.1 BACnet

BACnet er en åpen teknologi- og leverandøruavhengig protokoll, og brukes til dataoverføring mellom bygningsautomatiserings-systemer. BACnet ble utviklet i USA for over 30 år siden av ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers). Den er i kontinuerlig utvikling, og den er i dag den nasjonale standarden i USA. Det er også en europeisk standard og nasjonal standard i mer enn 30 land. Det er utviklet en internasjonal ISO standard, ISO 16484-5 og ISO 16282-6, basert på protokollen. Kommunikasjonsstandarden er i stadig utvikling og vedlikeholdes kontinuerlig. Nye produkter fra de forskjellige leverandørene testes i uavhengige testlaber etter en egen standard, ASHRAE standard 135.1, som beskriver prosedyrene rundt testingen. Produkter som består testene blir merket BTL (BACnet Testing Laboratory) (Newman, 2013).

Til forskjell fra de fleste bygningsautomatiserings-systemer, er BACnet et språk, eller et sett med kommunikasjonsregler, som legger føringene hvordan BACnet-enhetene skal snakke med hverandre. BACnet brukes til sikker kommunikasjon mellom de forskjellige systemene og enhetene i et anlegg og opp til et SD-anlegg, og støtter flere nettverksteknologier som Ethernet, ARCNET, MS/TP og BACnet/IP (BACnet International, 2014).

Informasjonen som en BACnet-enhet innehar er organisert som objekter. Et objekt er en samling av informasjon relatert til en spesiell funksjon som kan identifiseres og kommuniseres over nettverket. En enhet har alltid minst ett objekt knyttet til seg, men består gjerne av en gruppe enheter (eksempelvis sensor, aktuator, osv.). Noen objekter kan både skrives til og leses fra, mens andre objekter tillater bare en av delene. Det er definert 23 standardobjekter i BACnet-standard (Tang et al., 2020).

Figuren nedenfor viser et eksempel på et objekt for en funksjon med analog input. Objektet har et unikt nr, og objekttypen (analog input) og objektnummeret gir en unik objekt ID som kan identifiseres på nettverket og leses fra. Det er definert 23 standardobjekter i BACnet-standard.



Figur 4 - BACnet-objekt for analog input (ASHRAE, 2021)

3.5.2 KNX

KNX Association har utviklet, og er eier av KNX-teknologien, og er en standard som kan brukes til bygningsautomasjon til både bolig og næringsbygg. En endring i standarden vil omfatte alle land som benytter den, i motsetning til f.eks. BACnet, hvor standardene er vedtatt nasjonalt. Teknologien kan brukes til både nybygg og eksisterende bygninger, og standarden går på styring og kontroll av løsninger for de aller fleste aspektene med bygningsautomasjon, som f.eks. lys, solavskjerming, varme, kjøling, ventilasjon, alarmovervåking, energikontroll, lyd m.m (Henriksen, 2017).

Et KNX-system består av systemkomponenter som strømforsyning, linjekoblere og grensesnitt, i tillegg til sensorer og aktuatorer. Systemkomponentene forsyner KNX-systemet og står for kommunikasjonen mellom enhetene. Sensorer, som termostater, brytere og vindmålere, produserer forhåndsprogrammerte meldinger basert på hva sensorene oppfatter. Aktuatorene, som dimmere, ventiler og Dali gatewayer, mottar meldingene fra sensorene og utfører handling. Meldingene kan og sendes fra aktuator til sensorene eller systemkomponentene for å informere om dens status (ITB-guiden, 2018c).

Siden sensorene kommuniserer direkte med aktuatorene trenger ikke KNX i utgangspunktet undersentraler. Systemet er hendelsesbasert, som vil si at en sensor må registrere en hendelse før den gjør noe. En hendelse kan være at noen skrur på en bryter, sensoren oppfatter endring i temperatur, trykk, mengde, lys, endring i tilstedeværelse eller at en tidsplan har utløpt (ITB-guiden, 2018c).

Et produkt som er merket med KNX, har både deklarerer fra produsent og garanti om at produktet er testet ved et tredjeparts testlaboratoriet med godkjenning fra KNX Association. Når produktet blir testet foretas det kontroll av at enheten kan kommunisere med andre KNX-enheter, og at den er kodet riktig. Dette stiller garanti for at enheter fra ulike leverandører kan benyttes i de samme installasjonene. Dette gjør at ventilasjon, oppvarming, solskjerming, alarmovervåking og energistyring m.m. kan integreres i SD-anlegget (KNX Association, 2021).

3.5.3 DALI

DALI står for Digital Addressable Lightning Interface, og er en protokoll som er utviklet i samarbeid med flere lys- og lysstyringsprodusenter.

DALI er definert i den tekniske standarden IEC 62386. Utstyr som er merket med DALI-varemerket skal følge denne standarden for å sikre at de virker sammen uavhengig av hvem som har produsert det, og utstyr med varemerket er kun tillatt (WAGO, 2021).

DALI-protokollen konkurrerer ikke med de andre automatiseringsprotokollene som er mer altomfattende, men har spesialisert standarden for styring av individuelle lys eller lysgrupper. Lysstyringen er forholdsvis enkel å tilpasse nye driftstilstander, som f.eks. ved endringer av rominndeling eller bruksmønstre. Som regel kan elektrikere uten særskilt kunnskap om DALI kunne foreta endringer på lysanlegget, og endringer i grupperinger av lysene kan foretas i ettetid uten at det trengs nye kabelføringer. I mindre prosjekter styres DALI-enhetene gjennom et uavhengig styresystem, mens mer komplekse prosjekter er det normalt å integrere DALI i et større styringssystem for automatisering via bussystemer med gateway'er (ITB-guiden, 2018b).

3.5.4 M-Bus

M-Bus, eller Meter-Bus, er en europeisk standard for avlesing av varme-, vann-, strøm-, fjernvarmemålere og andre typer forbruksmålere. M-Bus-grensesnittet er utviklet for kablet kommunikasjon mellom to ledere, noe som gjør det veldig kostnadseffektivt. M-Bus ble utviklet for å imøtekomme behovet for et standardisert system for fjernavlesing av forbruksmålere, eksempelvis for å måle forbruket av varme eller vann i boliger. Ved avlesning sender målerne dataene de har samlet til en hovedenhet som videresender dataen via GSM/GPRS/TCP/IP. En kan også koble systemet til SD-anlegg, slik at målerdataen sendes dit (ISTA, 2021).

3.5.5 Modbus

Modbus står for the Modicon communication Bus protocol, og operer med en master-slave eller server-klient modell. Masterenheter initierer spørsmål, eksempelvis angående overføring og overvåking, mens slaveenhetene svarer på spørsmålene. Hovedenheten kan enten sende en kringkastingsmelding til alle slaveenhetene eller individuelt avstemme en bestemt enhet. Modbus-protokollen kan implementeres på toppen av flere forskjellige kommunikasjonsnettverk (Parian et al., 2020).

3.5.6 MQTT

MQTT står for «Message Queuing Telemetry Transport» og er en publish-subscribe-protokoll. Publish-subscribe-protokoll betyr at en sensor sender en beskjed til en mellomstasjon som

konverterer meldingene og viderefremidler det til telefon og/eller pc som skal motta beskjeden. Det vil si at publisher, eller avsender, ikke sender beskjeder direkte til subscriber, eller mottaker. Protokollen er mye brukt i IoT-aplikasjoner og er ikke integrert i de tradisjonelle SD-anleggene per dags dato (Mileva et al., 2021).

3.6 Brukergrensesnitt

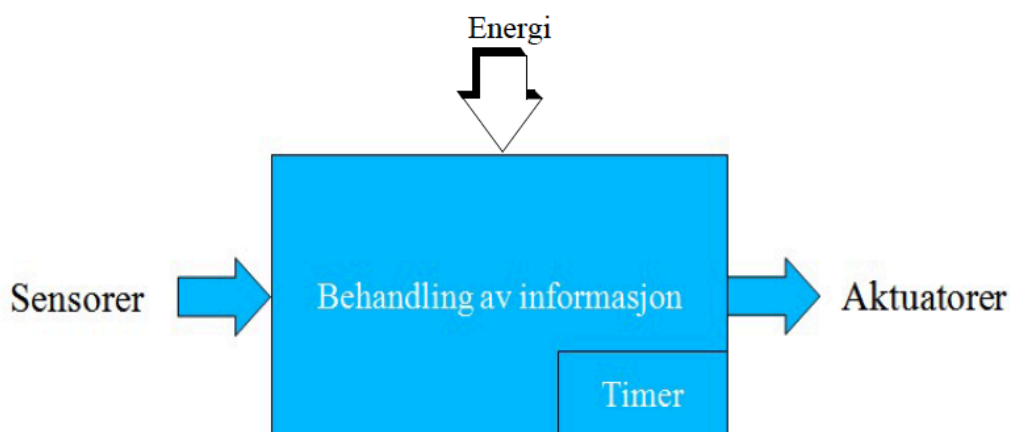
Brukergrensesnittet er betegnelsen på kommunikasjon mellom datamaskinen og bruker, og er avgjørende for hvordan bruker styrer maskinen og opplever systemet (Rossen, 2020b). Dette er viktig for hvordan et SD-anlegg blir brukt i etterkant av en installasjon. Et godt brukergrensesnitt har norske menyer og forklaringer, fremstår ikke som rotete og er enkelt å navigere i uten særskilt kunnskap om dataspråk og koding.

Et dårlig brukergrensesnitt kan føre til at funksjoner og muligheter i anlegget ikke tas i bruk, fordi anlegget ikke er intuitivt å bruke. Dårlig grensesnitt gjør og manglende opplæring til en mer kritisk faktor, og kombinasjonen av disse kan føre til at funksjoner i anlegget ligger skjult for operatør og med det ikke tas i bruk.

3.7 Sensortechnologi

Sensorer befinner seg overalt i samfunnet og registrerer fysiske størrelser i omgivelsene våre, som temperatur, røyk, lyd, lys osv. Dette utgjør viktige komponenter i systemer beregnet for overvåkning og styring (Rossing, 2014). Mengden sensorer og hvilke typer vil avhenge av størrelse på bygget, formål og valg av bl.a. energikilde, ventilasjonssystem og oppvarmingssystem.

Figuren under viser hvordan en sensor sender inn informasjon til en behandlingsenhet, som så gir beskjed til en eller flere aktuatorer som utfører en handling.



Figur 5 - Informasjonsbehandling for sensor (Rossing, 2014)

Alle målere er avhengige av å ha en sensor som registrerer målingene. Målinger av trykk, temperatur, nivå og mengde kan foretas på ulike måter gjennom ulike instrumenter. Å sette opp en fullverdig oversikt over for alle målevariablene er ikke mulig, da det disse er under

stadig utvikling og det kommer nye metoder til. Det er imidlertid mulig å sette opp en oversikt over fellestrekkene som preger sensorene som blir benyttet i dagens bygg (Skatvedt, 2014).

De viktigste parameterne for sensorer er (Fraden, 2004):

- Måleområde
- Oppløslighet
- Målefeil
- Presisjon og nøyaktighet
- Linearitet
- Følsomhet

3.7.1 Bevegelsessensorer

Bevegelsessensorer skal detektere om det er bevegelse i rommet, og sende ut signaler avhengig av hva den registrerer. Det er to forskjellige sensorer som er vanlig å benytte for å oppdage menneskelig tilstedeværelse i et rom: passiv infrarød bevegelsessensor og aktiv infrarød bevegelsessensor.

Aktiv infrarød bevegelsessensor

Alle gjenstander og mennesker sender ut varmestråling, men forskjellen er at gjenstander gjerne er i ro. IR-sensorer registrerer gjenstander og mennesker som avgir varmestråling og som er i bevegelse. Den er bygget opp ved at en reflektor sitter bak et plastdeksel. Reflektoren samler IR-strålene inn mot en detektor gjennom et lite vindu laget av silisium. Silisium er gjennomsiktig for infrarøde stråler. Det er dermed viktig at sensoren oppfatter stråling fra mennesker og dyr (Rossing, 2014).

Passiv infrarød bevegelsessensor

Passiv infrarød bevegelsessensor skiller seg kun fra den aktive ved at den ikke detekterer bevegelse, kun varme. Det er dermed tilstrekkelig med varm nok luft fra en åpning eller lignende for å utløse den.

Disse sensortypene kan stå for styring av blant annet lys og behovsstyrt ventilasjon.

3.7.2 Temperaturfølere

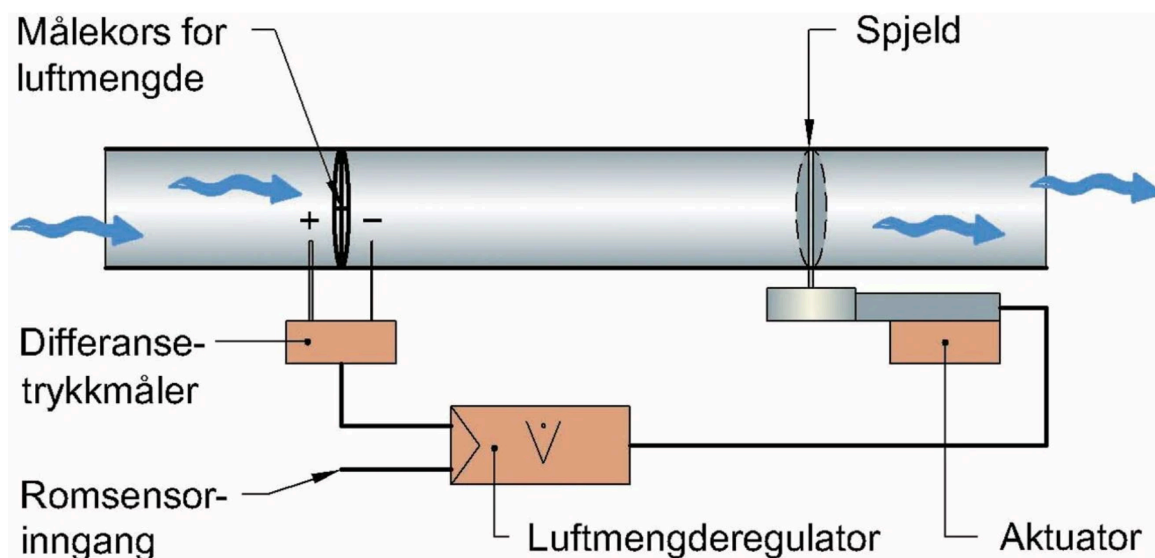
Temperatur kan måles ved bruk av en resistiv sensor hvor motstandsmaterialet i sensoren endrer seg med temperaturen eller hvor det aktive materialet er en halvleder som endrer ledningsevne med temperatur (Rossing, 2014). Temperaturfølere registrerer som regel bare omgivelsene og gir videre beskjed til anlegget hva status er. Disse kan være en del av en værstasjon, måle temperatur i ventilasjonsanlegget for tilluft og avtrekk, måle temperatur på romnivå, osv. I forlengelse kan disse settes opp slik at når det registreres temperatur over 26°C innendørs, så skal, eksempelvis, røykluker eller et utvalg vinduer åpne seg, gitt at

registreringene fra værstasjonen tillater det. En kan og sette opp temperaturfølere i varmtvannsanlegg for å overvåke og styre legionellasikring.

Temperaturfølere brukes også som frostsikring i ventilasjonsaggregatet. Lave utetemperaturer kan gjøre at vanddampen i avtrekksluften blir nedkjølt til duggpunktstemperatur og det utfelles kondens. Ved temperaturer under 0 grader celsius fryser vannet til is, og kan føre til driftsproblemer. Regenerative varmegjennvinnere gjør at isen vanligvis forsvinner, og avisingsutstyr er dermed spesielt nødvendig for statiske gjennvinnere. De vanligste frostsikringsmetodene er by-pass, forvarming og periodisk stans av tilluftsviften. En fuktighetsføler vil i kombinasjon med en termostat registrere begynnende gjenfrysning, og stanse anlegget. (SINTEF Byggforsk, 2002).

3.7.3 Trykkfølere

På innsuget til ventilasjonsaggregatet må den luften passere et filter, som filtrerer bort støv og partikler en ikke vil ha i inneluften og ventilasjonsaggregatet. Slike filter bør byttes en gang i året. Monterer man en filtervakt, som måler trykkfallet over filteret, har man en ekstra sikring mot at filteret går tett og forhindrer luften i å komme inn som ønsket. For mindre komplekse formålsbygg, som skoler og kontorer, er det vanlig med et grovfilter og finfilter på inntaksluften og et finfilter som filtrerer avkastslufta før den går tilbake gjennom ventilasjonsanlegget. Mikrofiltre brukes først og fremst i lokaler med høye krav til filtrering, som for eksempel sterilbenker. Grove og fine filtre skal ha et starttrykkfall på hhv 30 og 70-100 Pa og sluttrykkfall på 120 og 150-300 Pa (SINTEF Byggforsk, 2005).



Figur 6. Ventilasjonssystem med trykkføler, romsensor og luftmåler (Thunshelle, 2016)

3.7.4 CO₂-følere

Ved behovsstyrt ventilasjon, kan en sette opp CO₂-følere som registrerer belastningen av CO₂-konsentrasjon, og som videre sender signaler til spjeldene eller SD-anlegget. Disse justerer så frisklufttilførselen slik at luftkvaliteten skal være tilstrekkelig (Mysen og Polak, 2010). Arbeidstilsynet (2016) anbefaler i veiledning 444 at CO₂-konsentrasjonen holdes under 1000 ppm.

3.7.5 Fuktighet

Luft kan ta opp vanndamp, men mengden er ikke ubegrenset, da luften mettes etterhvert. Luft blir mett når den når en relativ fuktighet på 100%. Dersom lufta er fri for vanndamp er den relative fuktigheten 0 % (SINTEF, 2021).

Tradisjonelt sett har den relative fuktigheten blitt målt ved bruk av to termometre. På et av dem er glasskappen i direkte kontakt med lufta, mens det andre, som er plassert like ved, er pakket inn i et vått hylster som hvor fordampningen kan skjer. Denne metoden tar utgangspunkt i at fordampning av fuktighet krever varme. Når termometrene da befinner seg i tørr luft, skjer fordampningen raskt og det blir en større temperaturforskjell mellom dem. Termometeret med det våte hylsteret vil da vise lavere temperatur enn det uten (Rossing, 2014).

Resistive hygrometer er basert på at et materiale endrer elektrisk motstand når det tar til seg fuktighet. Materialet opptar og avgir da fuktighet i takt med lufta i rommet. Målt resistivitet blir dermed et mål for fuktigheten i lufta. Materialer som brukes er bl.a. litiumklorid og aluminiumsoksid (Rossing, 2014).

Luftfuktigheten kan måles i kanaler, på romnivå og utendørs.

3.7.6 Lufthastighet

For å måle lufthastigheten og luftmengde kan en montere en lufthastighetsgiver i kanalene for å få sanntidsmålinger levert til SD-anlegget. Denne kan og brukes for justering av konstante luftmengder på CAV-anlegg og for å overvåke variasjonene i luftmengder på VAV-anlegg.



Figur 7 - Lufthastighetsgiver fra SIEMENS (SIEMENS, 2016)

3.7.7 LUX-følere

LUX-følere plasseres på utsiden av bygg med solavskjerming og detekterer mengden lys som stråler mot bygget. Dersom føleren registrerer LUX-verdier over grenseverdiene, gir den beskjed om å aktivere solavskjermingen.

3.8 Proptech

I de senere år er det kommet flere leverandører av proptech i det norske markedet. Proptech er en forkortelse for property technology, og er et forholdsvis nytt begrep i Norge. Det kan defineres overordnet som all bruk av informasjonsteknologi i eiendomsbransjen (Norges Eiendomsmeglerforbund, 2019), 2019). SD-anlegg vil dermed kunne falle inn under dette begrepet, men holdes utenfor da dette regnes som tradisjonell bygningsautomasjon. Proptech for drift av bygningen blir dermed et supplement til et eventuelt SD-anlegg, fremfor å oppgradere det. Det er dermed viktig at proptech-utstyret kan kommunisere med SD-anlegget slik at driften av bygget kan foregå gjennom et system, og ikke flere uavhengige systemer som gjør driftsrutinene tungvinte og uoversiktlige (Johannessen, 2020). I forlengelse av dette blir det viktigere at de nye SD-anleggene er fleksible med muligheter for integrasjon fra tredjepartsleverandører, som ikke nødvendigvis opererer i det tradisjonelle segmentet for byggautomasjon i dag.

Proptech-selskapene utvikler løsninger for flere aspekter ved bygg, utover energiforbruk og drift. Det finnes nå applikasjoner for parkering, salg av eiendom, ledige kontorplasser, o.l. Teknologien baserer seg på IoT og sensorteknologi, skybaserte løsninger og big data, kunstig intelligens og maskinlæring og virtuell virkelighet og utvidet virkelighet (Hagenes, 2013). I

Norge var det i desember 2018 61 selskaper innenfor proptech, og de nordiske landene er ledende i verden på dette segmentet (Unissu, 2018).

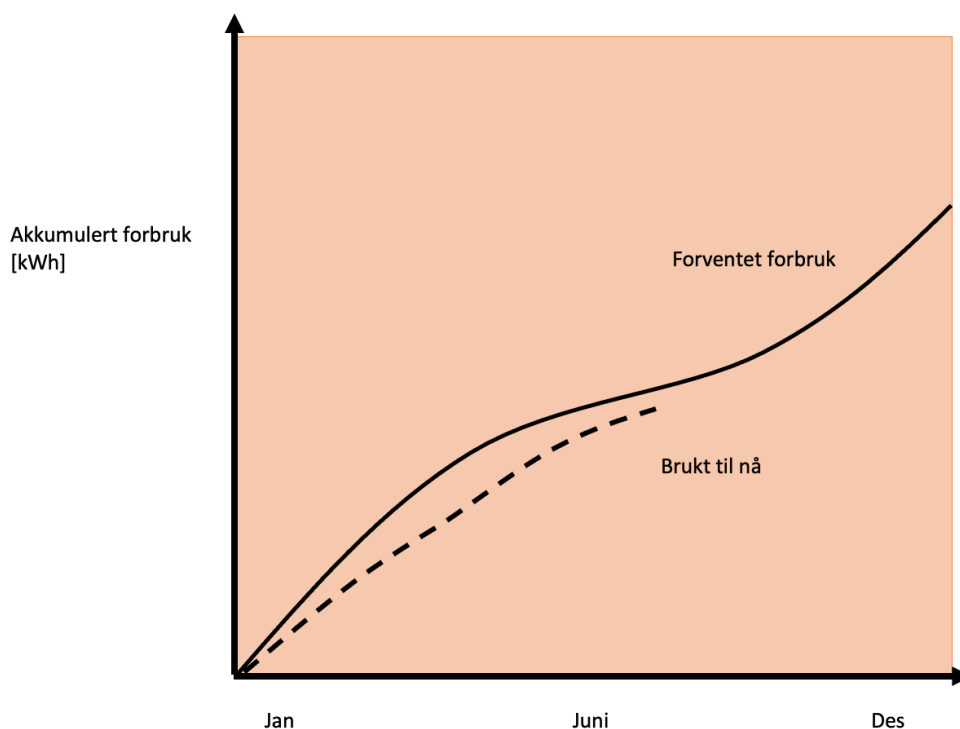
3.9 EOS

3.9.1 Energioppfølgingsystemet for bygg

Energioppfølgingsystem, EOS, er et viktig verktøy for å kontrollere hvordan energi i en bygning blir brukt. Det gir og indikasjoner på eventuelle sparepotensialer og dokumenterer besparelser. Etablering av et energioppfølgingsystem er kanskje den viktigste enkeltaktiviteten for en systematisk reduksjon av energibruken i Norge (Enova, 2004). Energioppfølging går i korte trekk ut på å (SINTEF Byggforsk, 1991):

- Registrere total energiforbruk til en bygning over kortere perioder (time-, ukes- eller månedsbasis)
- Analysere energiforbruket i sammenheng med en karakteristisk parameter i perioden (normalt sett utetemperatur)
- Sammenligne energiforbruk med forventet verdi for bygningen

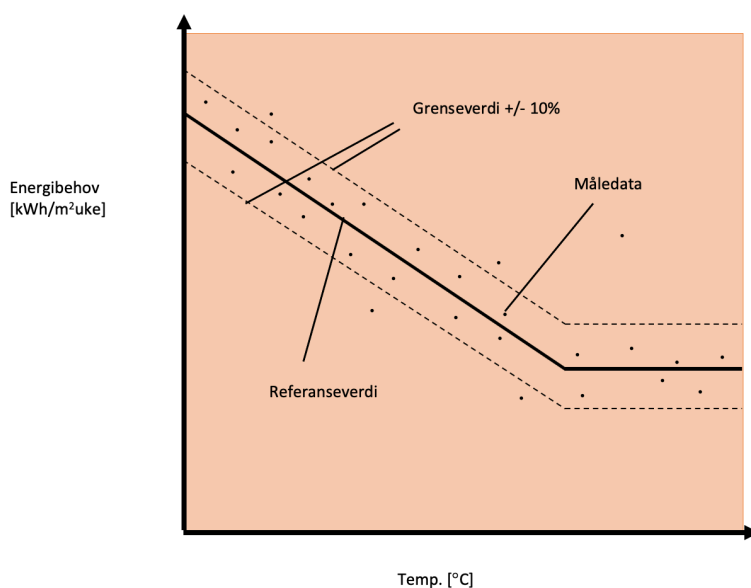
Det er en rekke fordeler ved et energioppfølgingsystem, utover at energitgiftene reduseres. Avlesning av strømforbruk og sammenligning mot en referansekurve vil si noe om de tekniske installasjonene går som normalt eller om det er overforbruk eller underforbruk, og om noen av bygningsdelene ikke fungerer som tiltenkt. Dersom en varmegjenvinner gjenvinner mindre varme enn den skal, vil dette gi utslag i energiforbruket da det må kompenseres for.



Figur 8. Forventet og faktisk energiforbruk

3.9.2 ET-kurve

Et ET-diagram er et diagram hvor en plotter inn måledata for energibruk for en gitt temperatur og så ser hvor forbruket ligger i forhold til en gitt referansekurve for bygget. Ved en gitt temperatur, flater kurven ut og energibehovet blir konstant. Dersom måledataene ligger utenfor grenseverdiene på +/- 10% av referanseverdien, indikerer dette avvik i driften. Grensen for avvik er satt til 10 % for å ta høyde for andre innvirkninger på energiforbruk som vind og sol, men først og fremst variasjonen i bruk av bygg. Store avvik fra forventet verdi bør undersøkes ytterligere gjennom en feilsøkningsprosedyre for å avdekke årsaken til avviket. Avvik kan skyldes både feil i tekniske installasjoner og større endringer i bruksmønstre. Det er derfor viktig å fastsette årsak. For å raskt kunne si noe om hva avvikene kan skyldes, kan det være lurt å fordele forbruket mellom de ulike energibudsjettspostene i NS 3031.



Figur 4. ET-kurve

3.9.3 Graddagskorreksjon

Energibruken for en periode kan ikke uten tilpaninger sammenlignes med tilsvarende periode for tidligere år, på tross av identiske driftsforhold. Utetemperaturen vil variere fra år til år, og energiforbruket må temperaturkorrigeres før sammenligning. Korrigeringen kan utføres på flere måter, men den mest brukte er graddagskorrigering (Enova, 2004).

Graddagstallet er den årlige summerte temperaturforskjellen mellom en satt basistemperatur på 17 grader og målt utetemperatur. Temperaturer over 17 grader tas ikke med da det antas at varmetilskudd dekker oppvarmingsbehovet opp settpunkttemperatur innendørs (Dokka og Grini, 2013). Det graddagskorrigerede forbruket gis ved følgende uttrykk:

$$GDD = \text{Måltforbruk} * \frac{\text{Graddager}_{\text{normal år}}}{\text{Graddager}_{\text{målt}}}$$

4 Krav og løsninger hos etablerte eiendomsaktører

For å kartlegge krav og løsninger hos eiendomsaktørene i Norge, er det gjort et søk etter kravspesifikasjoner og leveransebeskrivelser hos Statsbygg, Trondheim kommune, Bergen kommune, Entra og Undervisningsbygg KF. Kravene under vil følgelig variere fra prosjekt til prosjekt, avhengig av omfang, formål og utforming på bygget. Følgende parametere er, i den grad det er beskrevet i kravspesifikasjonene, undersøkt for alle aktørene:

- Protokoller
- Funksjoner
- Brukervennlighet
- Laststyring

4.1 Statsbygg

I Statsbyggs dokumenter henvises det ikke til SD-anlegg, men heller Bygningsautomasjonssystem som fellesbetegnelse for toppsystem og SD-anlegg med tilhørende undersentraler og feltutstyr (Statsbygg, 2020). De funksjonene et SD-anlegg skal dekke, er beskrevet som Toppsystem i dokumentene. Dette blir da første nivå av brukergrensesnitt mot undersentraler og feltutstyr. Det består av skjermbilder med oversikt over de tekniske installasjonene for bygget en har valgt å se nærmere på, og driftsoperatørene er gjennom sine brukere linket mot bygget de drifter. De mottar dermed ikke en rekke alarmer for bygg som ikke er deres ansvar.

I september 2019 ble det gjort en utredning av status for Statsbyggs eiendommer, med tilhørende mandattekst. Det ble konkludert med at det daværende FDV-systemet, SESAM, med tilhørende EOS-modul, som er egenutviklet i samarbeid med leverandør, ikke ble oppdatert i takt med den teknologisk utvikling eller markedet. Det ble dermed bestemt at alle nye eiendommer og eiendommer omfattet av rehabiliteringsprosjekter skulle kobles på et nytt felles BAS toppsystem. I tillegg har Statsbygg hatt mange forskjellige leverandører av BAS på de ulike eiendommene og systemene er av varierende alder, kvalitet og oppsett. Det har dermed vært ønskelig å få alle bygg over på samme plattform (Statsbygg, 2019c).

I konseptvalgrapporten anbefales det at det stilles krav til bruk av åpne API'er for all integrasjon. Dette gjør at det vil være fire mulige måter å koble feltutstyret til toppsystemet på:

- Feltutstyr -> kontrollere -> IoT Gateway -> Toppsystem API
- Feltutstyr -> IoT Gateway -> Toppsystem API
- Feltutstyr -> kontrollere -> Toppsystem API
- Feltutstyr -> Toppsystem API

For sistnevnte alternativ vil det kreve smart feltutstyr med innebygde gateway'er for kommunikasjon mellom enhetene på tvers av protokollene (Statsbygg, 2019b).

Statsbygg godkjente 09.09.2020 en ny prosjektanvisning, PA 5601 – Byggautomasjonssystem. Denne prosjektanvisningen beskriver Statsbyggs minstekrav til funksjonalitet for et bygningsautomasjonssystem og grensesnittet mot toppsystemet (Statsbygg, 2020).

Skjermbildenes utforming er ikke klart definert med hensyn på brukervennlighet, utover at systemene skal utgjøre en helhet med ett brukergrensesnitt og sikre et godt samspill mellom de tekniske anleggene og at hjelpetekster og utskrifter, samt skjermbilder skal være på norsk. Følgende verdier skal kunne avleses i toppsystemet:

Tabell 4. Verdier som skal vises i Toppsystem (Statsbygg, 2020)

Komponent	Nøyaktighet	Eksempel	Enhet
Temperatur	Skal vises med ett desimaler	21,3	°C
Luftmengde	Skal vises uten desimaler	4 200	m ³ /h
CO2-nivå	Skal vises uten desimaler	400	ppm
Luftrykk	Skal vises uten desimaler	150	Pa
Vanntrykk	Skal vises med ett desimaler	1,1	bar
Prosentverdi	Skal vises uten desimaler	53	%
Digitalt signal	På/av	Av	-
COP	Skal vises med ett desimaler	2,1	-
Relativ luftfuktighet	Skal vises uten desimaler	46	RH%
Lysstyrke	Skal vises uten desimaler	200	Lux

Fra toppsystemet skal driftspersonell kunne se status og styre følgende systemer (Statsbygg, 2020):

- Solavskjerming

Solavskjerming, værstasjon med lux-sensor, nedbørs- og vindsensor per fasade skal være tilknyttet automatikk. Systemet skal være automatisk styrt, med hensyn på fasadeareal og antall etasjer. Solavskjermingen skal gå opp ved utløst brannalarm.

- Røyk- og komfortluker

Dersom det er hensiktsmessig skal røykluker aktivt brukes som en del av klimastyringen. Statussignaler som, eksmepelvis, posisjon skal sendes til toppsystemet.

- Tappevannskurs

Det skal være en temperaturgiver for hver akkumulatortank. Vanntemperatur i varmtvannsbereder skal reguleres av temperaturføler. Settpunktet skal være justerbart fra toppsystemet. Settpunkt for tappevannstemperatur skal være justerbart fra toppsystemet, og hvis temperaturen overstiger en grenseverdi skal temperaturalarm aktiveres.

- Ventilasjon

Det skal være et tidsprogram per ventilasjonsaggregat, og programmet skal kunne endres fra toppsystemet. Det skal sette opp skal være mulig å sette opp unntak. Følgende signaler skal sendes til toppsystemet:

- Status på inntaks- og avkastspjeld
- Filtervakter
- Temperaturgivere i tilluftskanal
- Utekompensert temperatursettpunkt
- Temperaturgivere i avtrekkskanal
- Gjenvinningsgrad
- Pådrag på varmegjenvinner
- Varmebatteri
- Frostvakt
- Kjølebatteri
- Viftepådrag på tilluft og avtrekk
- Viftevakter på tilluft og avtrekk
- Aktuell luftmengde på tilluft og avtrekk
- Prosjektert luftmengde på tilluft og avtrekk
- SFP
- Trykkgivere i tilluft og avtrekk
- Røykfølere
- Aggregatets driftstilstand
- Data for optimizer-funksjon

For å unngå unødvendig energiforbruk skal laststyring programmeres for hvert bygg, og det skal lages prioritetsstyring for hvilken varmekilde som skal velges for varmeproduksjon. Denne prioriteten skal kunne forandres fra Toppystemet for å til enhver tid benytte den energileveransen som gir laveste kostnad (Statsbygg, 2020).

4.2 Bergen kommune

Bergen kommune publiserte i 2019 prosjektanvisningen «Retningslinjer og krav til: Automasjon og SD-anlegg». Her beskrives krav til hvordan selve leveransen skal være, samt hva brukermanual, dokumentasjonen og opplæring skal inneholde. Retningslinjene er gjeldende for alle nye SD-anlegg. Kommunen har per 2019 ikke gått til anskaffelse toppsystem for de tekniske systemene, men har spesifisert at alle nye og oppgraderte SD-anlegg skal klargjøres for integrasjon mot et toppsystem. (Bergen kommune, 2019).

