



Energieffektivisering av blokk A Hadsel vgs. Avd. Melbu studiested

SIVERT FJELLVANG, HÅKON KLÆBOE JENSSEN, STIG WIGGO JACOBSEN



Tf-Nett
Elkraft



HOVEDPROSJEKT

Oppgavens tittel: Energieffektivisering av blokk A			Dato: 26.05.2025
Teknisk fagskole			Antall sider/vedlegg: 44
Gruppedeltakere: Navn: TLF: e-post:			Veileder
Sivert Fjellvang	97178486	sivertfjellvang@live.com	Geir Higræff
Håkon Klæboe Jenssen	41846904	hakjen09@vgs.nfk.no	+47 481 98 096
Stig Wiggo Jacobsen	95948804	stijac17@vgs.nfk.no	geihig@vgs.nfk.no
Program/studieretning: Teknisk Fagskole, Elkraft (TF-nett)			Prosjektnummer: 04
Oppdragsgiver: THYF/Nordland fagskole Elektro			Kontaktperson hos oppdragsgiver: Stian Endresen Veileder/evt. ekstern oppdragsgiver Geir Higræff

Fritt tilgjengelig ☒

Tilgjengelig etter avtale med oppdragsgiver ☐

Sammendrag

Siden det er stort etterslep på renovering av offentlige bygg, så vet vi med sikkerhet at det er store besparelser å hente ved å oppgradere de tekniske installasjonene. Inneklimaet for brukere av byggene har også store forbedringspotensialer.

I denne rapporten har vi tatt for oss Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested. Vi har avgrenset oppgaven til blokk A. Dette bygget er eldst, og har en del utfordringer med store strømutgifter og begrenset inneklima flere steder. Som elev ved Nordland tekniske fagskole har vi alle opplevd å komme til klasserom med forskjellige utfordringer. Det kan være for varmt og dårlig luft. Noen ganger har det vært bitende kaldt. Flere klasserom har ikke god kontroll på belysningen heller.

Mange av lærerne vi har hatt undervisning med rapporterer om tekniske avvik. De opplever den tekniske installasjonen og ventilasjonen som utfordrende. Godt inneklima er viktig for at alle som oppholder seg i rommet får tilstrekkelig ren og frisk luft. Temperaturen må også være rett. Om dette ikke er i orden blir man både forstyrret og sliten. Den som underviser har også krav på et godt inneklima på sin arbeidsplass.

I rapporten vi har skrevet, er det tatt med flere gode forslag til forbedringer. Vi har satt opp relevante forskningsspørsmål for denne blokka. Befaring på blokka sammen med teknisk sjef ved studiestedet, Stian Endresen hjalp oss mye og kunne fortelle masse om den tekniske installasjonen. Etter befaringen har vi tatt i bruk relevante forskrifter og oppslagsverk for å kartlegge hva som bør gjøres og i hvilket omfang.

Den største forbrukeren av strøm er oppvarmingen av bygget. Belysningen i bygget må også oppgraderes. Vi har prosjektert og beregnet ny led belysning og et solcelleanlegg. Dette i kombinasjon med fremtidig investering i luft til vann varmepumpe som skolen allerede har fått prosjektert, vil hjelpe for å spare mye strøm. Klimautslipp reduseres ved at man i stedet for å kjøpe kraft, produserer en del av kraften selv ved hjelp av solceller.

Sammendrag	2
Forord	4
1 Innledning	5
1.1 Problemstilling	5
1.2 Forskningsspørsmål	6
1.3 Fremgangsmåte	6
2 Teoretisk grunnlag	7
2.1 LED	7
2.2 Tradisjonelt lys	8
2.4 Utfasing av lysrør	9
2.5 Grunnvarme	9
2.6 Radiator-anlegg	10
2.7 Solcelleanlegg	11
2.8 SD Anlegg	13
2.9 Balansert ventilasjon	14
2.10 Varmegjenvinning	14
2.10.1 Roterende varmeveksler	15
2.10.2 Platevarmevekslere	15
2.10.3 Batterivarmveksler	16
2.11 Finnes det støtteordninger som kan gjøre eventuelle investeringer billigere?	17
2.11.1 ENOVA	17
2.11.2 Energiattest	17
2.11.3 Klimasats-prosjektet	18
2.11.4 Støtte fra fylkeskommune	18
2.12 EU-krav til energibesparelse	18
3 Empiri	19
3.1 Hvordan fungerer lys, varme og ventilasjon i dag?	20
3.2 Hvor stort er energiforbruket i dag?	21
4 Prosjektering	22
4.1 Prosjektering av belysning	22
4.2 Prosjektering Ventilasjon	23
4.3 Prosjektering solcelleinstallasjon	24
4.3.1 Forslag til solcelle installasjon på Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested blokk A	24
4.3.2 Teknisk informasjon solceller	25
4.3.3 Kostnad ved installasjon av aktuelle solceller	25
4.4 Hvilke krav må vi ta hensyn til når vi skal oppgradere anlegget?	25
5 Drøfting	27
5.1 Innledning til drøfting	27
5.2 Drøfting av belysning	27
5.3 Drøfting av varme	28
5.4 Drøfting av ventilasjon	28
5.5 Drøfting av SD-anlegget	29
5.6 Hvilke besparelser kan vi oppnå ved oppgradering?	29
5.7 Hvordan vil driften av bygget endres med et effektivisert anlegg?	30
6 Oppsummering og konklusjon	31
6.1 Oppsummering	31
6.2 Konklusjon	32
7 Referanser og henvisninger	33
8 Vedlegg	35

Forord

Etter snart 3 år med teknisk fagskole har vi nå fått ferdigstilt hovedoppgaven vår. Denne oppgaven er en del av det obligatoriske arbeidet skal gjøres i denne studieretningen. Oppgaven er tverrfaglig, og vi benytter det meste vi har lært når vi skriver denne oppgaven. Vi på gruppene er med litt små forandringer underveis de samme som ble dannet ved oppstart i 2022.

I denne gruppen er vi 3 stykker som alle har stort sett samme elektriske bakgrunn. Vi jobber i det daglige med litt forskjellige ting. Vi syns vi har jobbet godt sammen for å lage denne rapporten.

Denne hovedoppgaven handler om å forbedre tekniske installasjoner ved Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested. Vi kom på denne oppgaven fordi vi har selv opplevd forskjellige utfordringer med inneklimaet. I tillegg har vi også fått ideer om hva vi burde se på fra teknisk sjef ved studiestedet, Stian Endresen og lærere/studieveiledere.

1 Innledning

1.1 Problemstilling

Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested ligger i Hadsel og består av flere bygg. De har i dag en dårlig fungerende styring av tekniske installasjoner, og miljø og klima for elever og ansatte bærer preg av dette.

Skolen ble ferdigstilt på slutten av 50-tallet og er preget av høye effekttopper samt høye utgifter til nettleie. Bygg A er et skolebygg som består av mange klasserom, kontorer, møterom og bibliotek. Det er foreløpig ingen egen måler for avlesning av effektbruk på bygget, men det er planlagt å installere undermåler med tilbakemelding. Det jobbes per nå kontinuerlig for å effektivisere og redusere energibruken.

Opgaven knyttes også til FNs bærekrafts mål. Eksempler på dette er mål 7 og 11. Mål 7 setter søkelys på «sikre tilgang til pålitelig, bærekraftig og moderne energi til en overkommelig pris for alle». For Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested betyr dette at man må se på energieffektiviseringstiltak som kan redusere energiforbruket i hverdagen. Dette inkluderer tiltak for belysning, ventilasjon, oppvarming og bruken av teknologi. Mål 11, som tar for seg bærekraftige byer og samfunn, understreker viktigheten av energieffektive bygninger og infrastruktur.



(Figur 1.1)

Opgaven vil kartlegge dagens energibruk ved Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested, identifisere potensielle energieffektiviseringstiltak og vurdere hvordan disse kan gjennomføres på en kostnadseffektiv og teknisk gjennomførbar måte. Hensikten er å finne ut hvilke tiltak som kan gi størst effekt i å redusere energibruken, skape et bedre inneklima for lærere og elever, samtidig som de støtter opp om FNs klimamål. Resultatene fra prosjektet kan gi innsikt i hvor effektivt energibruken ved skolen kan optimaliseres, samt peke på hvordan en mer bærekraftig drift kan oppnås.

Vi vil ha tett kontakt med driftsleder Stian Endresen ved skolen. Han vil kunne hjelpe oss med informasjon som er nødvendig for å kartlegge bygget. I kombinasjon med dette vil vi også ta en befaring ved skolen, der vi innhenter informasjon om de tekniske installasjonene.

Vi har valgt å konsentrere oss om bygg A for å begrense oppgaven. Problemstillingen blir da:

«Hvordan kan vi energi effektivisere bygg A på Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested?»

1.2 Forskningsspørsmål

- Hvordan fungerer lys, varme og ventilasjon i dag?
- Hvor stort er energiforbruket i dag?
- Hvilke tiltak kan gjøres med lys, varme og ventilasjon for å effektivisere dette?
- Hvordan vil driften av bygget endres med et effektivisert anlegg?
- Hvilke krav må vi ta hensyn til når vi skal oppgradere anlegget?
- Hvilke besparelser kan vi oppnå ved oppgradering?
- Hvilke støtteordninger finnes det?

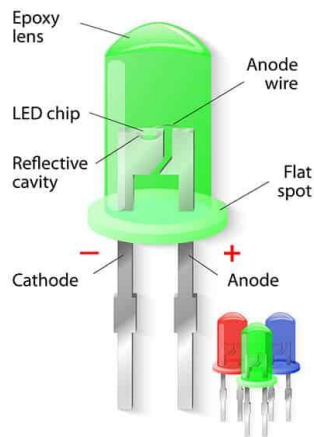
1.3 Fremgangsmåte

- Befaring av bygget og tekniske installasjoner. Vi startet med å avtale en befaring av bygget med Stian. Da gikk vi gjennom installasjonen i bygget samt så på tall i forhold til forbruk. Vi fikk en god innsikt i hvordan oppvarming, ventilasjon og belysning fungerte.
- Vurdering av gjennomførbare tiltak. Deretter ble det diskutert ulike framgangsmåter på hvordan vi skulle finne tiltak som var gjennomførbare. Vi vurderte tiltakene som var både teknisk mulige å gjennomføre samt økonomisk.
- Innhenting informasjon om eksisterende anlegg. Vi måtte finne informasjon/teknisk data på utstyret som var blitt brukt. Det er for å kunne sammenligne med alternative produkter samt vite forbruk. Det er også for å kunne vite hvordan anlegget fungerer og hvordan man kan evt. forbedre det.
- Prosjektere og drøfte løsninger ifb. med forskningsspørsmålene.
- Sjekke aktuelle støtteordninger
- Konkludere hvilke løsninger som vil være den beste.

2 Teoretisk grunnlag

2.1 LED

LIGHT-EMITTING DIODE



LED står for Light-Emitting Diode. Den består av to halvledere, som lager lys når elektrisk strøm går gjennom den. De to halvledere har elektroner (n-type) og elektronhull (p-type) som ladningsbærere. Når - kobles til n-type delen, vil elektronene i halvlederen frastøtes og bevege seg mot p-type delen og +. Elektrisk strøm går da gjennom dioden, og vi får lys. [4] (Figur 2.1) [3]

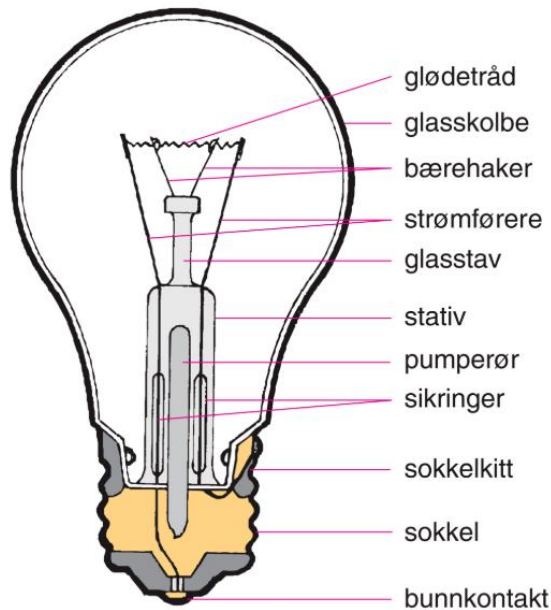
Dagens LED-armaturer består av flere sammenkoblede dioder, med

en forankoblet driver. Driveren sørger for at diodene får riktig spenning. Det vanligste er å transformere fra 230V vekselspenning til lavspennings likespenning. Får de for mye spenning vil de brenne opp, får de for lite vil de ikke tenne eller flimre. [5]

Led-belysning er hovedsakelig det som brukes i dag, blant annet på grunn av energieffektiviteten. Ett vanlig LED-armatur gjør 80-95% av energien som tilføres om til lys. Sammenlignet med en halogenpære, som omgjør ca. 5% av tilført energi om til lys, gir dette ett enormt potensial for energibesparelse. En annen grunn til å bruke LED er levetid. De fleste LED-armaturer leveres i dag med garanti på 10 år eller 100.000 timer brukstid. I prinsippet vil ett armatur av god kvalitet være «evigvarende» og dermed en god langsiktig investering.

Akkurat når det kommer til innkjøp er LED dyrt i forhold til halogen. Pærer er dyrere, og i armaturer må du ha forankoblinger. I tillegg kan LED-lys virke mindre naturlig en tradisjonelt lys. Uansett er utviklingen kommet langt, og man kan i dag justere både fargetemperatur og styrke mye bedre enn før. LED er også mer miljøvennlig, da det ikke inneholder kvikksølv og andre stoffer som tradisjonelle lyskilder gjør.

