

ENERGILEDELSE OG ENERGIEFFEKTIVISERING I BYGG

ENERGY MANAGEMENT AND ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS

OLA KVALE OG SINDRE DYVE GAUSTAD

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR MATEMATISKE REALFAG OG TEKNOLOGI
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2011



Forord

Denne oppgaven er siste del i masterstudium Industriell Økonomi ved universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås. Sindre startet høsten 2006 og Ola høsten 2007. Begge har valgt bygg- og arkitektur som fordypning.

Bakgrunnen for å skrive denne oppgaven var at vi begge så behovet for energieffektivisering generelt i samfunnet. Gjennom studiet, erfaringer ved universitetet og påvirkninger fra andre aktører fikk vi en følelse av at mye kunne forbedres ved relativt enkle grep. Sørhellinga ble valgt som bygg fordi vi hadde noe kjennskap til det gjennom studiene. I tillegg var bygget interessant siden det ble rehabilitert i 2008 og flere mente at energibruken var altfor høy.

Hoveddelen av arbeidet har blitt gjort våren 2011, som har vært perioden satt av til oppgaven, men planleggingen startet allerede våren 2010. Vi har jobbet jevnt og stort sett har det gått bra, selv om noen hindringer har oppstått. Noe problemer oppstod som følge av at UMB skiftet ut sitt energioppfølgingsystem i januar. Det nye systemet var ikke fullt operativt før i april, noe som gjorde at vi ikke fikk benyttet det slik vi ønsket. Problemer til tross, oppgaven ble fullført på tiden.

En lang rekke personer har på forskjellig vis bidratt til denne oppgaven. Alle kan ikke nevnes her, men en liste er lagt ved under vedlegg. Likevel ønsker vi spesielt å takke vår veileder Tormod Aurlien for god veiledning og en hyggelig tone under hele arbeidet. Videre vil vi spesielt takke Jan Erik Jensen, senioringeniør Statsbygg, og Magne Fahre, driftsleder ved Rosenholm Campus. Jan Erik Jensen har med sin erfaring fra Statsbygg hjulpet oss med oppgavetekniske ting så vel som kvalitetssikring av opplysninger om bygget. Magne Fahre har gitt oss gode eksempler fra driften på Rosenholm Campus og har vært en inspirasjon til arbeidet med oppgaven.

Ås, 12. mai 2011

Sammendrag

Implementering av energiledelse og energieffektivisering i bygg er en av de enkleste og billigste måtene for å redusere energiforbruket. Imidlertid kan det synes som mange organisasjoner ikke utnytter det fulle potensialet av de allerede eksisterende mulighetene. Dette virker å være spesielt gjeldende for offentlige organisasjoner, som ofte mangler insentiver og eierskapsfølelse.

Denne oppgaven tar sikte på å identifisere hvilke muligheter som oppstår ved å implementere energiledelse og energieffektivisering av bygg. I denne prosessen vil Sentral Driftskontroll og energioppfølgingssystemer være viktige verktøy for å optimalisere driften.

Studien er i stor grad utført etter kvalitative forskningsmetoder, med datainnsamling i form av intervjuer og konferanser. Videre har det blitt benyttet kvantitativ metode ved bearbeidelse av energimålinger.

Rapportens hovedfunn er energiledelse og energieffektivisering er enkelt i seg selv. På grunn av organisasjonskultur og brukeradferd vil imidlertid endringer kunne være vanskelig å gjennomføre. Denne oppgaven viser at tiltak som endringer av driftstider, luftmengder og temperatur, samt styring av belysning gir muligheter for store besparelser.

Abstract

Implementation of energy management and energy efficiency in buildings is one of the easiest and cheapest ways to reduce energy consumption. However, it appears that many organizations do not exploit the full potential of the already existing possibilities. This seems to be particularly applicable to public organizations, which often lack incentives.

This paper aims to identify the opportunities that arise by implementing energy management and energy efficiency of buildings. In this process, control systems and energy monitoring systems are important tools to optimize the use of the systems.

This study is mainly carried out by qualitative research methods. Data collection has been done in the form of interviews and conferences. Furthermore, quantitative methods has been used in processing the energy measurements.

The report's main finding is that energy management and energy efficiency is easy in itself. Because of the organizational culture and user behavior, however, changes could be difficult to implement.