For skjermbilde er det særlig fokus på brukeropplevelse og kravene er satt for å gjøre skjermen mest mulig oversiktlig og uten forstyrrende elementer. Grensesnittet skal ha logisk oppbygning og overdreven fargebruk, animasjoner og lignende skal unngås. Ventilasjonssystemene skal vises på planskisse med skraverter farger som viser dekningsområdet deres.

For kommunikasjonsprotokollene er det satt krav til bruk av BACnet på automatiseringsnivå. Mellom undersentraler og feltutstyr kan det velges mellom åpne standardiserte protokoller som BACnet, modbus, M-bus, W-M-bus, KNX eller DALI, men alt feltutstyr skal være tilgjengelig som BACnet-objekter.

Under kap 5.4 Historikk og logging beskrives det hvordan logger skal skrives og merkes. Det skal være mulig sette opp logging av alle verdier i systemet, og servere og undersentraler skal ha kapasitet til å lagre alle verdier i 10 år. For hendelseslogg skal alle innlogginger, endringer utført av bruker, endringer utført automatisk av eksternt og alle alarmer med tidspunkt for aktivering, visning, kvittering og deaktivering vises. Trendlogger for romverdier, varme og ventilasjon, energiproduksjon og alle strøm- og energimålere skal være ferdig oppsatt ved overlevering av SD-anlegget (Bergen kommune, 2019).

Det skal legges opp til å kunne bruke flere globale feriekalendere og dele disse inn i soner på bygget. Dette for å kunne kjøre egen kalender for områder som har forskjellige bruksstider, som eksempelvis SFO og vanlige klasserom på barneskoler. Følgende systemer skal kobles opp på kalenderstyring:

- Ventilasjonsvarme
- Romoppvarming
- Kjølefunksjoner
- Belysning utendørs
- Ringeanlegg
- Snøsmelting og utendørs varmekabler
- Andre systemer hvis hensiktsmessig

SD-anlegget skal automatisk beregne oppvarmingstid for rom, basert på historiske verdier, og starte kalenderstyrt oppvarming deretter. Oppvarmingen skal stanse før brukstiden er over, slik at temperaturen synker med inntil 1 grad.

SD-anlegget skal ha effektstyring, hvor elektriske og vannbårne laster skal kunne kobles ut i perioder. Maks timeeffekt skal settes automatisk, men med mulighet for manuell justering på brukernivå. Hensikten med dette er å begrense maksimalt strømforbruk innenfor enkelttimer, da høyeste timeforbruk i en måned bestemmer effektledd i nettleie. Det skal være oversikt over hvor mye effekt og hvilke laster som til ethvert tidspunkt er koblet fra (Bergen kommune, 2019).

4.3 Trondheim kommune

Trondheim kommune har utarbeidet kravspesifikasjon for automatiseringsanlegg, som ble godkjent i 2020. Denne beskriver krav og løsninger for SD-anlegg, toppsystem, undersentraler og feltutstyr. Det er og spesifisert at i totalentrepriser skal entreprenør for automatikk være kontrahert direkte under totalentreprenør.

I SD-anlegget skal det for ventilasjonsaggregatene vises pådrag, status, driftssignal og feilsignal på vifter, målt temperatur for uteluft i kanal, behandlet tilluft, avtrekk og avkast, og status på filtervakt. Det målte trykket og luftmengdemåling på tilluft og avtrekk skal vises i hhv Pa og m³/h. Dette gjelder uansett type ventilasjon-, varme-, og kjøleløsning som er benyttet. Ytterligere spesifikasjoner er beskrevet i kravspesifikasjonen.

For skjermbilder skal det benyttes minst mulig roterende objekter og lignende. Bildene skal være minst mulig oppdelt og med færrest mulig nivåer. På nivå 1 skal det ligge oversikt over alle bygg med SD-anlegg koblet opp mot toppsystemet. Ved å trykke på et bygg, skal en bli sendt videre til nivå 2. Her skal det ligge oversikt over alle de tekniske anleggene for det aktuelle bygget. For ventilasjon skal det vises på nivå 2 om anlegget er i drift eller ikke. Nivå 3 kommer en til dersom en trykker på, for eksempel, «32.01 Varmeanlegg», hvor det skal ligge systembilde av anlegget. I tillegg til systembilde skal en kunne gå videre til tidsprogram, se kurver og se utetemperaturføler.

Fra automatiseringsnivå og opp til administrasjonsnivå skal det benyttes BACnet som kommunikasjonsprotokoll. Følgende protokoller er tillat for romkontroll: BACnet, LON, KNX. For integrasjon av 3.parts utstyr kan samme protokoller benyttes, i tillegg til MODBUS, N2, M-BUS og DALI.

Kalenderfunksjonene og tidsprogrammene skal dekke behovet for fridags- og ferieprogram der det trengs, og skal skiftes automatisk mellom sommer- og vintertid.

Alle energimålere skal kobles mot SD-anlegg, i tillegg til kommunens WEB-baserte energioppfølgingsystem. Dataen fra energimålerne skal logges i SD-anlegget slik at det kan brukes i feilsøking ved forhøyet energibruk (Trondheim kommune, 2020)..

4.4 Entra

Entra ASA har egen kravspesifikasjon for BAS og EOS datert til 22.09.2020. Av denne fremgår det at Entra har servere fra Johnson Controls Norden og Schneider Electric Norge AS. En av disse leverandørene skal benyttes med tilhørende egnet automasjons- og feltutrustning.

Entra har i sin kravspesifikasjon et punkt som omtales som designfrys. Dette er prosessen frem mot at arbeidene igangsettes, og det er her struktur, funksjon og layout bestemmes. Prosessen innebærer møter mellom byggherre, prosjekterende og utførende hvor partene blir enige om funksjoner for de tekniske anleggene, og hvordan disse skal betjenes og presenteres i bygningsautomasjonssystemet. I denne fasen skal også målerstruktur for energi og energiblokker for hele bygget utarbeides.

På fra automasjonsnivå og opp til administrasjonsnivå skal det benyttes BACnet, mens undersentraler og feltutstyr kan kommunisere med hverandre gjennom KNX, DALI, Modbus og BACnet.

All registrering av forbruksdata skal skje via SD-anlegget. Målerverdier (målerstand) for hver hele klokke-time skal oversendes automatisk til sentral EOS-server i standardisert format. Energidataene overføres minimum en gang per døgn til EOS-server. Det skal installeres nettanalysator i hovedtavle, og abonnementsmåler for eventuell fjernvarme og – kjøling skal tilknyttes program for lastkontroll. Denne skal tilpasses lokale tariffer og begrense hvor mye energi som kan brukes innenfor tidsrom for beregning av effektledd (Entra, 2020).

4.5 Oslo kommune

Oslo kommune har utarbeidet felles teknisk kravspesifikasjon for alle deres kommunale foretak. For SD-anlegg innbefatter denne at det skal leveres et komplett autonomt lokalt SD- og automatiseringsanlegg med tilhørende sentralenhet, undersentraler, feltutstyr og tavler. For hvert system som skal styres, reguleres og overvåkes skal det utarbeides funksjonsbeskrivelser, systembilde og funksjonstabeller (Oslo kommune, 2019).

I kommunens SKOK (standard kravspesifikasjon for Oslo kommune) er det spesifisert at det skal etableres egne målestrukturer som muliggjør oppfølging av følgende energiposter:

- Romoppvarming
- Ventilasjonsvarme
- Varmt tappevann
- Vifter og pumper
- Belysning
- Teknisk utstyr
- Kjøling

Anlegget skal kobles til et av foretakets sentrale SD-system (toppsystem), og alle driftsdata fra tilknyttede bygningsinstallasjoner skal oversendes kontinuerlig til SD-systemet. Grensesnittet mellom SD-systemet og det lokale automasjonssystemet skal være basert på etablerte teknologistandarder og ikke være avhengig av leverandørspefikke produkter, og disse prokollene skal legges til grunn (Oslo kommune, 2019):

- BACnet/IP BBC - foretrukket integrasjonsløsning

- BACnet-objekter for tidsstyring, trendkurver, alarmbehandling etc. skal visualiseres og betjenes via standard funksjoner i toppsystemet.
- Protocol Implementation Statement (PICS) skal vedlegges tilbudet.

Betjening av tidskatalogene skal være uniform for alle systemer som er koblet opp mot toppsystemet. Tidskatalogene skal av den grunn visualiseres og betjenes fra toppsystemet via BACnet-objektene "Calendar" og "Schedule". Tidskatalogene skal lagres lokalt og fungere uavhengig av status på kommunikasjon mot toppsystemet. Dette for at tidsskjemaet ved nettverksbrudd eller annen kommunikasjonsstopp skal følges.

Utstyr for energimåling skal kunne sende data til EOS-systemet og til lokal automatikk. Kommunikasjonen skal være gjennom kjente protokoller som M-bus eller BACnet.

VVS- og elektrotekniske installasjoner som inneholder feltutstyr eller innehar alarmfunksjoner skal tilkobles lokal automatikk. I de tilfeller hvor det ikke er sentralt driftsanlegg på bygget, skal det klargjøres for oppkobling (Oslo kommune, 2019).

5 utfordringer i eksisterende SD-anlegg

Av spørreundersøkelsen fremgår følgende: seks av respondentene sier at de har jobbet på bygg hvor det var SD-anlegg men det ikke var i bruk. I undersøkelsen hadde driftspersonellet mulighet til å krysse av for fem alternativer:

- Mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt
- Manglende opplæring
- Mangel på tilgang
- Gammelt og utdatert
- Annet (med mulighet for å utdype)

Respondentene hadde muligheten til å velge flere av alternativene. Kombinasjonen er som følger:

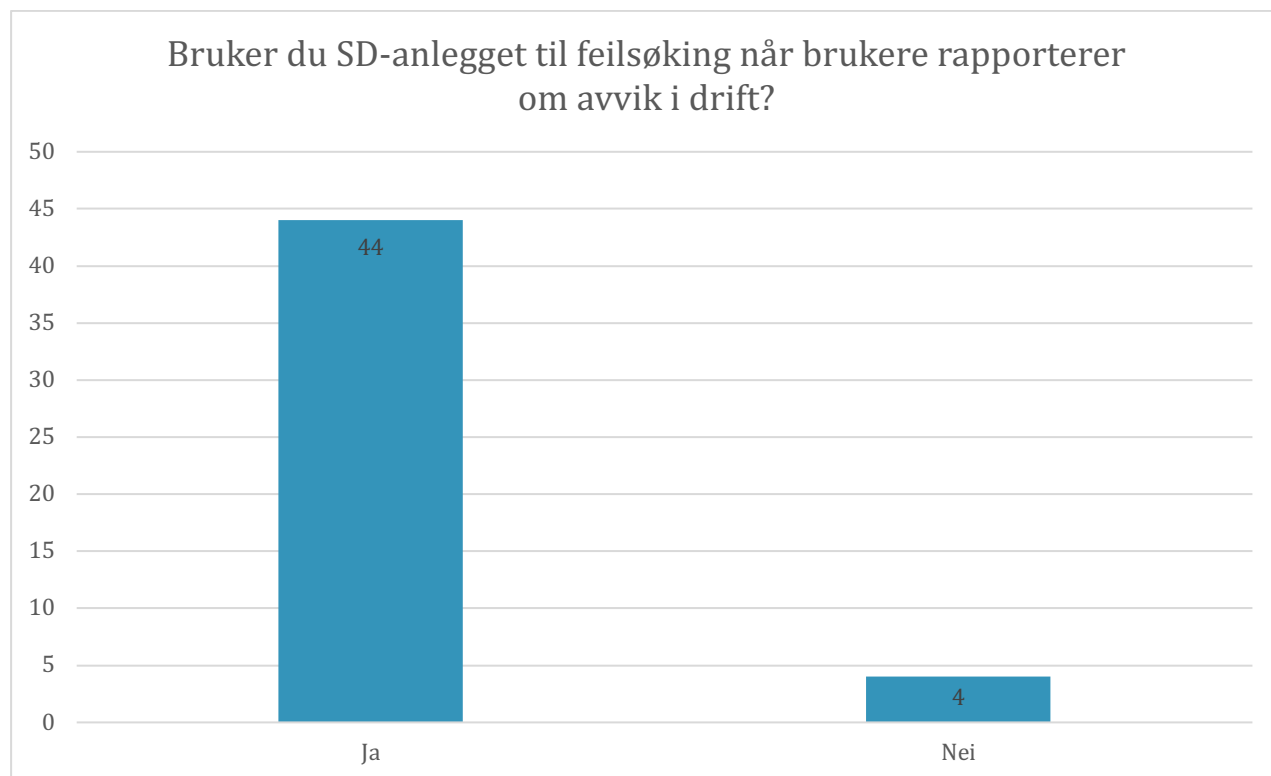
- Mangel på tilgang og manglende opplæring
- Mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt og manglende opplæring
- Mangel på tilgang
- Gammelt og utdatert, mangel på tilgang, mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt og manglende opplæring
- Mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt
- Mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt

Det ble også spurt etter hvilke deler av anlegget, begrenset til feltutstyr, hvor operatørene oftest opplevde feil. Flere av operatørene oppgir feil på sensorer, målere og følere, da særlig temperaturmålere/følere og trykkmålere over filter, og at disse opplysningene på skjerm ikke samsvarer med status på selve anlegget. Flere peker på feilplasserte temperaturfølere i ventilasjonsaggregat som mulig feilkilde. Dersom temperaturfølere er uheldig plassert i ventilasjonsaggregatet kan det føre til verdier som ikke er representative for kanalnettet. Da vil aggregatet gå på falske premisser og bruke unødvendig mye energi på å varme opp eller kjøle luft som egentlig har tilfredsstillende temperatur. Dette kan igjen føre til at tilluften som sendes ut i bygget holder ubehagelig høy temperatur, noe som i neste omgang resulterer i at brukere klager på luften og benytter vinduer til utskifting av luft.

Noen oppgir at det ofte er feil på kritisk utstyr som røykdetektorer og brannvarslingen. Dette er særlig kritisk da det er disse som varsler brukere av bygget om at de må ut i tilfelle brann, og en svikt i disse kan i ytterste konsekvens utgjøre en fare for liv og helse.

En annen gjentakende problemstilling er feil på kommunikasjon. En respondent oppgir feil på gateway'er som igjen gir falske alarmer i SD-anlegget. En mulig feilkilde til dette kan være bruk av for mange gateway'er. Disse fungerer som oversettere mellom kommunikasjonsprotokollene og hver gang signalene går gjennom en, kan det bli små oversettelsesfeil. For mange av disse kan gjøre signalene uleselige for sluttledet.

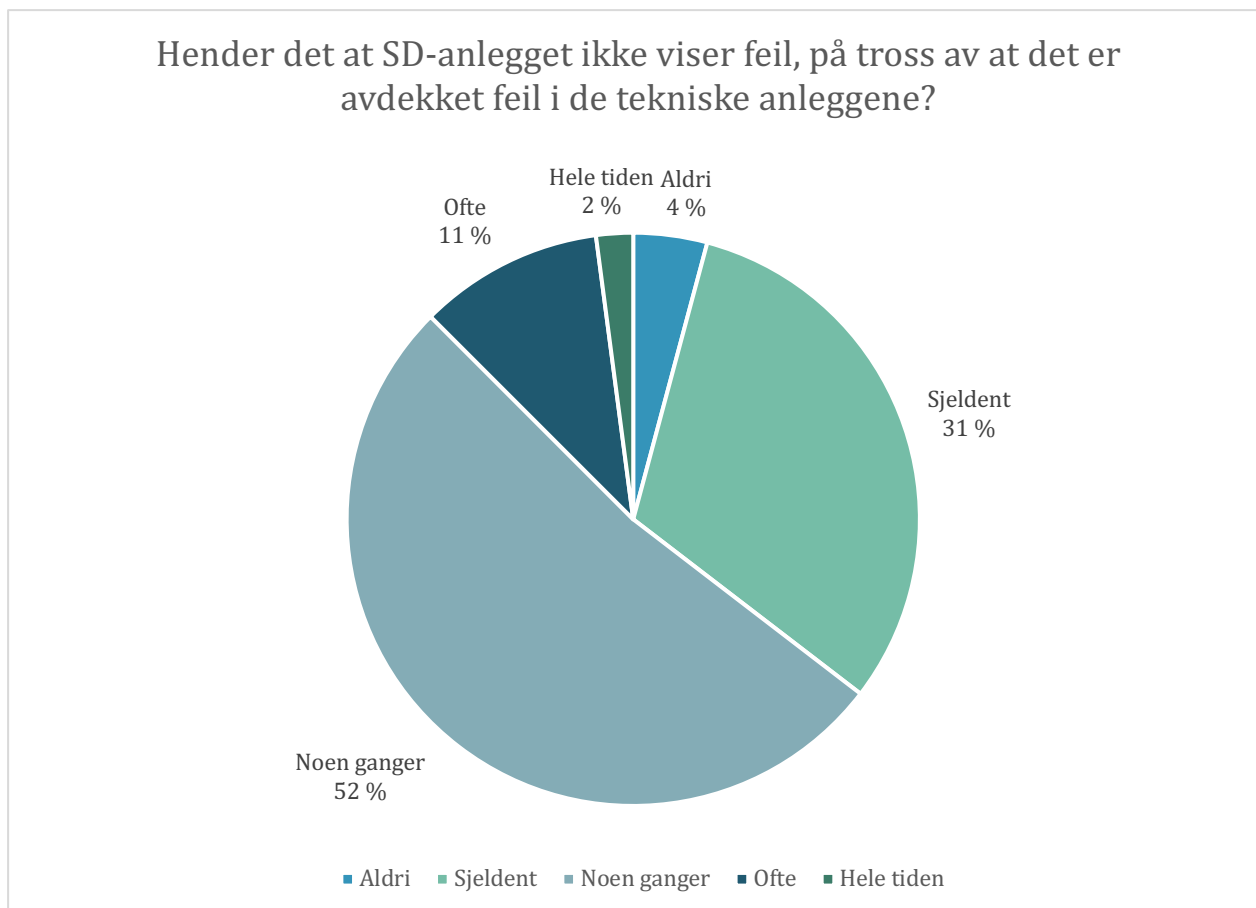
Flere av disse problemstillingene kan bunne ut i levetiden til de ulike komponentene. Bjørberg (2009) anslår den funksjonelle levetiden til komponenter knyttet til SD-anlegg og SD-anlegget i seg selv til å være 11-15 år.



Figur 9. Bruk av SD-anlegg ved feilsøking

SD-anlegget er et verdifullt verktøy i arbeidet med feilsøking på bygget. 44 av 48 driftsoperatører oppgir at de bruker anlegget til feilsøking når brukere rapporterer om avvik. Dette viser viktigheten av at anlegget fungerer som tiltenkt, slik at feilsøking kan gjøres i to trinn, gå inn i SD-anlegget og så sjekke fysisk ute i anlegget.

På spørsmål om det hender at SD-anlegget ikke viser feil, på tross av at det er avdekket feil i de tekniske anleggene svarer rett over halvparten at dette skjer noen ganger, mens 13% sier ofte til hele tiden. Likevel svarer 81 % at de stoler på alarmer, varslinger og verdier som kommer opp på SD-skjermen.



Figur 10. SD-anlegget viser ikke feil avdekket i de tekniske anleggene

6 Installasjon av SD-anlegg i eksisterende bygg

I spørreundersøkelsen ble følgende spørsmål stilt i forbindelse med installasjon av SD-anlegg:

- Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?
 - Gammelt og nytt feltutstyr
 - Alt nytt ifm nybygg
 - To SD-anlegg (et nytt og et gammelt)
 - Gammelt feltutstyr med nytt SD-anlegg
 - Gammelt SD-anlegg med nytt feltutstyr

6.1 Gammelt og nytt feltutstyr

Respondentene har hatt varierende erfaring med kombinasjonen gammelt og nytt feltutstyr, men oppgir at det kan være problematisk å få alt utstyret til å kommunisere med hverandre og drifte bygningen på optimal måte. Det gamle utstyret er ikke like nøyaktig som det nye og må som regel kalibreres for at alt skal kunne kommunisere på en tilfredsstillende måte, samt at undersentralene må omprogrammeres eller skiftes ut for at det nye utstyret skal kunne fungere. Dette vil kunne gjøre at det gamle utstyret fremstå som mindre stabilt sammenlignet med det nye, og dermed oppleves som mindre funksjonelt enn tidligere og at det er oftere er feil på det. Det nye utstyret er som regel mer følsomt, kan gjøre mer nøyaktige målinger og oppleves mer stabilt.

De som oppgir at gammelt og nytt feltutstyr fungerer sammen, oppgir også at dette er med forbehold om at det er integrert riktig og at driftsparameterene er satt riktig og tilstrekkelig testet. Det er videre viktig at installasjon og oppstartsprotokoller er gjennomført i henhold til krav og god praksis. Det er også gjort et poeng av at det ikke er ønskelig med for mange kommunikasjonsprotokoller, da dette gir for mange adresser og større sjanse for menneskelige feil.

De aller fleste opplever at det hadde vært mer hensiktsmessig å bytte alt utstyr samtidig.

6.2 Nybygg

For nybygg er den klare gjengangeren at det kan ta tid før SD-anlegget går i optimal drift, men at det etter en innkjøringsperiode fungerer som det skal dersom kravspesifikasjonen og leveransebeskrivelsene er fulgt fra leverandørs side. Det trekkes også frem som positivt at leverandør i denne perioden er enkle å få tak i. Det kan dog ta tid å få kalibrert anleggene og feil som må lukes ut.

Noen har hatt positive opplevelser med at brukergrensesnittet i helt nye bygg oppleves som godt, med egne tilpasninger av skjermbilder med bilde og status for de forskjellige tekniske delene, som sol-avskjerming og elbil-ladere. Andre mener igjen at dette blir litt for teknisk og

at det tar fokuset bort fra den daglige driften. Opplæring av driftspersonell i en igangsettingsfase og under fullskalatester blir dermed avgjørende for brukervennlighetene når en skal integrere mye utstyr og komponenter i et bygg.

6.3 To SD-anlegg

Problemene med to SD-anlegg virker å være utfordringen med å få de to anleggene til å snakke sammen dersom det er ulike leverandører av anleggene. Dette er da løst med å ha to anlegg som er adskilt. Man må da logge inn på to ulike systemer når en skal bytte mellom dem. Dette beskrives som tungvint, og det er ønskelig at disse integreres til et anlegg.

Det trekkes likevel frem at to SD-anlegg er å foretrekke i forhold til at det ikke ble gjort noe med anlegget i det hele tatt og at funksjoner hadde manglet. Det kommer også frem at de gamle anleggene ikke gir nok informasjon og mangler funksjoner, noe som gjør at de igjen ikke gir optimal drift.

6.4 Gammelt feltutstyr og nytt SD-anlegg

Det fremkommer av undersøkelsen at kombinasjonen gammelt feltutstyr og nytt SD-anlegg fungerer godt inntil feltutstyret ikke er lagervare hos leverandøren lenger. Driftsoperatørene oppgir også at det som regel er en del kommunikasjonsproblemer og at det gjerne må monteres ekstra utstyr, som gatewayer, I/O-moduler o.l, for at SD-anlegget skal kunne motta signaler fra gammelt utstyr. Det pekes på at gammelt feltutstyr ikke gir en effektiv drift av de tekniske anleggene, og viser mindre presise verdier, som følge av lang driftstid og slitasje på utstyret. Det må dermed foretas flere visuelle besiktelser for å se til komponentene.

6.5 Nytt feltutstyr og gammelt SD-anlegg

Et gammelt SD-anlegg vil gjerne ha en eldre programvare som kan være utdatert og som fører til svikt i kommunikasjonen mellom SD-anlegget og undersentralene. En respondent sier at vedkommende plages med SD-anleggene som bruker Java i grensesnitt. Java er generelt ikke å anbefale da dette er et programmeringsspråk som er i ferd med å bli avvirket, og Google Chrome og Internet Explorer støtter ikke lenger Java-tillegg. Det kan dermed bli problematisk å logge inn i gamle SD-anlegg som krever Java i disse nettleserne.

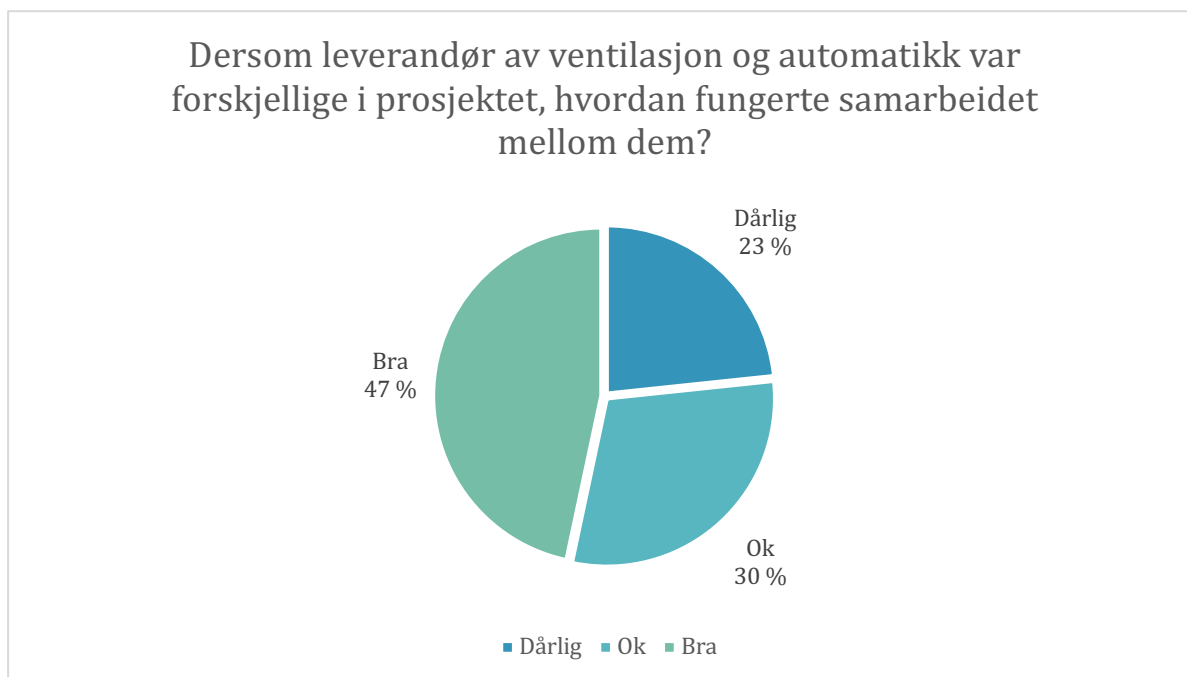
6.6 Leverandører og entreprenører

Driftsoperatørene ble stilt tre spørsmål om hvordan de har opplevd leverandørene av SD-anlegg i etterkant av installasjon. NS 6450:2016 fastsetter at opplæring av driftspersonell skal skje i idriftsettingsfasen, og anbefaler at driftspersonellet betjener alle systemer og utstyr, og at de utløser forhåndsdefinerte hendelser, eksempelvis brannalarm, for best mulig opplæringseffekt. Omfanget av opplæring av driftspersonellet bestemmes dog ut fra kontrakten som er inngått i forkant av leveranse.

Omtrent halvparten av driftspersonellet som har besvart undersøkelsen forteller at opplæring ved overtakelse har vært noe kort. Noen beskriver den og som mangelfull, mens andre mener at god dokumentasjon og funksjonsbeskrivelser veier opp for dette. To respondenter peker på at egeninteresse og engasjement under opplæringen kan spille inn som en faktor i hvor mye en får ut av det.

Flere av svarene viser at kontakten mot leverandører i etterkant av overlevering og opplæring er tilstrekkelig og at de får assistanse når det etterspørres, i tillegg til at de lærer bedre gjennom bruk av anlegget.

I noen tilfeller er det egne leverandører av ventilasjon og automatikk på prosjektene. De fleste oppgir at samarbeidet på tvers av leverandører fungerer bra, men at en er avhengig av gode beskrivelser og at kravene satt fra byggherre følges. En respondent peker på at bransjen har noe å jobbe med i form av tverrfaglige beskrivelser og tester. Dette for å sikre at installasjonene snakker med hverandre. En annen sier at det tilsynelatende kan virke som de forskjellige leverandørene/entreprenørene ikke alltid har samme innfallsvinkel og manglende forståelse for hverandre.



Figur 11 – Samarbeid mellom ventilasjon- og automatikkleverandører på prosjekt.

Et annet mulig problemområde er integreringen av kompakte ventilasjonsaggregat med SD-anlegget. For disse er det ikke gitt at internautomatikken er fritt programmerbar og i tilfeller hvor disse bestilles med integrert feltutstyr, med proprietære protokoller, kan disse bli problematiske å koble opp mot felles automasjonssystem. Dette kan skje i de tilfeller hvor underentreprenør for ventilasjon bestiller et slikt anlegg uten å ha koordinert dette med underentreprenør for automasjon.

Til slutt ble det stilt spørsmålet «Hvilke utfordringer har oppstått i etterkant av installasjon av SD-anlegg?». Svarene er delt opp i fire kategorier: brukergrensesnitt, feltutstyr, leverandør/entreprenør og kommunikasjon.

Brukergrensesnitt:

I etterkant av installasjon må det som regel brukes noe tid på tilpasning av skjermbilder, herunder ordne slik at det vises hvilke områder de tekniske anleggene forsyner. SD-anlegget innehar ofte standardiserte oppsett for settpunkter og innstillinger som må tilpasses bygget det skal installeres i. Det påpekes og at rom ofte er lagt inn med feile romnummer/navn. Dette gjelder og for de tekniske anleggene.

Feltutstyr:

Av svarene fremkommer det at følere og givere viser ukorrekte verdier, og at utstyr har vært montert feil slik at det ikke fungerer optimalt.

Leverandør/entreprenør

For respondentene oppleves det som at entreprenørene mangler systemer for å levere ferdig produkt før prøvedriften begynner. Mange av svarene går på tverrfaglige problemer, som enighet om grensesnitt og generelle misforståelser, samt manglende bruk av kravspesifikasjoner. En respondent ønsker uavhengig tverrfaglig testing, i hele hierarkiet, fra feltutstyr til SD-anlegg. I etterkant av installasjonen opplever noen det som vanskelig å få tak i installatør for å gjøre endringer eller få utført reklamasjoner. Det oppgis og at de nye SD-anleggene må feilsøkes en del på for å få anlegget til å fungere som tiltenkt.

Kommunikasjon

Respondentene oppgir at det på nylig installerte SD-anlegg oppstår en del falske alarmer, og at det har vært nødvendig med kalibrering og opprydning for å få bukt med dette. Flere oppgir og at det kommunikasjonen mellom SD-anlegget og de ulike tekniske anleggene ikke fungerer som det skal.

7 Kompleksitetsnivå

Det viktigste ved anskaffelse av SD-anlegg, er hvordan prosjektet struktureres. Det er å anbefale at prosjektet får en ITB-koordinator som kan koordinere de ulike fagene. En automatiseringsentreprenør er representert på de fleste andre fag i et bygg, og en ITB-koordinator vil langt på vei kunne bidra til at de tekniske installasjonene fungerer som tiltenkt etter overlevering. ITB-koordinatoren bør komme inn så tidlig som mulig på prosjektet, slik at vedkommende kan gi rådgivning allerede i planleggingsfasen. Automatiseringen omfatter, som oftest, komponenter som de andre fagene har ansvar for hovedleveranse av, og dersom ventilasjon- og automatiseringsentreprenøren ikke har kommunisert i forkant av installasjon er det ikke gitt at ventilasjonsaggregatet kan styres som tiltenkt gjennom SD-anlegget. Automatisering bør ikke ligge som en underentreprise hos en underentreprenør, men heller sidestilles med, eksempelvis, ventilasjon, rør og elektro. I planleggingsfasen bør det og avklares hvilke funksjoner som skal styres gjennom SD-anlegget. Det anbefalte kompleksitetsnivået i dette kapitlet er basert på svarene gitt av driftsoperatørene, samt en gjennomgang av kravene gitt i kravspesifikasjonene og leveransebeskrivelsene til eiendomsaktørene.

Før en eventuelt går til anskaffelse av et SD-anlegg, er det viktig å ha klart for seg graden av automatisering. For bygning og det tekniske anlegget bør alltid graden og omfanget av automatiseringen avklares og bestemmes ved at man beskriver og spesifiserer SD-anlegget. Skal en oppnå effektiv drift og optimalt økonomisk resultat, må SD-anlegget tilpasses byggherrens behov og driftspersonalets mulighet og potensial for bruk og betjening. (Bøe, 2012).

Bøe (2012) konkluderer med at driftspersonellets forutsetninger og hvem som skal ta ansvar for funksjoner og leveransen av SD-anlegget er sentrale punkter for å vurdere størrelse og omfang for SD-anlegget. Det er og viktig å avklare hvem som er ansvarlig for service og vedlikehold, både i reklamasjonstiden og under ordinær drift.

Driftskontrollsystemet bør inneholde følgende muligheter og funksjoner (Emilsen, 2017):

- Kommunikasjon med alle de viktige tekniske systemer/anlegg i bygningsmassen som skal kontrolleres og betjenes.
- Utvidede tidsprogram med årskalender som kan overstyre lokale tidsprogram i regulatorer og undersentraler. F.eks. ved ferier og bevegelige helligdager.
- Motta og lagre store datamengder (trenddata). Både på kort sikt og lengre sikt.
- Kontrollere klimaet inne i hele bygningsmassen.
- Kontrollere og rapportere energiforbruket.

Med utgangspunkt i punktene nevnt ovenfor, bør driftspersonell kunne utføre følgende operasjoner gjennom anlegget (Emilsen, 2017):

- Slå av og på elektrisk lys og varme.
- Starte og stoppe motorer for pumper og vifter.

- Endre tidsprogrammene for start og stopp.
- Kontrollere styringsorgan for ventiler og spjeld.
- Motta og kvittere for status- og alarmmeldinger.
- Avlese måleverdier (temperatur, energi, etc).
- Endre skal-verdier for styringer og reguleringer.
- Overføre meldinger og målinger til langtidsdager.
- Konfigurere og skrive ut trendanalyser.