2.2 Tradisjonellt lys

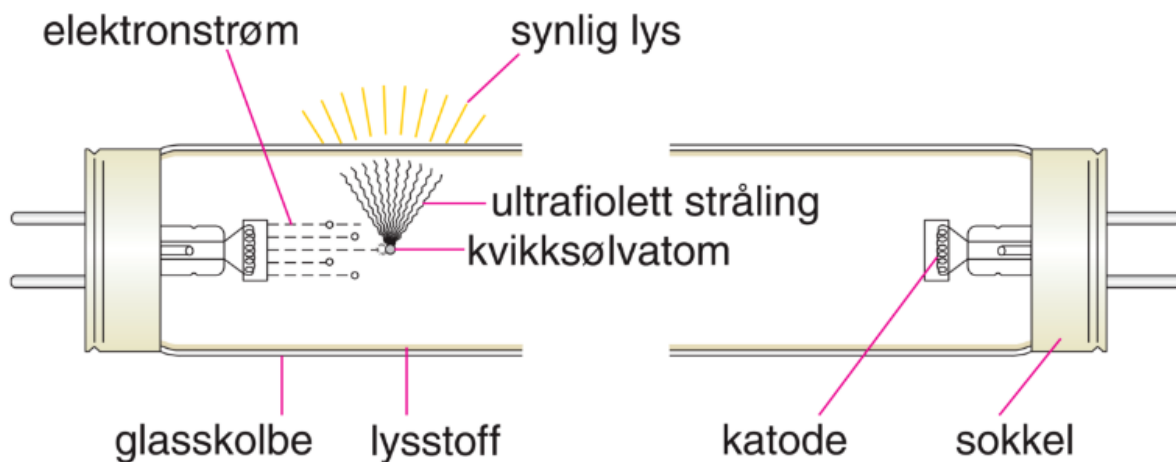


(Figur 2.2)

Den tradisjonelle **lyspæren** er bygd opp av en wolfram-tråd som gløder når den tilføres strøm. Tråden blir så varm at gløden oppfattes som lys for øyet vårt. For at ikke tråden skal brenne opp eller sote glasset fylles pæren med en gassblanding, vanligvis nitrogen og argon eller nitrogen og krypton. I mindre og kraftigere pærer (typisk billys eller pærer med et hvitere lys) tilsettes også halogen, som gjør at tråden kan ha en høyere temperatur, og dermed lyse kraftigere uten at man får sooting på glasset. [6/7]

2.3 Lysstoffrør

inneholder mye av det samme som en tradisjonell lyspære, men er bygget opp litt annerledes. Røret er fylt med gassblanding (neon, argon, krypton eller en blanding), samt en god dose kvikksølv. Wolfram-trådene er plassert i hver ende av røret og fungerer som katoder. Ellers er innsiden av røret belagt med fluorescerende lysstoff. Dette blir utsatt for ultrafiolett stråling når kvikksølvet strømmes, og lyser opp. «Tennere» eller «startere» kobles parallelt til lampen, og trekker strøm gjennom katodene slik at de varmes opp og starter prosessen. Strømmen brytes etter kort tid slik at spenningen blir liggende over røret og vi får lys. Når lyset går, ved f.eks. feil gassblanding eller oppvarming av katodene, vil starteren jobbe hele tiden, og lampa vil blinke svakt. Da vil drosselen, en induktiv motstand, begrense strømgjennomgangen. Denne kobles i serie med røret. [8]



(Figur 2.3) [17]

(Figur 2.4)

LED-belysning vs. Tradisjonell belysning	
Fordeler	Ulemper
Mer energieffektiv	Dyrere i innkjøp
Lengre levetid	Lyset kan virke mindre naturlig uten styring av fargetemperatur
Mer miljøvennlig, både med tanke på produksjon, destruksjon og bruk	
Inneholder ikke tungmetaller og helseskadelige gasser	

2.4 Utfasing av lysrør

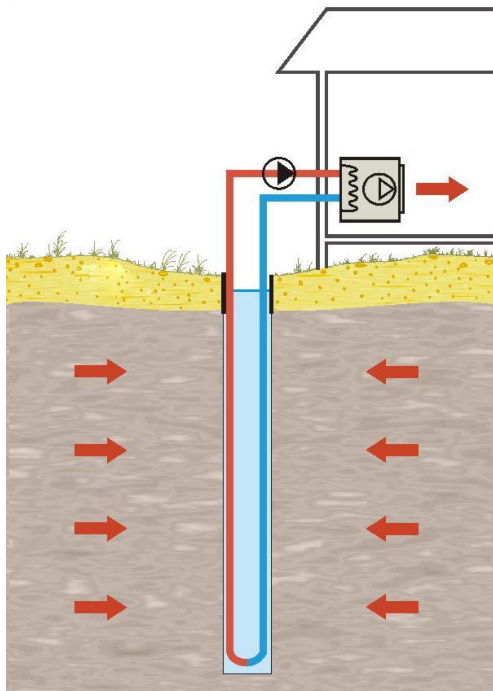
Fra september 2023 ble det forbudt å produsere tradisjonelle lysrør og «sparepærer». Forbudet stammer fra et EU-direktiv i 2011 som først i 2023 tredde i kraft.

Hovedgrunnen til utfasingen er at lysstoffrør inneholder tungmetaller (bl.a. kvikksølv) og edelgasser som er farlig for helse og miljø. Det ble egentlig forbudt å bruke kvikksølv i elektriske installasjoner allerede i 2008, men lysstoffrør og enkelte sparepærer ble unntatt dette kravet. Dette fordi det rett og slett ikke fantes fullgode alternativer. Nå er LED såpass utviklet at det er på tide å stoppe bruken av slike produkter i sin helhet. En annen grunn er energibesparelse. EU tvinger frem krav for å presse ned energiforbruket, noe som vil gange alle i fremtiden. Det sies som tommelfingerregel at man bruker ca. 50% mindre energi med tilsvarende LED-løsning, men i mange sammenhenger spares det enda mer. [15/16]

2.5 Grunnvarme

En alternativ form for oppvarming er å benytte seg av bergvarme. Å benytte seg av bergvarme vil være en stor investering, engangskostnadene er relativt høye sammenlignet med annen oppvarming. Bergvarme er en effektiv måte å varme opp med da man kan kutte strømbehovet med opptil 70 prosent.

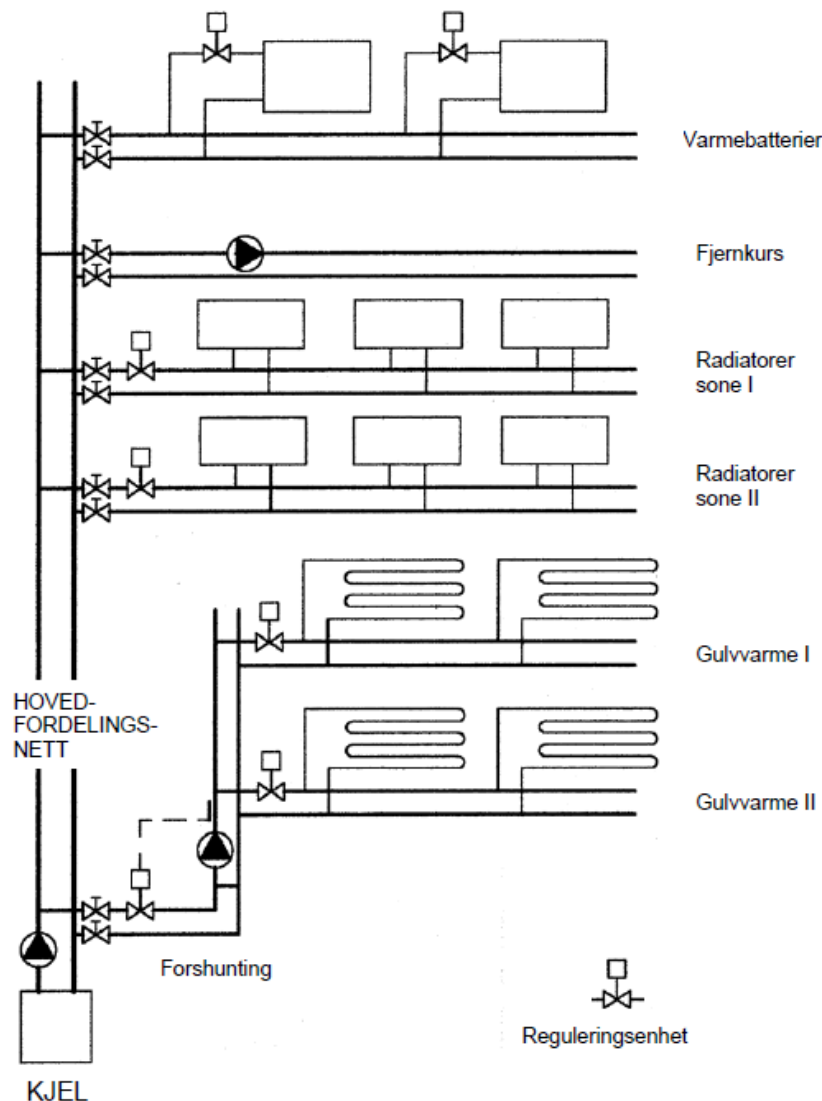
For å installere bergvarme må det borres energibrønner, disse kan være alt fra 100-200 meter dype. Det blir boret så dypt for at man skal oppnå stabil temperatur hele året. Det hentes ikke varme direkte ifra grunnen, man kan kun benytte direkte temperatur "henting" til kjøling. Man må bruke en varmepumpe for å benytte seg av grunnvarmen til oppvarming av bygg. Overskuddvarme ifra bygget kan bli lagret i bakken ved at man varmer opp grunnen når man har behov for nedkjøling. Dette har en positiv effekt for effektiviteten av varmepumpen. Man kan redusere mengden kjøpt energi for kjøling med mellom 75-98 prosent. [33]



(Figur 2.5) Illustrasjon energibrønn [35]

2.6 Radiator-anlegg

Et typisk radiator-anlegg består veldig enkelt forklart av en kjele, en fordeling og radiatorer. Kjelen kan driftes på strøm, vedfyring, fjernvarme, grunnvarme osv. og varmer i hovedsak opp en vannbeholder. Deretter sendes varmen ut til en fordeling, som videre sender varmen ut i forskjellige varmekurser (f.eks. forskjellige rom eller bygningsdeler. Her er det om å isolere varmen i rørene mest mulig, helt til det varme vannet når radiatoren, som varmer opp området. Fordelingen styres ofte av aktuatorer, som bestemmer hvor mye varmtvann som skal strømme ut til de forskjellige kursene. Det er i dag vanlig å integrere aktuatorene i et styresystem, slik at man kan styre varmen automatisk, ved hjelp av SD-system, wifi, eller bare helt vanlige termostater. Utenom radiatorer er det veldig vanlig å benytte seg av rørsløyfer i gulv. De har samme prinsipp, med en tur og en retur av vannet gjennom en oppvarmet vannbeholder, og aktuatorer som styrer «flowen». Selvfølgelig vil et vannbårent system bestå av en rekke sensorer som overvåker temperatur, hastighet osv. slik at styringen fungerer som den skal. Nedenfor har vi en prinsippskisse som demonstrerer hvordan et vanlig anlegg er bygd opp. [18]

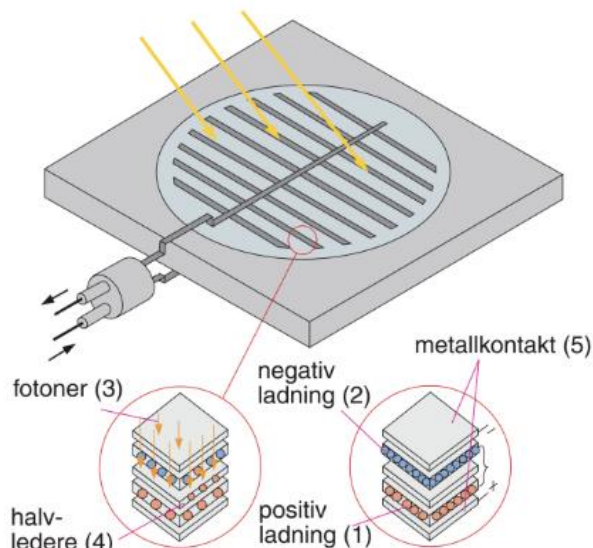


(Figur 2.6) [19]

2.7 Solcelleanlegg

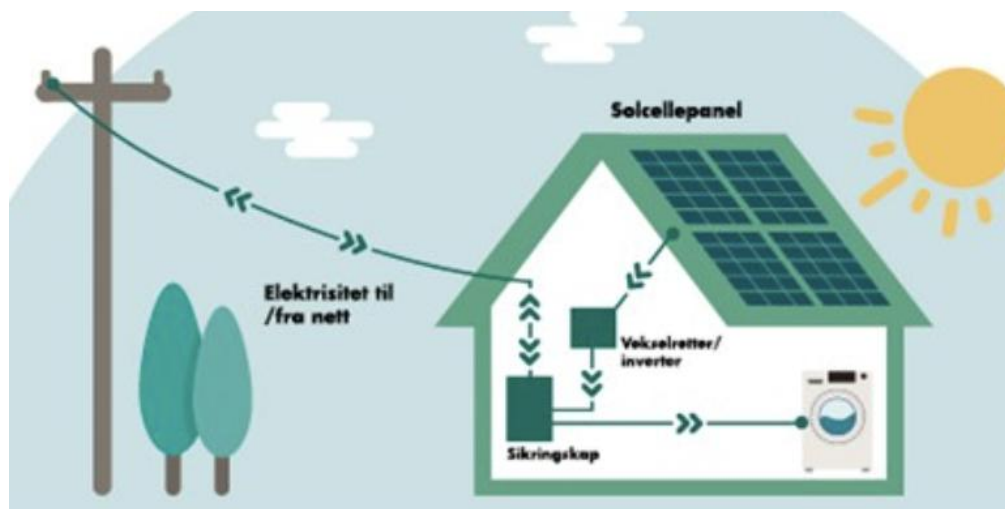
Sol celler fungerer ved hjelp av fotovoltaisk effekt. Lys med høy nok energi kan eksitere elektroner fra valensbåndet til ledningsbåndet, slik at de kan bevege seg fritt i materialet [9].