This study shows that changes in operating hours, air and temperatures as well as lighting control makes significant savings possible.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning og problemstilling	7
1.1	<i>Bakgrunn</i>	7
1.2	<i>Problemstilling</i>	9
1.3	<i>Avgrensninger</i>	9
1.4	<i>Sørhellinga – kontor-, undervisnings-, og laboratoriebygg</i>	10
1.4.1	Hvorfor Sørhellinga?	10
1.4.2	Historie	11
1.4.3	Sørhellinga etter rehabiliteringen	13
1.4.4	VVS - tekniske spesifikasjoner	14
1.4.5	Elektrotekniske anlegg	16
1.4.6	SD – anlegg og energioppfølgingssystem og på Sørhellinga	17
1.4.7	Lysstyring på Sørhellinga	18
2	Teori	25
2.1	<i>Energiledelse</i>	25
2.1.1	Viktige faktorer i energiledelse:	26
2.1.2	Et eksempel fra forsvarsbygg sin energiledelse:	26
2.1.3	Tradisjonelle ENØK tiltak av teknisk eller holdningsskapende art:	27
2.1.4	Eksempler på grunner til at tiltak ikke blir gjennomført:	27
2.1.5	Hvorfor energiledelse?	28
2.1.6	Organisering og kommunikasjon	28
2.1.7	Energimerking	29
2.1.8	Politiske føringer	30
2.1.9	Et eksempel på energiledelse	30
2.2	<i>EOS</i>	32
2.2.1	Funksjoner i et energioppfølgingssystem	33
2.3	<i>Drift</i>	33
2.4	<i>Kyoto-pyramiden</i>	35
3	Empiri	37
3.1	<i>Universiteter og høyskoler</i>	37
3.1.1	Høgskolen i Østfold – Halden	39
3.2	<i>Rosenholm Campus</i>	40
3.2.1	Eksempel på energioppfølging fra Rosenholm Campus	43
3.3	<i>Energiledelse ved UMB</i>	45
3.3.1	SWOT-analyse	46
3.3.2	Økonomi og støtteprogrammer	47
3.3.3	Potensial	48
3.4	<i>Dagens svakheter</i>	51
3.4.1	Struktur og organisering	51
3.4.2	Rutiner	51
3.4.3	Eierskap og tilhørighet	51
4	Metode og forsøksplaner	53
4.1	<i>Hypotese 1 - Feriedrift</i>	54
4.1.1	Bakgrunn	54
4.1.2	Formål	55
4.1.3	Gjennomføring	55
4.2	<i>Hypotese 2 - Lysstyring</i>	56
4.2.1	Bakgrunn	56
4.2.2	Formål	57
4.2.3	Gjennomføring	57
4.3	<i>Hypotese 3 – Viftefart</i>	58

4.3.1	Bakgrunn	58
4.3.2	Formål	58
4.3.3	Gjennomføring	58
5	Resultater og diskusjon	59
5.1	<i>Driftsinnstillinger – tre faser i året</i>	59
5.1.1	Ferieavvikling og helgedrift	59
5.1.2	Normal drift	60
5.1.3	Eksamensperioder	60
5.1.4	Oppsummering	61
5.2	<i>Hypotese 1 - Feriedrift</i>	61
5.2.1	Gjennomførte tiltak	62
5.2.2	Resultater	63
5.2.3	Tilbakemeldinger	65
5.2.4	Diskusjon	66
5.3	<i>Hypotese 2 – Lysstyring</i>	67
5.3.1	Gjennomførte tiltak	67
5.3.2	Resultater	68
5.3.3	Utfordringer og muligheter	70
5.3.4	Mulige besparelser	77
5.4	<i>Hypotese 3 – Redusert viftefart gir redusert energibruk</i>	80
5.4.1	Diskusjon	81
5.4.2	Driftsinnstillinger ventilasjonsaggregater ved "vanlig drift"	82
5.4.3	Energibesparelse	83
5.5	<i>Ventilasjonsaggregatenes soner</i>	85
6	Konklusjon	87
7	Videre arbeid	93
7.1	<i>Steg 1</i>	93
7.2	<i>Steg 2</i>	93
8	Bibliografi	95
8.1	<i>Muntlige kilder</i>	95
8.2	<i>Elektroniske kilder</i>	95
8.3	<i>Litteratur</i>	95
9	Vedlegg	97
9.1	<i>Spørreundersøkelse</i>	97
9.2	<i>Strømforbruk ventilasjonsaggregater</i>	98
9.3	<i>Oversikt over fordeling av ventilasjonsaggregater</i>	99
9.4	<i>Bidragstere</i>	100
9.5	<i>Energimålinger uke 51 og 52</i>	101
9.6	<i>Kveldsbefaringer</i>	106