Skjerm bilde bør fremstå som ryddig og oversiktlig. Det kan med fordel legges inn plantegninger for bygget med oversikt over hvor de tekniske installasjonene er. Installasjonene bør være merket etter Statsbyggs tverrfaglige merkesystem (TFM), og når man trykker på dem kan det ligge inne en funksjon slik at driftspersonell kan notere beskjeder til neste driftsoperatør som logger inn. Meny og tekst på skjermen bør være på norsk. Jo mer intuitiv systemet og skjermen fremstår, jo enklere er det å bruke. Skjermen bør være slik at en driftsoperatør uten kjennskap til bygget skal kunne navigere i systemet.

Ventilasjonen bør legges opp slik at det er et tidsprogram per aggregat. På skjermen i SD-anlegget bør driftsoperatørene kunne se status på innkast- og avkastspjeld, temperaturgivere i tilluftskanaler, luftmengder som går ut til rommene og varmebatteri. For varmegjenvinner bør gjenvinningsgrad og pådraget på gjenvinneren vises, og gi alarm dersom gjenvinningsgraden går under f.eks. 65 %. Ved større bygg, hvor det er flere ventilasjonsaggregater som forsyner ulike deler av bygningen, bør områdene de ulike aggregatene forsyner fremkomme av plantegning i SD-anlegget. Dette kan løses ved eksempelvis skravering av områdene.

Der det er mulig med last- og effektstyring, bør dette kunne justeres fra SD-anlegget eller toppsystemet. Styringen bør tilpasses slik at det er mulig å benytte den energileveransen som er billigst på det gitte tidspunktet, og styres slik at eventuelle effekttopper gir minst mulig utslag på effektledet i nettleien til netteier. Dette kan løses ved å legge inn energibærerne etter prioritet, med mulighet for endring fra SD-anlegget eller toppsystemet.

Kalenderstyring bør legges opp der dette er hensiktsmessig. Som et minimum bør det legges opp til kalenderstyring for romoppvarming, ventilasjonsvarme, kjølefunksjoner, utvendig belysning og utendørs snøsmelting (varmekabler). Kalenderen kan med fordel være programmert slik at den tar hensyn til bevegelige helligdager, i tillegg til at driftsoperatør manuelt kan legge inn fridager og feriedager.

Målerstrukturen for de tekniske anleggene bør planlegges godt og de ulike målerne bør kunne leses av i SD-anlegget. Dette vil vise hvor energien fordeler seg i løpet av døgnet og eventuelle feil i driften vil være lett å avdekke. Dette er også viktig i forbindelse med fakturering av leietakere. Antall målere bør igjen ikke bli for mange, da dette kan gi for mye informasjon og dataen som samles inn blir uoversiktlig, vanskelig å etterbehandle og mister dermed verdi. Ifølge Dokka og Grini, vil anbefalt antall målere variere med størrelse på bygget og

kompleksitetsnivå på de tekniske installasjonene. Det slås videre fast at det i de fleste bygg vil være nok med 10 til 30 målere om man samtidig oppnår en nyttig målerstruktur (Dokka og Grini, 2013). I noen tilfeller vil det være hensiktsmessig å forenkle målerstrukturen. Da må de tekniske installasjonene som skal dele måling være av samme kategori, f.eks. ventilasjonsanlegg, og ha passelig likt driftsmønster. Da kan en finne avvik i driften uten at det krever mye feilsøking i hvor feilen ligger. Det bør, i tillegg til de individuelle målerne, være mulighet for å lese av det totale strømforbruket på bygget.

Alarmer for kritiske funksjoner må komme opp i SD-anlegget og kvitteres ut når de er sjekket av driftsoperatør. Brannalarm bør kobles opp mot SD-anlegget slik at det går melding parallelt til anlegget og til eksternt vakthold. I noen tilfeller kan det være fornuftig med en stillealarm før brukerne av bygget varsles. Dette kan være i bygg hvor det er særlig uheldig for driften med en evakuering. I så tilfelle vil en lokal vakt eller driftsoperatør sjekke om det er tilløp for brann og så deaktivere dersom det er falsk alarm. Aktuelle varsler som bør komme opp i SD-anlegget er forvarsel, feil og status på batterier. Det bør komme alarm i SD-anlegget for frostvakt, viftevaktene og filtervakt.

For kommunikasjonsprotokoller bør det benyttes BACnet eller annen IP-protokoll fra undersentraler og opp mot SD-anlegget. Videre bør antall protokoller på nivåene under begrenses. Jo flere protokoller, jo større sjanse er det for at svikt i systemet som gir feilmeldinger.

8 Potensielle besparelser

8.1 Energibesparelser

Det ble, som nevnt tidligere, sendt ut forespørsel til flere kommuner og byggeier med spørsmål om de har noen bygg med oppgradert eller installasjon av SD-anlegg med energidata før og etter. Undervisningsbygg Oslo KF og Bergen kommune har henholdsvis sju og to bygg som var passende kandidater. Det er forsøkt unngått å bruke bygg med installasjon i 2020 eller tett opp mot 2020. For Bergen kommune er anleggene satt inn i mai 2020. Det er opplyst om at disse byggene i mindre grad har vært påvirket av nedstenging som følge av korona, og det er dermed besluttet å ta med disse.

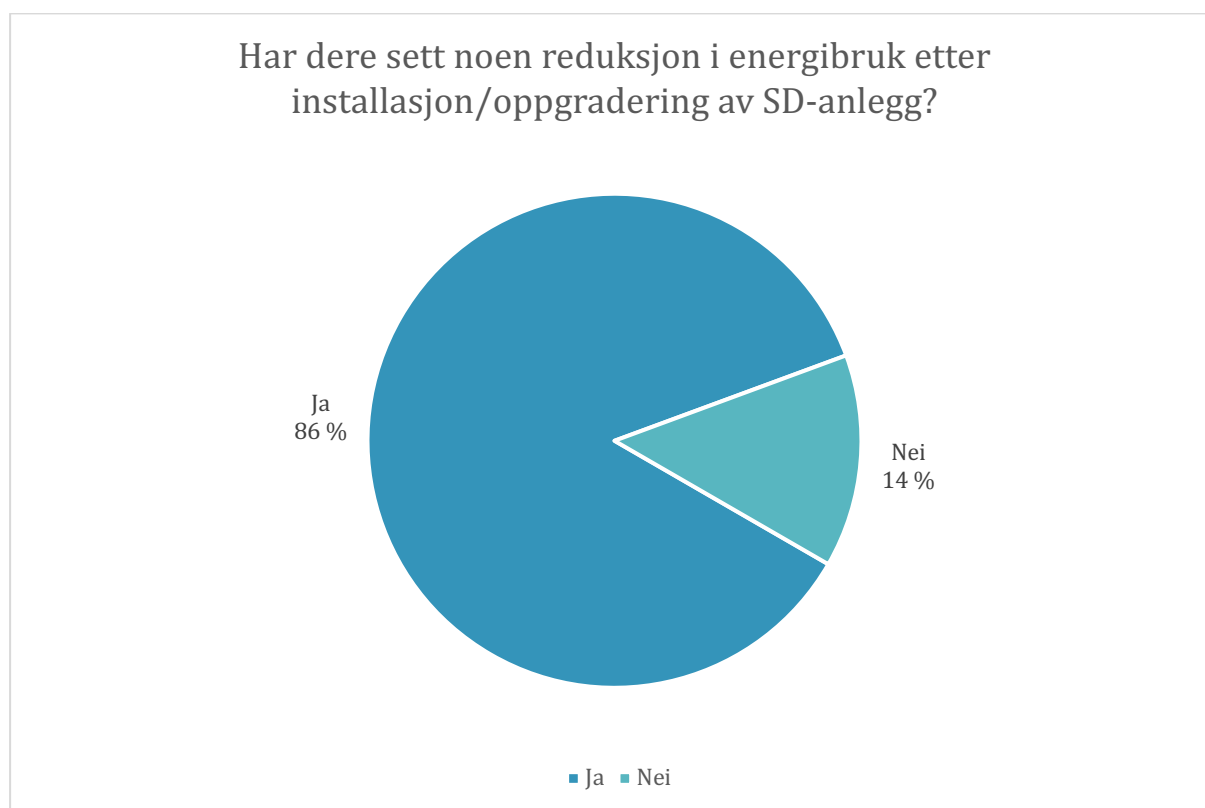
Undervisningsbygg Oslo KF har utarbeidet en årsrapport for energiledelse for 2020. Av denne fremkommer det at følgende skoler har hatt en reduksjon i energiforbruk etter installasjon av SD-anlegg/automatiseringsanlegg:

Tabell 5. Oversikt over bygg med energibesparelser i 2020 som følge av installasjon av SD-anlegg i Undervisningsbygg (Undervisningsbygg Oslo KF, 2021)

Skolebygg	Tiltak	Besparelse [%]	Besparelse [kWh]
Smestad	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-19 %	419 653
Bestum	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-15 %	275 854
Lakkegata	Oppgradering av SD-anlegg, utskifting av automatikk	-1 %	13 716
Sinsen	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-7 %	116 471
Ullevålsveien	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-19 %	95 216
Osterhaugsgate	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-43 %	337 879
Furuset	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-16 %	162 617

Kjelsås	Nytt SD- og automasjonsanlegg, samt etablering av romstyring i alle bygg	-5 %	93 332
Kampen	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg	-7 %	47 048
Tiurleiken	Oppgradert SD-anlegg/automasjonsanlegg, utskifting av undersentraler	-12 %	48 380
Grünerløkka	Utskifting av defekt automatikk	-29 %	343 633
Lilleborg	Oppgradering SD-anlegg/automasjon	-18 %	107 340

I spørreundersøkelsen ble det spurt om respondentene hadde sett noen reduksjon i energibruk etter installasjon eller oppgradering av SD-anlegg. På dette svarer 86 % ja. Dette samsvarer med tallene gitt i Tabell 5. Gjennomsnittlig besparelse for disse byggene er 15,9 %.



Figur 12. Reduksjon i energibruk etter arbeid med SD-anlegg

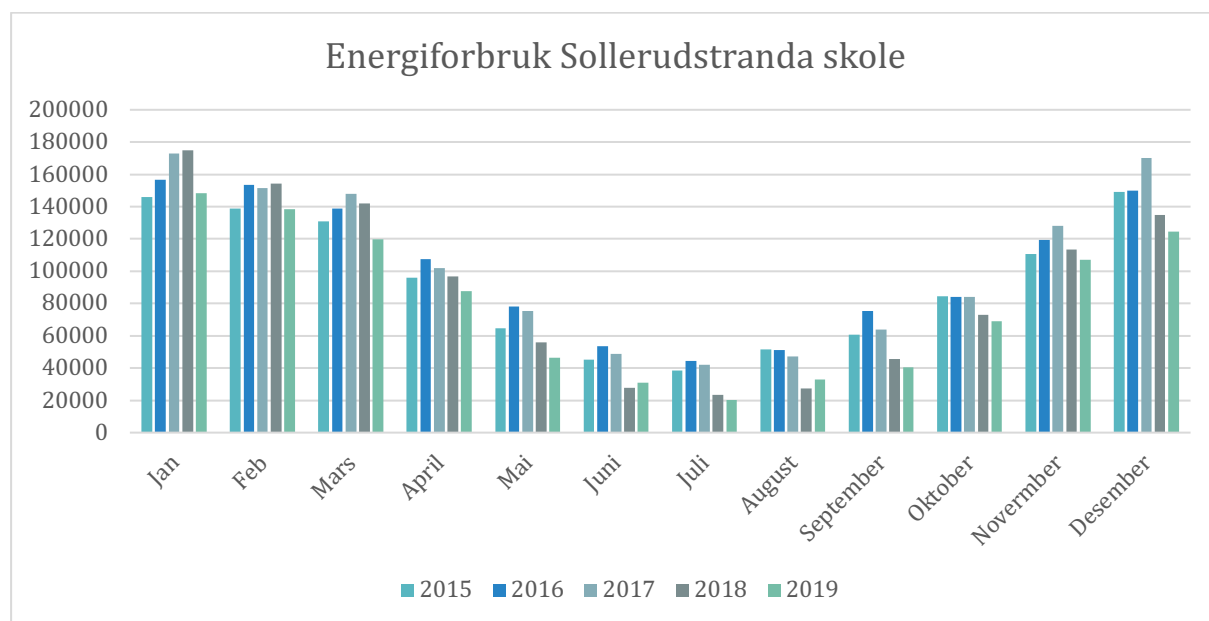
8.2 Undersøkte bygg

I Oslo kommune er det valgt å se nærmere på skolene Sollerudstranda, Sørkedalen, Lutvann, Nordtvet, Tåsen, Sagene og Foss VGS. Byggene eies av det kommunale foretaket Undervisningsbygg. I Bergen ses det nærmere på Sandviken helse- og sosialsenter og Marikollen skole, begge med Bergen kommune som byggeier. All energidata er

graddagskorrigert i organisasjonenes energioppfølgingsystem. Som startmåned for byggene er det valgt månedene SD-anlegget ble oppgradert eller satt inn. I utarbeidelsen av referanseår er det, som utgangspunkt, tatt et gjennomsnitt av de siste tre år.

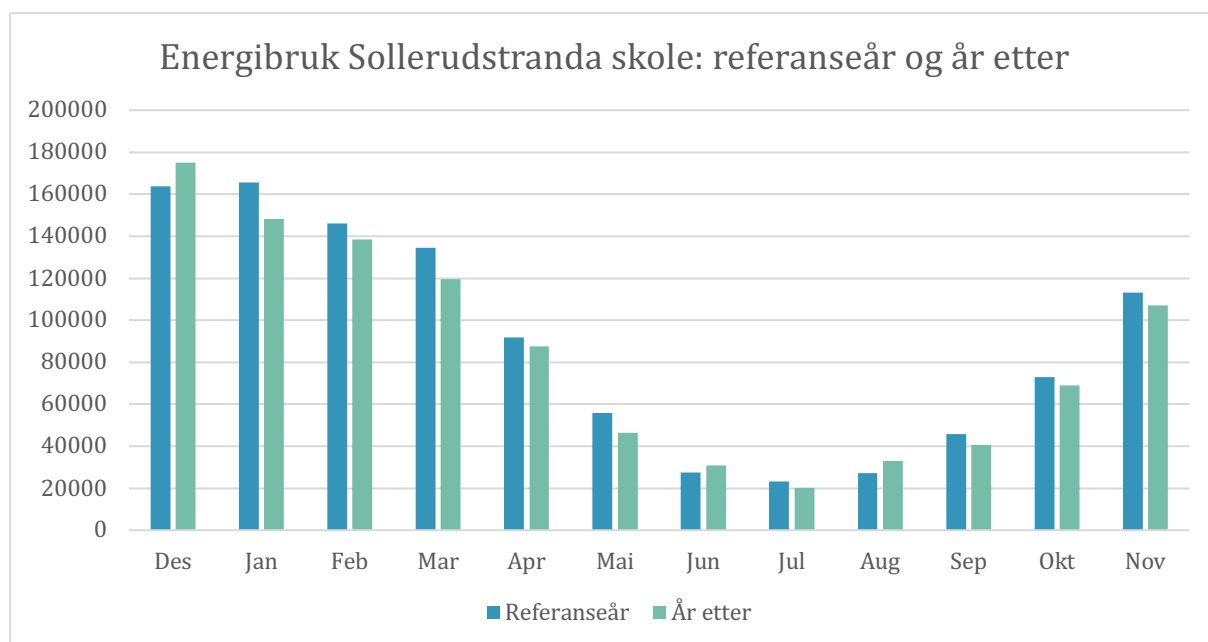
8.2.1 Sollerudstranda skole

Sollerudstranda skole er en tilrettelagt ungdomsskole på Ullern i Oslo. Skolen er 4784 m², har 115 brukere og ble bygget i 1930. Energiforbruket for 2015 til 2019 er fremstilt i Figur 13.



Figur 13. Energibruk Sollerudstranda skole i perioden 2015 til 2019

I 2018 er det en nedgang i forbruket i mai og som vedvarer ut året. SD-anlegget ble på denne skolen ikke oppgradert før i desember 2018. Nedgangen skyldes et ventilasjonsaggregat som ble satt inn i mai 2018 og som ble koblet opp mot det gamle SD-anlegget. Det er uvisst om det gamle har hatt døgkontinuerlig drift eller om det har fulgt driftstidene. Siden det ikke lar seg gjøre å regne ut hvor mye av besparelsen som kan krediteres SD-anlegget er det valgt å tilpasse tallene for 2018, slik at en eventuell besparelse kan bestemmes med det nye ventilasjonsaggregatet. Januar, februar, mars og april er korrigert mot september, oktober, november og desember. Dette for å unngå og sammenligne sommermånedene med vintermånedene. Referanseåret blir dermed en tilpasning av tallene fra desember 2017 frem til november 2018.



Figur 14. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sollerudstranda skole

Differansen i energibruk for Sollerudstranda er på 4,89 % fra referanseår til året etter.

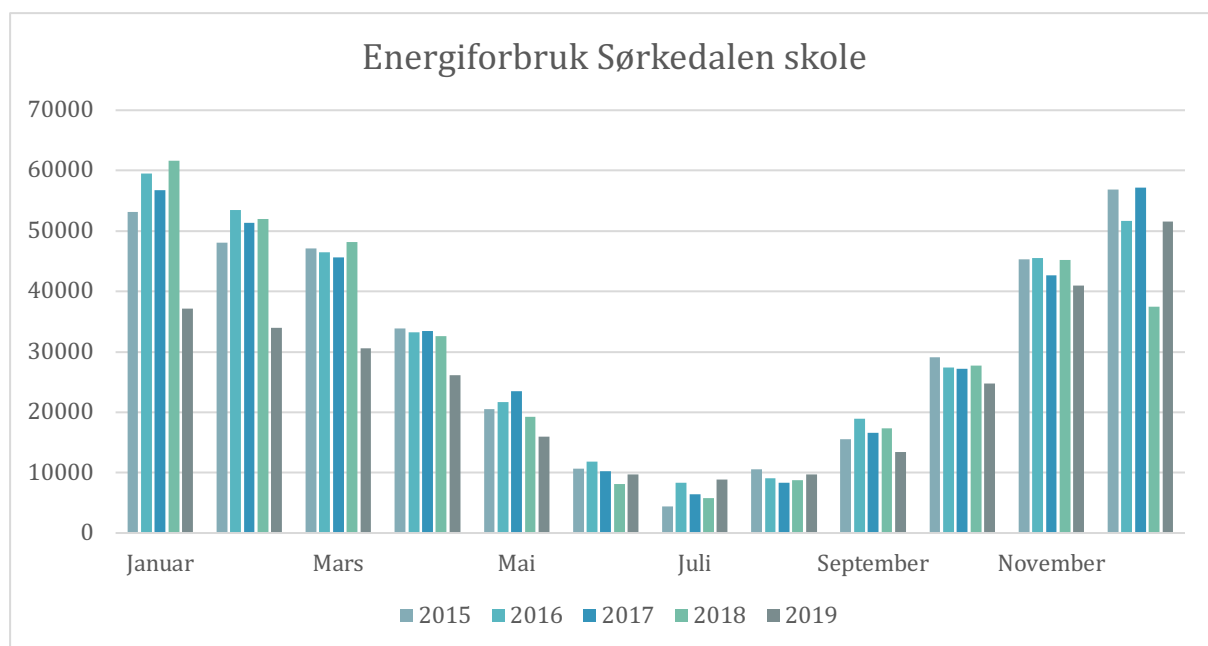
$$1\ 067\ 504 - 1\ 015\ 324 = 52\ 180\ kWh$$

$$\frac{52\ 180}{1\ 067\ 504} * 100 = 4,9\ \%$$

Som nevnt kan noe av den generelle besparelsen fra 2018 mot tidligere år antageligvis kunne krediteres det gamle SD-anlegget i form av at ventilasjonen nå følger driftstidene, men det er i denne beregningen kun valgt å se på besparelse i forbindelse med oppgraderingen.

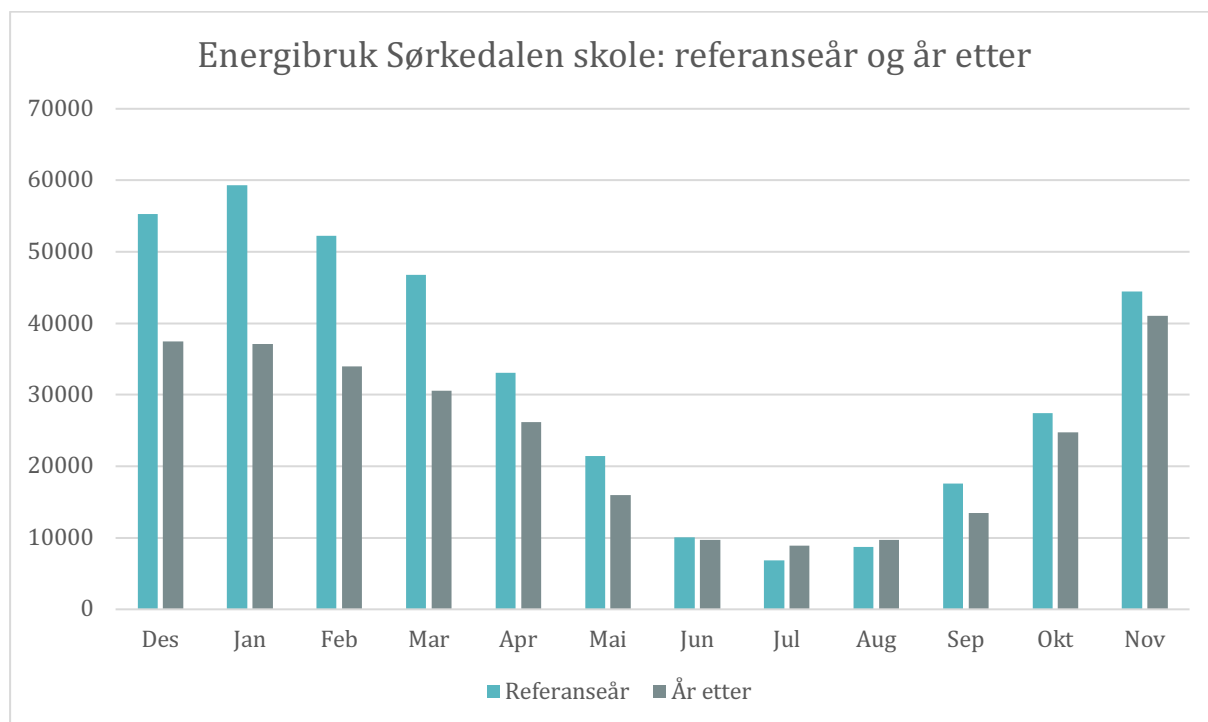
8.2.2 Sørkedalen skole

Sørkedalen skole er en barneskole på 2068 m², som sto ferdig i 1924. Skolen har 77 brukere, og er med det en av Oslos minste skoler. SD-anlegget på skolen ble oppgradert i desember 2018. Energiforbruket for 2015 til 2019 er fremstilt i Figur 15.



Figur 15. Energiforbruk Sørkedalen skole i perioden 2015 til 2019

For Sørkedalen skole er det tatt et gjennomsnitt av forbruk fra desember 2015 og frem til november 2018. Dette danner grunnlaget for referanseåret.



Figur 16. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sørkedalen skole

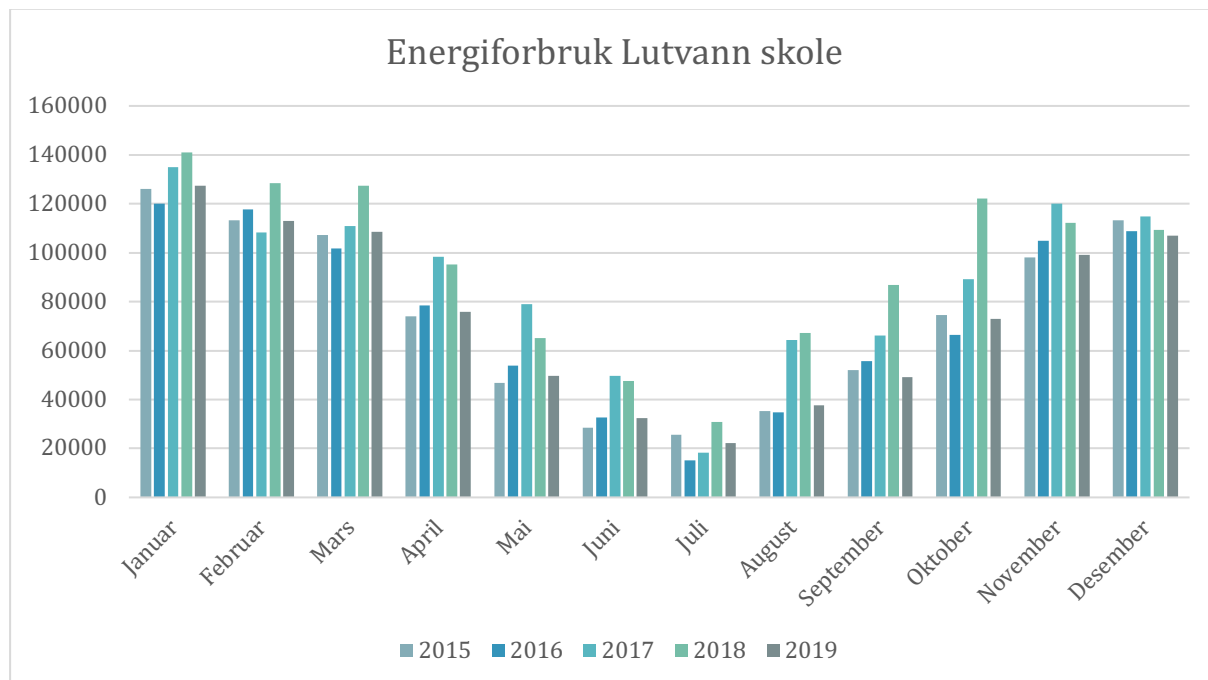
Differansen i energibruk fra referanseår til året etter er på 24,65 %.

$$383\,312 - 288\,834 = 94\,478 \text{ kWh}$$

$$\frac{94\,478}{383\,312} * 100 = 24,7 \%$$

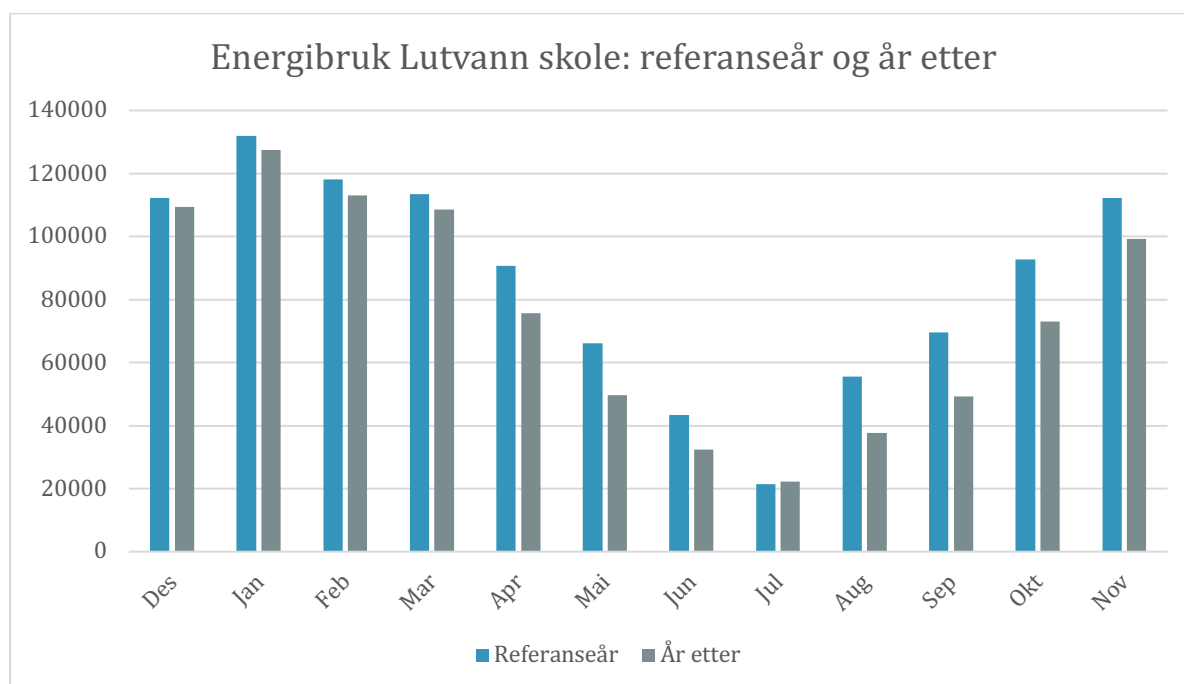
8.2.3 Lutvann skole

Lutvann skole ligger sørøst i Oslo. Skolen er bygget i 1979, har et areal på 6238 m² og har 424 brukere. SD-anlegget ble oppgradert i desember 2018. Energiforbruket for 2015 til 2019 er fremstilt i Figur 17.



Figur 17. Energiforbruk Lutvann skole i perioden 2015 – 2019

For Lutvann er det satt sammen et referanseår basert på reelt forbruk fra desember 2015 til november 2018.



Figur 18. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Lutvann skole

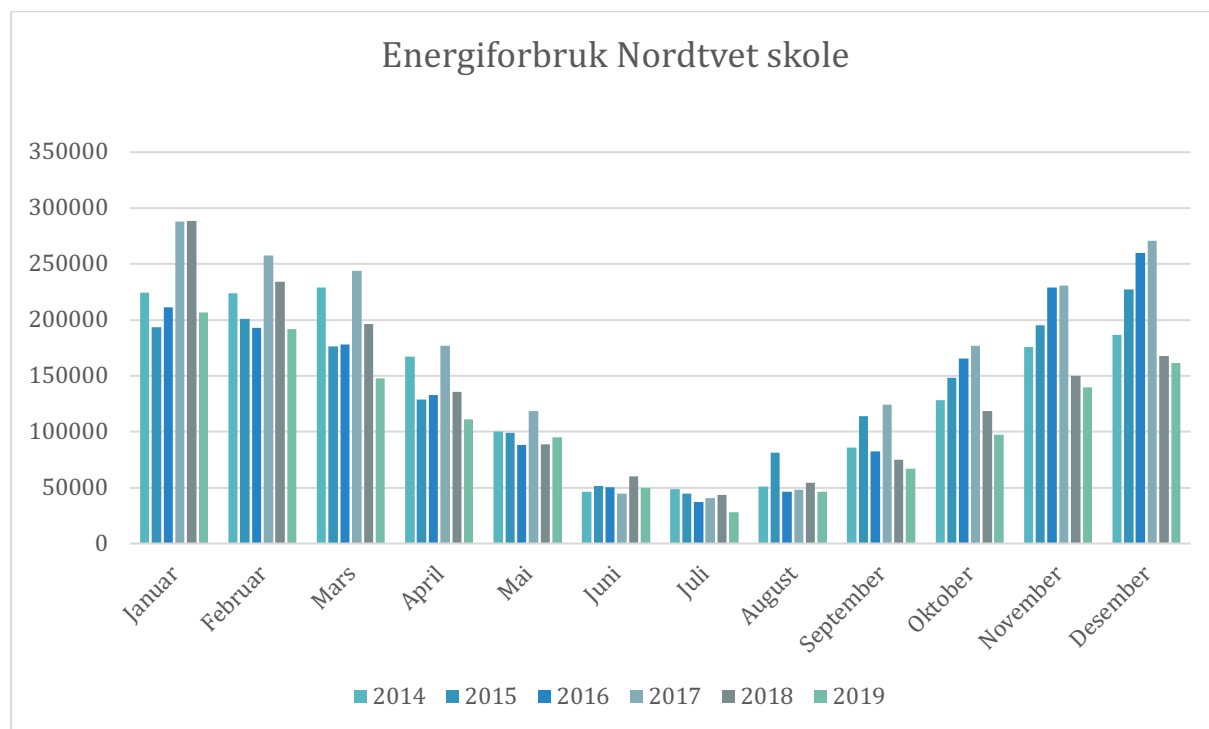
Lutvann skole har i året etter at SD-anlegget ble oppgradert hatt en besparelse på 12,61 % samlet.

$$1\,027\,183 - 897\,614 = 129\,569$$

$$\frac{129\,569}{1\,027\,183} * 100 = 12,6 \%$$

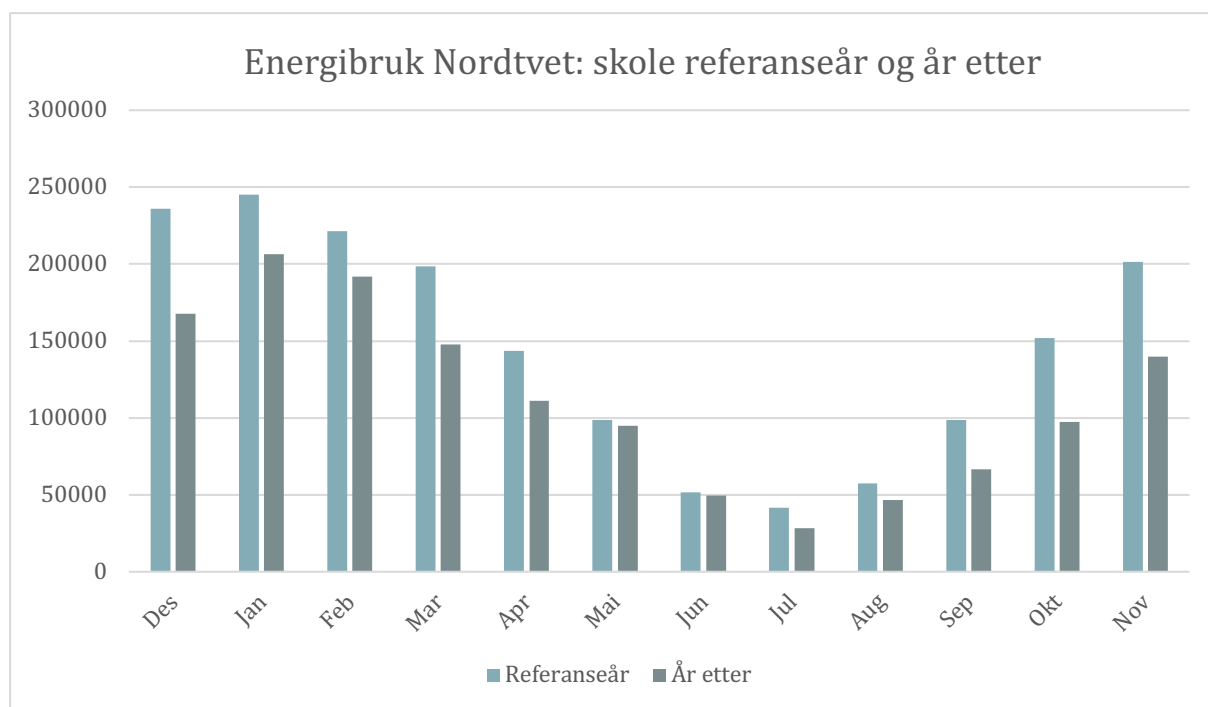
8.2.4 Nordtvet skole

Nordtvet skole er en barneskole i Oslo. Bygningsmassen er på 8742 m² og ble bygget i 1954. Skolen har 511 brukere. SD-anlegget ble oppgradert i desember 2018. Energiforbruket for 2014 til 2019 er fremstilt i Figur 19.