I solceller brukes det et halvledermateriale som består av to deler. En del er dopet med atomer med flere elektroner, slik at det har ekstra elektroner (n-type), mens den andre er dopet med atomer med færre elektroner (p-type). Når disse settes sammen, oppstår en pn-overgang. Her vil elektroner fra n-typen fylle de tomme plassene (kalt hull) i p-typen. Dette skaper et elektrisk felt, som etter hvert stopper denne strømmen av elektroner, og gjør at elektroner ikke kan bevege seg over pn-overgangen lenger. Dette gjør solcellen til en diode, og gjør at elektronene må gjennom en ekstern krets for å komme til den andre siden, som utnyttes ved å koble solcellen på strømnettet.



[10] (Figur 2.7)

Solcelleanlegg er populært både på næringsbygg og i privat bebyggelse. Mange steder i Norge er det gode forhold for dette. I sør er det varmere enn i nord, men det er ikke nødvendig med varme siden det er lyset som er med på å lage energien. I nord er det midnattssol på sommeren og bidrar til mye mere lys. Dette er med på å bidra til store mengder med energi som kan hentes ned i et solcelleanlegg. På vinteren er snø med på å reflektere en del av lyset og bidrar til at solceller fungerer bedre. Dette er så lenge panelene ikke er dekket av snø. Selv om det er relativt mørkt ute, så blir det produsert noe effekt.



[11] (Figur 2.8)

Et solcelleanlegg kan bestå av flere ting. Det vanligste er en gitt mengde paneler som er koblet opp mot en inverter. Inverter tar imot strømmengden som panelene gir og konverterer dette til 1 fase eller trefase strøm ut til strømmettet i bygget/huset. Det kan være både 230v og 400v som produseres. Dette finnes i mange varianter. En inverter kan også lade batterier med likestrøm. Dette gjør at systemet kan utnyttes når man ønsker effekten og ikke bare når det lages strøm av panelene. Slike systemer er mest ettertraktet her i Norden siden det er stor variasjon i strømprisen fra time til time. Smarte styresystemer kan bestemme når strømmen fra batteriene skal benyttes for å spare forbrukeren for høye strømutgifter fra nettleverandørene.

En del anlegg i Norge kan levere overskuddsenergi ut til nettleverandør. Dette kan bidra til lavere strømmregning fordi solcelleeieren får betalt av nettselskapet for strømmen de leverer ut i nettet. Strømmmåleren kan registrere både strømmen som går inn og ut av måleren. Så blir dette avregnet på strømmregningen. En slik kunde blir betegnet som en plusskunde hos nettleverandørene siden de kan både forbruke strøm og levere strøm tilbake.

I andre land som for eksempel Danmark finnes det store solcelleparker som leverer strøm direkte til nettleverandører. Dette står for mye av den produserte effekten i landet. I kombinasjon med vindkraft er dette hovedkilden til energi i landet. Når disse systemene ikke leverer nok effekt må landet kjøpe strøm fra andre land i nærheten.

Et annet problem som kan oppstå ved store solcelleinstallasjoner og vindkraftinstallasjoner er at man får overproduksjon av energi. Derfor er mange land sammenkoblet for at effekt kan forflyttes til det landet som har behovet for overskuddsenergien på det aktuelle tidspunktet.

Solcelleanlegg går inn under FNs bærekrafts mål NR.7 - Ren energi og sikre tilgang til pålitelig, bærekraftig og moderne energi til en overkommelig pris for alle.



[12] (Figur 2.9)

2.8 SD Anlegg

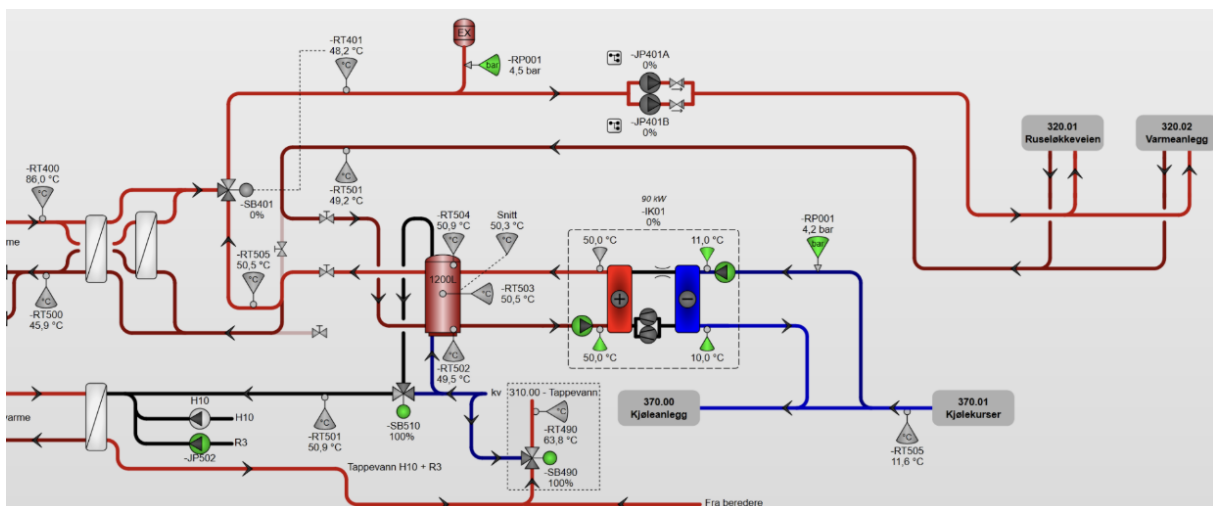
SD står for sentralt driftskrollanlegg. SD-anlegg er et system som brukes til å overvåke og kontrollere tekniske anlegg i en bygning eller et større anlegg. Dette systemet gir bedre kontroll over energiforbruk og muligheter for å optimalisere driften av anlegg i bygget/byggene [13].

SD-anlegget kan være en del av et større automasjonssystem som gir muligheter for automatisering av bygningens funksjoner og bidrar til å forbedre energieffektiviteten, redusere driftskostnadene og øke komforten for beboerne eller de som bruker bygget. Systemet samler inn informasjon fra forskjellige sensorer og gir muligheter for å overvåke og justere innstillinger i sanntid. Flexibiliteten med dette gjør systemet meget populært i alle sammenhenger. Næringsbygg, flyplasser, sykehus, militære installasjoner, boligblokker, hus, verksteder og byggeplasser kan alle styres med denne

typen anlegg. Også i kombinasjon med fjernstyring kan dette systemet styre og kontrollere bygg og anlegg rundt om i hele verden fra ett eller flere steder. Fleksibiliteten med anlegget gjør styring av alle tekniske installasjoner, adgangskontroll, VA anlegg og ventilasjon blir enkelt. Det er et system som krever noe vedlikehold. Komponentene i anlegget er ikke billige. Utgifter ved installasjonen blir uansett fort inntjent siden anlegget hjelper til med å redusere svinn og overforbruk til et minimum om det innstilles/brukes rett. Overvåking og beskjed om eventuelle feil er også viktig for mange. På et sykehus kan det fort bety liv og død om systemer slutter å fungere uten at feil blir adressert og reparert fort [13].

Reparasjoner som kommer for sent i gang kan bidra til flere feil og mere alvorlige feil.

Adgangskontroll bidrar til at personer kun har tilgang til gitte deler av et bygg. Dette er også nyttig for at det for eksempel ikke skal oppstå farlige situasjoner på tekniske rom der personer som ikke har tilstrekkelig kompetanse eller som ikke er instruert korrekt om bruk av utstyret som befinner seg i rommet/rommene.



[14] (Figur 2.10)

2.9 Balansert ventilasjon

Balansert ventilasjon vil være med å gi behagelig og godt inneklima i bygget. Et slikt ventilasjonsanlegg vil kunne resirkulere mellom 70 og 90 prosent av varmen til gammel luft og overføre den til ny luft. Den nye luften vil kunne fordeles jevnt og der det trengs. Balansert ventilasjon vil gi god kontroll på luften. [21]

2.10 Varmegjenvinning

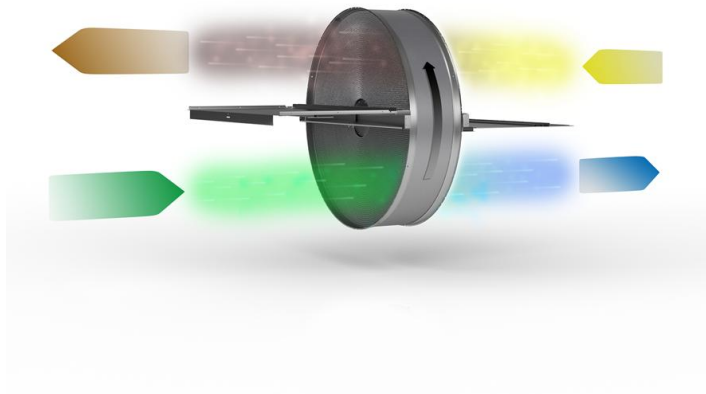
Det eksisterer mange forskjellige varmegjenvinnere som brukes i ventilasjonsanlegg. Noen av de vanligere systemene som brukes er:

- Roterende varmeveksler
- Platevarmeveksler
- Batterivarmeveksler

[24]

2.10. 1 Roterende varmeveksler

En roterende varmeveksler er et hjul med et stort antall kanaler laget av aluminium som roterer. Fraluften varmer kanalene som i tur varmer opp den kalde tilluften. Virkningsgraden for temperatur mellom fraluft og tilluft blir høy. Det vil normalt aldri oppstå frost i en roterende varmeveksler, dermed er det mulig å oppnå en høy årlig energivirkningsgrad. Det er også effektiv gjenvinning av kjøleenergi. [24]



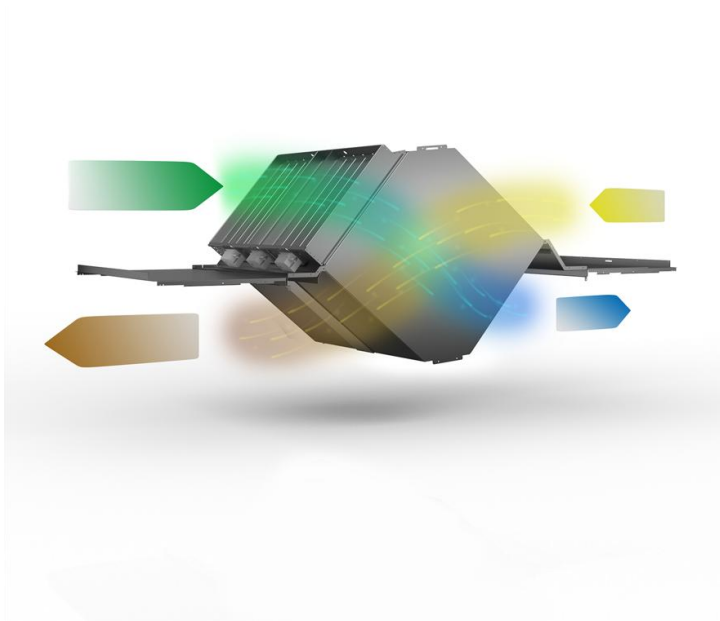
(Figur 2.11) Illustrasjon roterende varmeveksler [24]

Det finnes flere forskjellige typer rotor, det er for å kunne oppfylle ulike krav i forskjellige miljøer. Der temperaturvirkningsgraden er viktigst, som for eks. kommersielle bygninger, vil aluminiums rotoren være den som oftest blir brukt. Rotoren som brukes når fuktighet skal gjenvinnes er det sorpsjonsrotoren som blir brukt. Man benytter seg av epoxy rotor der det er fare for korrosjonsangrep, som for eks. Kystklima. [24]

2.10.2 Platevarmevekslere

En motstrøms varmeveksler har luftkanaler som er laget av tynne aluminiums lameller hvor fraluften og tilluften strømmer i motsatt retning for å oppnå høyest mulig temperaturvirkningsgrad. Lamellene blir varmet opp av fraluften og den blir så overført til den kalde tilluften. Det er gjennom adskilte kanaler at fraluften og tilluften strømmer, da vil lukt og partikler ifra fraluften normalt sett ikke smitte over til tilluften. Blir derfor vanligvis brukt i lokaler eller boliger hvor det er fare for luktspredning. Man kan oppnå lik temperaturvirkningsgrad som en roterende varmeveksler, men det er en ulempe og det er at motstrøms varmeveksler må avrimes.

Den årlige temperaturvirkningsgraden vil være noe lavere selv ved høye temperaturer kontra en roterende varmeveksler, det er fordi motstrøms varmeveksler må avrimes. [24]

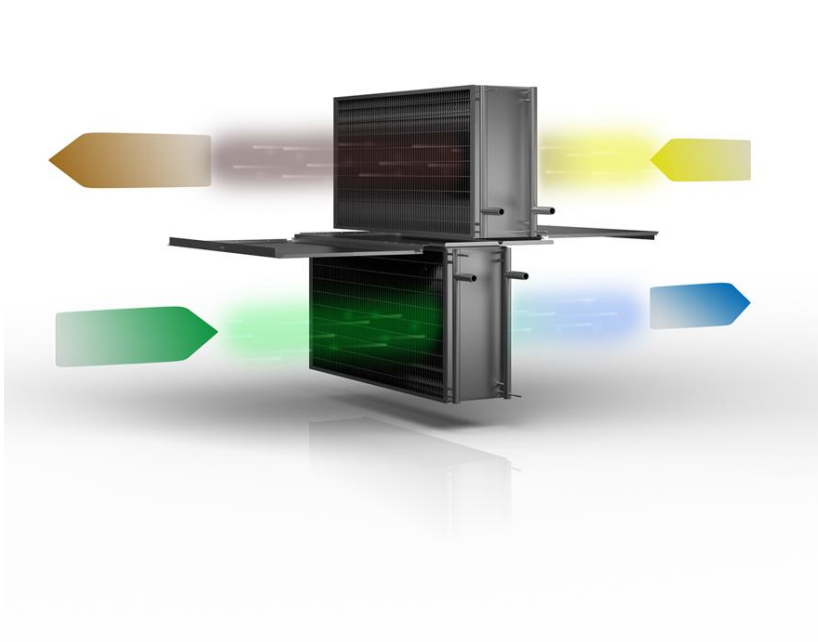


(Figur 2.12) Illustrasjon platevarmeveksler [24]

2.10.3 Batterivarmeveksler

Det er separate væskebatterier på tilluftsiden og fraluftsiden i en batterivarmeveksler. Mellom batteriene pumpes en varmebærer rundt. Væsken blir varmet opp i fraluftsbatteriet, og luften i tilluftsbatteriet blir i tur varmet opp. Det er noe lavere temperaturvirkningsgrad i batterivarmevekslere sammenlignet med roterende varmeveksler og motstrøms varmeveksler. Det er når behovet for helt adskilte luftstrømmer at bruken for batterivarmeveksler er ideell. Blir vanligvis brukt i sykehusmiljøer, men også i industrien for resirkulering av prosessluft.