Figur 19. Energiforbruk Nordtvet skole i perioden 2014-2019

For Nordtvet skole er det valgt å inkludere et ekstra år i referanseåret. Dette er valgt med bakgrunn i at energibruken i 2018 går ned etter sommeren, og det kan se ut som det er gjort en form for energireduserende tiltak rundt september. For å kontrollere at ikke avviket for 2018 er for stort, er dette kontrollert opp mot et gjennomsnitt for 2015-2017. Dette viser en prosentvis nedgang i energibruk på 10 %. Siden det er uvisst om det er utført noe tiltak i løpet av 2018, med unntak av oppgraderingen i desember, er det valgt å bruke normerte verdier fra desember 2014 til november 2018 som grunnlag for referanseår.



Figur 20. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Nordtvet skole

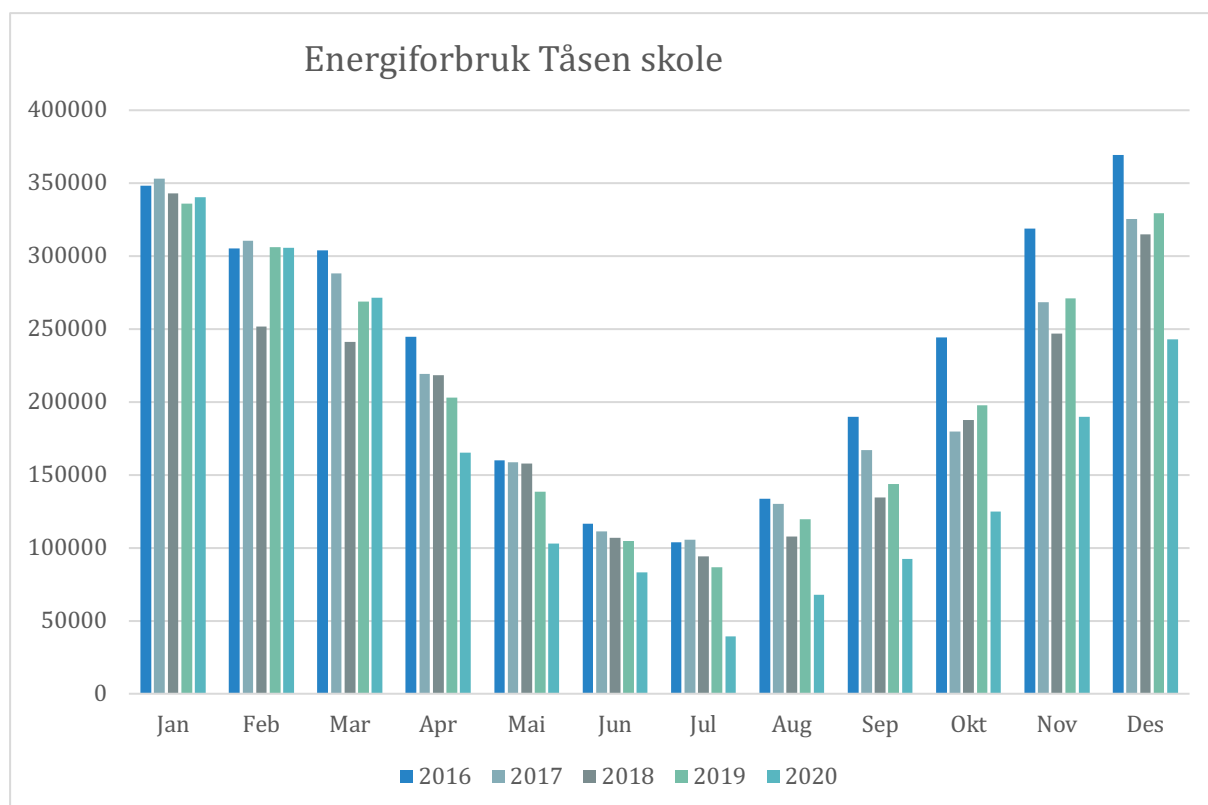
Nordtvet skole har i året etter at SD-anlegget ble oppgradert hatt en besparelse på 22,8 % samlet.

$$1\,746\,200 - 1\,347\,822 = 398\,378$$

$$\frac{398\,378}{1\,746\,200} * 100 = 22,8 \%$$

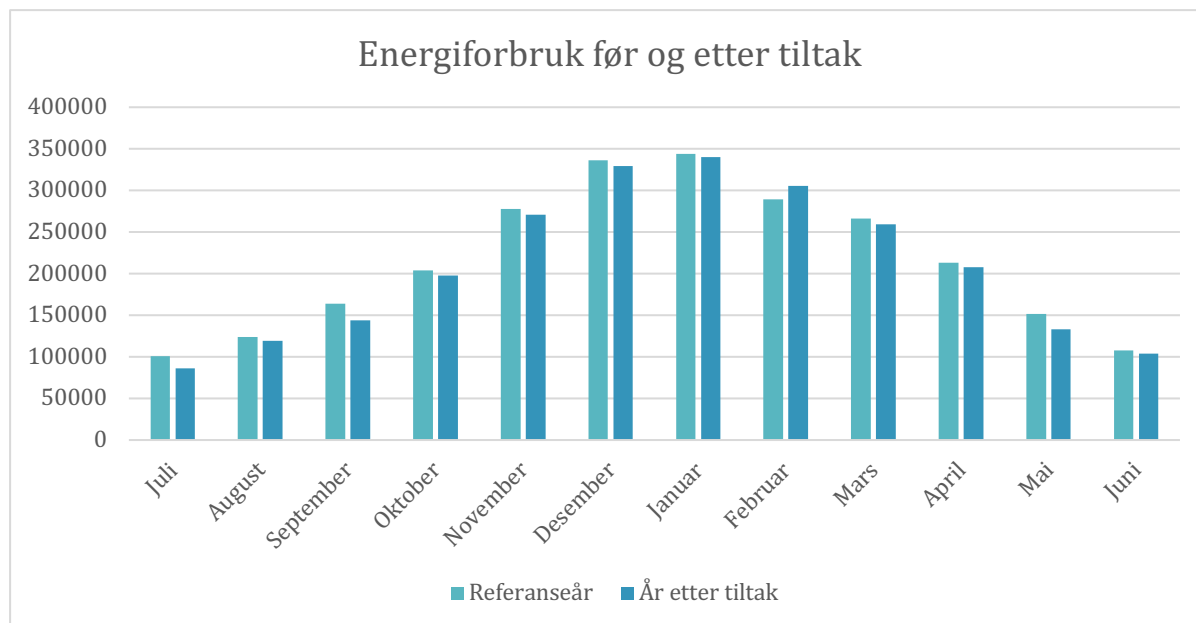
8.2.5 Tåsen skole

Tåsen skole ble bygget i 1916. Skolen ble i utgangspunktet bygget med 6952kvm, men fra 01.01.2011 ble skolen utvidet til 11 373kvm. I dag er det 850 brukere på bygget. Skolen fikk oppgradert SD-anlegg i juli 2019. Det ble samtidig byttet ut undersentraler og shuntmotorer, samt alle temperaturfølere ble byttet på alle kurser. Energiforbruket for 2016 til 2020 er fremstilt i Figur 21.



Figur 21. Energiforbruk ved Tåsen skole i perioden 2016 til 2020.

Tåsen skole har som de andre skolene i Oslo vært omfattet av nedstengingen som følge av korona. Det er nærliggende å anta at det reduserte forbruket fra april 2020 og ut året har sammenheng med dette. Det er derfor valgt å bruke reelt forbruk fra juli 2019 og til og med februar 2020, og sette sammen et tentativt forbruk for mars til juni 2020. Det tentative forbruket er beregnet ved å sammenligne besparelsen fra måneder med forholdsvis like temperaturverdier. Mars korrigeres mot besparelsen fra november, april korrigeres mot oktober, mai mot september og juni mot august.



Figur 22. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Tåsen skole.

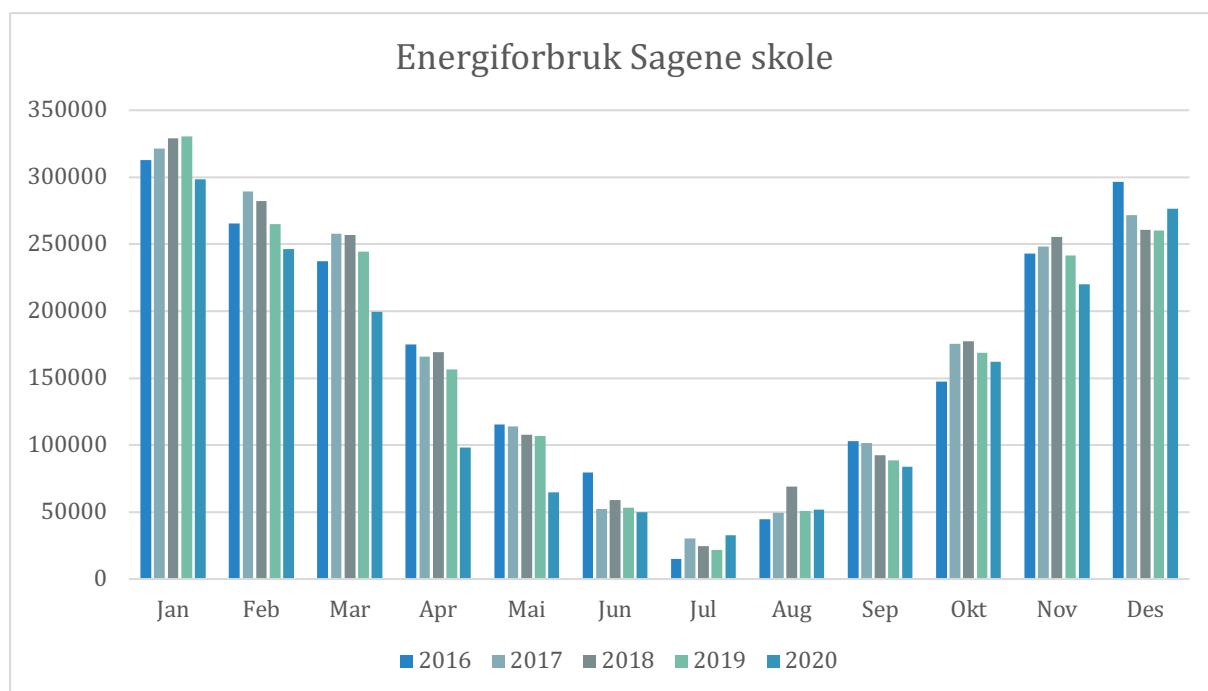
Besparelsen etter første år på dette anlegget blir med det 3,2 %.

$$2\,579\,388 - 2\,497\,282 = 83\,105$$

$$\frac{83\,105}{2\,579\,388} * 100 = 3,2 \%$$

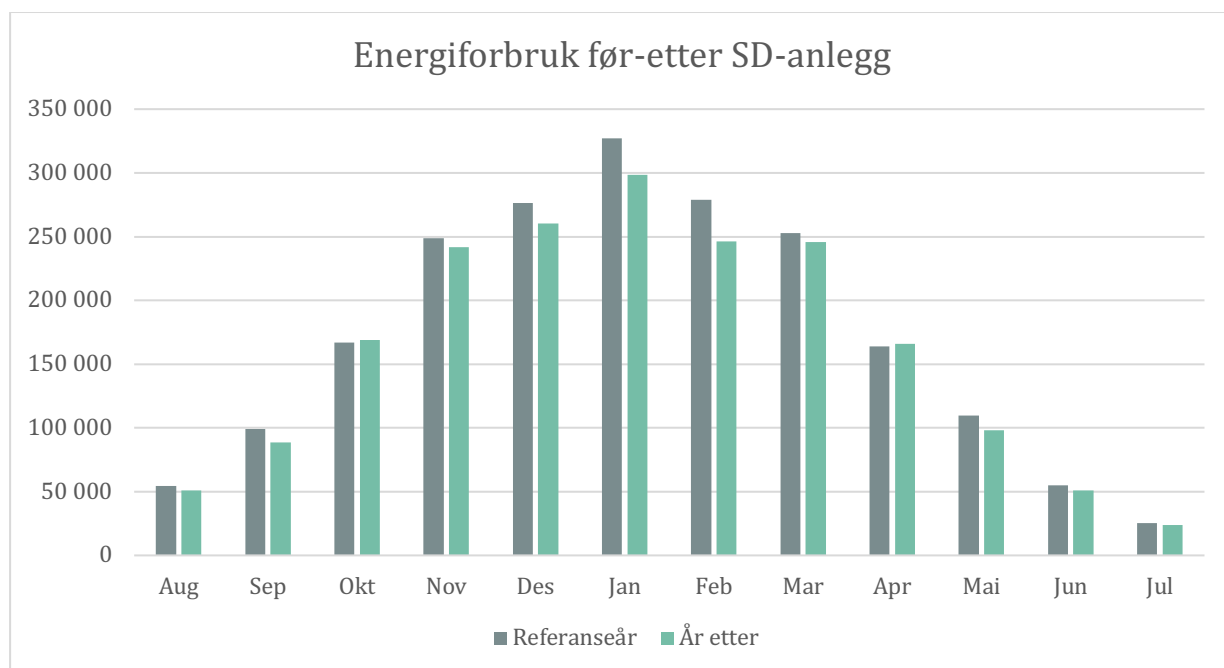
8.2.6 Sagene skole

Sagene skole ble bygget i 1925, er på 10 724 kvm og bygget har 653 brukere. I august 2019 ble SD-anlegget oppgradert. Energiforbruket for 2016 til 2020 er fremstilt i Figur 22.



Figur 23. Energiforbruk Sagene skole i perioden 2016-2020.

Siden SD-anlegget ble satt inn et sju måneder før koronapandemien brøt ut, er det valgt å se bort fra data fra og med mars 2020. Energibruket i bygget er kunstig lavt etter det, med en reduksjon på ca. 50 % etter mars, mot et gjennomsnitt på 6,42 % før. Det er derfor valgt å bruke reelt forbruk fra juli 2019 og til og med februar 2020, og sette sammen et tentativt forbruk for mars til juni 2020. Det tentative forbruket er beregnet ved å sammenligne besparelsen fra måneder med forholdsvis like temperaturverdier. Mars korrigeres mot besparelsen fra november, april korrigeres mot oktober, mai mot september og juni og juli mot august.



Figur 24. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sagene skole

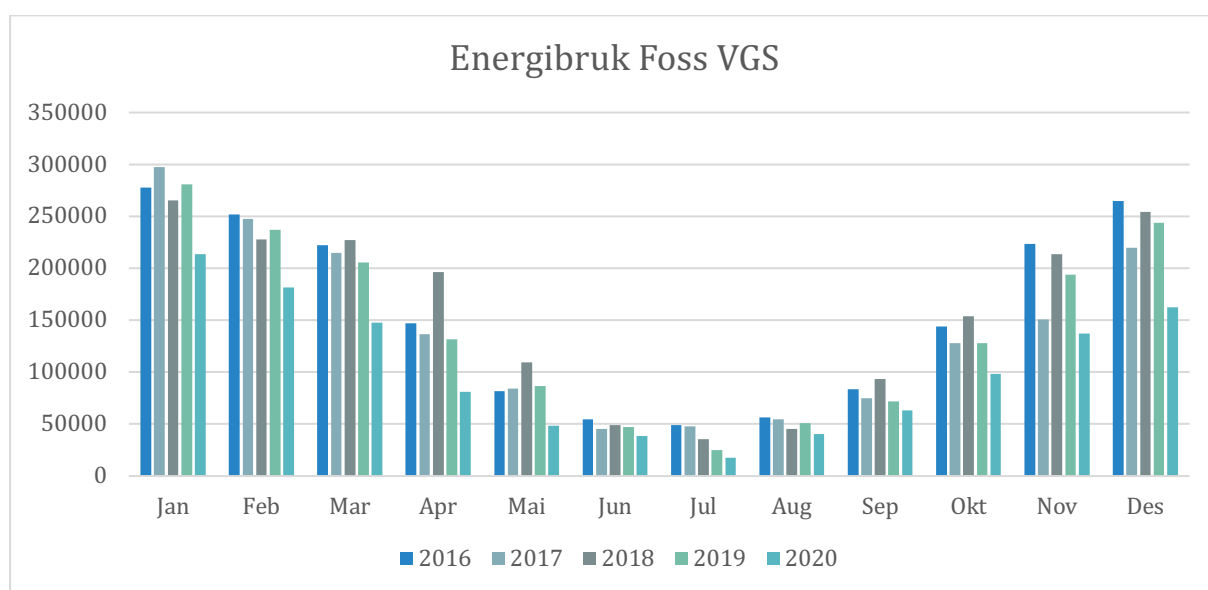
Besparelsen etter første år på dette anlegget blir med det 6,1%.

$$2\,065\,510 - 1\,939\,907 = 125\,603$$

$$\frac{125\,013}{2\,065\,510} * 100 = 6,1 \%$$

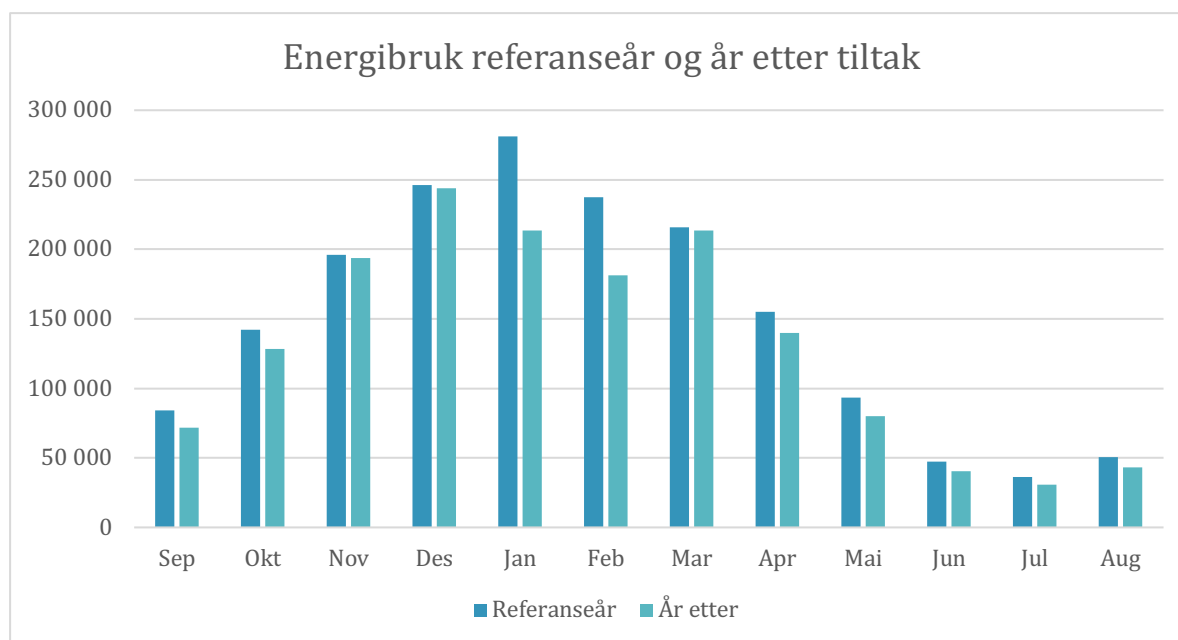
8.2.7 Foss VGS

Foss Videregående skole ble bygget i 1900, er 8088 kvm og har 760 brukere. SD-anlegget på skolen ble oppgradert i september 2019, og energiforbruket fra 2016 til 2020 er fremstilt i Figur 24.



Figur 25. Energiforbruk Foss VGS i perioden 2016 til 2020.

I og med at SD-anlegget ble satt inn et halvt år før koronapandemien brøt ut, er det valgt å se bort fra data fra og med mars 2020. Energibruken i bygget går ned etter dette, og det er usikkert om dette skyldes nedstenging eller SD-anlegget. Det er derfor valgt å bruke reelt forbruk fra august 2019 og til og med februar 2020, og sette sammen et tentativt forbruk for mars til august 2020. Det tentative forbruket er beregnet ved å sammenligne besparelsen fra måneder med forholdsvis like temperaturverdier. Mars korrigeres mot besparelsen fra november og april korrigeres mot oktober. Mai, juni, juli og august korrigeres mot september da dette er den måneden som ligner mest i temperatur hvor det foreligger en reelt forbruk etter installasjon. En kunne nok brukt de faktiske tallene for juli 2020, da skolen uansett ville vært stengt i denne måneden. Det tentative forbruket ligger over målt forbruk, og dette gir et mer konservativt estimat av besparelsen.



Figur 26. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Foss VGS.

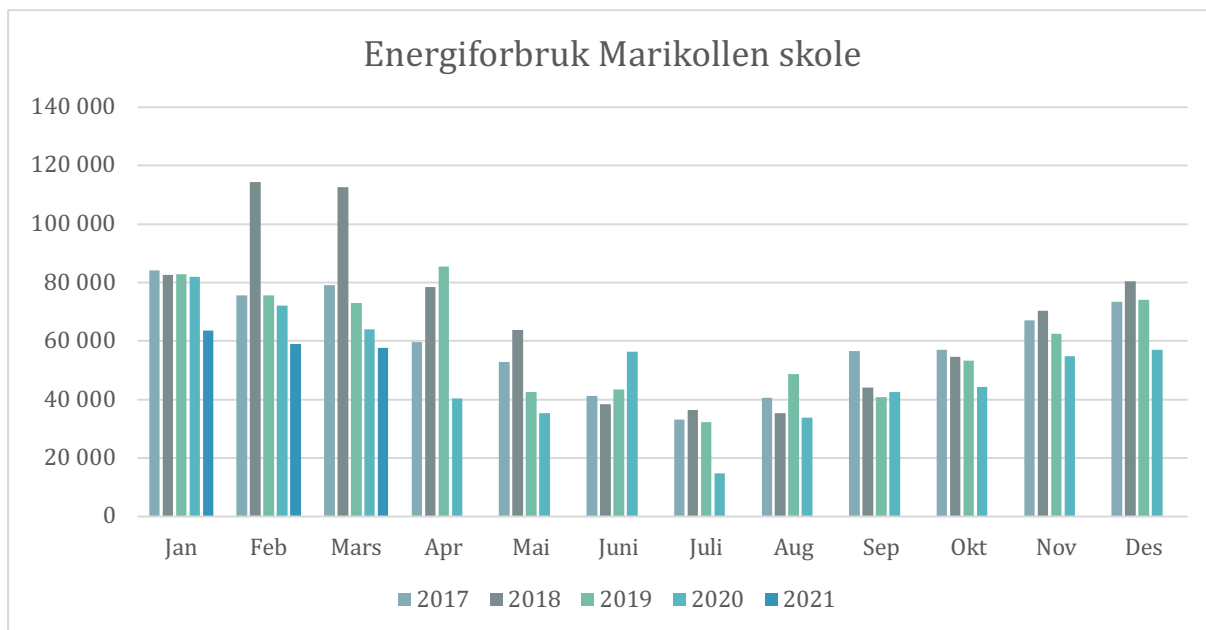
Besparelsen etter første år på dette anlegget blir med det 11,5 %.

$$1\,784\,685 - 1\,579\,268 = 205\,417$$

$$\frac{205\,417}{1\,784\,685} * 100 = 11,5 \%$$

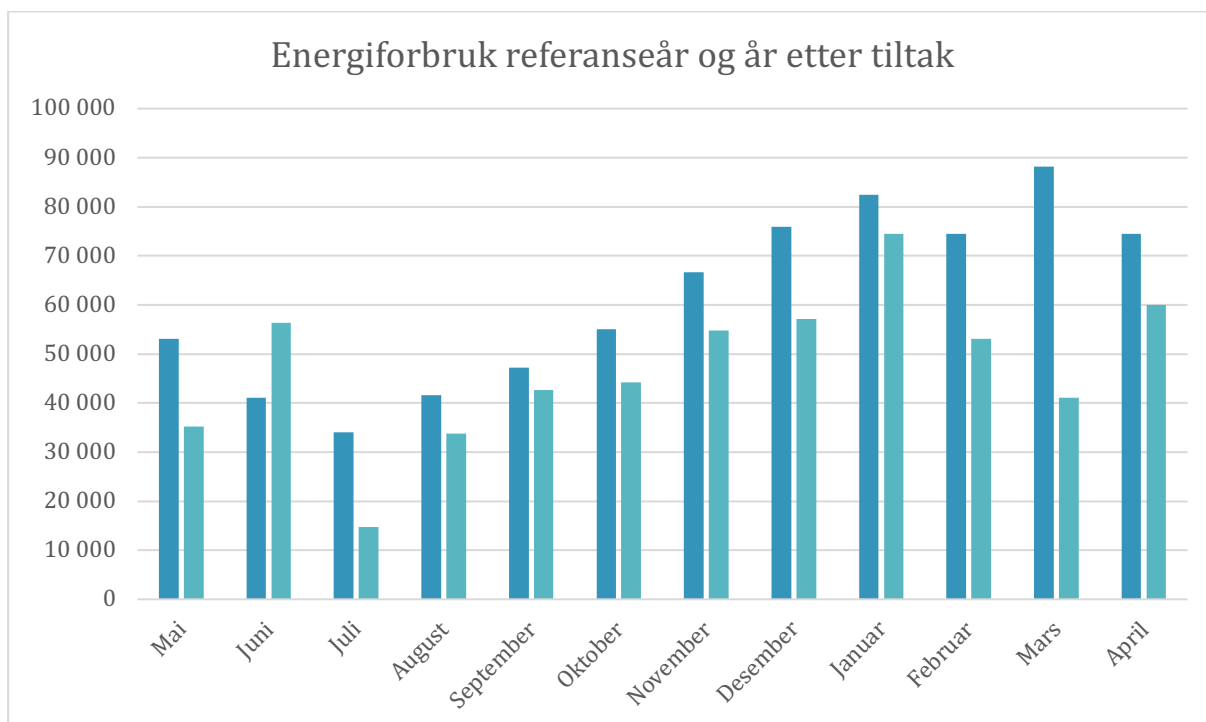
8.2.8 Marikollen skole

Marikollen ligger i Åsane bydel i Bergen. Skolen ble oppført i 1981 og besto av 8. til 10. trinn. I 2011 ble Marikollen og Mjølkeråen slått sammen til en ungdomsskole, og bruken av Marikollen skole videre i oppgaven vil henvise til selve bygningen. Energiforbruket ved skolen i perioden 2017-2021 er fremstilt i Figur 26.



Figur 27. Energiforbruk ved Marikollen skole for perioden 2017 til 2021.

SD-anlegget ble satt inn i mai 2020. Ifølge kommunen skal bruksmønsteret være ganske likt med tanke på korona og det er dermed valgt å ta med målingene under koronapandemien. Dette med unntak av mars og april, da alle skoler i hele landet var nedstengt i denne perioden. Mars og april 2020 er dermed byttet ut med mars og april 2017 ved utarbeidelse av referanseår. Det mangler, på innsamlingstidspunkt, måling for april 2021. Det er dermed valgt å lage et prognosert forbruk basert på besparelsen fra oktober, som er lik temperaturmessig.



Figur 28. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Marikollen skole

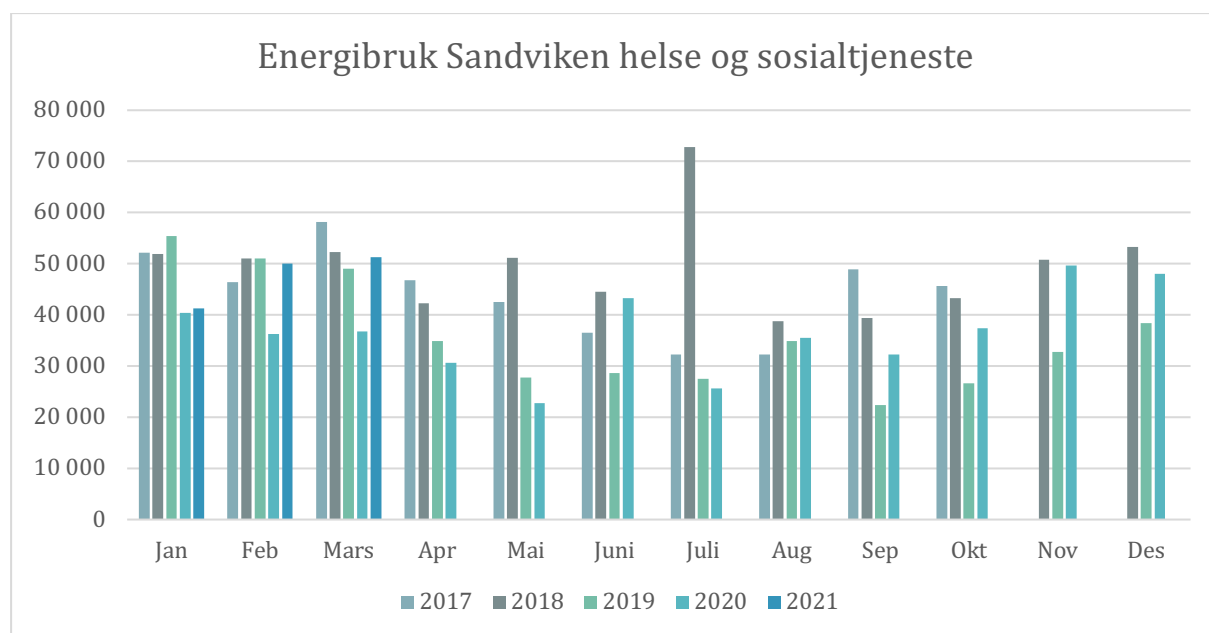
Besparelsen etter første år på dette bygget blir dermed 22,7 %.

$$734\,447 - 567\,690 = 166\,757$$

$$\frac{166\,757}{734\,447} * 100 = 22,7 \%$$

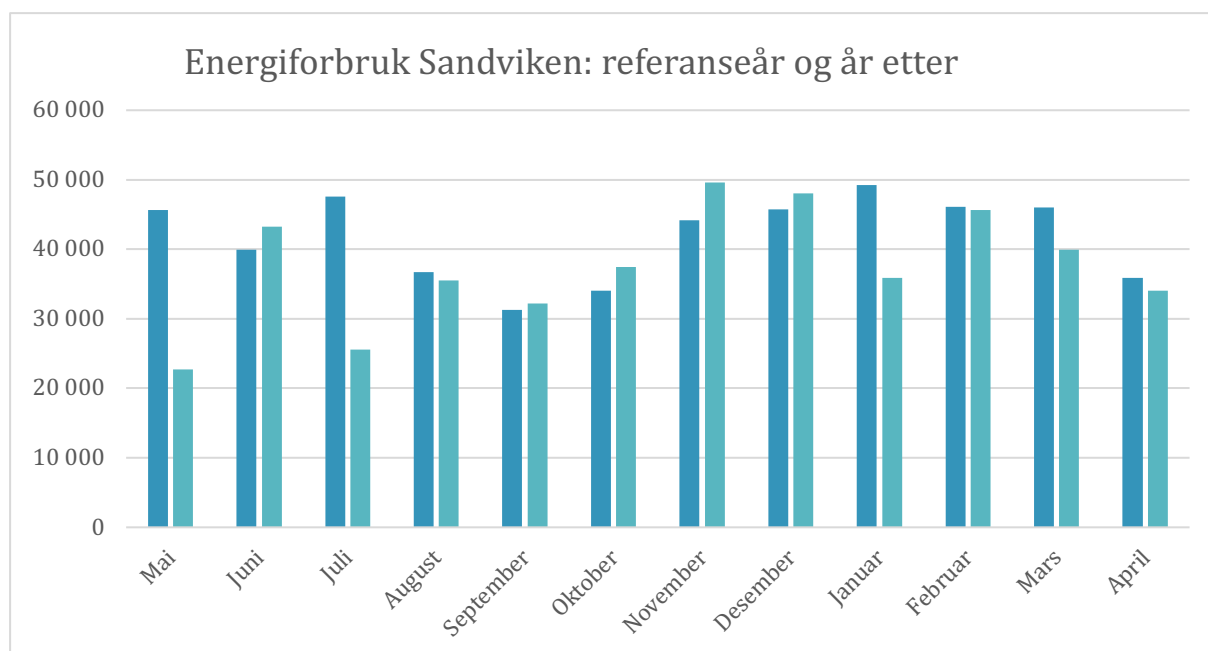
8.2.9 Sandviken helse- og sosialsenter

Sandviken helse- og sosialsenter ligger i Åsane bydel i Bergen kommune. Bygget inneholder legekontor, jordmortjeneste, helsestasjon og kontorer for hjemmetjeneste. Bygget er fra 1989, og er på 2708 kvm fordelt på fire etasjer. Oppvarmingen består i hovedsak av elektriske panelovner, ett ventilasjonsaggregat med roterende gjenvinner og vannvarmebatteri pluss DX kjølebatteri. Varmtvann til ventilasjon og varmt forbruksvann varmes opp av elektrokjele. Energiforbruket for bygget i perioden 2017-2021 er fremstilt i Figur 28.



Figur 29. Energiforbruk Sandviken helse- og sosialsenter for perioden 2017 til 2021.

Det er ikke klart hva avviket i forbruk i juli 2018 skyldes. Det er likevel valgt å ta med denne i utarbeidingen av referanseår, da dette er et typisk avvik som vil kunne avdekkes raskere med aktiv bruk av SD-anlegg.



Figur 30. Energibruk referanseår og år etter tiltak ved Sandviken helse- og sosialsenter

Besparelsen etter første år på dette bygget blir med det 10 %.

$$502\,559 - 449\,992 = 52\,567$$

$$\frac{52\,567}{502\,559} * 100 = 10 \%$$

8.2.10 Oppsummering

Tabell 6. Oppsummering av energibesparelser

Bygg	Tiltak	Besparelse [%]	Besparelse [kWh]
Sollerudstranda skole	Oppgradering av SD-anlegg	4,9	52 180
Sørkedalen skole	Oppgradering av SD-anlegg	24,7	94 478
Lutvann skole	Oppgradering av SD-anlegg	12,6	129 569
Nordtvet skole	Oppgradering av SD-anlegg	22,8	398 378
Tåsen skole	Oppgradering av SD-anlegg	3,2	82 105
Sagene skole	Oppgradering av SD-anlegg	6,1	125 603

Foss VGS	Oppgradering av SD-anlegg	11,5	205 417
Marikollen skole	Satt inn SD-anlegg	22,7	166 757
Sandviken helse- og sosialsenter	Satt inn SD-anlegg	10	52 567

For oppgradering av SD-anlegg er det en gjennomsnittlig besparelse på 12,3 %. For byggene hvor det er satt inn SD-anlegg er gjennomsnittet på 16,4 %.

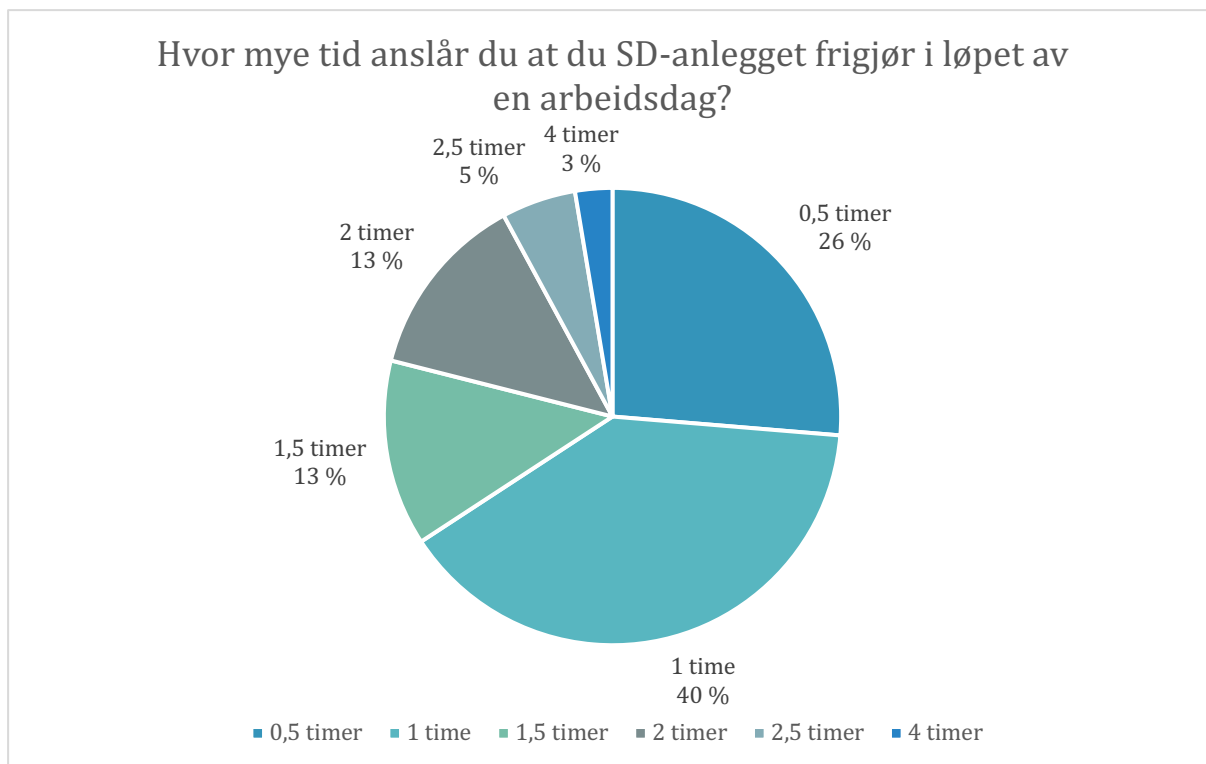
8.3 Andre besparelser

I spørreundersøkelsen som ble sendt ut til eiendomsaktørene, ble respondentene spurt om det er blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert. Av 46 avgitte svar, oppgir 42 respondenter at det er blitt lettere.



Figur 31. Har det blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert?

Videre oppgir 36 av 45 respondenter at bruk av SD-anlegg frigjør tid i løpet av arbeidsdagen deres. De ble dermed bedt om å oppgi hvor mye tid dette utgjør.



Figur 32 - Frigjort tid som følge av bruk av SD-anlegg

Gjennomsnittlig frigjort tid er 1,22 timer. Hvis en regner med at en arbeidstime, inkludert arbeidsgiveravgift o.l., for en driftsoperatør tilsvarer 350 kr, vil dette tilsvare en årlig besparelse på 111 020 kr. Dette forutsetter at en driftsoperatør har en årslønn på 464 000 kr (Mortensen, 2020).

$$1,22 * 350 * 5 * 52 = 111\ 020\ kr$$

Tiden spart vil ikke nødvendigvis kunne omsettes i kroner for eiendomsforvalter, men vil kunne brukes til annet forefallende arbeid på bygget. Dersom forvalter eier flere bygg innenfor et avgrenset geografisk område kan driftsoperatørene med fordel settes sammen i team og styre driften fra en driftssentral og være på byggene ved behov, fremfor at det skal være en driftsoperatør som er daglig på sitt faste bygg.

Ved ferieavvikling vil det også være hensiktsmessig med muligheten for fjernovervåking av bygg. For Statsbygg kan det eksempelvis være aktuelt å la driftsoperatørene på Fjelldal Brannskole overta overvåkingen og styringen av UiT campus Narvik, mens driftsoperatørene der avvikler ferie. Ved en eventuell alarm eller at det registreres avvik i driften, kan teamet på Fjelldal rykke ut til Narvik for å undersøke nærmere. Dette vil også gjøre eiendomsaktørene mindre sårbare for sykdom eller andre uforutsette hendelser som gjør at ansatte ikke kan gå på jobb.

Koronasituasjonen i Norge har tvunget mange til å ha hjemmekontor og hjemmeskole. Et SD-anlegg vil i den forbindelse forenkle prosessen med å legge om driftsrutiner og stenge ned bygget eller deler av det på kort varsel. Av de byggene som er undersøkt under kapittel 8.1, er trenden at energiforbruket har gått ned fra og med april 2020.

Statsbygg er, som tidligere nevnt, i gang med et prosjekt som omfatter deres bygningsautomasjonssystemer og EOS. I den forbindelse er det gjort en gjennomgang av gevinst og kostnadsbilde over 10 år. Det er estimert at et helhetlig bygningsautomasjonssystem for Statsbyggs ikke-graderte eiendommer utgjør en besparelse i kostnader knyttet til eiendomsdrift på 94 800 000 kr fra 2020 til 2030. I tillegg tilkommer gevinster i form av reduserte driftskostnader for drift av IKT-systemer, energikostnader og kostnader knyttet til å ha flere ulike løsninger for toppsystem, hvilket de i dag har 26 av. Det totale, estimerte gevinstpotensialet er 490 300 000 kr (Statsbygg, 2019a).

9 Konklusjon

Under dette prosjektet har besparelsene et SD-anlegg kan gi blitt belyst. Hensikten med oppgaven var å se på hvor stor prosentvis energibesparelse et anlegg kan gi, samt ringvirkninger og potensielle effektiviseringsgevinster anlegget kan gi i form av frigitt tid for driftsoperatører og fjernovervåkning av byggene.

Spørreundersøkelsen avdekker at det i stor grad er mange SD-anlegg med tilhørende feltutstyr som ikke fungerer optimalt. De ulike gruppene med SD-anlegg har ulike problemer, hvor de gamle SD-anleggene kan slite ved bruk av JAVA, mens de nye kan ha utfordringer knyttet til innkjøring. Kombinasjonen med et gammelt og et nytt SD-anlegg er tungvint for operatørene da det krever inn- og utlogging for å sjekke status på komponentene som er koblet opp til dem.

For kompleksitetsnivå er det å anbefale at automasjonssystemet planlegges godt. Det bør videre gjennomføres en behovsanalyse, slik at SD-anlegget kan utformes i tråd med det. Av funksjoner bør det som et minimum være mulig å kvittere ut alarmer, ha oversikt og styre de store tekniske anleggene som ventilasjon, kjøling og varme. Systemet bør legges opp slik at det er mulig å velge energibærer basert på hva som er billigst i den aktuelle perioden, dersom bygget er lagt opp med fleksible energibærere. Det bør og ha oversikt over effekttopper slik at disse i størst mulig grad kan jevnes ut.

Ved å oppgradere SD-anlegget er det realistisk med en besparelse i energiforbruk på mellom 5 % og 15 %. Dette vil avhenge av alder på det gamle anlegget, samt om en oppgraderer feltutstyr i tillegg. Ved anskaffelse av anlegg i bygg hvor det ikke er SD-anlegg fra før av, vil en besparelse på rundt 10 % til 20 % være realistisk. Denne er følgelig høyere enn ved oppgradering, da en går fra en situasjon hvor en er avhengig av at driftsoperatører aktivt følger med på anleggene til at en kan motta varslinger så snart det er avvik i driften. Uten SD-anlegg kan det være enkelte funksjoner som er tilgjengelig, som kalenderstyring av de tekniske anleggene. Denne er ikke like fleksibel, da det gjerne kreves omprogrammering for å gjøre endringer.

I tillegg til besparelser i energiforbruk, vil en også få kunne få økonomisk vinning i form av den frigitte tiden til driftsoperatørene. Dette tilsvarer 317 timer per år, og denne kan brukes til andre oppgaver som forefallende arbeid og vedlikehold på bygget.

I de tilfeller hvor det er hensiktsmessig kan en også endre strukturen i driftsorganisasjonen, og etablere en modell med driftsteam. Et team vil kunne ha ansvar for et geografisk avgrenset område i den daglige driften der det lar seg å gjøre. I de tilfeller hvor eiendommene er et stykke unna hverandre, vil et annet team kunne ta over ansvar for bygget og følge opp alarmer og avvik i forbindelse med sykdom eller ferieavvikling.

10 Forslag til videre arbeid

- Utvide mengden bygg, og gjøre samme undersøkelse for bygg med andre formål, samt større spredning i utvalg av bygg.
- Gjøre ny studie av byggene og sjekke om besparelsene er de samme etter 3-5 år.
- Studie av hvordan kunstig intelligens kan spille inn på drift av bygg.
- Videre undersøkelser av tidsbruk og effektivisering av driftspersonell ved bruk av SD-anlegg

Referanseliste

Arbeidstilsynet. (2016). *Veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen*. Hentet fra:

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

ASHRAE. (2021). The Language of BACnet. Hentet 28 mars 2021 fra:

<http://www.bacnet.org/Bibliography/ES-7-96/ES-7-96.htm>

BACnet International. (2014). Introduction to BACnet For Building Owners and Engineers.

Hentet 11. februar 2021 fra <https://www.ccontrols.com/pdf/BACnetIntroduction.pdf>

Befring, E. (2002). *Forskingsmetode, etikk og statistikk*. Oslo: Det Norske Samlaget.

Bergen kommune. (2019). *Retninglinjer og krav: Automasjon og SD-anlegg*.

Bjørberg, S. (2009). Levetider i praksis. Hentet fra: https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/levetider_i_praksis.pdf

Bøe, E. (2012). *Sentralvarmeanlegg og varmesystemer* (3.utgave). NKI Forlaget.

Dokka, T. H., og Grini, C. (2013). *Etterprøving av bygningers energibruk*. SINTEF akademiske forlag.

Dokka, T. H., Hauge, G., Thyholt, M., Klinski, M., & Kirkhus, A. (2009).

Energieffektivisering i bygninger - mye miljø for pengene! Hentet fra:

<https://www.sintef.no/globalassets/upload/sb-prrapp-40.pdf>

Dokka, T. H., Svensson, A., Wigenstad, T., Andresen, I., Simonsen, I., & Berg, T. F. (2011).

Energibruk i bygninger. Hentet fra:

https://www.sintefbok.no/book/download/888/vinfopubutgivelserprosjektrapportsintef_byggforsk_prosjektrapportersb_prrapp_76sb_prprapp_76pdf

Emilsen, J. W. (2017). *Styring og regulering av tekniske anlegg i bygninger* (3.utgave).

Skarland Press AS.

Ingjerd P. Normann / Besparelse med bruk av SD-anlegg, UiT Narvik (2021)

Enova. (2004). Energioppfølging i næringsbygg - en innføring. Hentet fra:

https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/A6C0AB8383754474A36719C76CB5DFE1.pdf

Entra ASA. (2020). *TF-010 Teknisk kravspesifikasjon for BAS og EOS*.

Fraden, J. (2004). *Handbook of Modern Sensors*. New York Springer-Verlag.

Grønmo, S. (2020, November 3). kvalitativ metode. I *Store norske leksikon*. Hentet 12. april

2021 fra: https://snl.no/kvalitativ_metode

Hagenes, T. (2013). Hva er PropTech? Hentet 3. mai 2021 fra: <https://blogg.toma.no/hva-er-proptech>

Harsem, J. (2017, 13. mars). Stor interesse for BACnet. *VVS Aktuelt*. Hentet 10. april 2021

fra: <https://www.vvsaktuelt.no/stor-interesse-for-bacnet-109293/nyhet.html>

Henriksen, P. (2017, 12. desember). KNX baserer seg på mer enn 24 års erfaring i markedet.

Hentet 3. mars 2021 fra: <https://www.itbaktuelt.no/2017/12/12/knx-baserer-erfaring-markedet/>

Horne, H., Roos, A., Magnussen, I. H., Buvik, M., & Langseth, B. (2020). Norge har et betydelig potensial for forbrukerfleksibilitet i sektorene bygg, transport og industri.

Hentet fra: https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020_07.pdf

ISTA. (2021). M-Bus Nettverk Planlegging og installasjon. Hentet fra:

https://www.ista.com/fileadmin/twt_customer/countries/content/Norway/Documents/Produktbrochurer/Planlegging_av_M-bus_installasjon.pdf

Istad, M., Sæle, H., Garnås, S., & Jaatun, M. G. (2018). *Fleksibel nettdrift - Resultater fra piloter i FlexNett-prosjektet*. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2570857>

ITB-guiden. (2018a, 5.mai). Automatiseringsnivåer. Hentet 2. november 2020 fra:

<http://www.itbguiden.no/automatiseringsnivaer/>

ITB-guiden. (2018b, 23.mai). DALI. Hentet 25. januar 2021 fra:

<http://www.itbguiden.no/protokoller/dali/>

ITB-guiden. (2018c, 23.mai). KNX. Hentet 25. januar 2021 fra:

<http://www.itbguiden.no/protokoller/knx/>

Jacobsen, D. I. (2017). *Hur genomför man undersökningar? : introduktion till samhällsvetenskapliga metoder*. Lund: Studentlitteratur, Lund.

Johnsen, R. (2020, 27. juli). kommunikasjonsprotokoll. I *Store norske leksikon*. Hentet 15. november 2020 fra: <https://snl.no/kommunikasjonsprotokoll>

KNX Association. (2021). A brief introduction to KNX. Hentet 28. mars 2021 fra:

<https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/What-is-KNX/A-brief-introduction/>

Micro Matic. (2016). *Lær å forstå DALI lysstyring*. Hentet fra:

<https://www.micromatic.no/siteassets/3-proffsenter/mm-skolen/presentasjoner/Dali-Eliaden-Presentasjon-Micro-Matic>

Mileva, A., Velinov, A., Hartmann, L., Wendzel, S., & Mazurczyk, W. (2021).

Comprehensive analysis of MQTT 5.0 susceptibility to network covert channels.

Computers & Security, 104, 102207. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102207>

Mortensen, Y. (2020, 6. februar). Her er listen: Dette er snittlønnen i 350 yrker. Hentet fra:

<https://fagbladet.no/nyheter/her-er-listen-dette-er-snittlonnen-i-350-yrker-6.91.677564.6a77703ce7>

Mysen, M., og Polak, K. (2010). *Behovsstyrt ventilasjon -Kan vi stole på CO 2 -sensoren?*

Hentet fra:

https://www.sintef.no/globalassets/project/reduceventilation/publikasjoner/reduceventilation_kan-vi-stole-pa-co2-sensoren.pdf

Mysen, M., og Schild, P. (2014). *Behovsstyrt ventilasjon, DCV -forutsetninger og utforming*.

Hentet fra:

Ingjerd P. Normann / Besparelse med bruk av SD-anlegg, UiT Narvik (2021)

https://www.sintef.no/globalassets/project/reduceventilation/behovsstyrt_ventilasjon_dcv-forutsetninger_og_utforminging.pdf

Newman, H. M. (2013). *BACnet® Explained Part One*. Hentet fra:

<https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/bacnet-explained-pt1.pdf>

Norges Eiendomsmeglerforbund. (2019, 5. desember). Proptech – hva, hvorfor og hvordan?

Hentet 12. april 2021: <https://www.nef.no/fagstoff/proptech-hva-hvorfor-og-hvordan/>

Norges vassdrag- og energidirektorat. (2020, 27. oktober). Energibruk i bygg - NVE. Hentet

27. november 2020 fra: <https://www.nve.no/energibruk-effektivisering-og-teknologier/energibruk/energibruk-i-bygg/?ref=mainmenu>

Norsk Kommunalteknisk Forening. (2015). *Tekniske krav ved tiltak i eksisterende bygg*.

Hentet fra: https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/veiledningsstoff/tekniske-krav-ved-tiltak-i-eksisterende-bygg_eksempelsamling_nkf.pdf

Novakovic, V. (2003). *EFFEKTIV ENERGI BRUK I BYGNINGER – Innsatsfaktor for bedre inneklima, produktivitet og helse*. Hentet fra:

<https://www.sintef.no/globalassets/upload/smartbygg/wp3/effektiv-energibruk-i-bygninger-innsatsfaktor-for-bedre-inneklima-produktivitet-og-helse.pdf>

Oslo kommune. (2019). *Tekniske og FDV-begrunnede krav*.

Parian, C., Guldemann, T., & Bhatia, S. (2020). Fooling the Master: Exploiting Weaknesses in the Modbus Protocol. *Procedia Computer Science*, 171, 2453–2458.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.265>

Parisavtalen. (2015). Parisavtalen. Hentet 17. april 2021 fra:

<https://lovdata.no/dokument/TRAKTAT/traktat/2015-12-12-32>

Rossen, E. (2020a, 31. juli). API. I *Store norske leksikon*. Hentet 25. mars 2021 fra:

<https://snl.no/API>

Ingjerd P. Normann / Besparelse med bruk av SD-anlegg, UiT Narvik (2021)

Rossen, E. (2020b, 11. august). brukergrensesnitt. I *Store norske leksikon*. Hentet 11. mars 2021 fra: <https://snl.no/brukergrensesnitt>

Rossing, N. (2014). *Grunnleggende elektronikk og sensorteknikk*. Hentet fra: <https://www.ntnu.no/documents/2004699/12108297/Grunnleggende+elektronikk+og+sensorteknikk+8.0.pdf/f743226b-3698-40e4-b123-8b105685893f>

SIEMENS. (2016). *Building Technologies AMA 8 Styr-och övervakningssystem*. Hentet fra: <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=15683>

Simonsen, A. N. (2016). SD-anlegg - Hva mer kan det benyttes til?[PowerPoint-presentasjon]. Hentet fra: <https://docplayer.me/27985859-Sd-anlegg-hva-mer-kan-det-benyttes-til.html>

SINTEF Byggforsk. (1991). 700.264 Systemer for energioppfølging. Hentet 9. desember 2020 fra: https://www.byggforsk.no/dokument/637/systemer_for_energioppfoelging

SINTEF Byggforsk. (2000). 552.335 Prosjektering av energieffektive ventilasjonsanlegg. Hentet 13. april 2021 fra: https://www.byggforsk.no/dokument/2960/prosjektering_av_energieffektive_ventilasjonsanlegg#i41

SINTEF Byggforsk. (2002). 552.340 Varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg. Hentet 19. april 2021 fra: https://www.byggforsk.no/dokument/537/varmegjenvinnere_i_ventilasjonsanlegg

SINTEF Byggforsk. (2005). 552.331 Filtrering av luft i ventilasjonsanlegg. Hentet 13. april 2021 fra: https://www.byggforsk.no/dokument/536/filtrering_av_luft_i_ventilasjonsanlegg#i54

SINTEF Byggforsk. (2021). 474.531 Fuktmåling i bygninger. Instrumenter og metoder. Hentet 13. april 2021 fra:

Ingjerd P. Normann / Besparelse med bruk av SD-anlegg, UiT Narvik (2021)

https://www.byggforsk.no/dokument/226/fuktmaaling_i_bygninger_instrumenter_og_metoder

Skatvedt, R. (2014, 31. oktober). Fundamentale sensorbeskrivelser. Hentet 8. mars 2021 fra:

<https://www.tu.no/artikler/fundamentale-sensorbeskrivelser/219173>

Standard Norge. (2020a). *NS 3031:2020. Bygningers energiytelse. Beregning av energibehov og energiforsyning*. Hentet fra: <https://www-standard->

[no.mime.uit.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1124340](https://www-standard-no.mime.uit.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1124340)

Standard Norge. (2020b). *SN/TR 6451:2020*. Hentet fra: <https://www-standard->

[no.mime.uit.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1243742](https://www-standard-no.mime.uit.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1243742)

Statsbygg. (2019a). *Gevinst og kostnadsbilde EOS og BAS 10 år*.

Statsbygg. (2019b). *Konseptvalggrappport - BAS og EOS løsning*.

Statsbygg. (2019c). *Mandat prosjekt - BAS og EOS løsning*.

Statsbygg. (2020, September 9). PA 5601 Bygningsautomasjonssystem (BAS). Hentet 20.

januar 2021 fra: <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2021/02/PA-5601->

[Bygningsautomasjonssystem-BAS.pdf](https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2021/02/PA-5601-Bygningsautomasjonssystem-BAS.pdf)

Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-Bozorgi, P., & Gao, X. (2020). BIM assisted Building Automation System information exchange using BACnet and IFC.

Automation in Construction, 110, 103049.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103049>

Thunshelle, K. (2016, 14. april). Kan du nok om behovsstyrte ventilasjonsanlegg? Hentet 10.

april 2021 fra: <https://www.sintef.no/community/fagblogg/poster/kan-du-nok-om->

[behovsstyrte-ventilasjonsanlegg/](https://www.sintef.no/community/fagblogg/poster/kan-du-nok-om-behovsstyrte-ventilasjonsanlegg/)

Ingjerd P. Normann / Besparelse med bruk av SD-anlegg, UiT Narvik (2021)

Tranøy, K. E. (2019, 18. februar). metode. I *Store norske leksikon*. Hentet 14. april 2021 fra:

<https://snl.no/metode>

Trondheim kommune. (2020). Kravspesifikasjon: Prosjektering av automatiseringsanlegg

(KS50001 versjon 6.2). Hentet 13. april 2021 fra:

https://drive.google.com/file/d/1AoC_LTTnIHFHpagsy_lwTGjyYAkqpdkl/view

Undervisningsbygg Oslo KF. (2021). *Energiledelse i UBF*.

Unissu. (2018, desember). Finland out in front for PropTech innovation in the Nordics. Hentet

3. mars 2021 fra: <https://www.unissu.com/proptech-resources/Finland-out-in-front->

[for-PropTech-innovation-in-the-Nordics](https://www.unissu.com/proptech-resources/Finland-out-in-front-for-PropTech-innovation-in-the-Nordics)

WAGO. (2021). DALI. Hentet 29. april 2021 fra: <https://www.wago.com/global/dali>

Yin, R. K. (2003). *Case study research : design and methods*. Thousand Oaks ; London ; New Delhi: Sage.

Økobygg. (2002). Bygg for fremtiden – med intelligente styringssystemer. In . Hentet 4. april 2021 fra:

<https://www.arkitektur.no/?nid=155685&publisher=155693&pid0=154998&pid2=157>

[909](#)

Vedlegg

Vedlegg A Spørsmål til spørreundersøkelse

17.4.2021

SD-anlegg – Vis - Nettskjema

SD-anlegg

Side 1

Spørreundersøkelse om SD-anlegg

I forbindelse med masteroppgaven "Besparelser ved bruk av SD-anlegg" er det ønskelig å kartlegge status på SD-anlegg rundt om i Norge. Henvendelser om skjemaet kan rettes til ino014@post.uit.no.

Hvilken bedrift/organisasjon/kommune jobber du for?

Hvilken stilling har du? *

Har du eller har du hatt ansvar for styring av tekniske anlegg? *

- Ja
 Nei

 Sideskift


Side 2

Spørsmålene under retter seg mot erfaringene du har med SD-anlegg.

Har du jobbet på et bygg hvor det var installert SD-anlegg, men det ikke var i bruk?

- Ja
 Vet ikke
 Nei

Hvorfor var det ikke i bruk?

-  Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har du jobbet på et bygg hvor det var installert SD-anlegg, men det ikke var i bruk?»
- Gammelt og utdatert
- Mangel på tilgang
- Mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt

Manglende opplæring

Annet

Annet

i Dette elementet vises kun dersom alternativet «Annet» er valgt i spørsmålet «Hvorfor var det ikke i bruk?»

Av anleggene som ikke har vært i bruk, hvor gammel har disse vært?

i Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har du jobbet på et bygg hvor det var installert SD-anlegg, men det ikke var i bruk?»

Det er mulig å krysse av flere alternativer.

Eldre enn 1980

1980-tallet

1990-tallet

2000-2005

2006-2010

2011-2015

2016 til dags dato

Opplever du at SD-anleggene du har jobbet med mangler noen funksjoner?

Dette kan være funksjoner som trender, tidsstyring, settpunkter for enkelte komponenter, osv...

Ja

Nei

Hvilke funksjoner ville du ha integrert i anlegget slik at du kan styre eller få oversikt over det fra SD-anlegg?

i Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Opplever du at SD-anleggene du har jobbet med mangler noen funksjoner?»

Hvilke deler av de tekniske installasjonene, begrenset til feltutstyr, har du oftest opplevd feil på?

Med feil menes det at opplysninger på skjerm og status på selve anlegget ikke stemmer.

Med feltutstyr menes alle sensorer, målere og følere.

 Sideskift

Side 3


Denne delen av undersøkelsen fokuserer på bruk og bruksmønster.

Hvilke rutiner for varsling har dere dersom brukerne av bygget opplever avvik i drift? Forklar hvorfor dette fungerer/ikke fungerer.

Bruker du SD-anlegget til feilsøking når brukere rapporterer om avvik i drift?

- Ja
- Nei

Hvordan bruker du anlegget for å avdekke avvik?

-  Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Bruker du SD-anlegget til feilsøking når brukere rapporterer om avvik i drift?»

Hender det at SD-anlegget ikke viser feil, på tross av at det er avdekket feil i de tekniske anleggene?

- Aldri
- Sjeldent
- Noen ganger
- Ofte
- Hele tiden

Er det etablert rutiner for kunnskapsdeling og erfaringsoverføring på anleggene internt?

Hvilke funksjoner bruker du i det daglige?

Hvilke funksjoner i SD-anlegget er kritiske for driften av bygget?

Med dette menes det ting du ikke kan se ved en visuell besiktelse av de tekniske anleggene på en vanlig runde på bygget.

Har bruk av SD-anlegg frigjort tid i løpet av en arbeidsdag?

- Ja
- Nei

Hvor mye tid anslår du at du SD-anlegget frigjør i løpet av en arbeidsdag?

- Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har bruk av SD-anlegg frigjort tid i løpet av en arbeidsdag?»

Velg ...



Sideskift

Denne delen tar for seg nye eller nye deler av SD-anlegg.

Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?

- Gammelt og nytt feltutstyr
- Alt nytt ifm nybygg
- To SD-anlegg (et nytt og et gammelt)
- Gammelt feltutstyr med nytt SD-anlegg
- Gammelt SD-anlegg med nytt feltutstyr

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved kombinasjonen gammelt og nytt feltutstyr?

- i Dette elementet vises kun dersom alternativet «Gammelt og nytt feltutstyr» er valgt i spørsmålet «Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?»

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved ved bruk av helt nytt utstyr?

- i Dette elementet vises kun dersom alternativet «Alt nytt ifm nybygg» er valgt i spørsmålet «Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?»

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved ved bruk av to SD-anlegg hvor det ene er gammelt og det andre nytt?

- i Dette elementet vises kun dersom alternativet «To SD-anlegg (et nytt og et gammelt)» er valgt i spørsmålet «Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?»

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved bruk av gammelt feltutstyr og nytt SD-anlegg?

- i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Gammelt feltutstyr med nytt SD-anlegg» er valgt i spørsmålet «Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?»

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved bruk av gammelt SD-anlegg og nytt feltutstyr?

- i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Gammelt SD-anlegg med nytt feltutstyr» er valgt i spørsmålet «Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?»


Har det blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert?

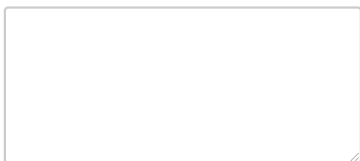
- Ja
- Nei, det er ingen forskjell
- Nei, det er blitt vanskeligere

På hvilken måte er det blitt lettere?

- i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har det blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert?»

Hvorfor er det vanskeligere?

-  Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei, det er ingen forskjell» er valgt i spørsmålet «Har det blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert?»



Har dere sett noen reduksjon i energibruk etter installasjon/oppgradering av SD-anlegg?

- Ja
- Nei

Brukervennlighet

I hvilken grad

Er skjermen intuitiv å bruke

- I veldig stor grad
- I stor grad
- Verken eller
- I liten grad
- I veldig liten grad

Er det enkelt å manøvrere seg frem til de ulike komponentene i anlegget

- I veldig stor grad
- I stor grad
- Verken eller
- I liten grad
- I veldig liten grad

Viser skjermen riktig plassering på utstyr

- I veldig stor grad
- I stor grad
- Verken eller
- I liten grad
- I veldig liten grad

Er det samsvar mellom tegningene på skjermen og plantegningene til bygget

- I veldig stor grad
- I stor grad
- Verken eller
- I liten grad
- I veldig liten grad

Har du opplevd at de tekniske installasjonene ikke følger settpunktene som er satt i SD-anlegget?

- Ja
- Nei

Hvordan oppdaget du dette?

- Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Har du opplevd at de tekniske installasjonene ikke følger settpunktene som er satt i SD-anlegget?»

Stoler du på alarmene, varsler og verdier som kommer opp på SD-skjermen?

Ja

Nei

Har dere noen rutiner for å teste om de verdiene som ligger inne i systemet er de faktiske verdiene ute på bygget?

Ja

Nei

 Sideskift

Side 5

Spørsmålene nedenfor tar for seg oppfølging fra leverandører i etterkant av installasjon.

Hvordan opplæring har vært gitt fra leverandørs side etter installasjon?

Dersom leverandør av ventilasjon og automatikk var forskjellige i prosjektet, hvordan fungerte samarbeidet mellom dem?

Hvilke utfordringer har oppstått i etterkant av installasjon av SD-anlegg?

[Se nylige endringer i Nettskjema](#)

- Driftsteknikker
- Avdelingsleder
- Driftsleder
- Driftsleder
- Drift
- Driftsleder
- Driftstekniker
- Driftsleder
- Vedlikeholdsteknikker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Drifts og vedlikeholdsteknikker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- vedlikeholdstekniker
- Driftstekniker
- vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- vedlikeholdstekniker
- vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholds koordinator
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- vedlikeholds teknikker
- Vedlikeholds Tekniker
- Vedlikeholdstekniker
- vedlikeholdstekniker
- VT
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- Vedlikeholdstekniker
- VT
- Driftstekniker

Har du eller har du hatt ansvar for styring av tekniske anlegg? *

Svar	Antall	Prosent	
Ja	48	100 % 	
Nei	0	0 %	

Spørsmålene under retter seg mot erfaringene du har med SD-anlegg.

Har du jobbet på et bygg hvor det var installert SD-anlegg, men det ikke var i bruk?

Svar	Antall	Prosent	
Ja	7	14,6 % 	
Vet ikke	0	0 %	
Nei	41	85,4 % 	

Hvorfor var det ikke i bruk?

Svar	Antall	Prosent	
Gammelt og utdatert	1	2,1 % 	
Mangel på tilgang	4	8,3 % 	
Mangel på funksjoner som gjorde at oppgaver like greit kunne utføres manuelt	4	8,3 % 	
Manglende opplæring	4	8,3 % 	
Annet	0	0 %	

Annet

Av anleggene som ikke har vært i bruk, hvor gammel har disse vært?

Det er mulig å krysse av flere alternativer.

Svar	Antall	Prosent
Eldre enn 1980	0	0 %
1980-tallet	0	0 %
1990-tallet	4	8,3 %
2000-2005	3	6,2 %
Svar	Antall	Prosent
2006-2010	0	0 %
2011-2015	2	4,2 %
2016 til dags dato	1	2,1 %

Opplever du at SD-anleggene du har jobbet med mangler noen funksjoner?

Dette kan være funksjoner som trender, tidsstyring, settpunkter for enkelte komponenter, osv...

Svar	Antall	Prosent
Ja	37	77,1 %
Nei	11	22,9 %

Hvilke funksjoner ville du ha integrert i anlegget slik at du kan styre eller få oversikt over det fra SD-anlegg?