Tilluften og fraluften har batterier som er helt adskilt fra hverandre, det medfører at det ikke er noe overføring av lukt og partikler. [24]



(Figur 2.13) Illustrasjon batterivarmeveksler [24]

2.11 Finnes det støtteordninger som kan gjøre eventuelle investeringer billigere?

2.11.1 ENOVA

Inne på ENOVA sine nettsider kan man lese følgende: «Enova gir tilskudd til å investere i energiltak i yrkesbygg. Støtteordningen er særlig relevant for bygninger som har et betydelig potensial for forbedring av energistandard, typisk eldre og/eller energikrevende bygg.» [1]

Enova kan gi støtte på inntil 30 % av prosjektkostnadene, med en øvre grense på 10 millioner kroner. Tildelingen skjer gjennom en konkurransebasert ordning, der prosjekter vurderes opp mot hverandre. Som en del av søknaden må søker definere et mål for energiforbedring i de aktuelle bygningene. Dette målet skal baseres på beregnet levert energi, og uttrykke hvor mange kilowattimer det årlige energibehovet forventes å reduseres med som følge av planlagte energiltak.

For å kvalifisere til denne støtteordningen er det en del krav som må dekkes, både til selve prosjektet, til søkeren og til søknaden: [36] (Se vedlegg 10, 11 og 12)

2.11.2 Energiattest

I kravene til søknaden er energiattest mye nevnt, men hva er det?

Det er krav til energiattest ved kjøp og salg eller utleie av yrkesbygg. I tillegg er det alltid krav til energiattest (som dokumenterer energimerking) dersom mer enn 250 m² av bygningens oppvarmede bruksareal brukes av offentlige myndigheter, og bygningen ofte besøkes av allmennheten. (Se vedlegg 13)

Enova opplyser at kun en ekspert kan energimerke et bygg. Om noen i din egen organisasjon har ekspertkompetanse, så kan hen foreta energimerkingen. Alternativt kan det leies inn en energirådgiver, takstmann eller lignende. De som skal gjennomføre energimerkingen kan selv logge seg på Energimerkesystemet og søke frem den aktuelle bygningen.

Det er eier som har plikten til å energimerke og står ansvarlig for data som er brukt. I ditt oppdrag til energirådgiveren ligger at hun skal bruke sitt beste faglige skjønn. [39]

Når det kommer til bygg A, finnes det per dags dato ikke en registrert energiattest. Det betyr at dette må gjennomføres før det kan søkes om Enova-støtte for å utføre tiltak.

[Gå til dine boliger](#)

Mary Pettersens vei 5, 8445 MELBU

Knr 1866/Gnr 52/Bnr 289
Bygn.nr 189872445

Energiattest Om bygget

Ingen gyldig energiattest

Bygget har ikke en gyldig energiattest.

(Figur 2.14) [26]

2.11.3 Klimasats-prosjektet

Hos miljødirektoratet kan du årlig søke om tilskudd gjennom Klimasats-prosjektet. Klimasats er en støtteordning for kommuner og fylkeskommuner som vil redusere utslipp av klimagasser og bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet. Under referanser ligger referanseprosjektet Bygland kommunehus, som med tilskudd på 300.000 kr. fra Klimasats fikk gjennomført en stor energieffektivisering av bygget. [20]

2.11.4 Støtte fra fylkeskommune

Fylkeskommunen kan gi tilskudd ved enkelte klimatiltak på skolen. Dette kan søkes om på offentlige portaler. I tillegg kan også fylkeskommunen bidra med hjelp til prosjektering av klimaforbedringer, energi effektivisering og generell oppgradering av offentlige bygg. Det deles årlig ut midler til dette formålet.

2.12 EU-krav til energibesparelse

EU har vedtatt et nytt bygningsenergidirektiv som setter tydelige rammer for hvordan medlemslandene skal forbedre energiytelsen i bygninger og kutte klimagassutslipp. Et sentralt mål i direktivet er å legge til rette for en gradvis overgang til en bygningsmasse med nullutslipp innen 2050. Dette markerer et viktig steg i EUs arbeid for å nå sine klimamål og skape et mer bærekraftig samfunn.

Hvert medlemsland skal innen 2026 lage en plan med delmål, som til slutt skal lede til det overordnede målet om nullutslipps bygningsmasse. Det er enda ikke helt klart hvordan disse målene vil se ut for oss i Norge, men vi må uansett forberede oss på at det kommer krav om selvproduksjon og kraftig reduksjon i energibruk i løpet av få år. [37]

3 Empiri

Bakgrunnen for at vi har valgt denne oppgaven er fordi vi har både hørt og opplevd selv hvor varierende temperaturen kan være i de klasserommene som vi har benyttet gjennom utdanningsforløpet. Vi har også opplevd å komme inn i klasserom der belysningen står på hele tiden. Ventilasjon i bygget er også dårlig styring på. Luftkvaliteten er ofte dårlig, og det må luftes med vinduer åpne store deler av tiden når det er folk i klasserommene. Lærere har uttrykket til oss at de opplever dette ofte og at både varme og belysning er varierende til og med i helgene.

Det vi vet fra før er at bygget er fra 1950-tallet. Vedlikeholdet har vært varierende opp gjennom tiden. I 2001 ble det utført en større oppgradering. Da ble ventilasjonsanlegg byttet, lys ble byttet og den generelle bygningsmassen ble også etterisolert noe. I tillegg ble det byttet vinduer. Siden da har bygget fått mindre oppgraderinger.

For å få tilstrekkelig informasjon om bygget har vi kontaktet Stian Endresen. Han er teknisk sjef på stedet for bygningsmassen. For å komme i gang har vi intervjuet han og stilt han spørsmål om ting vi lurer på. (Vedlegg 2). Vi har også avtalt en befaring på det aktuelle bygget. På denne måten er vi sikker på at vi innhenter tilstrekkelig informasjon som vi trenger for å løse oppgaven vi har valgt.

Den 24.10.24 møtte vi i gruppen 4 opp ved Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested for ei befaring på blokk A. Vi skal utføre en analyse av bygget og komme med forslag til strømbesparelser som vi kommer frem til underveis i prosjektet.

Ved skolen ble vi møtt av teknisk sjef Stian Endresen som viste oss rundt på bygget. Her startet vi først med å se i fyr-rommet som befinner seg i kjelleren. Der fikk vi se hva som benyttes for oppvarming av bygget. En el kjele på 300KW brukes som hoved oppvarming av vannet som sirkulerer i radiatoranlegget. Det er i tillegg to oljebrennere der som tidligere har stått for oppvarming av vannet. Disse er ikke lengre i bruk fordi det ikke er lov med oljefyrt oppvarming på offentlige bygg. I tillegg til dette er det også sirkulasjonspumper til alle vann kursene og en del elektriske installasjoner som omhandler oppvarmingsanlegget.

Det er plassert ei hoved tavle der hvor all strøm er tilkoblet. På siden av hoved tavlen er det også et sikringsskap som inneholder EIB styringer til oppvarmingen og flere andre ting. Fra dette skapet blir alle funksjonene styrt fra SD anlegget som vaktmester og teknisk sjef har kontroll over på pc på kontorene sine. Stian opplyser også om at det er litt innkjøringsproblematikk rundt styringen og reguleringen av temperaturer på de forskjellige rommene rundt på bygget. De har brukt mye tid på å få rett temperatur til rett tid. Dette jobber de mye med for at inn klimaet skal bli så bra som mulig for brukerne av rommene. Både elever og lærere har gitt forskjellige tilbakemeldinger på for varme rom og for kalde rom. Det er også meldt om veldig varme rom på tidspunkt der det normalt sett ikke er folk til stede.

Vi får informasjon om at oppvarmingen på skolebygget ikke er ferdig utbygd enda med alle funksjoner som er planlagt. Det mangler styring fra SD anlegget til el-kjelen. Dette er noe som skal etableres i nær fremtid for å prøve å regulere denne for å spare mer strøm. Slik styringen er i dag så er el kjelen styrt med tidsintervaller med ren av og på funksjon hele døgnet.

Vi blir med videre fra fyr-rommet til nabo rommet som inneholder ventilasjonsaggregat. Her er det installert varmeveksler og vannbatteri for oppvarming av luften. Det er et aggregat fra ABB som ble installert i 2001 når skolen ble renoveret og oppgradert. Aggregatet er styrt av SD anlegget.

Turen etterpå går videre i bygget. Vi observerer underveis at store deler av belysningen er gamle og uten noen form for styring. Det er mye belysning som enda inneholder lys rør. Dette er belysning som må byttes ut til fordel for led belysning. Det er ikke tillatt med lysrør belysning lengre i offentlige bygg og lysrørproduksjon er stanset fra produsenter.

Siste rommet vi ser på er et ventilasjonsrom som er plassert i andre enden av bygget i 1 etasje. I dette rommet er det også et aggregat fra ABB som ble installert i 2001. Det er montert varmeveksler og har vannbatteri for oppvarming av luft.

Til slutt får vi være med på kontoret til Stian og de andre på teknisk avdeling på Blokk C. Der får vi se hvordan SD anlegget fungerer. Det inneholder også mye info om totalt strømforbruk og hvilke funksjoner som styres. SD anlegget inneholder også styring og informasjon om andre skolebygg. Det er mye som kan styres og reguleres i sanntid med dette systemet. Vi får vist at det faktisk er over 2000000kwt i forbruk på Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested i foregående år. Dette er utrolig høyt i forhold til størrelsen på bygningsmassen og sammenlignbare bygg. Så vi tror at vi kan bidra til en ganske stor kostnadsbesparelse med det vi skal se på og foreslå i rapporten vår. Det er mye å sette seg inn i, men med god informasjon fra teknisk avdeling så mener vi at dette er et overkommelig prosjekt. Vi stilte flere spørsmål til Stian Endresen underveis på befaringen og etterpå. (Vedlegg 2)

3.1 Hvordan fungerer lys, varme og ventilasjon i dag?

På A blokka på Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested er det installert et SD-anlegg som skal styre de aller fleste tekniske installasjonene. Systemet er ikke fullt utbygget enda, og fungerer ikke som ønsket.

Når det gjelder belysningen opplyser driftsleder at ca. 40% av belysningen er skiftet til LED med standard bevegestyring. Resten av belysningen er av forskjellige typer armaturer med både lysstoffrør, sparepærer og stikkpærer. Alt som ikke er skiftet til LED styres på vanlig lysbryter. I ganger, klasserom og på kontorer er det mye av typen doble lysstoffrør på 2x58W. Disse har i praksis et effekttrekk på nærmere 160W grunnet gamle forkoblinger. Vi har også pendler over kontorpulter, tavlebelysning m.m. Basert på antall armatur i rommene vi har befart, samt tegninger av bygg med romfordeling, anslår vi at det er totalt ca. 300 armaturer i bygget. De 60% armaturer som ikke er skiftet til LED utgjør 180 stykk. For enkelthetens skyld regner vi et snitt på 120W pr. armatur, da det også er en del tavle-lys, pendler over kontorpulter, osv. Disse tallene vil bli brukt i beregninger lengre ned i rapporten.

Det er i noen rom kablet til overvåkning med tanke på energibruk og kostnad, men dette er ikke koblet opp mot SD-anlegget. Driftsleder sier at det ofte blir stående lys på etter skoletid, i helger og til og med hele ferier.

Primæroppvarmingen av bygget er en EI-kjele på 300KW som varmer opp vannet som sirkulerer i radiator-anlegget. Per i dag kjøres el-kjelen på enkle tidsintervaller, som skur den av og på. Resten av varmen styres av et slags SD-anlegg som driftsansvarlige har vært plaget med. Problemer som feil temperatur til feil tid, samt andre "barnesykdommer" har spist mye tid og penger som kunne vært brukt på annet driftsrelatert arbeid. EI-kjelen er rimelig ny, og var en veldig stor investering da den ble satt inn. Det opplyses samtidig om at det er planlagt montering av luft til luft-varmepumpe som skal drifte radiatoranlegget. Da skal el-kjelens oppgave bli å slå inn når varmepumpa ikke klarer å levere tilstrekkelig, som f.eks. på veldig kalde vinterdager.

I blokka er det to ventilasjonsanlegg av typen ABB som ble montert i 2001. Disse har varmeveksler og vannbatteri for oppvarming av luft fra samme årstall.

(Se vedlegg 2)

3.2 Hvor stort er energiforbruket i dag?

Energiforbruket på bygget er ikke dokumenterbart enda. Dette jobbes det med. Alle skolebyggene på Melbu står samlet sett med ca. 2.000.000 kWt i året.

Det skal monteres strøm måler pr bygg for å kunne se hva de forskjellige byggene forbruker.

Belysningen i bygg A er anslått til å trekke ca. 38.000kW/t

Oppvarmingen er estimert til å trekke ca. 460.000 kW/t

I tillegg kommer ventilasjon, verksted, lab og generelt forbruk i bygget.

Vi tar utgangspunkt i at forbruket i blokk A er ca. 600.000 kW/t i året, så får måleren bekrefte eller avkrefte dette når den er oppe og går.

4 Prosjektering

Vi har valgt å prosjektere følgende temaer:

- Belysning
- Ventilasjons-oppggradering
- Solcelleanlegg
- Grunnvarme

4.1 Prosjektering av belysning

Beregninger på utskifting av resterende tradisjonell belysning er gjort ved bruk av SG-armaturens beregningsprogram SG Energycalc. [34]

Ved utskifting av 120 stk. lysrør-armaturer til led-armatur av typen SG Surface med bevegelsesstyring, vil man ifølge SG, oppnå 88% driftsbesparelse. Ut fra en realistisk pris vil man ha en tilbakebetalingstid på ca. 6,4 år (Se vedlegg 9).

Utgangspunktet er 4000 kr pr armatur, som er hentet fra erfaringstall i våre bedrifter. Man vil ifølge beregninger fra leverandøren ha et effektforbruk på under 1/5 av opprinnelig installasjon, samt kutte armaturskift og pæreskift med 100%, sannsynligvis ut byggets levetid. Dette utgjør 113.000 kr i driftsbesparelser hvert år. (Se vedlegg 8)

I et rent 1 til 1-bytte vil systemeffekten går fra ca. 38.000 kW/t i året til ca. 13.500. Det beregnes også 33% besparelse på sensorstyring, samt at man kan se bort fra «tapet» i gamle forkoblinger.

Beregningen tar utgangspunkt i utskifting av armaturer 1 til en, og gjenbruk av kabling. Dersom anlegget skal skiftes til DALI og kunne styres fra SD-anlegget snakker vi en helt annen pris. [31/32]



(Figur 4.1)

4.2 Prosjektering Ventilasjon

Ser vi bort fra styring av ventilasjonen, kan man oppgradere deler av anlegget. Det er mange ventilasjonskomponenter som har hatt en betydelig utvikling siden 2001, når de eksisterende aggregatene ble satt inn i bygget.

System Air har en pakke de kaller for systemair upgrade, hvor man skifter ut regulator, vifter og varmegjenvinner som passer med de aller fleste ventilasjonssystem de leverte mellom 1990 og 2005. Det kan velges tillegg som spjeld til eksisterende kanal-størrelser, varme- og kjølebatterier m.m. De oppgir energibesparelse på 25% på vifter og 15-35% på varmegjenvinnere. Ved implementering av regulert SD-styring og full oppgradering oppgir de opp mot 50% energibesparelse på viftedrift. [30]

ABB, som har levert de to aggregatene som er i blokk A i dag, har til nå ikke besvart våre henvendelser på om de tilbyr rehabiliterings-produkter som passer overens med eksisterende anlegg.

Utvikling siste 25 år



Figur 1 Kammervifte med integrert IE5, EC-motor 2023



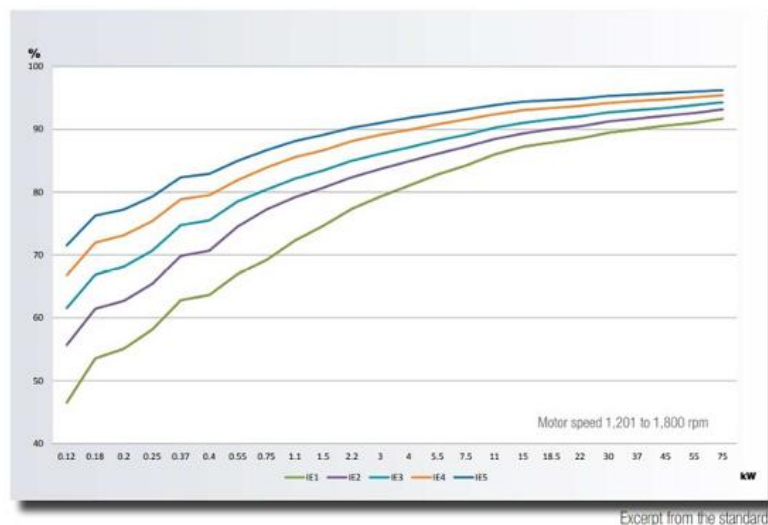
Figur 3 Kammervifte med frekvensomf. og IE3 eller IE4 motor 2005-2016



Figur 2 Sentrifugalvifte med IE1 eller IE2 motor <2000

I løpet av de siste 25 årene har vifteteknologien utviklet seg i samme takt og rate som lyspæren. EC-viften som benyttes i dag er ventilasjonsbransjens svar på LED pæren.

Eldre reimdrevne sentrifugalvifter, eller kammervifter med lav virkningsgrad, kan i de fleste tilfeller enkelt skiftes ut med høyeffektive radialvifter i komposittmateriale- Zamid®-teknologi og bakoverbøyde skovler. Motorene som benyttes er elektronisk kommutert (EC), med ekstern rotormotor og integrert ECblue-styreenhet. Motorene vi benytter i dag, tilfredsstiller energiklasse IE5 (IEC60034-30-2).



I tillegg til at motorens virkningsgrad har økt og redusert energiforbruket med typisk 12 % for en 4 kW uregulert motor, har viftehjulets virkningsgrad gått fra typisk 55 % (reimdrift) til 70% (direktdrift).

Som en tommelfingerregel for energibesparelse, vil man redusere energibruk til viftedrift med 25 % ved å skifte ut eldre sentrifugalvifter. Dersom man i tillegg også tar i bruk behovsstyringen som EC-viftene tilbyr, vil man kunne oppnå 50 % energireduksjon til viftedrift.

(Figur 4.2) [30]

4.3 Prosjektering solcelleinstallasjon

4.3.1 Forslag til solcelle installasjon på Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested blokk A



(Figur 4.3)

Med å fylle ut tilgjengelig takoverflate på skolebygget som har mest sol gjennom døgnet er det målt ut at det er plass til 228 solcellepaneler. Da er det også tatt hensyn til krav i Nek 400 -7-712, om avstand som kreves av brannmannskap i forhold til tilgjengelighet på taket [27].

Med denne løsningen er det forsiktig beregnet at skolen kan produsere i overkant av 70000KWT i løpet av et helt år. Dette vil spare skolen for store utgifter i strøm. I tillegg kan det også monteres batteribank som kan bøte på effekt topper som oppstår ved forskjellig bruk i bygget. Effekt topper som oppstår vil i fremtiden gjøre strømmen i det øyeblikket mye dyrere. Dette er et ledd som følge av kraftpolitikken om at strømforbruket i forhold til produksjon til nettet skal være mere forutsigbart og at de som står for effekt topper skal betale for at det må tas høyde for dette når kraft produseres.

4.3.2 Teknisk informasjon solceller

I en solcelle installasjon kan man også inkludere SD anlegget som er på bygget. På denne måten har man full oversikt over hele den tekniske installasjonen i byggene. Mange av funksjonene kan fjernstyres og reguleres derfra også.

Systemet kan også programmeres slik at effekten fra solcellene går til opplading av batteribank når strømprisen er lav. Så kan effekten som er lagret i batteriene brukes når strømprisen kommer over et visst nivå. Det er mange muligheter for å bruke slike installasjoner i kombinasjon med strøm levert av nettleverandører.

På vinterstid når det er mørkt eller mye snø, er det lite effekt å hente fra solcellepaneler. Fra november til og med Januar er det omtrent ikke effekt i det hele tatt. (Vedlegg 4) En slik installasjon vil fungere best på vår, sommer og høst. Om det produseres overskuddskraft fra solcellepaneler, så kan dette selges tilbake til nettleverandør. Dette vil bidra til bedre strøm økonomi. (Vedlegg 5)

Denne solcelle installasjonen vil i tillegg begrense forurensningene som oppstår ved produksjon av ekstern levert kraft. I figuren under er det skissert en beregning for besparelse av CO₂. Denne er variabel på grunn av at produksjonen av strøm fra solceller også er variabel gjennom året. (Vedlegg 6)

4.3.3 Kostnad ved installasjon av aktuelle solceller

En slik installasjon av solceller med tilhørende komponenter og arbeid kommer på omkring 2000000 kr eks. Moms. Om man bruker en snittpris på strøm på 3 kr pr kwt inkludert nettleie, så vil denne installasjonen være inntjent på ca. 10 år.

Solcelle installasjonen har ingen bevegelige deler som utsettes for særlig slitasje. En slik installasjon beregnes til å kunne vare mellom 25 – 30 år med enkelt vedlikehold og lave driftsutgifter. (Vedlegg 7)

4.4 Hvilke krav må vi ta hensyn til når vi skal oppgradere anlegget?

For el-installasjoner og teknologiske oppgraderinger må vi hensynta de generelle krav i NEK-400, NEK 700 og NEK 399, for at installasjonene skal være i henhold. Her er også FEK viktig, for å sikre at arbeidet utføres av kompetent personell.

I TEK 17 kommer det inn flere krav til bygningsmasse og til tekniske installasjoner som ventilasjon og oppvarming. Noen av kravene som omfatter de prosjekterte løsningene er:

TEK 17 § 14-4. Krav til løsninger for energiforsyning, annet ledd krever at «Bygning med over 1 000 m² oppvarmet BRA skal:

- a) ha energifleksible varmesystemer, og
- b) tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger.»

TEK 17 sier videre til annet ledd at:

«Preaksepterte ytelser

Følgende ytelser må minst være oppfylt:

1. Energifleksible systemer må dekke minimum 60 prosent av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014.
2. Lavtemperatur energifleksible varmeløsninger må ha turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Dette gjelder ikke for varmt tappevann.»

I henhold til Teknisk forskrift (TEK17) er det gjort justeringer i kravene for bruk av energifleksible varmeløsninger, der det nå stilles et minimumskrav på 60% fleksibilitet. Denne endringen åpner for muligheten til å kombinere både lokal og sentralisert varme, også i bygg som overskrider 1000 m² i areal. Tradisjonelt har sentralisert varme medført høyere investeringskostnader på grunn av behovet for distribusjonssystemer, samtidig som varmebehovet i bygninger har blitt redusert som følge av strengere krav til varmetap. Ved implementering av energifleksible varmeløsninger, som for eksempel varmemerter i ventilasjonsanlegg og tappevann, kan man i mange tilfeller allerede oppfylle kravet om 60% fleksibilitet.

For bygg over 1000 m² gjelder det fortsatt et krav om å benytte energifleksible varmekilder. I praksis innebærer dette ofte bruk av vannbårne systemer. Energifleksibiliteten i disse systemene ligger i at vannet kan benyttes med ulike oppvarmings kilder.

Ellers stiller TEK 17 noen spesifikke krav til bygging av ventilasjonsanlegg. De mer generelle kravene vil være:

1. Krav til luftmengde og luftkvalitet: Det skal sikres tilstrekkelig luftutskifting for å opprettholde godt innelima. For undervisningsrom kreves normalt minst 7 l/s per person.
2. Temperatur og fuktighet: Ventilasjonen skal bidra til å holde temperatur og luftfuktighet innenfor helsemessige grenser.
3. Lydforhold: Ventilasjonsanlegget må utformes slik at det ikke skaper for høyt støyinnivå i undervisningslokaler.
4. Energieffektivitet: Anlegget må utformes for lavt energiforbruk, bl.a. gjennom varmegjenvinning og behovsstyrt ventilasjon.

[38]

5 Drøfting

5.1 Innledning til drøfting

Hovedmålet vårt med oppgaven er at inneklimaet skal bli bedre for alle brukere av bygget. I tillegg vil det også komme forslag til tiltak som sparer skolen for store strømutgifter og forenkler bruk av utstyret. Som driftsleder Stian Endresen ved skolen har uttrykket til oss, så er det en god del å ta tak i. Det jobbes kontinuerlig med forbedringer av bygget, men det går tregt på grunn av anstrengt økonomi. Stian Endresen ønsker seg en rapport som konkretiserer strømbesparende tiltak og forbedringer i forhold til inneklima. Den må også ha med relevante beregninger av strømbesparende tiltak som forteller hva skolen kan spare på å utføre de ulike tiltakene vi foreslår.

5.2 Drøfting av belysning

Som nevnt i kapittel 3, er ca. 40% av belysningen i bygget allerede er skiftet til LED. Dette er ikke knyttet opp mot SD, anlegget, da armaturene er skiftet 1 til 1 ved bruk av kabelanlegget som var der fra før.

Energiforbruket i dag er estimert til 38.000 kW/t i året. Dette basert på 180 gamle armatur med en snitteffekt på 120W og 120 nye armaturer med en snitteffekt på 30W, med en driftstid på 1520t. I beregningen ligger det også en faktor for tapt energi i gamle forkoblinger. Dette tilsvarer tiden lærere og elever er på skolen i løpet av året. Vi kunne sagt at det ville vært noe fratrekk, da det ikke vil være lys på i alle rom til enhver tid, men til gjengjeld ble vi opplyst om at belysning kunne bli stående på i helger og ferier.

På grunn av dette vil det sannsynligvis være uhensiktsmessig å legge om til DALI-kabling, bytte alle armaturer (både nye og gamle) til DALI-armatur og kable opp til SD-styring. På de fleste rom er det dedikerte kurser til belysning, og det vil være mulig å bruke kontaktorer eller rele som styres via SD som en litt enklere løsning. Dette vil uansett kreve en del om-kabling. Man må enten bestemme seg for at alt skal legges om nå, eller fortsette å skifte ut armatur 1 til 1, for å få ned så mye energiforbruk og driftsomkostninger som mulig, for lavest mulig pris.

Ved utskifting av alle resterende armaturer, vil energiforbruket kuttes med 64%, fra en systemeffekt på ca. 25kW til ca. 9kW. Dette dersom alle lys ville stått på like lenge som før. Om det også monteres enkle bevegelses-detektorer i hvert rom vil besparelsen bli enda større, og man vil slippe problematikken med at lys blir stående påslått unødvendig.

Utskifting vil også gi et mer behagelig lys for studenter og ansatte å jobbe i, noe som er viktig i en utdanningsinstitusjon.

Vi vil endre driften av belysningsanlegget i form av mindre vedlikehold. Det vil ikke være pærer og tennere som må skiftes støtt og stadig, da LED-armaturene i dag har fast lyskilde med en mye lengre levetid.

5.3 Drøfting av varme

El-kjelen på 300kW varmer vannet til radiatoranlegget. Enkle tidsintervaller slår kjelen av og på, og disse må justeres manuelt etter årstider. I kalde perioder stilles den opp, og i varme perioder stilles den ned. Ellers i blokka er det varmeovner på enkeltrom som ikke har radiatorovner, samt en varmepumpe som varmer en av gangene kontorene.

El kjelen har flere effektnivå, men vi har tatt forbehold om at El-kjelen i snitt forbruker full effekt 1/6 av tiden, noe som betyr at den forbruker nesten 440.000 kW/t i året. Legger vi til varmeovner, varmepumpe er vi sannsynligvis oppe i 460.000kW/t.