- Mange av SD-anleggene er gamle. Dårlige grensesnitt/skjermbilder. Mange falske alarmer. Feltutstyr er "gått ut på dato" Gir ikke mulighet å styre anleggene godt nok
- Flere måle punkter
- De fleste vanlige og nødvendige funksjoner er tilgjengelige på de fleste SD anlegg. Jeg savner eventuelt flere målepunkter og undermålere for elektrisk forbruk, vannbåren varme, kjøling, brukers spesial utstyr etc
- Alarm ved feil på varmegjenvinninr
- Det som er det største hinderet er at anlegget jeg til daglig bruker ikke har sann tilbakemelding. Det vil si at deler av anlegget får startsignal, men ikke gir tilbakemelding om anlegget faktisk går. Dette medfører at en del alarmfunksjoner ikke virker som de skal. Dette må i tilfelle oppdages ved å gå inn på SD anlegget og sjekke bilde av det aktuelle anlegget det gjelder.
- Oversikt på romnivå på temp, co2, pådrag på utstyr. Da er det lett å avdekke feil. Alarmer må settes opp for å detektere avvik. Linke sammen f eks energimålere mot alarm for å detektere vannlekkasjer.
- Generell temperaturer i rom, ikke funksjon på noen anlegg
- trykfallsalarm lekkasjearm
- Fjernstyring
- Anlegget har mange funksjoner, men ikke alle er satt i drift. Viktig med sann tilbakemelding fra systemene, dvs at vi ser faktisk status på alle komponenter. Har også savnet melding/notatfunksjon hvor man kan skrive inn info om justeringer av driftstid, temperaturer el.
- Temperatur og luftmengder på romnivå. Oversikt og overstyring av enkeltrom fra SD-anlegg
- Våre anlegg kan utvides med flere funksjoner, disse finnes allerede, vi har det bare ikke installert/ programmert
- Full integrering av alt utstyr som feks. Ventilasjonsanlegg, sprinkelsentral, nødstrømsaggregat og varmpumpe etc. Flere temperaturmålere på ventilasjonsanlegg Enklere oversikt over om anlegg går Lokasjon og hvilke rom de forsyner
- Totalt strømforbruk på bygget.
- Utelys varmekabler varmpumper
- At alle ventilasjonsanlegg ligger på SD. At en får bedre styreparameter å kjøre mot (for eksempel flere sensorer). At anlegg har mer enn bare kalenderstyring
- Alarmer på vannvakt m.m
- 1. Alarm/ varsel hvis hovedkran sprinkler er stengt. 2. Alarm/ varsel hvis sprinkleralarm er koblet ut. Enten årsaken er pga strømbrydd eller slått av med nøkkelbryter. 3. Ikon som viser at kloakkpumper er i drift og alarm hvis det oppstår stans. 4. Varsel hvis det er for lav temperatur i oppholdsrom 5. Maksimalregulator.
- Status på åpne/lukkede dører. Astrour.
- kjøleaggregat, temp føler på varmtvann
- Utvendig værstasjon, bedre plassering av følere, tydeliggjøring av ulike alarmer, driftstider på vifter(timeteller), større fleksibilitet på kalandere, co2 følere.
- Ventilasjon Varmen -kjøling Termostaten -rom- temp Pumper snø/Is føler sprinkler overvåkning alarmer Feil melding Tidsur -Ventilasjon lys varmen osv
- VAV med bevegelse og CO2 styring
- Det er for liten mulighet for de som skal styre anleggene til å gjøre endringer i oppsett.
- Logging av temperatur og Co2.
- Enkle funksjoner som hastighets styring på pumper/vifter som somregel er låst bak utekompenserings kurver pascal målere
- lysstyring hadde vært fint.
- Flere bygg mangler romstyring
- funksjon for å justere mange settpunkt på en gang grupere klasserom og sette end en grad eller to når det blir veldig varmt foreksempel
- Avlesning av trender. Tidsstyring, settpunkt osv.
- Automatisk start av ventilasjon igjen etter at brannalarm var utløst / resatt
- Bygget er for lite til at det er lønnsomt er det utalt. kan ikke fjern avleses

- Bedre funksjon på rom styring, mulighet til og forandre verdi på EL-kjel , Mulighet til og styre gjenvinner ,

Hvilke deler av de tekniske installasjonene, begrenset til feltutstyr, har du oftest opplevd feil på?

Med feil menes det at opplysninger på skjerm og status på selve anlegget ikke stemmer.

Med feltutstyr menes alle sensorer, målere og følere.

- Brannvarsling
- Frekvensomformere og måleceller
- Værstasjon, undersentraler, følere
- Driftsingnal på varmepumper , viser at de går mens de i virkeligheten har stoppet
- De delene som vi har mest feil på er frekvensomformere til viftemotorer i ventilasjonsanlegg. Dette er ikke et stort problem, men på grunn av lang driftstid kan dette være en grunn. Har også skiftet ut en del trykkfølere. Videre er det byttet ut en del shuntmotorer på kjøle og varmeanlegg. Der er det også driftstid som kan være årsaken til havari.
- KNX aktuatorer, KNX kontrollere, VAV spjeldmotorer/spjeld. Feil på div gateway som medfører com feil som fører til alarmer.
- Spjeldmotorer
- undersentraler
- sensorer, målere og følere. opplysninger på skjerm og status på selve anlegget ikke stemmer.
- Sjeldent feil på både mekaniske og elektroteknisk utstyr. Kan ikke peke på noe spesielt.
- Sensorer, målere, og følere
- Ikke sann tilbakemelding. Dvs at vi ikke ser om anlegget er stoppet så lenge det har fått signal om å starte. Feil må da identifiseres på annen måte f.eks ved å se på trykk- eller temperaturmålere i anlegget. Komponenter som svikter er IO-moduler og frekvensomformere.
- Temperaturfølere i ventilasjonsaggregat. Kan ha noe med plassering å gjøre. Ellers kan det være driftsstatus på utstyr som ikke samsvarer med den virkelige situasjonen
- Noe utstyr kal "låse seg" henge seg opp, trenger re-start
- Aktuatorer til gulvvarme/radiatorer
- Romfølere og aktoratorer
- Aspirasjons sensorer.
- Frekvensomformere
- Direkte feil er sjelden, men at sensorer oppleves unøyaktige skjer, oftest med temperaturfølere
- Feil på kommunikasjon. Trykkfølere.
- Røkmeldere, frostvakter.
- 1.Feil på temperaturfølere i oppholdsrom. 2. Feilplasserte temperaturfølere på ventilasjonsanlegg. 3. Uniter.
- Lux-måler. Temp/CO2-føler.
- følere til temperatur og trykk måling på filtre
- følere og hva de påvirkes av. plassering.
- Følere som ikke viser reel temp i rommene
- Temperatur følere
- Feil plassert temperatur sensor og dermed feil temperatur. Feil på utgangene på unitene/under fordelerne
- romfølere indikator for drift på VAV temp.føler på VVB
- temp følere
- Avvik på verdier følere.
- Temperatursensorer ingen feil oppdaget
- Aktuatorer og termostater tilknyttet radiatorer
- romfølere
- følere
- ødelagte temperaturfølere
- Sd-anlegg sliter ofte med kommunikasjon opp mot gamle ventilasjonsanlegg
- Kommunikasjon mellom følere og programvare.
- Målere og følere
- Kondensatorer, strømgivere til ovner
- Det er rom følere



Denne delen av undersøkelsen fokuserer på bruk og bruksmønster.

Hvilke rutiner for varsling har dere dersom brukerne av bygget opplever avvik i drift? Forklar hvorfor dette fungerer/ikke fungerer.

- Brukerne sender feilmelding til et "kundemottak" En fast i driftsteamet tar i mot melding og delegerer oppgave til rett person
- Bruker sender Mail til oss
- Organisasjonen* har sine rutiner forankret i FDV-programmet*, driftsoppgaver på faste og tilpassede intervaller. Eventuelle avvik etc. opprettes som egne ordre i FDV-programmet* for oppfølging og erfaringsutveksling
- Gjerne tlf/Mail om kaldt/varmt rom
- Feil meldes på mail til driftsavdelingen. Melding fungerer, men hvis ikke SD anlegget har nok detaljer kan vi ikke diagnostisere feilen uten å fysisk feilsøke på det tekniske anlegget. Typisk feil dårlig luft, kan være en aktuator på varme som står på hele tiden og varmt rom oppleves som dårlig luft.
- Som regel mail, fungerer godt
- E-postmelding, SMS eller direkte anrop.
- Ingen alarmer som viser feil. Feil oppsett. Anlegget har levd sitt eget liv.
- For kaldt/varmt er det vi har mest av. Jeg er på et bygg med vannbåren oppvarming fra 1994. Treghet i slike varmesystem gjør at vi har mest avvik i overgangen mellom varme/kulde sesonger som vår/høst. Det tar tid for bygget å "tilpasse" seg temperaturrendringene virker det som.
- I dag varsles driftstans via mail, telefon. Men vi er i sluttfasen med å ta i bruk XXXX* som FDVU system, hvor feil og mangler skal varsles.
- Brukere melder til resepsjon* eller direkte til drift. Har egne rutiner med gjennomgang av sd-anlegg minst 1 gang pr. dag (hver morgen). Fungerer stort sett greit, men som tidligere nevnt skulle vi gjerne hatt sann tilbakemelding. Da ville vi fått melding ved stopp i anleggene og kunne utbedret før det påvirker brukerne.
- Vi får tilbakemelding i fra enten brukere direkte eller renhold/resepsjon*.
- Melinger i FDV-program*
- Brukere varsler gjennom sin organisasjon, som sender e-post eller ringer driftsorganisasjonen direkte. Henvendelsene registreres i FDV-system, og svares opp herfra.

- Vakttelefon og FDV-system*. dette fungerer tilfredsstillende så lenge brukerne faktisk rapporterer inn feil og mangler slik at disse kan utbedres
- Primært direkte varsling fra brukerkontakter på tif. Eller Mail
- Bruker kontakter pr telefon ved opplevelse av enten dårlig luft eller kalde soner i bygget.
- Rutiner er at brukere kontakter meg pr mail, sms, eller tif. når ting ikke fungerer eller å justere temp. Er det noe jeg kan gjøre noe med gjøres det fortløpende. Hvis ikke legges det inn i BK bygg til byggforvalter og han bestiller folk til å fikse det. Dette har fungert greit. Brukerne tar kontakt med meg enten ved hjelp av : telefonsamtale, SMS, mail eller egen lukket side på Facebook Feilsøker og bestiller reparasjon.
- Avvik føres i oppdragsperm eller gis muntlig, enten via telefon eller i møte Bruker tar kontakt, sjekker SD anlegg og deretter selve anlegget fysisk.
- Dagtid: Rapporterer til byggforvalter ved avvik. Kveld/Natt: Vedlikeholdstekniker på vaktordning har tilgang til SD. Rykker ut om nødvendig. Fungerer bra.
- Blir varslet i mail eller via loggbok. Fungerer fint, VT er ofte på bygget.
- ingen rutiner
- Brukerne varsles via e-post med forventet rette tid. Ved lengre driftsstopp informeres bruker jevnlig om status.
- Gode rutinger. Vedlikeholdsteknikerne sjekker daglig, melder inn feil til byggforvalter som skaffe rette folk til å fikse problemene, hvis vi ikke fikser dette selv.
- Telefon Fungerer fint eller sjekke av anlegg morning og for jeg går hjemme .
- Meldes via telefon, samtale eller avviks bok. Fungerer bra med direkte kontakt, men sikkert utfordrende ved veldig store bygg.
- I arbeidstid varsler de direkte til vedlikeholdstekniker. Utover denne tid har vi vakt bil som blir kontaktet. Her er det varsling på SD-anlegg dersom sensor registrere avvik iht angitt tidsrom, dersom en feil varer over denne tid kommer det alarm.
- varsler sd avd i kommunen eller kommunikasjonsleverandør* fungerer fordi vi komiserer og løser problemet sammen
- Brukere melder avvik muntlig eller i meldingsperm til vedlikeholdstekniker. Meldinger når ikke alltid frem til tekniker.
- Brukerne er ofte trege med å gi tilbakemeldinger.
- varsler inn til bygg forvalter
- Kontakter styrer over bygget, utveksler informasjon og blir enig om løsning
- Rutiner som går på ukentlig oppfølging fysisk av teknisk anlegg. Har ellers alarm på SD anlegg
- Hvis vi ikke plukker opp feilen selv på den daglige sjekken av anlegget, så ringer de oss
- Hvis feil blir dette meldt i, fulgt opp av byggforvalter, de sender inn en arbeids ordre til feks EM system. De kontakter deretter VT på bygget. hvis krise. Kan VT ringe direkte til de som har rammeavtale også blir ordren laget til etterpå.
- vaktmester bok (papirark på lærerrom), fungerer ikke så bra fordi lærere ikke orker å huske ting fra klasserom til lærerrom. det burde vert et digitalt system for enkelte rapportering, oversikt og loggføring
- Det meldes fra til vedlikeholdstekniker på bygget
- Kontakter SD ansvarlig sentralt. God oppfølging og kommunikasjon. Fungerer utmerket.
- Brukerne varsler vedlikeholdstekniker, som kontakter bygg forvalter, som kontakter firma for utførelse av oppdraget / rette feil. Fungerer men det går tid med siden det skal innom mange led
- Da er det bare og feil søke på bygget Kan ikke avdekke feil i sd anlegg hele dagen
- Dette blir meldt inn digitalt her hos meg, som jeg mottar på epost. Det er blitt opprettet en egen link, hvor de ansatte kan sende melding om alle slags avvik til meg på epost. Og dette fungerer veldig bra ihht vi tidligere skrev inn avvik i en bok, som ligger i admin

Bruker du SD-anlegget til feilsøking når brukere rapporterer om avvik i drift?


Svar	Antall	Prosent
Ja	44	91,7 % 
Nei	4	8,3 % 

Hvordan bruker du anlegget for å avdekke avvik?

- Ikke personlig men det blir brukt. Sjekker om det ligger feilvarslinger inne.
- Sjekker om alt svinger slik som det skal
- Ventilasjon, pendling, persienner, brønnpark og varmpumpe, henter ut trender
- Ser om opplysninger stemmer
- Går inn og ser på trender og for eksempel temperaturer eller på bilde av anlegge pumper ol.
- Sjekker systematisk funksjonene på SD anlegg på tvers av fag. Avhengig av SD på romnivå for bra mulighet for feilsøking hvis feilen er der. Feil på ventilasjonsanlegg avdekkes på skjerm bilde.
- Ser etter unormale verdier
- Teste funksjon, avlese verdier og logge trender
- Sjekker temperatur loggere etc.
- Ser etter feilmeldinger, og om det er komponenter som ikke går, eller at det er feil med temperaturer.
- I hovedsak til å sjekke driftsstatus/alarmlogg og temperaturer og trykk i anlegg.
- SD anlegget sjekkes hver morgen. Sjekker alarm-lister, sjekker SD bilder på hovedvarmekurser og kjøling. Sjekker også SD bilder i den delen av bygget som vi har romkontroll på.
- Daglig overvåking av SD-anlegg for å sjekke status på anleggene.
- pålogging for å se avvik i målinger og statistikker, feilmeldinger kan også lese av
- Kontroll av feks. Temperatur, funksjonstest av komponenter. Event. Logging
- Anlegget viser pådrag av varme men rommet er kaldt Rommet blir kaldt når ventilasjon starter
- Det kan være å sjekke temp mot det som er stilt inn samt å se hvor stort pådraget er. Har avdekket sikringer som har gått på denne måten.
- Sjekker parametere og gjennvinnere hver dag.
- Bruker trender og kurver og historikk for å se utvikling og for å kontrollere påstand. Ved enkelte tilfeller har logging vært brukt
- Sjekker historikk på romtemp og ventilasjonsanlegg.
- 1.Alarmfunksjoner. 2. Ukesrapport på temperaturfølere. Sjekker pådrag mot temperatur. 3. Sanntid. 4. Sjekker kommunikasjon med unit..
- Sjekker trend kurver for det område som det meldes feil på
- Sjekker om ventilasjon går og med hvilke temp. Sjekker romfølere mot temp i rommene. Ser om det er rett temp på varmvannsbereider osv.
- Alarm eller se på anleggs settpunkt mot real verdier.
- Bruker logg og ser etter avvik fra normalen. Ser på ER verdi i forhold til målt verdi i rom
- Ser på visuelle bilder samt oppsatte logger, det kan være temperatur på enkelte rom, co2, lys ect
- Sjekker forbruksrapporter, KPIer for svingninger osv.

- Avvik på verdier og temperaturer. Alarmer og drift signal.
- Får raskt oversikt om det faktisk er tilfelle det brukerne melder fra om. Eksempel: Det er flere rom der brukerne mener det er dårlig luft. Det er ingenting i SDanlegget som indikerer at dette er tilfelle. Temperatur og Co2-verdier er blant annet greie når jeg har sjekket. Det er dog ikke kapasitet i programmet til å logge dette. I dette tilfellet må vi sette av en dag, der brukerne må holde vinduer lukket, og vi dokumenterer bruken og verdier hver halve time. Utelukker ikke at det kan være feil på VAV ventil, da dette heller ikke vil gi feilmelding i anlegget.
- Logger / går systematisk igjennom hva jeg tror kan være problemet og ser deretter på det andre som henger sammen med hva jeg tror er problemet frem til feilen er funnet
- Sjekk at temperatur, termostater på ventilasjon, vanntrykk på radiatorer (henger ofte sammen med manglende temperatur).
- ser først om ting stemmer. så bruker vi mobile temp målere.
- justerer på punkter og ser om det gir ønsket effekt sette temperatur til fullt også se om det er liv i ovnen foreksempel
- Sjekke hva verdier som er avlest. Sjekke om det stemmer med det som er reelt ute i bygget.
- Avleser på skjerm samt sjekker mot fysiske forhold.
- Sjekker om det lyser på alarmer, om ventilasjon / pumper går osv
- sjekker brukertid, Modus, tidsrekken på pådraget.
- Se hvilke alarmer som er utløst

Hender det at SD-anlegget ikke viser feil, på tross av at det er avdekket feil i de tekniske anleggene?

Svar	Antall	Prosent
Aldri	2	4,2 % 
Sjeldent	15	31,2 % 
Noen ganger	25	52,1 % 
Ofte	5	10,4 % 
Hele tiden	1	2,1 % 

Er det etablert rutiner for kunnskapsdeling og erfaringsoverføring på anleggene internt?

- Ikke rutine men har jevnlig møter hvor driftsutfordringer blir diskutert.
- Ja
- Nei
- Ja
- Vi har dialog internt på tvers av fag i avdelingen. Ingen skrevne rutiner.
- Ja litt mellom ansatte på samme eiendom
- Ja
- Nei, det var det ikke tidligere, men nå etter oppdatering og opplæring er dette på plass
- Ikke utover at vi prater sammen om "problemet"
- Nei
- Har tett samarbeid, men ingen rutiner for dette. Her kunne en meldings/notatmulighet vært nyttig.
- Da anlegget brukes av alle på driftskontor er det ikke noen faste rutiner på dette. Det er i spesielle tilfeller vi diskuterer tekniske spørsmål og bruk av dette.
- Nei
- Nei, stort sett samme person som overvåker anleggene
- svært lite/ begrenset. Ved bruk av FDV-program* er alt dokumentert, ny bruker med opplæring kan lese seg opp på historikk
- Nei
- ja deling kunnskap i teamet
- Nei.
- Ja, med team
- ja
- Det er gitt tilgang til alle anlegg innenfor et team og vi spør hverandre
- Nei.
- ja
- Ja, vedlikeholdsteknikere jobber i team på 5-6 personer. Utveksler erfaringer, og alle har tilgang til alle bygg i teamet.
- Ja.
- nei
- Mulighet å legge igjen notater i sd-anlegget til informasjon for andre driftere.
- Tja
- Ja
- Ja vi jobber i team som alle ha sine bygg. Samtidig må alle kjenne til alle bygg som er i portofølgen.
- nei
- Nei, ikke som jeg kjenner til
- Ja, arbeider i grupper.
- Ja.
- Ja
- Vi jobber i team på 5 hvor vi deler erfaringer.
- delvis
- ja, dvs når en VT skal gi seg på et bygg, jobber den 2 uker sammen med den som skal ta over.
- nei
- Det er dårlig med rutiner på overføring av kunnskap mellom personell. Dette gjelder på generelt nivå mellom folk som drifter anlegg
- I noen grad.
- Ja, innad i teamet jeg er på.
- Neei, sjelden vi snakker om det, eller deler erfaringer
- Vi har interne kurs, et par ganger pr år, hvor vi har mulighet til og dele erfaringer,samt motta kommende oppdateringer etc

Hvilke funksjoner bruker du i det daglige?

- Ingen
- Alarm oversikt
- De fleste funksjoner som alle SD anleggene har, spesielt ventilasjon, varme, målere og romstyring
- Til overblikk over at alt er på stell å justering i forhold til sesong
- stille varme på rom og på ventilasjon
- Alle funksjoner SD anlegget på de forskjellige byggene har.
- Avlesing av verdier og stopp og stans av anlegg.
- Varme/ventilasjon

29.4.2021

SD-anlegg – Rapport - Nettskjema



- Mest på oversiktsbilde av alle ventilasjonsanlegg, der ser vi det meste. Alarmer dukker opp på hovedbilde uansett hva slags system de kommer fra.
- De mest vanlige
- Generell sjekk av romstyringer, justering av tidtabeller og vi har nylig tatt i bruk trendlogging.
- Sjekk av varme, kjøle og Ventilasjonsanlegg.
- Overvåking av ventilasjonsaggregater, varmeanlegg, romkontroll, status kjølemaskiner/varmepumper. Trender avlesing og styring av tekniske anlegg
- Visuell kontroll av alarmer samt kontroll av ventilasjon og varmesentral ventilasjon og temp styring
- Sjekker om det har kommet alarmer, Sjekker raskt over om det er store avvik på temp og innstilt temp.
- Sjekker SD- anlegget hver morgen og er innom de aller fleste funksjonene da.
- Temperaturstyring av rom.
- Sjekker om det er alarmtilstander. Sjekker at det ser fornuftig ut. Får en oversikt Sjekker temperaturer, fukt% og Co2.
- varmeanlegg, ventilasjon.
- Sjekker om ventilasjonsanlegg, elkjel, varmepumpe går som vanlig. Romtemperaturer.
- Sjekker av temperaturer i oppholdsrom og sjekk av temperatur fra ventilasjonsanlegg. Samt sjekk av co2 der det er montert målere. Brukstider.
- temperatur styring i forbindelse med sesong variasjoner
- Roms oversikt, strømforbruk, anleggs oversikt, alarmoversikt
- Sjekker varme (ovrn-luft) og ventilasjon
- Alle
- Oversiktsbilde for å se etter u normaliteter
- visuelle bilde
- hovedsakelig varmeregulering og ventilasjons styring
- Avleser alarmer og temperaturer.
- Temperatur Co2 Tilluft/avtrekk
- Temperatur Pascal måler / viftehastighet Ved roterende gjennvinner kontrollere temperatur på avtrekk at den fører varmen over, pga kan hende reimen slitner men sensoren sier den går 100%
- alarmoversikt og temperatur.
- sjekker kjeler ,ventilasjon og pumper . I tillegg til sjekk av temp.
- sjekker temp alle rom. settpunkt/direkte. spjell vent anleggene. gjenvinning. se hvordan PPM luften er.
- alarm, temperatur
- Sjekker av eventuelle alarmer. Og sjekk av vanntrykk, temperatur. Om alt av ventilasjonsanlegg har startet
- Sjekker temperatur og driftsstatus på ventilasjon. Kalenderstyring av varme og ventilasjon ved behov for utvidet driftstid.
- Ser om alle ventilasjons anleggene har startet, styring av temperatur på bygget, snøsmelting, vanntemperatur osv
- Sd anlegg som er tilgjengelig, en kjapp oversikt over etasjer holder. mer nøye i ventilasjonsanlegg, ser litt på værmeldingen i uken som kommer, og justerer settpunkt
- sjekker varme,ventilasjon,og at det ikke er utløst alarmer,samt sjekker at alle rom følere er aktive

Hvilke funksjoner i SD-anlegget er kritiske for driften av bygget?



Med dette menes det ting du ikke kan se ved en visuell besiktelse av de tekniske anleggene på en vanlig runde på bygget.

- Det mest kritiske er om branndetektorer virker som de skal.
- Mange, pumper, strøm, ventilasjon
- Kritiske alarmer for tekniske anlegg som varmepumper, teknisk kjøling, sprinkler, nødstrøm, nødlis, heis, UPS, pumper
- Ingen spesielle
- Avdekke feil. Frostvakt. Lekkasje i ventiler, følerfeil. Riktig alarmoppsett er viktig.
- Stopp og stans og avlesing av verdier.
- Romfølere på varme, feil plassering av brukerstyr som har påvirkning på romvarme, hærverk på vindusfølere
- Komponenter som feks innebygd spjeld og tilkoblingen mellom mekaniske aksler som kan "gli", sløik at spjeldet kommer ut av posisjon
- Klokkestyring, stans av anlegg ifm høytider.
- Alarmlogg
- Det meste vil kunne sjekkes ved besiktigelse rundt på anleggene
- Trender for avdekke variasjoner i effekter gjennom døgnet
- avlesing av sensorer, temperaturer, strømforbruk/ pådrag
- Romtemperaturer, temp. Varmt tappevann.
- Hvis føler viser store avvik i forhold til faktisk temp på kritiske rom.
- Lekkasjevakter, nødlis
- Alarm ved stopp i anlegg som er vanskelig tilgjengelig
- Fukt Co2
- Varmestyring Senario Brukstider Filtervakt
- Romtemperaturer. Elkjel og varmepumpe går.
- Kommunikasjons linjene fra anleggene til sd anlegget
- Om spjeld er lukket
- Ventilasjon styring /avlesning og settpunkt rom temperatur samt alarm Handlinging. Tidsstyring
- Vifedrift pga co2 og radon varme og ventilasjon
- Alarm og drift pumper vannbårent varmeanlegg.
- Temperatur og Co2.
- All informasjon om vannbåren varme, pumper, trykk, temperatur.
- Temperatur er viktig
- avlesing av verdier på varme og driften av ventilasjon ,pumper og kjeler.
- spjell info ,luft ,rom temp, kalender, timeplann.
- gi alarmer ved sensorfeil, stgore avvik fra normal drift,
- Temperaturstyring. temperaturer, om spjeld er åpnet som de skal
- har opplevd og miste back up batterier etter ferie modus. Da har sd anlegget ikke startet
- varmebatteri

Har bruk av SD-anlegg frigjort tid i løpet av en arbeidsdag?

Svar	Antall	Prosent	
Ja	38	80,9 % 	
Nei	9	19,1 % 	

▪ **Hvor mye tid anslår du at du SD-anlegget frigjør i løpet av en arbeidsdag?**

Svar	Antall	Prosent	
0,5 timer	10	26,3 % 	
1 time	15	39,5 % 	
1,5 timer	5	13,2 % 	
2 timer	5	13,2 % 	
2,5 timer	2	5,3 % 	
3 timer	0	0 %	
3,5 timer	0	0 %	
4 timer	1	2,6 % 	

Denne delen tar for seg nye eller nye deler av SD-anlegg.

Har du vært borti følgende sammensetninger i forbindelse med installasjon av SD-anlegg?

Svar	Antall	Prosent	
Gammelt og nytt feltutstyr	27	56,2 % 	
Alt nytt ifm nybygg	22	45,8 % 	
To SD-anlegg (et nytt og et gammelt)	16	33,3 % 	
Gammelt feltutstyr med nytt SD-anlegg	23	47,9 % 	
Gammelt SD-anlegg med nytt feltutstyr	16	33,3 % 	

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved kombinasjonen gammelt og nytt feltutstyr?

- Vanskelig å drifte på en optimal måte.
- Ikke bra, alt burde vært skiftet til nytt
- Kan være krevende og kostbart, ikke de beste erfaringer med å mikse nytt og gammelt, litt avhengig av hvilke leverandør og produsent av SD anlegg. Bra erfaring med Schneider, Citec
- Alt bør byttes samtidig
- Bra, det viktigst er at det integreres riktig. Parametere settes riktig og testes skikkelig før idriftsettelse. For mange protokoller medfører mulig årsak til feilkilder.
- Knx til Bacnet/ modbus etc. Flere ledd med mange adresseringer, større sjanse for menneskelig feil ved oppsett, og for com feil.
- Varierende erfaring.
- Har liten betydning for drift, men undersentraler må ofte skiftes ut/omprogrameres for å få nytt og gammelt til å snakke sammen.
- Det fungerer
- Ikke alltid utstyr snakker sammen. mye feilsøking og frustrasjon, tilfeldigheter som gjør at man oppdager feil
- Det kan fungere dersom installasjon og oppstartsprotokoller er gjennomført i henhold.
- Problemer oppstår ofte med kommunikasjon.
- snakker ikke helt optimalt sammen
- Snakker ikke alltid sammen
- Funker stort sett greit, men av og til skjer det 'rare' ting eller en får heng, spesielt mot lokale enheter (PLS)
- Nyere feltutstyr er mer stabilt.
- Dårlig, fungerer ikke
- Mer nøyaktige avlesninger på nytt feltutstyr. Nytt felt utstyr er mer følsomt.
- Funker vanligvis ok
- Forskjellige funksjoner på de forskjellige anleggene, F. Eks styring av luftmengde på ett anlegg, men ikke mulighet på ett annet.
- Gammelt mot nytt kan gi store avvik dersom ikke alle sensorer er rett kalibrert.
- Litt feilmeldinger og avvik mellom virkelighet og eksternt.
- Det blir fort litt krøll. For å få alt av gamle målere etc til å gi korrekt data. Endte opp med å skifte alt over til nytt
- Oppdager ofte flere feil på det eldre utstyret.
- ikke 100% stabilt
- Som regel er ikke kommunikasjonen helt oppe og går
- Dette er ikke optimalt, da mange funksjoner på gammelt utstyr ikke fungerer med nytt felt utstyr. Derfor er det nå besluttet at alle som har gamle sd-anlegg skal få installert nye sd-anlegg i sine bygg

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved bruk av helt nytt utstyr?

- Positive, noen egne tilpassinger av skjermbilder og bilder av teknisk utstyr som f. eks utvendig solavskjerming oppdelt på fasader, pumpestyring og eget bilde for utvendig belysning og el-bil ladestasjoner
- Gode
- Nytt utstyr fungerer som regel greit, etter en oppstartsperiode/testkjøring.
- Krever systematisk ferdigstilling ihht gjeldende krav. Ved feil er det kun en leverandør å forholde seg til
- innkjøringsproblemer
- Må ha en innkjøringsperiode
- SD- anlegget er helt nytt og enda ikke 100%
- Dårlig kvalitetsikring fra leverandør. eks: aktuatorer styrer feile rom.
- Kan være unødvendig kompliserte oppsett og 'pinglete' kvalitet
- Fungere bra, men kan være en del feil, f.eks. VAV-info kan mangle i rom.
- Kan tar tid å kalibreres
- Nytt mot nytt kan ha sine utfordringer avhengig av hvem og hvor nøye montering har blitt fulgt opp.
- Det blir raskt litt vel teknisk på nye bygg. Man glemmer den daglige driften og brukervennligheten i grensesnittene. Er også mye engelske ord som blir overført til sd-anlegg som gir litt utfordringer med å finne ut av
- Alltid noen små feil/mangler som må utbedres
- gode erfaringer
- det blir ofte ikke testet at verden faktisk er slik den ser ut på sd-anlegget. etter 8 års drift er vi fortsatt ikke sikre på om alle sensorer er satt på rett plass og at foreksempel aktuatorer er koblet til de rommene som anlegget sier
- Det er ofte en del feil som må lukes ut på de nye anleggene og det er ikke alltid at alle funksjonene som vi ønsker er med.
- Mye feil og dårlig opplæring

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved bruk av to SD-anlegg hvor det ene er gammelt og det andre nytt?

- Anleggene snakker ikke sammen. Må logge inn på flere systemer for å sjekke status/endre driftsparametere.
- Blandet, blir problemer med gammelt SD anlegg når undersentraler og feltutstyr har gått ut på dato
- Avhengig om det er 1 leverandør eller 2 samme leverandør funker bra men feks em systemer ikke er bra
- Bra, det viktigst er at det integreres riktig. Parametere settes riktig og testes skikkelig før idriftsettelse. Gamle SD anlegg har fir lite informasjon.
- "Her burde noen ha valgt annerledes i starten. Bruk mer penger og bytt til enhetlig system."
- Opplever at bruken av anleggene er forholdsvis lik. Noen andre finesser kommer til i det nye
- dårlig samstemt kommunikasjon
- NA
- Flere funksjoner på nytt anlegg
- Tungvint Bør vær integrert sammen
- Må logge på på nytt når du beveger deg fra det ene til det andre anlegget internt på bygget. Tungvint og dårlig løsning
- Ok, ikke optimalt. Bedre en at deler mangler.
- Det nye har bedre funksjoner
- Det spiller liten rolle om det er gammelt eller nytt ,så lenge alt fungerer. og de nødvendige funksjonene er integrert.
- Noe kluss med Java, eldre Windows, Edge,

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved bruk av gammelt feltutstyr og nytt SD-anlegg?



- Utfordring med kommunikasjon. Må montere ekstra duppeditter for at SD-anlegg kan ta i mot signal fra gammelt feltutstyr.
- At noen komponenter ikke snakker sammen og viser feil verdier
- Har fungert greit helt frem til feltstyret ikke lenger er lagervare hos leverandør
- Bra, det viktigst er at det integreres riktig. Parametere settes riktig og testes skikkelig før idriftsettelse. For mange protokoller medfører mulig årsak til feilkilder.
- Knx til Bacnet/ modbus etc. Flere ledd med mange adresseringer, større sjanse for menneskelig feil ved oppsett, og for com feil.
- Det fungerer også
- Som regel fungerer dette, etter tilpassninger. Bra dårlig samstemt kommunikasjon
- Får ikke utnyttet sd anlegget fullt ut pga gammelt felt utstyr
- Gode erfaringer
- Ok, ikke optimalt.
- Avdekker flere feil/avvik.
- ikke 100% stabilt
- Som regel er det en del kommunikasjonsproblemer mellom gammelt og nytt.
- må ta mer visuelle befaringer ang anlegget. samt snakker ikke bra sammen ang IT.

- Har en del gamle sd-anlegg. De bruker java som grensesnitt etc. Blir bra krøll å få skikkelig til å fungere på nye pcer. Er også et problem når ting går i stykker. Dyrt, vanskelig og til tider umulig, å få tak i reservedeler
- Noe utdatert ventilasjon i deler av bygget gir unøyaktig/ineffektiv drift.

Hvilke erfaringer har du gjort deg ved bruk av gammelt SD-anlegg og nytt feltutstyr?

- Utfordring med kommunikasjon.
- Dårlig, mye soft ware problemer og utdatert programvare
- Bra, det viktigst er at det integreres riktig. Parametere settes riktig og testes skikkelig før idriftsettelse. For mange protokoller medfører mulig årsak til feilkilder.
- Knx til Bacnet/ modbus etc. Flere ledd med mange adresseringer, større sjanse for menneskelig feil ved oppsett, og for com feil.
- Samme som forrige svar.
- Som regel fungerer dette, etter tilpassninger.
- dårlig samstemt kommunikasjon
- Ikke alltid lett å få til
- Ok, ikke optimalt.
- Som regel er det en del kommunikasjonsproblemer mellom gammelt og nytt.
- Litt usikker på spørsmålet men gammelt SD og nye sensorer osv er bare problemer med kommunikasjon og mye feilmålinger eller ikke målinger i det hele tatt

Har det blitt lettere å utføre arbeidsoppgaver etter at SD-anlegget er blitt installert?

Svar	Antall	Prosent
Ja	42	91,3 % 
Nei, det er ingen forskjell	4	8,7 % 
Nei, det er blitt vanskeligere	0	0 %



På hvilken måte er det blitt lettere?

- Hvis det virker som forutsatt.
- Oversikt og alarm vist noe er galt
- Har en større og mer helhetlig oversikt uten å måtte gå rundt i alle bygg, kjøre til eiendommene og sjekke tekniske rom og installasjoner
- Bedre å raskere oversikt enklere å drifte økonomisk
- Avdekker feil automatisk ved alarmer. Enklere å feilsøke ved nok info fra SD. Mindre fysisk feilsøking.
- Slipper litt sjekk på alle rom og i selve anlegget
- Tidsbesparelser ifbm kontroll av tekniske anlegg.
- Har ikke jobbet på anlegget uten SD-anlegg, men klart det må ha blitt bedre. Bedre oversikt, enklere å justere, riktigere kjøring av ventilasjon. etc.
- Når anlegget fungerer får man raskere oversikt over alle tekniske anlegg, og kan se status/avdekke feil i løpet av få minutter
- Det er blitt enklere fordi at man kan sjekke flere anlegg uten fysisk å til de forskjellige lokasjonene disse er plassert på.
- Det er lett å følge med på det son skje ute på anlegga og varmen på rom
- Det er enklere å ha kontroll på tilstand, og hvilke komponenter som trenger lettere oppfølging/utskifting
- sparer tid, har bedre kontroll, feilvarsling
- Trenger ikke daglig visuell kontroll av kritiske komponenter.
- Det er mye mer oversiktlig og få oversiktsbilde over hele bygg med romregulering og ventilasjonssyring.
- Mindre arbeidskrevende, visuell inspeksjon
- Trenger mindre tid til fysisk tilsyn
- Trenger ikke å gå like mye fysisk på bygget.
- Full oversikt på en skjerm. Uten må man sjekke termostater i alle sikringssskap. Feilsøking tar lengre tid.
- Sjekker temperaturer i alle oppholdsrom og alle ventilasjonsanlegg fra pc.
- bedre tid til annet
- Du får en oversikt over hvordan de tekniske installasjonene samhandler
- Finner fort ut om det er feil på bygget.
- Jeg trenger ikke å reiser ute hver dag til bygg å sjekke og oppdager feil avvik fortere .
- Kjappere, enklere og mer oversiktlig temperatur styring av rom
- tidsbesparende
- mere oversiktlig prg vare med bedre grafikk og større avlesnings muligheter
- Bedre oversikt og kontroll av bygg.
- Raskere med feilsøking og mye bedre oversikt
- Bygget kan i større grad fjernstyres
- Bruker litt mindre tid på fysisk og sjekke anlegget
- kan ta et overblikk å sjekke alle temp sjekke alle vent anlegg ved en pc, slippe å løpe rundt. lage kalender, spare strøm osv .
- det er et nybygg, uten sdanlegg ville det ikke kunne vert drevet slik det er bygget.
- Mindre fysisk betjening/kontrollrunder ute på anleggene.
- Finner feil fortere
- slipper og gå runde og sjekke div rom, sette ferie drift. alle bygg kan avleses fra en pc.
- En har større kontroll på energi i byggene, en kan trimme bygg slik at en kan oppnå gode energi tiltak . Dette gjelder varme og ventilasjon

Hvorfor er det vanskeligere?

- Gammelt anlegg med mye etter-lapping
- Det er ikke vanskeligere, arbeidsoppgavene er stort sett de samme. Det har ikke blitt lettere, kun noe mer oversiktlig i starten av dagen

Har dere sett noen reduksjon i energibruk etter installasjon/oppgradering av SD-anlegg?

Svar	Antall	Prosent
Ja	37	86 % 
Nei	6	14 % 

Brukervennlighet

I hvilken grad



Svar fordelt på antall

	I veldig stor grad	I stor grad	Verken eller	I liten grad	I veldig liten grad
Er skjermen intuitiv å bruke	4	29	10	2	0
Er det enkelt å manøvrere seg frem til de ulike komponentene i anlegget	4	28	10	3	0
Viser skjermen riktig plassering på utstyr	5	26	11	2	1
Er det samsvar mellom tegningene på skjermen og plantegningene til bygget	7	24	11	2	1

Svar fordelt på prosent

	I veldig stor grad	I stor grad	Verken eller	I liten grad	I veldig liten grad
Er skjermen intuitiv å bruke	8,9 %	64,4 %	22,2 %	4,4 %	0 %
Er det enkelt å manøvrere seg frem til de ulike komponentene i anlegget	8,9 %	62,2 %	22,2 %	6,7 %	0 %
Viser skjermen riktig plassering på utstyr	11,1 %	57,8 %	24,4 %	4,4 %	2,2 %
Er det samsvar mellom tegningene på skjermen og plantegningene til bygget	15,6 %	53,3 %	24,4 %	4,4 %	2,2 %



Har du opplevd at de tekniske installasjonene ikke følger settpunktene som er satt i SD-anlegget?

Svar	Antall	Prosent
Ja	30	65,2 % 
Nei	16	34,8 % 



Hvordan oppdaget du dette?

- Temperatur i virkeligheten stemmer ikke med temp. vist på SD-anlegget
- Ved klage på temp
- Ventilasjon, følere som har vist feil. Mens brukerne klaget
- Erfaring
- Litt forskjellig. Enkelte ganger oppdager vi det selv, andre ganger etter melding fra brukere.
- Ved test. Forandret settpunkt på temp. Aktuator til radiator åpnet ikke. Feil adresse i SD anlegg.
- fysisk kontroll.
- Feilsøking, klager fra leietager
- Ved egenkontroll
- Oppdaget på skjerm og på manometer i anlegget
- Bruker har meldt i fra, og feilsøking har blitt iverksatt.
- Ved visuell inspeksjon
- Allfor høy eller lav temperatur i rom pga av styreenhet/lokal relestyring som hadde gått i heng og ikke tok hensyn til settpunkt
- På rapport pådrag v/s temperatur.
- sett punktet nås ikke
- Ved at det gamle anlegget ikke klarer å levere ønsket temp
- Trial and error
- Kan se ut som last utkobling ligger i programmet og styrer, selv om det ikke skal være der. Avvik mellom komfort temp og bør verdi.
- Ved fysisk å være tilstede i rom ved høy eller lav temperatur Dårlig luftkvalitet
- Avvik på verdier, temperaturer.
- Ved justering av temperatur.
- 100% pumpe pådrag men ingen forskjell i temperatur pga def shunt Ventilasjonsanlegg nekter slå seg av uansett om du slår det av i sd anlegg eller med fysiske brytere og du må ta sikringene
- Fysisk sjekk
- ved befaringer / runder. temp ikke riktig.
- ikke oppnådd ønsket effekt
- Temperatur var høyere i rom enn hva som , og at det var 100% pådrag i tidsrom hvor det ikke skulle være pådrag

Stoler du på alarmene, varsler og verdier som kommer opp på SD-skjermen?

Svar	Antall	Prosent
Ja	38	80,9 % 
Nei	9	19,1 % 

Har dere noen rutiner for å teste om de verdiene som ligger inne i systemet er de faktiske verdiene ute på bygget?

Svar	Antall	Prosent
Ja	16	34 % 
Nei	31	66 % 

Spørsmålene nedenfor tar for seg oppfølging fra leverandører i etterkant av installasjon.

Hvordan opplæring har vært gitt fra leverandørs side etter installasjon?

29.4.2021

SD-anlegg – Rapport - Nettskjema

- Siden jeg ikke jobber fysisk ute på eiendommene, har jeg ikke fått opplæring
- Gode, må bare spørre så får vi hjelp
- Varierende, god opplæring fra 2 leverandører. Dagskurs og oppfølging ved overtakelse og prøvedrift på nye anlegg og bygg
- Begge dele men stort sett bra
- Varierende grad. Har flere leverandører og både gammelt og nytt. Et godt SD anlegg trenger nesten ikke opplæring hvis brukere er kompetente og funksjonsbeskrivelser og dokumentasjon er gode.
- Kapp og liten opplæring
- grundig.
- Ingen ved overtagelse av eiendommen, da anlegget er gammelt, men i de siste to årene med mye problemer, er dette blitt veldig bra av det firmaet som gir support.
- Jeg var ikke ansatt her da SD-anlegget kom i drift.
- Ingen
- SD-anlegget var installert en stund før jeg startet i jobben, så det vet jeg ikke. Har ikke fått opplæring.
- Opplæring er av varierende kvalitet. Kommer på plass etter hvert. Det kan vel komme av at vi som brukere sitter på en del kunnskap om dette.
- bra
- God opplæring. Avhenger også av vår interesse og hvilke spørsmål og engasjement vi viser.
- Ok til greit, ikke mere
- Minimal opplæring
- Par timers kurs og oppfølging via tlf
- Vet ikke. Har ikke vært her så lenge at jeg har hatt noe opplæring fra leverandør, da anleggene er installert lenge før jeg begynte.
- Brukbar, men lærer ved å bruke.
- Lite
- Grei innføring i standardbruk av anlegg
- Mangelfull.
- em.systemer
- En times innføring, men bra dokumentasjon.
- Har vært på kurs.
- Ingen
- Blandet
- Sånn passe
- ok
- Liten kjapp gjennomgang på stedet, men hyppig telefon support i ettertid ved behov. Dette fungerer veldig fint og er en god måte å lære på. Få hjelp når man møter problemer
- Her kan mange led bli bedre.....
- generell opplæring, men mye av dette har også med egen interesse og gjøre. ønsker man og kunne/lære, så får man opplæring og kunnskap i det man spør etter.
- Ved nybygg overlevering får man en opplæring som er nok så grundig, det er også vært nyttig med et kontaktpunkt hos leverandør som har levert utstyret for å avdekke problemer.
- Opplæring ved overlevering og tidligere 1 dags kurs.
- Ved ferdigbefaring og under prosjektet. Ringer leverandør ved evt. spørsmål.
- i liten grad
- Ingenting for mitt vedkommende
- Tilfredsstillende
- 0
- god
- Rask opplæring på noen timer så overlatt stort sett til seg selv.
- N/A. Jeg har overtatt bygget lenge etter installasjon.
- Dårlig
- Etter noen telefoner blir det opplæring, gjelder og henge på de. Har bare positive erfaringer
- Helt grei

Dersom leverandør av ventilasjon og automatikk var forskjellige i prosjektet, hvordan fungerte samarbeidet mellom dem?

- Ok
- Veldig bra
- Også varierende, de fleste samarbeider godt, men ikke alltid
- Bra
- Samarbeidet mellom entreprenørene fungerer bra. Det viktige er at beskrivelsene er gode. Tverrfaglige beskrivelser og tester. Der har bransjen noe å jobbe med.
- Ikke optimalt, vanskelig grensesnitt mellom flere forskjellige entreprenører.
- Blandete erfaringer. Ikke nødvendigvis negativt. Ved etterlevelse av gitt krav fungerer dette.
- Det vet jeg ikke
- Kan jeg ikke uttale meg om, da jeg ikke vet.
- Dette var tilfellet i ombyggingsprosjekt som nettopp er ferdigstilt. Tror det har skapt en del problemer da de ikke har samme innfallsvinkel og ikke alltid forståelse for hverandres utfordringer.
- Ukjent
- Dette samarbeidet virket som det fungerte bra.
- bra
- Opplevtes bra. Har ofte relasjoner fra før
- tidtids dårlig. Kommer mere inn på neste prosjekt, har ikke hatt så mye tidligere
- Dårlig. Kompakte ventilasjonsaggregat som ikke kunne fullintegreres mot SD
- bra
- ?
- Svært bra
- Bra
- Tilsynelatende bra ukjent
- Fungerte bra på nye anlegg.
- Godt samarbeid.
- dårlig
- Dårlig
- ok
- Godt
- Dette er avhengig av god ledelse. Dersom montører kan styre mye selv fungerer enkelt oppgaver greit. Mer komplekse oppgaver må med fordel ledes
- nei
- Usikker
- Varierende kvalitet.
- Vet ikke, hadde ikke noe med installasjonen å gjøre
- Ikke alltid at det fungerer like bra.
- ingen ide.
- veldig dårlig, men det er enda verre med varmestyringen
- Ingen ide hvordan det samarbeidet var. Siden vi kun kommer inn i ettertid når ting er ferdig
- Ikke så godt

<https://nettskjema.no/user/form/submission/report.html?id=188243>

12/13

29.4.2021

SD-anlegg – Rapport - Nettskjema

- helt ok
- Helt fint

Hvilke utfordringer har oppstått i etterkant av installasjon av SD-anlegg?

- Bilder som ikke stemmer med virkeligheten. Feil romnummer/navn Falske alarmer. Følere som gir/viser feil Ser det er noe feil men vanskelig å se det kun på SD-anlegg. Ikke detaljert nok
- Skjermbilder og tilpassing av disse
- Tverrfaglige problemer. Entreprenørene/konsulentene er ikke flinke nok/har systemer for å levere et ferdig produkt. Elektro ,ør, knx, ventilasjon og BAS må vite hva de skal lever og teste før prøvedrift begynner. Jeg ønsker uavhengig tverrfaglig test på prosjekter. Fra feltstyr til SD.
- Vanskelig å få utført reklamasjoner
- Mange falske alarmer. Har vært nødvendig med en opprydding.
- Å få anlegget oppe å gå som det skal være.
- Har vært tilfeller av feilmerking ser vi nå i ettertid. Dette kan ha påvirket hvordan anleggene kjøres da programmering ble utført etter merkingen.
- Utfordring når anleggene er så vidt gamle, og vi ikke vet hvem som har installert dem.
- Oppstartsproblemer av ventilasjonsanlegg etc.
- Utfordringene er delte. Da anbudene er oppdelt på forskjellige firma har det oppstått en del diskusjoner om grensesnitt på anleggene. Et firma på programmering, et på elektro, et på eksempelvis ventilasjon.
- liten
- Noe feil på skjermbilder som må rettes. Ofte standardiserte oppsett på settpunkter og innstillinger. Krever at drift er våkne og følger med i prøvedriften.
- omprogrammering må til, feile skjermbilder/ tegninger samt tilgang til programvare/ systemer
- Da ikke alle systemer er integrert mot SD, frigjøres lite tid. De systemer som ikke er integrert må visuelt kontrolleres.
- Mister kontakt oftere mellom system og SD unit.
- Noen av rommene har skiftet romnr uten at det har blitt oppdatert i SD anlegg.
- Har skiftet en del sensorer av ymse slag.
- Dårlige innreguleringer
- Små utfordringer. Virker som om leverandør prøver å beholde brukersnitt i stor grad
- Kommunikasjon mellom SD og ventilasjon har falt ut. Noe utstyr har glassikringer som kan være vanskelig å finne dersom man ikke vet om det.
- Ingen.
- manglende bruk av krav spesifikasjon, hva skal anleggets oppgave være og styre for noe. At sd-anlegg viser normal drift, men driften er ikke normal(feilkoblinger).
- Kommunikasjons feil mellom sd og intern automatikk. Fei på bør verdier
- Misforståelse pga feil/lite opplæring kompetanse til den enkelte vedlikeholdstekniker
- ingen
- Ikke mange. Å få tak i installatør etter ar vedlikeholdsteknikere har brukt og gjort seg kjent med SD anlegg i en periode, for å gjøre endringer for optimalisere anlegg.
- Finner som alltid noen avvik og det kan i noen tilfeller ta litt tid før leverandør retter disse.
- ingen
- Ting som ikke stemmer overens på bygget med hva som blir vist på SD. I.e. varmesløyfer i feil rom
- Manglende tilgang (2 år uten tilgang)
- Feilmontering av utstyr ,slik at det ikke fungerer optimalt.
- Temp viser feil. for mye alarmer, dvs feil kalibrert div.
- bygget er dårlig bygget og anlegget lite testet. dette gjør at det er veldig mye som ikke virker slik det er tiltenkt. det tar veldig mye tid å feilsøke på
- Vanskelig å få hjelp. Og få tak i leverandøren av sd-anlegget. Noe som gjør drift av anlegget litt vanskelig til tider
- Problemer med kommunikasjonsenheter.
- Vanskelig å svare på, mest innmelding av ting som ikke har fungert.
- melder pass der, kommer ikke på noen.
- Har ikke merket noe til dette

[Se nylige endringer i Nettskjema](#)

Vedlegg C Energidata for Sollerudstranda skole

Energidata Sollerudstranda skole

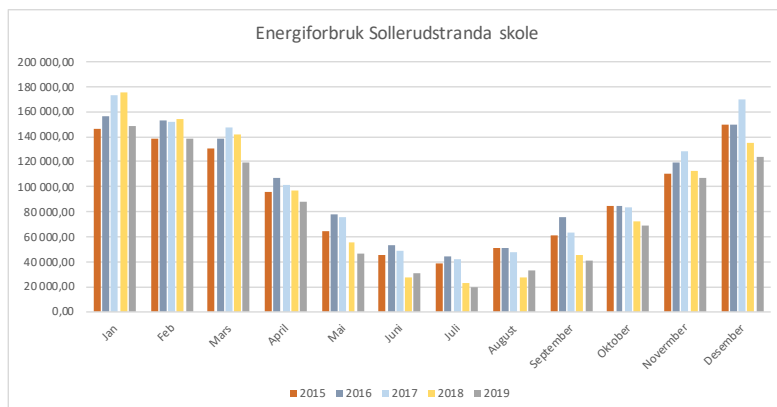
Rådata

Rapport **Årsrapport**
 Objekt **Sollerudstranda skole**
 Beskrivelse **Årlige verdier for inneværende og de 4 foregående år.**
 Sammendrag Hittil i 2021: 497 752,6 kWh
 Total for 2020: 981 710,9 kWh
 Total for 2019: 964 785,92 kWh
 Total for 2018: 1 068 752,99 kWh
 Total for 2017: 1 233 306,56 kWh
 Total for 2016: 1 212 324,86 kWh
 Total for 2015: 1 115 951,44 kWh
 Målsatt forbruk for 2021: 945 709,81 kWh
 Prognosert forbruk for 2021: 1 060 226,21 kWh
 Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Jan	148 744,09	146 461,50	148 189,14	174 909,55	172 967,53	156 764,76	145 793,25
Feb	143 923,23	128 751,30	138 313,05	154 094,29	151 599,10	153 605,00	138 651,58
Mars	133 978,75	114 050,70	119 614,02	142 072,00	147 817,20	138 759,40	131 035,19
April	71 106,53	79 174,94	87 674,97	96 936,30	101 819,80	107 454,05	95 788,90
Mai	0,00	41 522,25	46 486,18	55 961,06	75 321,83	78 149,51	64 709,55
Juni	0,00	32 164,19	30 801,37	27 584,99	48 650,37	53 402,21	45 061,49
Juli	0,00	15 609,18	20 071,29	23 222,40	42 058,32	44 257,09	38 475,90
August	0,00	28 823,85	32 880,58	27 174,95	47 213,41	51 114,73	51 444,48
September	0,00	50 174,40	40 573,85	45 706,43	63 678,68	75 336,15	60 782,40
Oktober	0,00	76 996,06	68 809,66	72 859,22	83 890,66	84 197,15	84 320,03
November	0,00	126 035,65	107 000,12	113 238,48	128 255,79	119 505,45	110 653,60
Desember	0,00	141 946,88	124 371,70	134 993,31	170 033,86	149 779,35	149 235,08
	497 752,60	981 710,90	964 785,92	1 068 752,99	1 233 306,56	1 212 324,86	1 115 951,44

Bearbeidet data

SD-anlegg oppgradert i des 2018
 Ventilasjonsaggregat satt inn i mai 2018

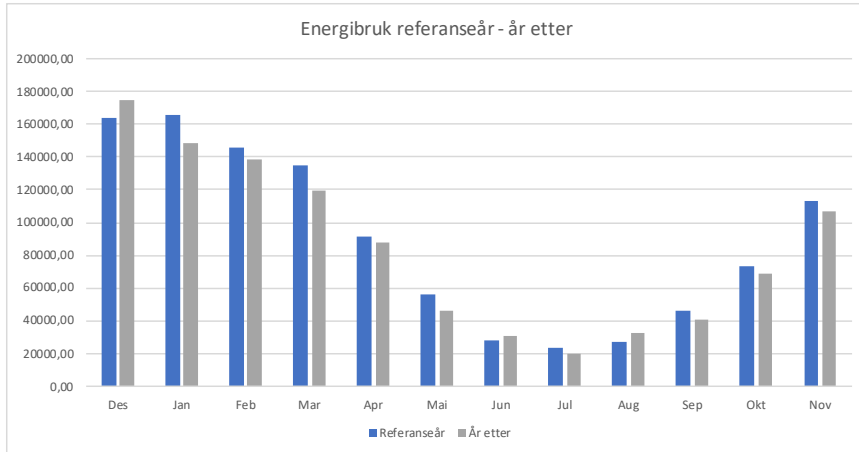


Referanseår	2019 Diff	NVE(2021)	Energipris kr/kWh	Besparelse	%
1 067 504	1 015 324	52 180	1	52180,06	4,89 %

	2017	2018	Differanse	Prosentvis differa	Gj.snitt sep-des	Referanseår	År etter
Des	172 967,53		-1 942,02	-0,011227644		163811,58	174 909,55
Jan		174 909,55	26 720,41	0,152767041		165650,80	148 189,14
Feb		154 094,29	15 781,23	0,102412837		145937,39	138 313,05
Mar		142 072,00	22 457,98	0,158074652		134551,49	119 614,02
Apr		96 936,30	9 261,33	0,095540398		91805,03	87 674,97
Mai		55 961,06	9 474,88	0,16931203	5,29 %	55961,06	46 486,18
Jun		27 584,99	-3 216,38	-0,116598825		27584,99	30 801,37
Jul		23 222,40	3 151,11	0,135692717		23222,40	20 071,29

Energidata Sollerudstranda skole

Aug	27 174,95	-5 705,62	-0,209958918	27174,95	32 880,58
Sep	45 706,43	5 132,58	0,112294451	45706,43	40 573,85
Okt	72 859,22	4 049,57	0,055580689	72859,22	68 809,66
Nov	113 238,48	6 238,36	0,055090446	113238,48	107 000,12
Tot	1 212 324,86	1 115 951,44		1067503,83	1 015 323,77



Vedlegg D Energidata Sørkedalen skole

Rådata

Rapport
Objekt
Beskrivelse
Sammendrag

Årsrapport

Sørkedalen skole

Årlige verdier for inneværende og de 4 foregående år.

Hittil i 2021: 166 496,15 kWh

Total for 2020: 428 218,41 kWh

Total for 2019: 302 895,04 kWh

Total for 2018: 364 074,28 kWh

Total for 2017: 379 344,7 kWh

Total for 2016: 387 092,11 kWh

Målsatt forbruk for 2021: 410 430,41 kWh

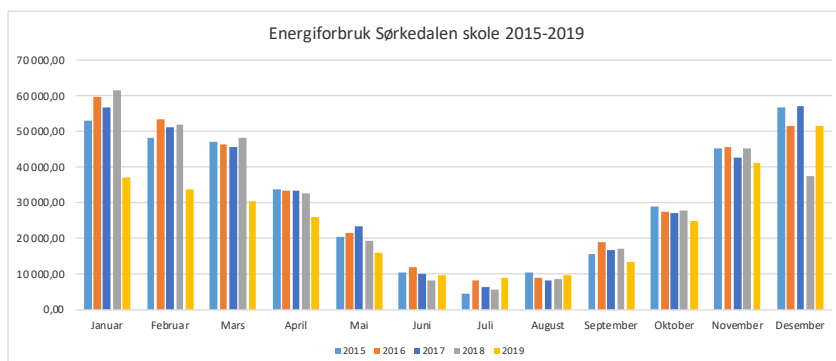
Prognosert forbruk for 2021: 354 932,67 kWh

Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Januar	54 330,32	61 717,55	37 144,04	61 689,79	56 720,68	59 558,17	53 153,96
Februar	40 273,42	52 411,15	33 939,47	51 975,62	51 359,82	53 459,10	48 076,79
Mars	46 752,86	45 982,38	30 599,31	48 144,81	45 674,38	46 433,16	47 088,68
April	25 139,55	35 550,93	26 159,69	32 587,12	33 471,50	33 282,37	33 899,37
Mai	0,00	25 875,00	15 992,56	19 288,90	23 429,28	21 711,78	20 542,31
Juni	0,00	18 009,21	9 699,81	8 093,90	10 226,89	11 817,55	10 640,47
Juli	0,00	8 840,99	8 900,73	5 813,31	6 429,31	8 291,68	4 382,57
August	0,00	16 592,93	9 695,78	8 714,56	8 313,65	9 039,89	10 553,96
September	0,00	26 484,16	13 453,50	17 296,36	16 629,55	18 884,14	15 530,19
Oktober	0,00	36 157,61	24 743,98	27 725,84	27 193,01	27 381,69	29 105,34
November	0,00	46 737,23	41 019,35	45 258,47	42 668,98	45 516,52	45 287,18
Desember	0,00	53 859,28	51 546,82	37 485,60	57 227,65	51 716,06	56 909,28
	166 496,15	428 218,41	302 895,04	364 074,28	379 344,70	387 092,11	375 170,09

Bearbeidet data

Oppgradert SD-anlegg des 18

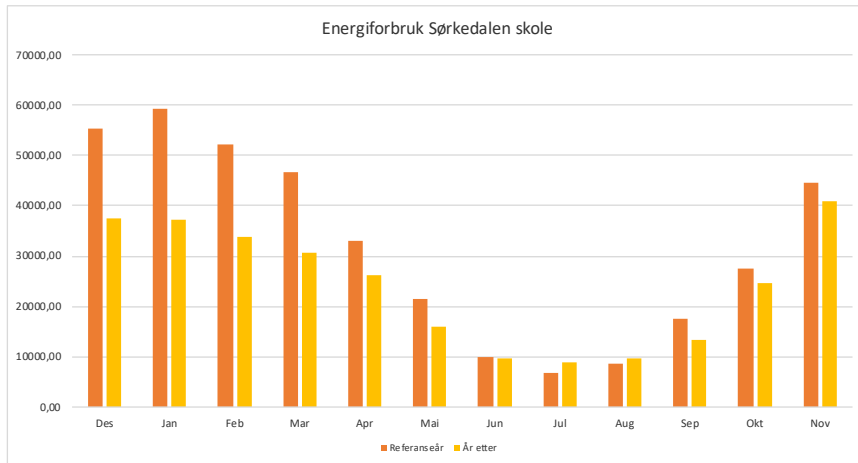


Referanseår	År etter	Diff	NVE(2021) Energipris kr/kV	Besparelse	%
383 312	288 834	94 478	1	94 478	24,65 %

	2018	2017	2016	2015	Referanseår
Jan	61689,79308	56720,68244	59558,17021		59322,88
Feb	51975,62009	51359,82472	53459,1044		52264,85
Mar	48144,81362	45674,37976	46433,15855		46750,78
Apr	32587,11851	33471,49838	33282,36536		33113,66
Mai	19288,8971	23429,28256	21711,78435		21476,65
Jun	8093,896488	10226,89194	11817,55372		10046,11
Jul	5813,311552	6429,30641	8291,68149		6844,77
Aug	8714,563333	8313,649799	9039,886262		8689,37
Sep	17296,357	16629,55062	18884,1414		17603,35
Okt	27725,83906	27193,00903	27381,69153		27433,51
Nov	45258,46823	42668,97697	45516,51561		44481,32
Des		57227,64557	51716,05793	56 909,28	55284,33
Tot	364074,2756	379344,6982	387092,1108		383311,59

	Referanseår	År etter
Des	55284,33	37 485,60
Jan	59322,88	37 144,04
Feb	52264,85	33 939,47
Mar	46750,78	30 599,31
Apr	33113,66	26 159,69

Mai	21476,65	15 992,56
Jun	10046,11	9 699,81
Jul	6844,77	8 900,73
Aug	8689,37	9 695,78
Sep	17603,35	13 453,50
Okt	27433,51	24 743,98
Nov	44481,32	41 019,35
Tot	383311,59	288 833,82



Vedlegg E Energidata Lutvann skole

Rådata

Rapport
Objekt
Beskrivelse
Sammenheng

Årsrapport

Lutvann skole

Årlige verdier for 2016 til 2021.

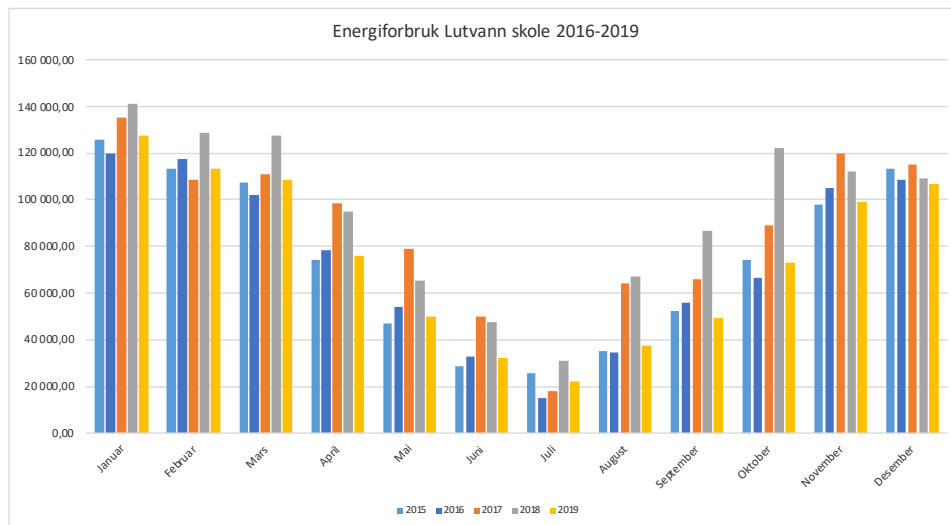
Hittil i 2021: 385 257,17 kWh
Total for 2020: 813 736,61 kWh
Total for 2019: 895 272,14 kWh
Total for 2018: 1 133 209,22 kWh
Total for 2017: 1 054 105,86 kWh
Total for 2016: 890 296,47 kWh
Målsatt forbruk for 2021: 784 084,57 kWh
Prognosert forbruk for 2021: 913 972,89 kWh

Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Januar	120 782,59	122 856,27	127 489,25	140 953,88	135 056,11	119 961,92	126 008,47
Februar	114 767,45	101 451,31	113 000,68	128 450,89	108 369,49	117 597,76	113 291,36
Mars	100 119,02	87 545,85	108 504,58	127 418,15	110 938,33	101 785,66	107 304,19
April	49 588,12	50 084,84	75 757,48	95 105,73	98 282,18	78 566,55	73 974,06
Mai	0,00	45 182,37	49 749,58	65 140,60	79 031,40	53 985,51	46 924,61
Juni	0,00	31 616,97	32 434,25	47 511,39	49 802,41	32 604,26	28 511,18
Juli	0,00	12 626,51	22 222,76	30 962,35	18 171,28	15 162,11	25 478,83
August	0,00	32 057,43	37 706,79	67 241,35	64 328,25	34 798,54	35 229,16
September	0,00	54 695,28	49 248,69	86 734,99	66 036,26	55 685,88	52 133,48
Oktober	0,00	76 533,07	73 043,30	122 276,89	89 291,21	66 436,35	74 476,51
November	0,00	97 272,28	99 152,14	112 108,59	119 976,96	104 888,82	97 998,28
Desember	0,00	101 814,43	106 962,66	109 304,41	114 822,00	108 823,09	113 240,47
	385 257,17	813 736,61	895 272,14	1 133 209,22	1 054 105,86	890 296,47	894 570,61

Bearbeidet data

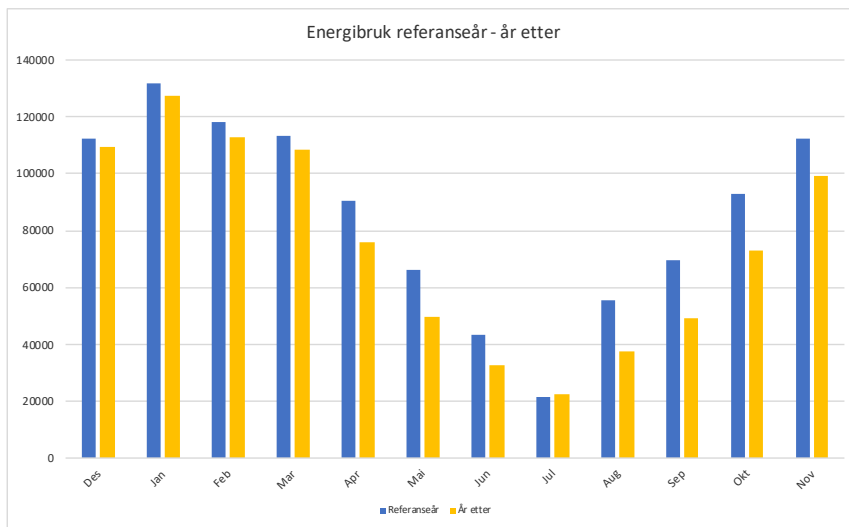
SD-anlegg satt inn/oppgradert i des 2018



Referanseår	År etter	Diff	NVE(2021)	Energipris kr/kWh	Besparelse %
1027183	897614	129569	1	129569	12,61 %

	2018	2017	2016	2015 Referanseår
Jan	140954	135056	119962	131991
Feb	128451	108369	117598	118139
Mar	127418	110938	101786	113381
Apr	95106	98282	78567	90651
Mai	65141	79031	53986	66053
Jun	47511	49802	32604	43306
Jul	30962	18171	15162	21432
Aug	67241	64328	34799	55456
Sep	86735	66036	55686	69486
Okt	122277	89291	66436	92668
Nov	112109	119977	104889	112325
Des		114822	108823	113240

Tot	1133209	1054106	890296	894571	1025871
	Referanseår	År etter			
Des	112295	109304			
Jan	131991	127489			
Feb	118139	113001			
Mar	113381	108505			
Apr	90651	75757			
Mai	66053	49750			
Jun	43306	32434			
Jul	21432	22223			
Aug	55456	37707			
Sep	69486	49249			
Okt	92668	73043			
Nov	112325	99152			
Tot	1027183	897614			



Vedlegg F Energidata Nordtvet skole

Rådata

Rapport
Objekt
Beskrivelse
Sammenheng

Årsrapport

Lutvann skole

Årlige verdier for 2016 til 2021.