Da det allerede er planlagt montering av luft til luft-varmepumpe som hoved-oppvarming til radiatoranlegget, har vi valgt å ikke prosjektere enda en løsning for dette.

Vi har vært innom to alternativer i prosjekteringen, som begge er aktuelle. Begge baserer seg på å bruke radiatoranlegget som allerede er i hele bygget:

- Drift av luft-luft varmepumpe og el-kjele med hjelp fra selvprodusert solenergi
- Drift av luft til luft-varmepumpe og el-kjele med optimalisert SD-anlegg

Dersom el-kjelen ikke blir utnyttet, blir den store investeringen litt bortkastet, og man må starte på nytt med de store engangsinvesteringene som skal lønne seg over tid. Denne er dyr i drift, men vil være utrolig viktig for å sikre at det alltid er nok energi til å holde varmeanlegget i gang, dersom den eventuelle varmepumpen ikke strekker til. Utenom å utnytte energien best mulig, er også et av hovedpoengene at det skal være riktig temperatur for de som oppholder seg på skolen.

Dersom varmeanlegget ville vært komplett integrert i et fungerende SD-anlegg, vil varmeanlegget starte når det må, og stoppe når det kan. Den vil kunne styres i henhold til effektforbruk ellers, samt spare i overkant av 70.000kW/t i året fra solceller. Denne oppsparte energien kan fordeles over de høyeste effekttoppene, slik at nettleien kan kuttes drastisk.

5.4 Drøfting av ventilasjon

De to ventilasjonsaggregatene som styrer ventilasjonen i dag, ble satt inn i 2001. De styres av SD-anlegget, basert på tidsfunksjoner som er manuelt lagt inn. Anlegget har vann-varmegjenvinner fra samme årstall, med ukjent effektivitet. Det er kablet opp til oksygen/co2 målere på de fleste klasserom, men dette er ikke ferdigstilt.

Dersom oksygenmålere blir inkludert i SD-styring, vil ventilasjonen gi luft der det trengs, når det trengs. I stedet for å skru seg av klokken 16, vil riktig mengde luft tilføres de plassene mennesker oppholder seg.

Når oksygenmåling etter hvert er oppe og går, bør man se om ventilasjonen klarer å levere nok luft iht. til de krav vi har summert opp i teorien. Man kan derfra vurdere oppgraderingstiltak for å sikre god nok luftkvalitet.

Ettersom andre leverandører av tilsvarende ventilasjonsanlegg har mulighet til å levere rehabiliteringsløsninger med tanke på energieffektivisering, er det sannsynlig at ABB kan det også. Om ikke i en pakkelsøsning, så i iallfall ved utskifting av enkeltkomponenter som vi vet har lavere energiforbruk i dag enn for 25 år siden. Vi anbefaler å sende en seriøs henvendelse til ABB, for å prisestimere en oppgradering av anlegget.

5.5 Drøfting av SD-anlegget

SD-anlegget som finnes fra før er ikke komplett, og fungerer ikke slik man ønsker. Det er gjort en del kabling til f.eks. oksygen/co2 målere som ikke er ferdigstilt. El-kjelen er også kablet og inkludert, men kun på rene tidsfunksjoner som må endres manuelt.

En del av SD-anleggets oppgave er å måle energiforbruket. Det fungerer heller ikke i dag da det fortsatt jobbes med å få i gang måling på hvert bygg, samt inkludering av alle de tekniske installasjoner.

Aller først, bør eksisterende kabling og inkludering ferdigstilles, slik at installasjonene som allerede er i drift kan fungere som tiltenkt. Deretter kan vi begynne å oppgradere og finpusse styringen, slik at det helhetlige bilde blir korrekt. Vi kan med enkle grep oppgradere styringene i blokka ved hjelp av bevegelserstyring som overordnet kontrolleres av SD-anlegget. Dette vil raskt senke strømforbruket, og gjøre blokka til et bedre sted å oppholde seg.

Ved montering av bevegelserstyring via SD-anlegget på hvert rom, vil vi sette en stopper for problemet med at lys blir stående på hele tiden, samt at ventilasjonen vil fungere som forventet i en utdanningsinstitusjon. Disse sensorene, kombinert med luftkvalitetsmålere, kan styre klimaet og belysningen i et rom utfra om det detekteres tilstedeværelse. Si at det er vanlig skoletime, og klasserommene er fylt opp av elever. Sensorer vi da detektere at det er mye aktivitet på klasserom, og lite aktivitet i kantine og i ganger. SD-anlegget vi da slukke lys der hvor ingen oppholder seg, og spjeld i ventilasjonskanalene vil sende mer frisk luft til klasserom, og mindre til andre rom. I friminutt eller lunsjtid vil motsatt prosess skje. På denne måten kan man ofte klare seg med et i utgangspunktet underdimensjonert ventilasjonsanlegg, fordi luften tilføres der mennesker oppholder seg. Under vedlegg kan det leses om systemløsning fra SINTEF. (Vedlegg 1)

5.6 Hvilke besparelser kan vi oppnå ved oppgradering?

Besparelsene på brygget vil være i flere former.

- Nettleien vil bli billigere, da vi vil kutte effekttoppene ved hjelp av bedre styring på tekniske installasjoner, samt kutte de høyeste toppene ved bruk av oppsamlet solenergi.
- Det totale strømforbruket vil senkes betraktelig av samme grunn, i tillegg til belysningen som vil bruke mindre strøm.
- Driftsbesparelsene vil være enorme, da anlegget i større grad vil styre seg selv. Mindre manuell justering av varme, luftkvalitet og belysning. Mindre pæreskift og «småutgifter» på vedlikehold og utskifting av defekte komponenter.

(Se vedlegg 3,4,5 og 6 for solceller og 8, 9 for belysning)

5.7 Hvordan vil driften av bygget endres med et effektivisert anlegg?

Vi vil på alle måter få et bedre, tryggere og enklere anlegg. Dette vil ha positive innvirkninger på både økonomi og bruk, og vil gjøre bygget til et bedre sted å oppholde seg. Oppsummert er dette de store endringene vi vil se:

- **Fra manuell til behovsstyrt drift**

Ved hjelp av et oppgradert SD-anlegg med ferdigstilte sensorer og intelligent styring, vil systemene automatisk tilpasse seg faktisk bruk av bygget. Temperatur, luftmengde og belysning justeres ut fra tilstedeværelse, CO₂-nivå og kalender – ikke faste klokkeslett.

- **Mer stabilt og effektivt inneklima**

Varmeanlegget vil sørge for riktig temperatur når og der det trengs, uten overoppheting eller underkjøling.

Ventilasjonen vil sikre tilstrekkelig friskluft i oppholdssoner, samtidig som den reduseres i ubrukte områder – noe som bedrer komfort og sparer energi.

- **Forenklet drift og redusert behov for tilsyn**

Systemene vil i større grad drifte seg selv, med SD-anlegget som overordnet kontrollinstans.

Driftspersonell får en mer overvåkende og analytisk rolle, der oppgaven i større grad blir å følge med på systemdata og gjennomføre justeringer ved behov – ikke å manuelt starte og stoppe installasjoner.

- **Bedre energiovervåking og rapportering**

Ved ferdigstilling og integrering av energimåling på bygget og hver teknisk installasjon, får man sanntidsdata og oversikt over hvor og når energien brukes.

Dette gir grunnlag for mer treffsikre tiltak, feilsøking og dokumentasjon – noe som er viktig både for økonomistyring og eventuelle støtteordninger (f.eks. Enova).

- **Reduksjon i effekttopper og nettleie**

Med smart energistyring kan man planlegge og spre belastningene gjennom døgnet, noe som reduserer effekttopper og dermed gir lavere nettleie.

Overskuddsenergi fra solceller kan lagres og brukes strategisk når belastningen er høyest.

- **Økt fleksibilitet og fremtidssikring**

Det oppgraderte systemet gjør bygget mer robust for fremtidige krav og endringer i bruksmønster, nye brukere eller utvidelser.

Systemet kan lettere tilpasses ny teknologi, som f.eks. utvidet solenergi, batterilagring, eller flere varmepumper.

6 Oppsummering og konklusjon

6.1 Oppsummering

Forskningsspørsmål	Kort redegjørelse/oppsummering av funn
Hvordan fungerer lys, varme og ventilasjon i dag?	Per dags dato er det ulik styring av lys i bygget, det blir benyttet bevegelsessensor i deler av bygget, men ikke i alle rom. Oppvarming av bygget består i størst grad av en el-kjele, det benyttes også små elektriske ovner i enkelte rom. Ventilasjon i bygget består av to ventilasjonsaggregat som skifter ut luften i rommene samtidig som varme gjenvinnes i varmevekslere. Det er kablet klart for oksygenmålere som skal tilkobles SD-anlegget i fremtiden.
Hvor stort er energiforbruket i dag?	Det er et total forbruk av alle skolebyggene på 2 103 760kWh. Er nylig blitt montert undermålere og det er ikke lagret ny månedsmåling.
Hvilke tiltak kan gjøres med lys, varme og ventilasjon for å effektivisere dette?	Det kan gjøres tiltak med belysning ved å skifte til LED, ca. 40% av lysarmaturene i bygget er byttet ut med LED-armaturer. Oppvarming av rom kan effektiviseres med bruk av nattsinking og samstyring med ventilasjon.
Hvordan vil driften av bygget endres med et effektivisert anlegg?	Driften av bygget vil kunne bli enklere med et komplett SD-anlegg. Siden man da kan overvåke og styre funksjoner og utstyr.
Hvilke krav må vi ta hensyn til når vi skal oppgradere anlegget?	Det må tas hensyn til krav som stilles for luft, temperatur og belysning i skolebygg.
Hvilke besparelser kan vi oppnå ved oppgradering?	Det er mulig å oppnå gode besparelser ved både energibruk og kostnad. Dette vil avhenge hvilke valg som blir tatt i forhold til effektivisering. En faktor vil også være hvor mye ressurser og penger som skal brukes til oppgradering.
Finnes det støtteordninger som kan gjøre eventuelle investeringer billigere?	ENOVA kan bidra med opptil 30% av kostnadene for å energi effektivisere med et øvre tak på 10 millioner kroner.

(Figur 6.1)

6.2 Konklusjon

Vår hovedproblemstilling var:

«Hvordan kan vi energi effektivisere bygg A på Hadsel videregående skole, avdeling Melbu studiested»

Ved å innhente informasjon, prosjektere og drøfte løsninger, har vi konkludert med følgende:

- Ved utskifting av resterende lysarmaturer over til LED med bevegelsessensor vil man kunne redusere energiforbruket på belysning betraktelig. Byggets totale forbruk i løpet av et år er beregnet til 41,040kWh slik det står nå, ved oppgradering vil det kunne bli redusert til 7 934kWh som er en markant nedgang. Det er en nedgang på 88% på dette området.
- Det anbefales å installere solcelleanlegg på skolen, da di vil kunne produsere strøm til eget forbruk og selge eller lagre overskuddsstrømmen. Forslaget vi legger frem vil kunne produsere i overkant av 70.000 kWh. Dette vil være et stort bidrag til økning av bærekraft gjennom produksjon samt få ned effektoppene. Installasjonen vil også bidra til reduksjon av nødvendig elektrisk kraft i forbindelse med installasjon av varmepumpe. I tillegg vil det spare miljøet med minsket utslipp av CO2 som følge av egenproduksjon av kraft som er utslippsfri.
- Ved å oppgradere ventilasjonsanlegget med å bytte ut spjeld, varme- og kjølebatterier, varmevekslere og vifter vil man kunne få et mer effektivt anlegg. Man kan da oppnå opptil 25% besparelse på vifter og 15-35% på varmegjenvinnere. Man kan oppnå opp mot 50% energibesparelse med full oppgradering og SD-styring på viftedrift.
- De delene av SD-anlegget som er klargjort, planlagt, eller av en eller annen grunn ikke ferdigstilt bør ferdigstilles så raskt som mulig. Dette er grunnstyringen til hele den tekniske installasjonen, som skal sørge for at systemene kommuniserer og fungerer som tiltenkt.

I totalregnskapet vil disse endringene vi har beregnet oss frem til ha stor innvirkning på økonomien til skolen. Dette hjelper til når alt blir dyrere, da skoler generelt har anstrengt økonomi på grunn av dette. Tilskudd fra stat/kommune er ofte uendret fra år til år, og det tas ikke hensyn til økte utgifter. Skoler må derfor spare der de kan.

Klima regnskapet blir også forbedret med mange tonn CO2 pr år. Dette med klima blir viktigere og viktigere for at vi skal nå våre klima mål. En viktig bidragsyter til klimaforbedringer er nettopp offentlige bygg og skoler. Disse henger etter, nettopp på grunn av anstrengt økonomi. En jevn forbedring her vil bidra mye til fellesskapet. Flere fremtidsrettede forbedringer er nødvendig for at det skal være bærekraftige samfunn i fremtiden også.

7 Referanser og henvisninger

Alle referanser og henvisninger er funnet på internett.