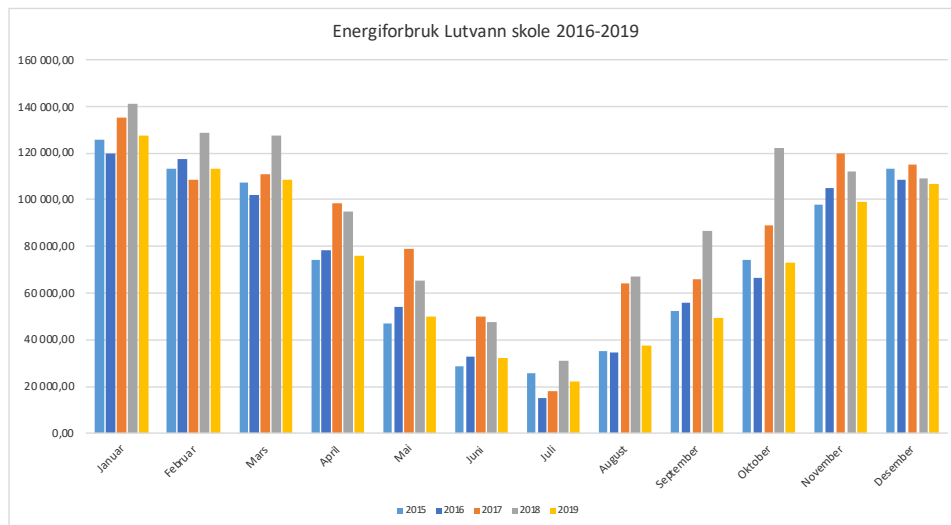
Hittil i 2021: 385 257,17 kWh
Total for 2020: 813 736,61 kWh
Total for 2019: 895 272,14 kWh
Total for 2018: 1 133 209,22 kWh
Total for 2017: 1 054 105,86 kWh
Total for 2016: 890 296,47 kWh
Målsatt forbruk for 2021: 784 084,57 kWh
Prognosert forbruk for 2021: 913 972,89 kWh

Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Januar	120 782,59	122 856,27	127 489,25	140 953,88	135 056,11	119 961,92	126 008,47
Februar	114 767,45	101 451,31	113 000,68	128 450,89	108 369,49	117 597,76	113 291,36
Mars	100 119,02	87 545,85	108 504,58	127 418,15	110 938,33	101 785,66	107 304,19
April	49 588,12	50 084,84	75 757,48	95 105,73	98 282,18	78 566,55	73 974,06
Mai	0,00	45 182,37	49 749,58	65 140,60	79 031,40	53 985,51	46 924,61
Juni	0,00	31 616,97	32 434,25	47 511,39	49 802,41	32 604,26	28 511,18
Juli	0,00	12 626,51	22 222,76	30 962,35	18 171,28	15 162,11	25 478,83
August	0,00	32 057,43	37 706,79	67 241,35	64 328,25	34 798,54	35 229,16
September	0,00	54 695,28	49 248,69	86 734,99	66 036,26	55 685,88	52 133,48
Oktober	0,00	76 533,07	73 043,30	122 276,89	89 291,21	66 436,35	74 476,51
November	0,00	97 272,28	99 152,14	112 108,59	119 976,96	104 888,82	97 998,28
Desember	0,00	101 814,43	106 962,66	109 304,41	114 822,00	108 823,09	113 240,47
	385 257,17	813 736,61	895 272,14	1 133 209,22	1 054 105,86	890 296,47	894 570,61

Bearbeidet data

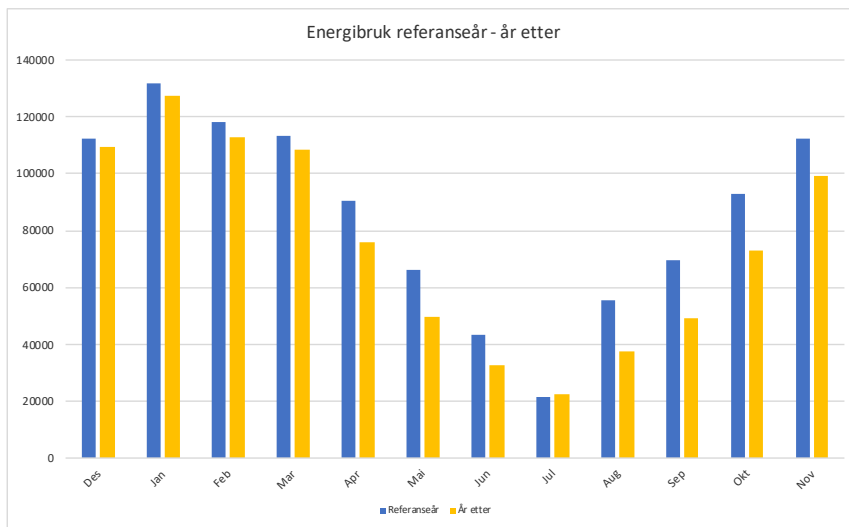
SD-anlegg satt inn/oppgradert i des 2018



Referanseår	År etter	Diff	NVE(2021) Energipris kr/kWh	Besparelse %
1027183	897614	129569	1	129569
				12,61 %

	2018	2017	2016	2015 Referanseår
Jan	140954	135056	119962	131991
Feb	128451	108369	117598	118139
Mar	127418	110938	101786	113381
Apr	95106	98282	78567	90651
Mai	65141	79031	53986	66053
Jun	47511	49802	32604	43306
Jul	30962	18171	15162	21432
Aug	67241	64328	34799	55456
Sep	86735	66036	55686	69486
Okt	122277	89291	66436	92668
Nov	112109	119977	104889	112325
Des		114822	108823	113240
				112295

Tot	1133209	1054106	890296	894571	1025871
	Referanseår	År etter			
Des	112295	109304			
Jan	131991	127489			
Feb	118139	113001			
Mar	113381	108505			
Apr	90651	75757			
Mai	66053	49750			
Jun	43306	32434			
Jul	21432	22223			
Aug	55456	37707			
Sep	69486	49249			
Okt	92668	73043			
Nov	112325	99152			
Tot	1027183	897614			



Vedlegg G Energidata Tåsen skole

Rådata

Rapport
Objekt
Beskrivelse
Sammendrag

Årsrapport

Tåsen skole inkl idrettshall

Årlige verdier for 2016 til 2021.

Hittil i 2021: 756 841,34 kWh
Total for 2020: 2 026 305,49 kWh
Total for 2019: 2 505 310,59 kWh
Total for 2018: 2 403 925,9 kWh
Total for 2017: 2 617 471,3 kWh
Total for 2016: 2 838 091,03 kWh

Målsatt forbruk for 2021: 1 946 047,31 kWh

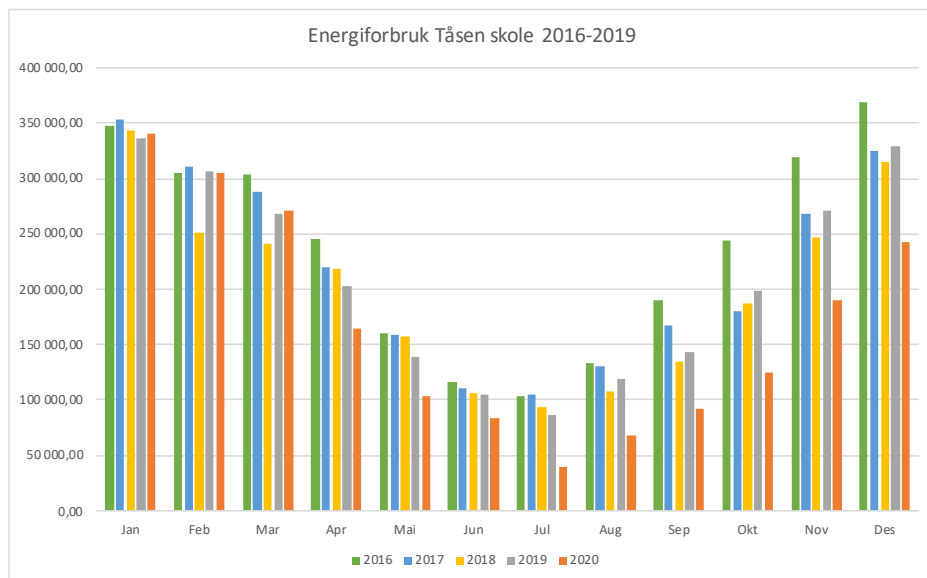
Prognosert forbruk for 2021: 1 730 835,16 kWh

Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Jan	232 999,85	340 448,61	336 157,35	342 806,79	353 042,51	348 123,56
Feb	211 215,57	305 567,95	306 221,21	251 663,73	310 649,04	305 320,64
Mar	193 531,24	271 425,14	268 807,02	241 010,92	288 210,02	303 812,71
Apr	119 094,68	165 232,35	202 982,92	218 178,08	219 269,35	244 878,26
Mai	0,00	103 035,32	138 495,25	157 825,36	158 874,35	160 118,43
Jun	0,00	83 360,84	104 753,27	106 686,85	111 288,31	116 488,90
Jul	0,00	39 102,85	86 504,66	94 080,42	105 359,40	103 763,07
Aug	0,00	67 806,58	119 578,91	107 817,37	130 277,91	133 712,23
Sep	0,00	92 495,39	143 619,74	134 592,18	167 174,46	189 702,68
Okt	0,00	124 996,65	197 909,35	187 530,43	179 593,93	244 104,06
Nov	0,00	189 923,62	270 903,18	246 938,13	268 474,16	318 667,73
Des	0,00	242 910,19	329 377,73	314 795,66	325 257,85	369 398,78
	756 841,34	2 026 305,49	2 505 310,59	2 403 925,90	2 617 471,30	2 838 091,03

Bearbeidet data

SD-anlegg oppgradert i juli 2019

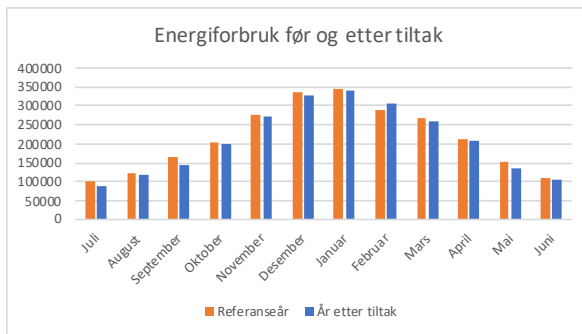


Referanseår	År etter	Diff	NVE(2021) Energipris kr/kWh	Besparelse	%
2 579 388	2 497 282	82 105	1	82 105	3,18 %

	2019	2018	2017	2016 Referanseår
Jan	336157	342807	353043	344002
Feb	306221	251664	310649	289511
Mar	268807	241011	288210	266009
Apr	202983	218178	219269	213477
Mai	138495	157825	158874	151732
Jun	104753	106687	111288	107576
Jul		94080	105359	101068

Aug	107817	130278	133712	123936
Sep	134592	167174	189703	163823
Okt	187530	179594	244104	203743
Nov	246938	268474	318668	278027
Des	314796	325258	369399	336484
Tot	2403926	2617471	2838091	2579388

	2020	2019 etter	Faktisk differanse mellom før og	Prosentvis differanse	År etter tiltak
Jan	340449		3554	1,03 %	340449
Feb	305568		-16057	-5,55 %	305568
Mar				0,00 %	259194
Apr				0,00 %	207365
Mai				0,00 %	133019
Jun				0,00 %	103794
Jul		86505	14563	14,41 %	86505
Aug		119579	4357	3,52 %	119579
Sep		143620	20203	12,33 %	143620
Okt		197909	5833	2,86 %	197909
Nov		270903	7123	2,56 %	270903
Des		329378	7106	2,11 %	329378
Tot		329378		4,16 %	2497282



	Referanseår	År etter tiltak
Juli	101068	86505
August	123936	119579
September	163823	143620
Oktober	203743	197909
November	278027	270903
Desember	336484	329378
Januar	344002	340449
Februar	289511	305568
Mars	266009	259194
April	213477	207365
Mai	151732	133019
Juni	107576	103794
tot	2579388	2497282

Vedlegg H Energidata Sagene skole

Rådata

Rapport
Objekt
Beskrivelse
Sammendrag

Årsrapport

Sagene skole

Årlige verdier for 2016 til 2021.

Hittil i 2021: 873 768,48 kWh
Total for 2020: 1 784 108,95 kWh
Total for 2019: 1 988 376,11 kWh
Total for 2018: 2 083 952,7 kWh
Total for 2017: 2 077 767,69 kWh
Total for 2016: 2 034 808,27 kWh

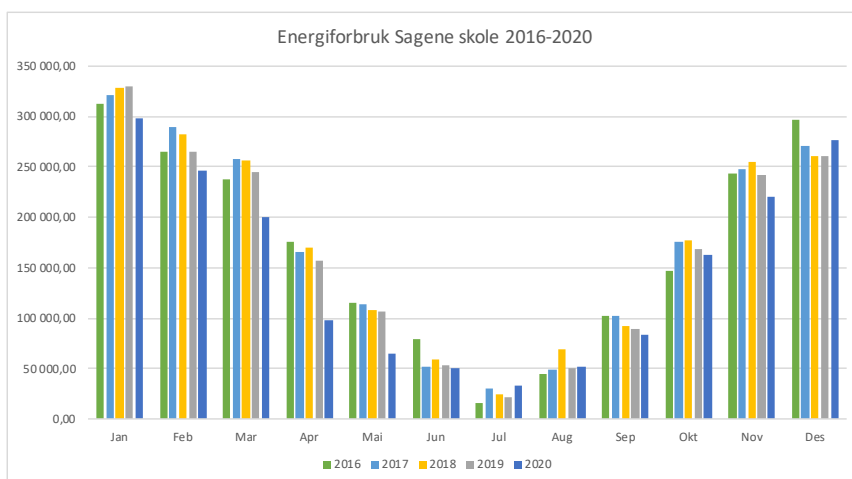
Målsatt forbruk for 2021: 1 719 800,29 kWh

Prognosert forbruk for 2021: 1 795 257,46 kWh

Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

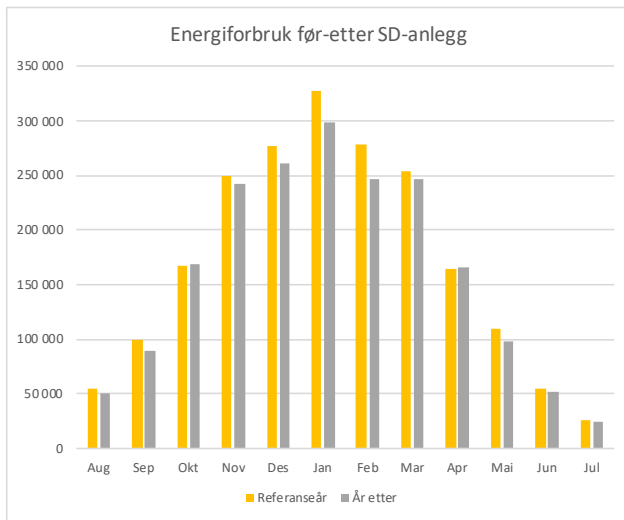
Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Jan	288 991,22	298 391,73	330 293,00	328 971,28	321 594,99	312 661,83
Feb	241 748,46	246 365,24	265 069,40	282 089,91	289 150,91	265 463,75
Mar	216 819,19	199 525,17	244 219,55	256 807,95	257 959,40	237 028,71
Apr	126 209,60	98 282,85	156 375,96	169 387,19	165 935,92	175 120,46
Mai	0,00	64 667,34	106 897,89	107 748,17	114 041,46	115 189,20
Jun	0,00	49 900,30	53 135,93	58 762,08	52 396,30	79 597,79
Jul	0,00	32 700,16	21 853,04	24 463,01	30 142,76	15 143,72
Aug	0,00	51 878,85	50 858,23	69 200,72	49 553,42	44 679,40
Sep	0,00	83 751,55	88 672,99	92 637,78	101 674,78	102 930,74
Okt	0,00	162 056,51	168 908,05	177 699,25	175 536,66	147 520,60
Nov	0,00	220 046,02	241 804,32	255 269,02	248 282,82	243 118,50
Des	0,00	276 543,23	260 287,75	260 916,35	271 498,26	296 353,58
	873 768,48	1 784 108,95	1 988 376,11	2 083 952,70	2 077 767,69	2 034 808,27

Bearbeidet data



Referanseår	Året etter (dels prognosert)	Differanse	NVE(2021) Energipris kr/kWh	Besparelse kr	Besparelse %
2 065 510	1 939 907	125 603	1	125603	6,08 %

	2019	2018	2017	2016	Referanseår	diff ref- etter		2019	2020	Tentativt forbruk uten korona
Jan	330 293	328 971	321 595		326 953	28 561	8,74 %		298 392	
Feb	265 069	282 090	289 151		278 770	32 405	11,62 %		246 365	
Mar	244 220	256 808	257 959		252 996	53 470	21,13 %	korona		245 793
Apr	156 376	169 387	165 936		163 900	65 617	40,03 %			165 853
Mai	106 898	107 748	114 041		109 563	44 895	40,98 %			98 053
Jun	53 136	58 762	52 396		54 765	4 864	8,88 %			51 126
Jul	21 853	24 463	30 143		25 486	-7 214	-28,31 %			23 793
Aug		69 201	49 553	44 679	54 478	3 620	6,64 %	50 858		
Sep		92 638	101 675	102 931	99 081	10 408	10,50 %	88 673		
Okt		177 699	175 537	147 521	166 919	-1 989	-1,19 %	168 908		
Nov		255 269	248 283	243 118	248 890	7 086	2,85 %	241 804		
Des		260 916	271 498	296 354	276 256	15 968	5,78 %	260 288		
Tot	1 177 845	2 083 953	2 077 768	2 034 808	2 065 510	77 133	6,42 %		1 939 907	584 618



Referanseår	Aug 2019-juli 2020
Aug	54 478
Sep	99 081
Okt	166 919
Nov	248 890
Des	276 256
Jan	326 953
Feb	278 770
Mar	252 996
Apr	163 900
Mai	109 563
Jun	54 765
Jul	25 486
Tot	2 065 510

Vedlegg I Energidata Foss VGS

Rådata

Rapport
Objekt
Beskrivelse
Sammendrag

Årsrapport

Foss VGS

Årlige verdier for 2016 til 2021.

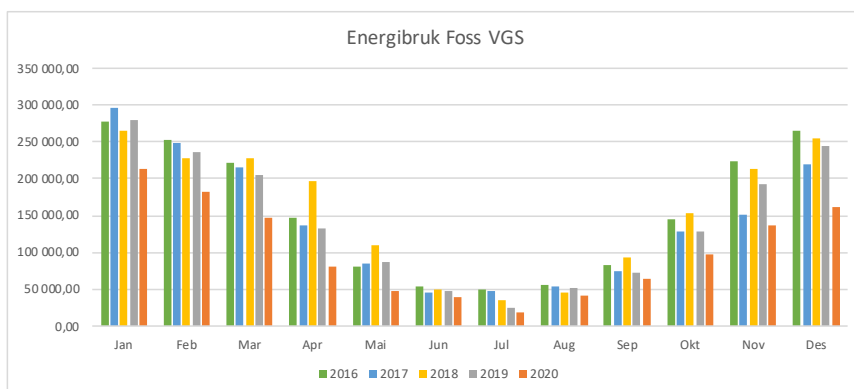
Hittil i 2021: 664 424,67 kWh
Total for 2020: 1 229 441,08 kWh
Total for 2019: 1 701 571,12 kWh
Total for 2018: 1 871 907,74 kWh
Total for 2017: 1 702 410,75 kWh
Total for 2016: 1 855 981,43 kWh
Målsatt forbruk for 2021: 1 187 464,67 kWh
Prognosert forbruk for 2021: 1 389 870,82 kWh

Prognosen viser deg hvor byggets forbruk vil ende opp sett at det reelle forbruket fortsetter som hittil i denne perioden.

Tid (Månedlig)	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Jan	218 973,11	213 381,07	280 651,70	265 147,18	297 288,61	277 449,94
Feb	212 166,75	181 302,15	236 979,21	228 074,03	247 651,14	252 097,57
Mar	152 471,92	147 522,41	205 385,61	227 045,21	214 933,40	222 271,75
Apr	80 812,90	80 879,05	131 865,50	196 124,84	136 579,19	147 308,88
Mai	0,00	48 467,42	86 678,72	109 639,42	84 268,39	81 447,44
Jun	0,00	38 490,91	46 943,05	49 133,42	45 647,69	54 678,35
Jul	0,00	17 760,09	24 871,46	35 799,68	47 879,56	48 912,44
Aug	0,00	40 329,79	50 712,43	45 634,62	54 768,56	56 167,43
Sep	0,00	63 389,58	71 651,79	93 578,00	74 796,59	83 396,80
Okt	0,00	98 078,92	128 173,74	153 996,78	128 209,75	144 053,18
Nov	0,00	137 401,13	193 653,94	213 320,15	150 659,17	223 694,35
Des	0,00	162 438,56	244 003,98	254 414,41	219 728,70	264 503,30
Total	664 424,67	1 229 441,08	1 701 571,12	1 871 907,74	1 702 410,75	1 855 981,43

Bearbeidet data

SD-anlegg oppgradert/satt inn i september 2019

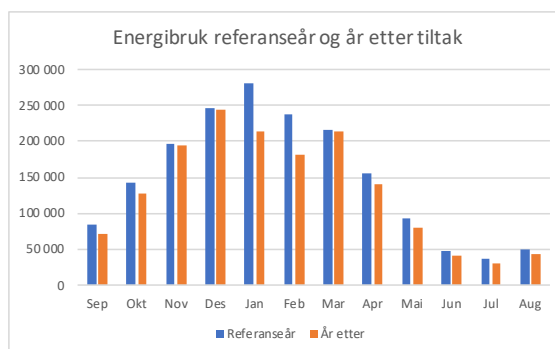


Referanseår	Et år etter tiltak	Diff.	Energipris	Kr	%
1 784 685	1 579 268	205 417		1 205 417	11,51 %

Tid (Månedlig)	2019	2018	2017	2016 Ref	Differanse referanse-år etter	%	
Jan	280652	265147	297289	281029	67648	24,07 %	
Feb	236979	228074	247651	237568	56266	23,68 %	
Mar	205386	227045	214933	215788		0,00 %	
Apr	131866	196125	136579	154857		0,00 %	
Mai	86679	109639	84268	93529		0,00 %	
Jun	46943	49133	45648	47241		0,00 %	
Jul	24871	35800	47880	36184		0,00 %	
Aug	50712	45635	54769	50372		0,00 %	
Sep		93578	74797	83397	83924	12272	14,62 %
Okt		153997	128210	144053	142087	13913	9,79 %
Nov		213320	150659	223694	195891	2237	1,14 %
Des		254414	219729	264503	246215	2211	0,90 %
Tot	1064088	1871908	1702411	715648	1784685		12,37 %

Tid (Månedlig)	2019	Prognosert 2020	
		uten korona	År etter
Jan		213 381	213 381
Feb		181 302	181 302
Mar		147 522	213 324
Apr		80 879	139 693
Mai		48 467	79 852
Jun		38 491	40 333
Jul		17 760	30 893
Aug		40 330	43 006
Sep	71 652		71 652
Okt	128 174		128 174
Nov	193 654		193 654
Des	244 004		244 004
Tot	639 502	770 153	547 101

	Referanseår	År etter
Sep	83 924	71 652
Okt	142 087	128 174
Nov	195 891	193 654
Des	246 215	244 004
Jan	281 029	213 381
Feb	237 568	181 302
Mar	215 788	213 324
Apr	154 857	139 693
Mai	93 529	79 852
Jun	47 241	40 333
Jul	36 184	30 893
Aug	50 372	43 006
	1 784 685	1 579 268

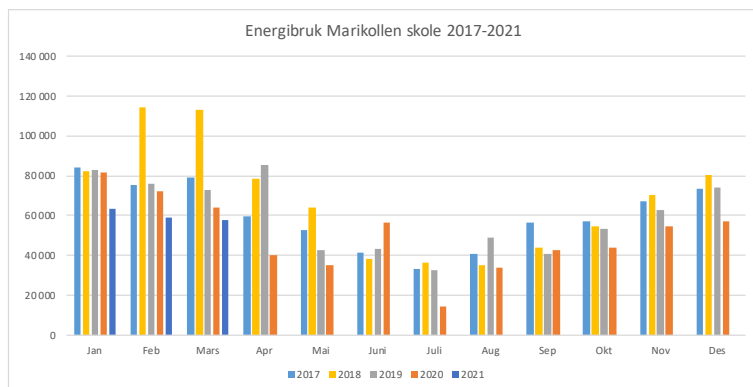


Vedlegg J Energidata Marikollen skole

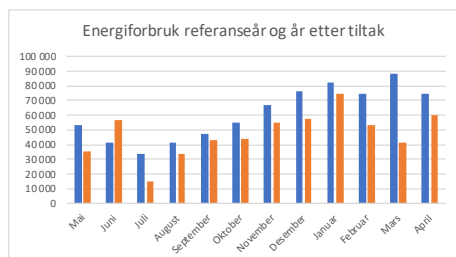
Rådata

Kunde	Byggnavn	Areal 2021	Areal 2021	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Komr		4 342	4 342	63 667	59 033	57 728	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4 342	4 342	63 667	59 033	57 728	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Marikollen sl	4 342	4 342	63 667	59 033	57 728	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kunde	Byggnavn	Areal 2020	Areal 2020	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Komr		4 342	4 342	81 919	72 174	64 059	40 314	35 258	56 340	14 711	33 825	42 668	44 243	54 830	57 141
		4 342	4 342	81 919	72 174	64 059	40 314	35 258	56 340	14 711	33 825	42 668	44 243	54 830	57 141
	Marikollen sl	4 342	4 342	81 919	72 174	64 059	40 314	35 258	56 340	14 711	33 825	42 668	44 243	54 830	57 141
Kunde	Byggnavn	Areal 2019	Areal 2019	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Komr		4 342	4 342	82 799	75 709	72 927	85 603	42 581	43 494	32 371	48 756	40 885	53 356	62 469	74 030
		4 342	4 342	82 799	75 709	72 927	85 603	42 581	43 494	32 371	48 756	40 885	53 356	62 469	74 030
	Marikollen sl	4 342	4 342	82 799	75 709	72 927	85 603	42 581	43 494	32 371	48 756	40 885	53 356	62 469	74 030
Kunde	Byggnavn	Areal 2018	Areal 2018	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Komr		4 342	4 342	82 552	114 424	112 728	78 412	63 733	38 488	36 508	35 425	44 094	54 605	70 441	80 425
		4 342	4 342	82 552	114 424	112 728	78 412	63 733	38 488	36 508	35 425	44 094	54 605	70 441	80 425
	Marikollen sl	4 342	4 342	82 552	114 424	112 728	78 412	63 733	38 488	36 508	35 425	44 094	54 605	70 441	80 425
Kunde	Byggnavn	Areal 2017	Areal 2017	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Komr		4 342	4 342	84 088	75 598	79 061	59 589	52 969	41 346	33 252	40 680	56 552	57 095	67 164	73 441
		4 342	4 342	84 088	75 598	79 061	59 589	52 969	41 346	33 252	40 680	56 552	57 095	67 164	73 441
	Marikollen sl	4 342	4 342	84 088	75 598	79 061	59 589	52 969	41 346	33 252	40 680	56 552	57 095	67 164	73 441

Bearbeidet data



	2021	2020	2020	2019	2018	2017	Referanseår diff	%
Jan	63 667	63 667	81 919	82 799	82 552	82 424	18 757	22,76 %
Feb	59 033	59 033	72 174	75 709	75 709	74 530	15 498	20,79 %
Mar	57 728	57 728	72 927	72 927	112 728	79 061	88 239	34,58 %
Apr	0	0	85 603	78 412	59 589	74 535	74 535	
Mai	0	35 258	42 581	63 733	52 969	53 094	17 837	33,59 %
Jun	0	56 340	43 494	38 488	41 346	41 109	-15 230	-37,05 %
Juli	0	14 711	32 371	36 508	33 252	34 043	19 333	56,79 %
Aug	0	33 825	48 756	35 425	40 680	41 620	7 796	18,73 %
Sep	0	42 668	40 885	44 094	56 552	47 177	4 509	9,56 %
Okt	0	44 243	53 356	54 605	57 095	55 019	10 776	19,59 %
Nov	0	54 830	62 469	70 441	67 164	66 691	11 861	17,79 %
Des	0	57 141	74 030	80 425	73 441	75 965	18 824	24,78 %
Total	180 428	339 015	714 979	773 120				20,17 %



Referanseår	År etter
Mai	53 094
Juni	41 109
Juli	34 043
August	41 620
September	47 177
Oktober	55 019
November	66 691
Desember	75 965
Januar	82 424
Februar	74 530
Mars	88 239
April	74 535
Total	734 447

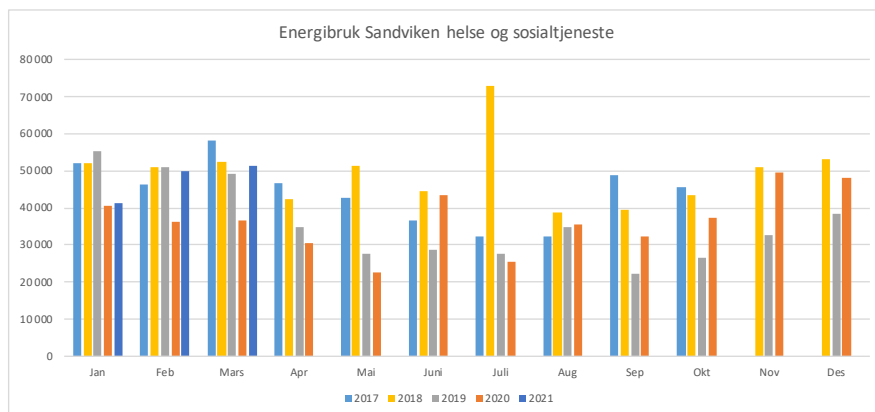
Referanseår	År etter	Diff	Energipris	Kr	%
734 447	567 690	166 757	1	166 757	22,71 %

Vedlegg K Sandviken helse- og sosialsenter

Rådata

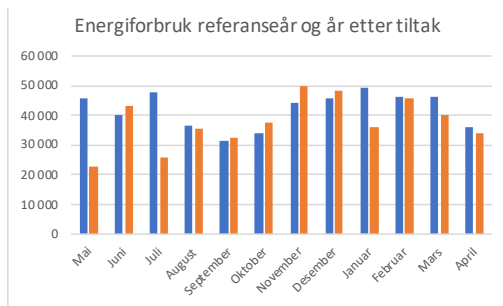
Kunde	Byggnavn	Areal 2021	Areal 2021	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Kommune		2 763	2 763	41 274	49 988	51 264	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sandviken helse og sosialsenter	2 763	2 763	41 274	49 988	51 264	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kunde	Byggnavn	Areal 2020	Areal 2020	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Kommune		2 763	2 763	40 438	36 284	36 746	30 633	22 705	43 286	25 597	35 528	32 203	37 449	49 592	48 056
	Sandviken helse og sosialsenter	2 763	2 763	40 438	36 284	36 746	30 633	22 705	43 286	25 597	35 528	32 203	37 449	49 592	48 056
Kunde	Byggnavn	Areal 2019	Areal 2019	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Kommune		2 763	2 763	55 405	50 988	49 005	34 900	27 696	28 660	27 447	34 883	22 338	26 646	32 796	38 377
	Sandviken helse og sosialsenter	2 763	2 763	55 405	50 988	49 005	34 900	27 696	28 660	27 447	34 883	22 338	26 646	32 796	38 377
Kunde	Byggnavn	Areal 2018	Areal 2018	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Kommune		2 763	2 763	51 928	51 091	52 342	42 215	51 167	44 475	72 832	38 713	39 411	43 305	50 824	53 267
	Sandviken helse og sosialsenter	2 763	2 763	51 928	51 091	52 342	42 215	51 167	44 475	72 832	38 713	39 411	43 305	50 824	53 267
Kunde	Byggnavn	Areal 2017	Areal 2017	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Bergen Kommune		2 763	2 763	52 154	46 435	58 141	46 754	42 529	36 539	32 202	32 298	48 887	45 621	49 216	56 075
	Sandviken helse og sosialsenter	2 763	2 763	52 154	46 435	58 141	46 754	42 529	36 539	32 202	32 298	48 887	45 621	49 216	56 075
				2 763	2 763	52 154	46 435	58 141	46 754	42 529	36 539	32 202	32 298	48 887	45 621

Bearbeidet data



	2021	2020	2019	2018	2017	Referanse diff	%
Jan	41 274	41 274	40 438	55 405	51 928	49 257	7 983 16,21 %
Feb	49 988	49 988	36 284	50 988	50 988	46 087	- 3 901 -8,47 %
Mar	51 264	51 264	36 746	49 005	52 342	46 031	- 5 233 -11,37 %
Apr	0	0	30 633	34 900	42 215	35 916	35 916
Mai	0	22 705	22 705	27 696	51 167	58 141	45 668 22 963 50,28 %
Jun	0	43 286	43 286	28 660	44 475	46 754	39 963 - 3 323 -8,32 %
Jul	0	25 597	25 597	27 447	72 832	42 529	47 603 22 006 46,23 %
Aug	0	35 528	35 528	34 883	38 713	36 539	36 712 1 184 3,23 %
Sep	0	32 203	32 203	22 338	39 411	32 202	31 317 - 886 -2,83 %
Okt	0	37 449	37 449	26 646	43 305	32 298	34 083 - 3 366 -9,88 %
Nov	0	49 592	49 592	32 796	50 824	48 887	44 169 - 5 423 -12,28 %
Des	0	48 056	48 056	38 377	53 267	45 621	45 755 - 2 301 -5,03 %
Total	142 526	294 416		429 140	591 466		

Referanse År etter



Mai	45 668	22 705
Juni	39 963	43 286
Juli	47 603	25 597
August	36 712	35 528
September	31 317	32 203
Oktober	34 083	37 449
November	44 169	49 592
Desember	45 755	48 056
Januar	49 257	35 916
Februar	46 087	45 668
Mars	46 031	39 963
April	35 916	34 030
Total	502 559	449 992

Referanseår	År etter	Diff	Energipris	Kr	%
502 559	449 992	52 567	1	52 567	10,46 %