[1] [Støtte til forbedring av energitilstand i yrkesbygg | Enova | Enova](#)

[2] [FNs bærekraftsmål](#)

[3] <https://e-magazine.asiamedia.vn/cong-nghe-led-light-emitting-diode/>

[4] <https://www.ledyilighting.com/no/a-comprehensive-guide-to-led/>

[5] <https://snl.no/diode>

[6] <https://snl.no/halogenp%C3%A6re>

[7] <https://snl.no/lysp%C3%A6re>

[8] https://snl.no/lysr%C3%B8r?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw47i_BhBTEiwAaJfPpntjSMFbctdlhum8vJnRw1Gei8txYGRtLCYzauiaXsNG1JF40qsXyRoC0acQAvD_BwE

[9] [Solcellekraft.no](#)

[10] [Installasjon av solcelleanlegg hos TKS - TKS Agri](#)

[11] [Vurderer du å installere solcelle anlegg? - Norgesnett](#)

[12] [solceller – Store norske leksikon](#)

[13] [SD-ANLEGG | automatisert drift av bygningstekniske anlegg- EM Systemer](#)

[14] [SD-anlegg – IPS – Ingeniørfirmaet Pål Skomedal AS](#)

[15] https://lhc.no/om_oss/nyheter/lysrør-med-kvikksolv-fases-ut-i-2023/

[16] <https://www.tek.no/nyheter/nyhet/i/9z3Wzw/naa-blir-halogenstifter-og-lysstoffrør-forbudt>

[17] <https://snl.no/lysr%C3%B8r>

[18] <https://www.itbguiden.no/tverrfaglig-koordinering/riv-vvs/varme/?cn-reloaded=1>

[19] <https://usercontent.one/wp/www.itbguiden.no/wp-content/uploads/2018/05/varme-fig-2.png>

[20] <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klimasats/2023/klimavennlig-transformasjon-av-bygland-kommunehus/>

[21] <https://slk.no/aktuelt/balansert-ventilasjon-alt-du-trenger-a-vite/>

[22] [SD-ANLEGG | automatisert drift av bygningstekniske anlegg- EM Systemer](#)

- [23] [§ 13-1. Generelle krav til ventilasjon - Direktoratet for byggkvalitet](#)
- [24] <https://www.swegon.com/no/guider/tekniske-guider/ulike-varmevekslertyper/>
- [25] [bravent-veileder-for-brannteknisk-prosjektering-av-ventilasjonsanlegg-i-skolebygg.pdf](#)
- [26] <https://portal.ems.enova.no/bygg/9d98ed02-594b-49d0-a430-78c6d40da862/energiattest>
- [27] <https://www.fortum.com/no/strom/strompriser/historiske-strompriser>
- [28] SI-rack.de
- [29] <https://noen.no/aktuelt/bbc-storyworks-renovating-norway-s-shared-ownership-homes/f%C3%B8ynland-skole-har-installert-bergvarme>
- [30] <https://a.storyblok.com/f/108972/x/6125484c83/brosjyre-systemair-upgrade.pdf>
- [31] <https://www.sg-as.com/nb/produkter/sense-surface>
- [32] <https://solljus.se/sv/led-flimmer-vad-ar-det/>
- [33] <https://snl.no/grunnvarme>
- [34] <https://www.sg-as.com/nb/verktoy>
- [35] <https://www.ngu.no/geologiske-ressurser/lukkede-systemer>
- [36] <https://www.enova.no/privat/hjelp-og-veiledning/>
- [37] <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2024/des/bygningsenergidirektivet-2024/id3097580/>
- [38] <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-4>
- [39] <https://www.enova.no/energimerking/om-energimerkeordningen/>

8 Vedlegg

Vedlegg 1

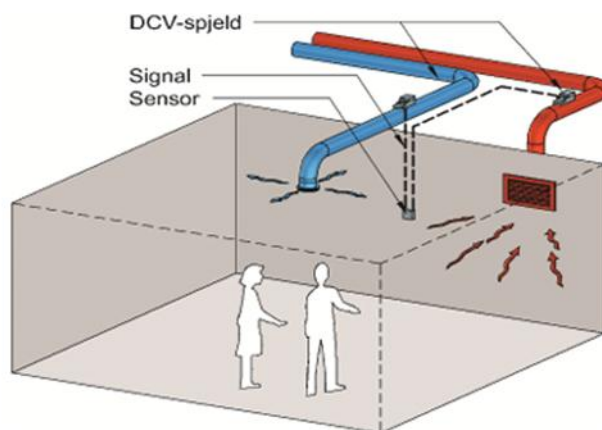
4.2 VAV og DCV

VAV står for "Variable Air Volume" og er en benevnelse som brukes for alle typer anlegg der luftmengden varierer. Det kan for eksempel være minimum/maksimum eller behovsstyrt ventilasjon.

DCV står for "Demand Controlled Ventilation", eller behovsstyrt ventilasjon. Et DCV-anlegg er VAV-anlegg som regulerer trinnløst i hver sone i forhold til tilbakemelding fra sensor i samme sone (for eksempel et klasserom). Dette er den mest presise form for behovsstyring som muliggjør å ivareta et godt inneklima med minimum energibruk. Et VAV-anlegg omfatter også anlegg som har en upresis behovsstyring som for eksempel regulering etter CO₂-nivå i avtrekkskanal som er felles for flere rom. Et DCV-anlegg er alltid et VAV-anlegg, men et VAV-anlegg er ikke alltid et DCV-anlegg.

4.2.1 Systemløsning på romnivå

På romnivå har den vanlige løsningen vært balansert ventilasjon med DCV-spjeld på tilluft og avtrekk regulert i parallell basert på signal fra sensor. En bedre løsning er at alle klimatiseringsprodukter som DCV-spjeld, sensorer og annet kjøle- og varmeavgivende utstyr kobles inn på en romregulator for optimal regulering uten risiko for samtidig varme- og kjølepådrag. Se Figur 1.



Figur 1 Behovsstyrt ventilasjon i et rom. En sensor måler temperatur og CO₂ i rommet og gir signal til et DCV-spjeld som regulerer luftmengden etter den målte tilstanden. Figuren er hentet fra SINTEF Byggforskserien 552.323 [9].

Vedlegg 2

Intervju med Stian Endresen: |

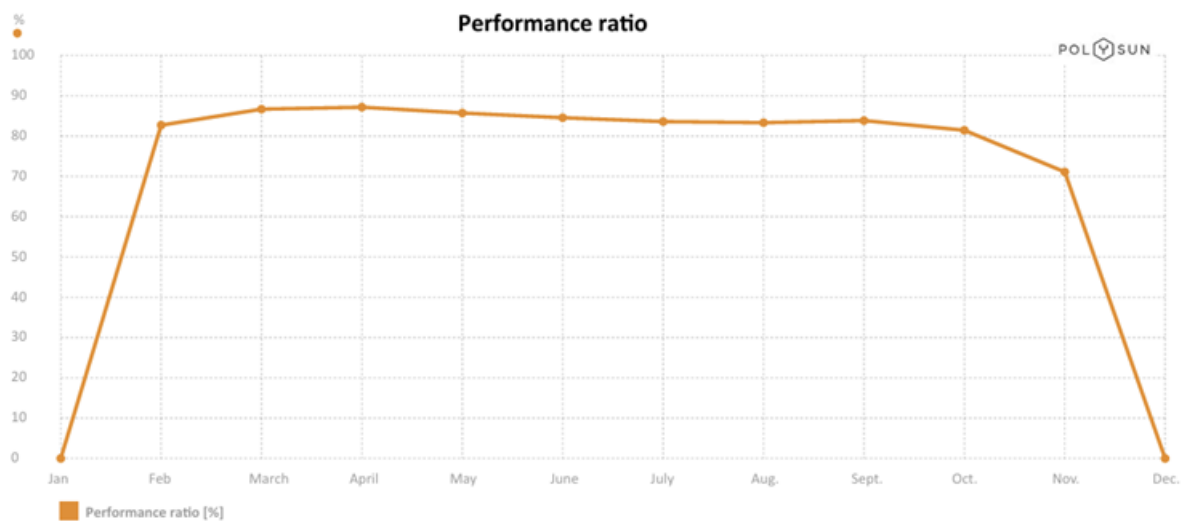
Melbu 24.10.24

1. Hvem er du, og hvilken funksjon har du på skolen?
2. Svar: Stian Endresen, har ansvaret for tekniske installasjoner ved bygget og er driftssjef på stedet.
3. Hva er hoved oppvarmings kilden til bygget?
Svar: El-kjele og elektrisk oppvarming
4. Er all belysning ved skolen byttet ut med nye led lys?
Svar: Nei, kun 40% av belysningen er byttet til moderne armaturer.
5. Hvilket styresystem er benyttet for sentral styring av tekniske installasjoner?
Svar: SD-anlegg.
6. Hva er installert av ventilasjonsprodukter på bygget?
Svar: Blokka inneholder totalt 2 ventilasjon aggregater.
7. Er det en oversikt over totalt strømforbruk på bygget?
Svar: Nei, har kun oversikt over totalt strømforbruk på hele bygningsmassen.
8. Er blokka energimerket?
Svar: Ikke energimerking.
9. Er det vurdert montasje av solcelleanlegg?
Svar: Ja, men det er dyrt.
10. Skulle blokka tilknyttes fjernvarmeanlegget til skolen?
Svar: Nei, men det skal installeres vanlig varmepumpe på vannsystemet til radiatorer.
11. Er sløsing med oppvarming i bygget blitt redusert/kommet under kontroll?
Svar: Begynner å bli bedre. Det jobbes kontinuerlig med dette.
12. Er strøm målere montert for hvert bygg nå?
Svar: Ja.
13. Er det planlagt noen større ombygginger eller større forbedringer på skolen inneværende år? - I så fall hvilke?
Svar: Nei, kun varmepumpe.
14. Hvor stor andel av belysningen styres via bevegelsessensor/tilstedeværelse?
Svar: All led belysning har bevegelses sensor.
15. Mottar dere noen form for støtte til drift/rehabilitering utenom det fylkeskommunen betaler i utgangspunktet?
Svar: Nei.
16. Er det noe luft-kvalitets måling på hvert rom ift. Ventilasjon? Eller styres den av på i gitte tidspunkt?
Svar: Ikke montert ennå.

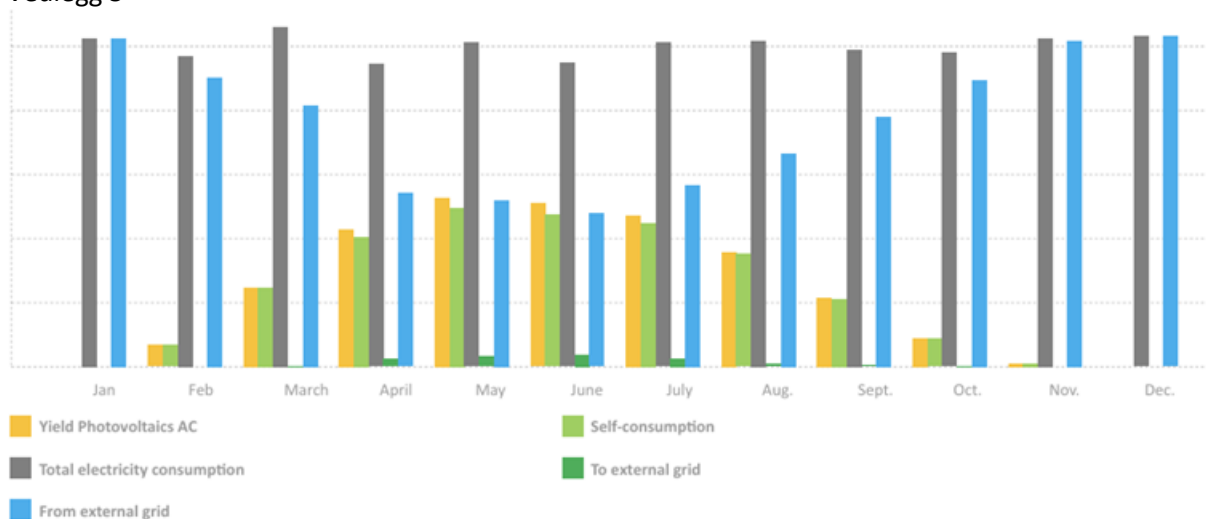
Vedlegg 3

Photovoltaic system		
PV generator power	102.60 kW	
① Nominal power of all modules according to STC (standard test conditions)		
Specific annual yield	710.57 kWh/kWp/a	
① Energy production of inverters per kWp		
Plant utilization rate (performance ratio)	84.76 %	
① Relationship between the actual and theoretical possible energy yield of the system		
PV energy yield (AC grid)	72,904.49 kWh	
① Amount of energy at the grid feed-in point in the first year		
PV generator area	455.57 m ²	
① total gross area of all PV modules		
Avoided CO² emissions	43,742.69 kg	
① based on the CO ² emissions that would normally be emitted by gray electricity production without PV energy yield		

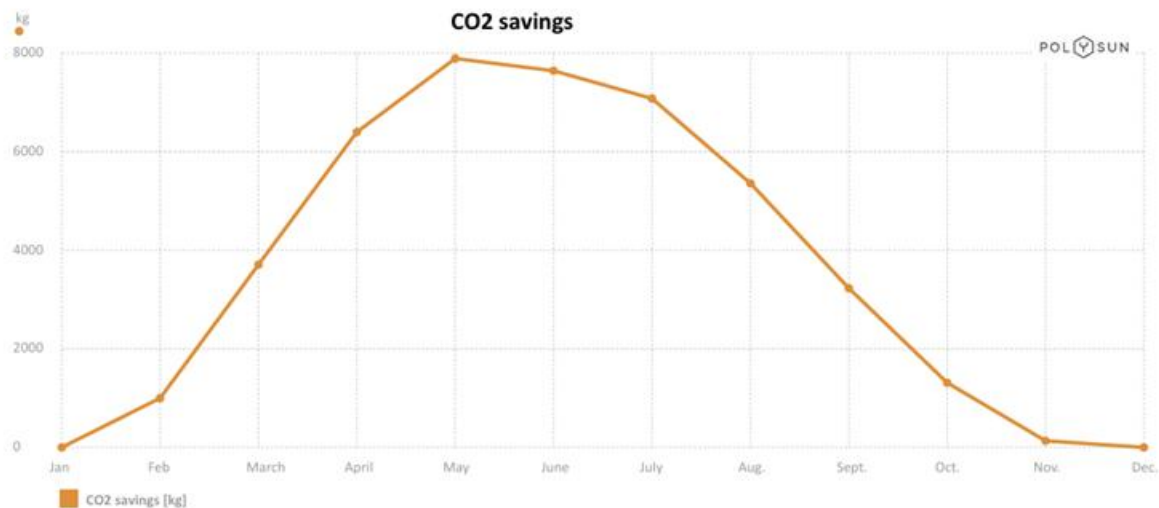
Vedlegg 4



Vedlegg 5



Vedlegg 6



Vedlegg 7

Datablad for solcellepaneler vi har valgt å bruke i beregningen:

Manufacturer:	Solarwatt GmbH
Name	SOLARWATT Panel vision M 5.0 black 450W
Width [mm]:	1134
Height [mm]:	1762
Thickness [mm]:	35
Framing:	Aluminum
Weight (kg)	24.8
Nominal Power [Watt]:	450
Module Type:	Monocrystalline
Installation:	On Both Sides
Frame color	Black
Temperature coefficient [%/°C]:	-0.29
Efficiency STC:	0.225
Output current MPP - STC [A]:	13.5
Output voltage MPP - STC [V]:	33.2
Short circuit current [A]:	14
Open circuit voltage [V]:	39.8
Temperature coefficient Current [%/K]:	0.05
Temperature coefficient Voltage [%/K]:	-0.25
Max. System voltage EU:	1000
Max module backcurrent [A]	30
Galvanic separation required:	No

Vedlegg 8

SG Energiberegning



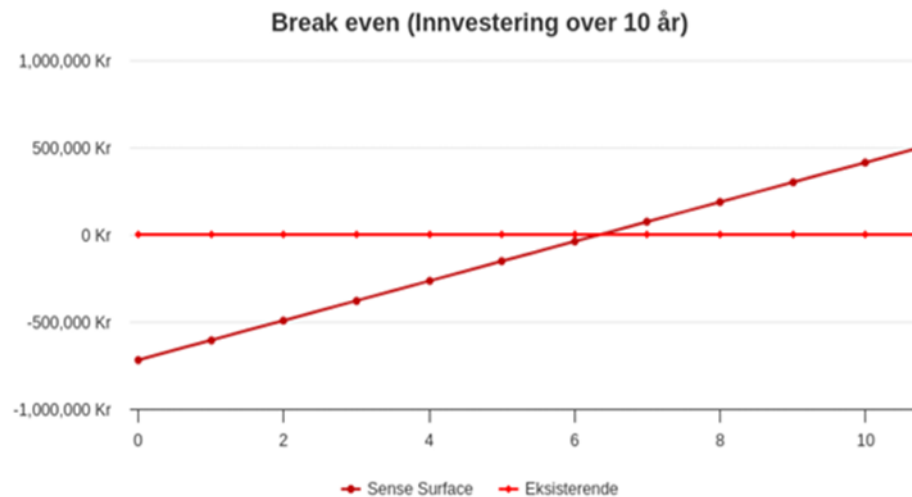
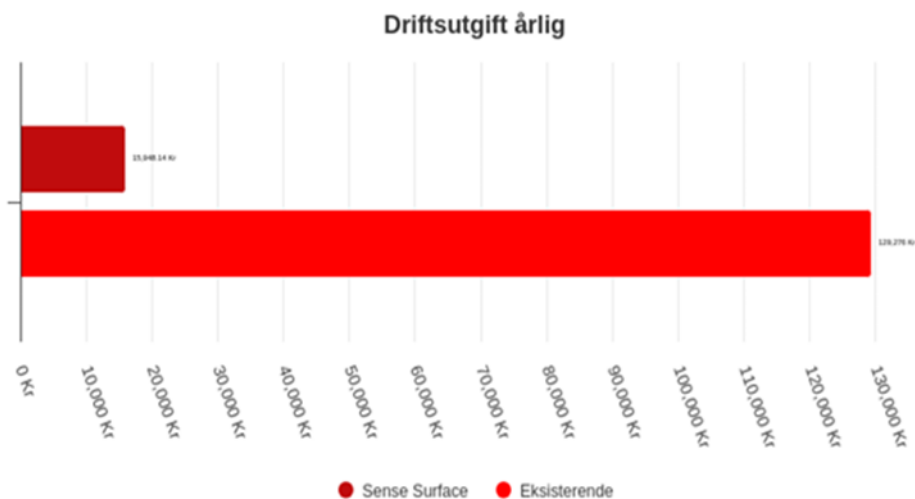
Utskifting til LED Melbu vgs blokk A

Informasjon	Eksisterende	Sense Surface
EI-nummer		212360
Antall armaturer	180	180
Lyskilde effekt	120 W	29 W
Antall lyskilder i armatur	1	1
Levetid pr lyskilde (timer)	10,000	100,000
Forkobling %	25 %	0 %
Bruktid (årlig)	1,520	1,520
Kwh pris	3.00 Kr	3.00 Kr
Pris pr lyskilde	75.00 Kr	0.00 Kr
Pris pr lyskildeskift	150.00 Kr	0.00 Kr
'Cut Off' med Dip Switch eller DALI	100 %	100 %
Reduseringsfaktor (Bevægelse- eller Dagslys-sensor)	0 %	33 %
Forbruk installasjon	Eksisterende	Sense Surface
Effekt installasjon	27.0 kW	5.2 kW
Effekt installasjon etter 'Kutt av' med Dip Switch eller DALI	27.0 kW	5.2 kW
kWh forbruk årlig installasjon	41,040.00 kWh	7,934.40 kWh
Årlig kWh besparelse ved bruk af 'Kutt av' med Dip Switch eller DALI	0.00 kWh	0.00 kWh
Årlig kWh besparelse ved bruk af Sensor (Bevægelse eller Dagslys)	0.00 kWh	2,618.35 kWh
Årlig kWh besparelse, total	0.00 kWh	35,723.95 kWh
Kwh forbruk årlig	41,040.00 kWh	5,316.05 kWh
Energiutgift årlig kr/kwh	123,120.00 Kr	15,948.14 Kr
Energibesparelse kr årlig	0.00 Kr	107,171.86 Kr
Vedlikehold	Eksisterende	Sense Surface
Antal år mellom lyskildeskift / armaturskift	7	199
Utgift utskifting over 10 år	61,560.00 Kr	0.00 Kr
Driftsutgift årlig	Eksisterende	Sense Surface
Driftomkostning pr år	129,276.00 Kr	15,948.14 Kr
Driftbesparelse pr år	0.00 Kr	113,327.86 Kr
Driftbesparelse %	0 %	88 %
Pris for ny installasjon	Eksisterende	Sense Surface
Pris pr armatur	0.00 Kr	3,000.00 Kr
Pris pr installasjon	0.00 Kr	1,000.00 Kr
Total investering	Eksisterende	Sense Surface
10 årig investering i alt	Kr	720000 Kr
Tilbakebetalingstid for investering (år)	0.0	6.4
CO2 besparelse tonn årlig	0.0	10.7
Dato for break even		09-2031

SG Energiberegning



Utskifting til LED Melbu vgs blokk A



Programkriterier for Forbedring av energitilstand i yrkesbygg

Om støtteordningen

Gjennom denne støtteordningen gis det tilskudd for å investere i energiltak i yrkesbygg. Støtteordningen er særlig relevant for bygninger som har et betydelig potensial for forbedring av energistandard. Det er konkurranse om støttemidlene.

Søker skal oppgi dagens energitilstand, og hvor stor energiforbedring man vil oppnå ved å gjennomføre energiltak, angitt som beregnet levert energi ved normalklima. Det vil si et mål for hvor mange kilowattimer beregnet levert energi som vil reduseres etter at energiltak er gjennomført, sammenlignet med dagens tilstand.

Minstekravet for å kunne søke er mål om 20 % energiforbedring. Alle energiltak som bidrar til å redusere beregnet levert energi kan støttes. Det er opp til søker å velge hvilke tiltak man gjennomfører for å nå målet.

Dersom målet ikke nås, vil støtten avkortes (mer om dette under overskriften «utbetaling av støtte»). For å fastsette et realistisk mål, og å velge hensiktsmessige energiltak for å nå målet, bør søker rådføre seg med energirådgiver, energitjenesteleverandør eller annen energifaglig kompetanse før søknaden sendes inn til Enova.

Formål

Formålet med støtteordningen er å øke etterspørselen etter energiltak i bygg, øke andelen energimerkede yrkesbygg, økt bruk av grønn finansiering til energieffektiviseringsprosjekter, og å bidra til et større profesjonelt marked for energitjenester.

Virkemiddel og støttenivå

Virkemiddel: Investeringsstøtte. Støtte under dette programmet tildeles basert på konkurranse der bare de mest kostnadseffektive prosjektene vil motta støtte.

Vedlegg 11

Støtten kan utgjøre inntil 30 % av godkjente dokumenterte kostnader, oppad begrenset til 10 millioner kroner. Godkjente kostnader er dokumenterte kostnader for innkjøp av materiell og tjenester, samt dokumenterte timekostnader for ansatte i søkerforetaket. Detaljer om godkjente kostnader finnes i dokumentet «Virkemiddel investeringsstøtte» på støtteordningens nettside.

Tilskudd fra Enova faller inn under EØS-avtalens definisjon av statsstøtte og rammen for våre ordninger er derfor fastsatt av EØS-avtalens regler om statsstøtte. Reglene er satt for å hindre uønsket konkurransevridning og negativ innvirkning på samhandelen i EØS-området. EØS-avtalen inneholder et generelt forbud mot statsstøtte, men det er flere unntak fra dette forbudet som gjør at statsstøtte likevel kan tillates der det er nødvendig for å oppnå visse formål.

Det støtterettslige grunnlaget for dette programmet er:

Ordningen "Forbedring av energitilstand i yrkesbygg" innmeldt under GBER for mer informasjon se [enova.no/esa](https://www.enova.no/esa).

Støtten dekkes av gruppeunntakets artikkel 38a – Investment aid for energy efficiency measures in buildings

Se beskrivelser av unntaksbestemmelsene på siden <https://www.enova.no/esa>.

Kvalifikasjonskriterier

Kvalifikasjonskriteriene er absolutte krav som må være oppfylt for at søknaden skal bli vurdert.

Søkeren

1. Er eier/leietaker av yrkesbygg, og er registrert med organisasjonsnummer i Enhetsregisteret.
2. Skal være økonomisk ansvarlig for prosjektet og rapportere resultatene. Rådgivere og andre kompetente aktører kan bistå prosjekteier, men ikke stå som søker.
3. Er solvent og ikke i økonomiske vanskeligheter. I dette ligger at virksomheten må ha tilstrekkelig kapital til sin normale drift og til finansiering av prosjektet. Se for øvrig dokumentet «Informasjon og generelle krav» på støtteordningens nettside.

Prosjektet

1. Skal gjelde investeringer i energitiltak i yrkesbygg. Tiltakene skal redusere beregnet levert energi ved normalklima med minimum 20 % for hvert bygg som omfattes av søknaden.
 - o Dersom et bygg består av ulike bygningskategorier som er energimerket hver for seg, kan det søkes om støtte til å investere i energitiltak i en eller flere av disse. Tiltakene skal da redusere beregnet levert energi ved normalklima med minimum 20 % for hver bygningskategori (energiattest) som omfattes av søknaden.
2. Skal gjennomføres og ferdigstilles innen 25 måneder etter at gjeldende søknadsfrist har passert.
3. Kan ikke inkludere kostnader og forpliktelser som er påløpt før søknadstidspunktet.
4. Kan ikke inkludere tiltak som øker mengden elektrisitet til oppvarmingsformål.
 - o Unntak fra dette er dersom lovlig fossil varmekilde erstattes med varmepumpe, eller hvis det installeres varmepumpe som utnytter overskuddsenergi fra prosesser i bygningen til eget bruk.
5. Kan ikke omfatte bygninger som tidligere har mottatt investeringsstøtte fra denne støtteordningen.

Vedlegg 12

6. Kan ikke omfatte bygninger som tidligere har mottatt investeringsstøtte fra Enova, og hvor prosjektet ennå ikke er avsluttet.
7. Kan ikke omfatte bygninger hvor det planlegges hovedombygging som utløser krav om oppgradering til TEK17.
8. Kan ikke omfatte bygninger hvor det planlegges bruksendring eller som skal omreguleres fra en type bygning til en annen, f.eks. fra næring til bolig.
9. Kan ikke omfatte kostnader forbundet med energimerking av bygninger.

Formelle krav til søknaden

1. Søknaden kan omfatte en eller flere bygninger/bygningskategorier.
2. Søknaden kan bare omfatte bygninger/bygningskategorier som er **energimerket** og som har en offisiell energiattest.
3. Det skal vedlegges offisiell energiattest for bygningene/bygningskategoriene som omfattes av søknaden. Energiattest må være datert etter 15.06.2015 og representere dagens energistandard.
4. I søknaden skal det oppgis **beregnet levert energi ved normalklima** for bygningene/bygningskategoriene som omfattes av søknaden, angitt i kilowattimer (kWh). Tallet finner dere i energiattesten.
5. I søknaden skal det oppgis hvor stor energiforbedring man vil oppnå ved å gjennomføre de planlagte energiltakene (differansen mellom beregnet levert energi ved normalklima før og etter tiltak), angitt i kilowattimer (kWh). Det anbefales å få bistand fra en energirådgiver eller lignende for å beregne energiforbedringen.

Vedlegg 13

Energiattesten omfatter:

Energimerket

Består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter.

Energikarakteren

Går fra A (best) til G (svakest). Karakteren gir en samlet vurdering av bygningens energibehov, det vil si antall kilowatt-timer som bygningen eller boligen er beregnet å trenge per kvadratmeter for normal bruk. Energikarakteren er basert på en beregning av levert energi, uavhengig av faktisk målt energibruk.

Oppvarmingskarakteren

Gir informasjon om energibehovet til oppvarming av rom og tappevann kan dekkes av andre energikilder enn strøm og olje. Oppvarmingskarakteren sier ingenting om hvor mye energi bygningen eller boligen bruker, kun i hvilken form denne energien kan brukes ut fra det oppvarmingsutstyret som er oppgitt.

Målt energibruk

Oppgis i attesten kun når eier har oppgitt det. For yrkesbygg er dette obligatorisk, mens det for boliger er frivillig. Dersom eieren har oppgitt målt energibruk for de siste tre år, så vil gjennomsnittet bli gjengitt i energiattesten.

Tiltaksliste

Viser til tiltak som kan bidra til å gjøre boligen mer energieffektiv, redusere energibruken og slik vil kunne spare penger. Tiltakslisten er mindre konkret jo færre detaljerte opplysninger som er gitt.

Sammendraget

Gjengir de viktigste dataene som er oppgitt som grunnlag for energimerkingen. Dette er viktig informasjon for nye eiere. Selger har plikt til å oppgi korrekte opplysninger, og åpenbart gal informasjon kan kjøper ta opp med selger i etterkant.