1 Innledning og problemstilling

1.1 Bakgrunn

Energiforbruket i samfunnet har økt mye de siste årene. Forbruket i boliger og yrkesbygg har økt på grunn av stadig økende krav til komfort. Høyere krav til komfort krever nye tekniske løsninger som igjen forbruker mye energi. Debatten om menneskeskapte klimaendringer lever fortsatt i beste velgående. Det samme gjør fokuset på reduksjon av CO₂ utslipp. Fokuset på å minske utslipp og forbruk vil fortsette å øke framover. Det er derfor viktig å være forberedt på konsekvensene. Norge må til tross for sin produksjon av fornybar energi måtte forvente at energi og elektrisk strøm spesielt, blir en ressurs med større og større knapphet. Hvis utviklingen fortsetter som i dag vil behovet for elektrisk kraft stadig øke, og det samme vil sannsynligvis prisene. Selv ved videre utbygging av vannkraftverk og andre fornybare energikilder vil denne utviklingen føre til økte kostnader for de som betaler energiregningene. Kontroll over energiforbruk og energieffektivisering vil derfor få enda større fokus framover.

En studie utført i 2005 viser at den norske befolknings holdning til å redusere eget strømforbruk hovedsakelig er motivert av økonomiske gevinster. Utsiktene til å spare penger er for mange det viktigste, men undersøkelsen viste også en økende miljøbevissthet hos de som var med i utvalget.¹ Det er naturlig å tenke at denne trenden har fortsatt med tanke på det sterke fokuset på miljø i media, men samtidig er økonomi viktig når det gjelder folks holdninger til forbruk av energi. Denne undersøkelsen tok for seg private husholdninger, men gir likevel en god indikasjon på at økonomi er et viktig argument for å senke energiforbruket. Norske myndigheter kan forvente et økende press på å senke energiforbruket i landet. Økning av avgifter på elektrisk kraft er et virkemiddel som virker sannsynlig benyttet. De nye tekniske forskriftene strammer også inn energikravene for nybygg. TEK 10 (Byggteknisk forskrift) setter strengere krav til isolasjon og generell energibruk til oppvarming i bygg. Forskriften er et steg på veien mot passivhusstandarden som blant annet krever et maksimalt energiforbruk til oppvarming på 15 kWh/m² år.²

¹ Hauge, Karen Evelyn (2004). "Varmere i stua, varmere på kloden. En studie av energiforbrukeres holdninger til global oppvarming."

² SINTEF Byggforsk. "Hva er et passivhus?" http://passiv.no/hva_er_et_passivhus, sist besøkt 02.05.11

Bedrifter har ofte sett på energiutgifter som en fast kostnad. Samtidig er det kostnader bedriften har kontroll over så lenge den holder seg relativt stabil. Enova antyder at de stabile energikostnadene i næringsbygg ofte er rundt 10% høyere enn de bør være.³ 10% av energien er da unødvendig forbruk, men må likevel betales. I en tid hvor energikostnadene stadig øker, blir det enda viktigere å minimere unødvendig forbruk, både fra et økonomisk og et miljømessig ståsted. For bedrifter er det nok ofte det økonomiske hensynet som er hovedmotivasjonen, mens for andre ikke-kommersielle aktører vil trolig hensynet til miljøet vektlegges sterkere.

Ny energibesparende teknologi vil stadig finne veien inn i næringsbyggene, men det finnes også allerede mange gode tekniske løsninger. Disse blir ikke alltid utnyttet godt nok. Nye næringsbygg har gjerne avanserte styrings- og oppfølgingsystemer kontrollerer og styrer energibruken. En stor del av den daglige driften skjer automatisk, men det kreves kompetanse for å drifte systemene på en mest mulig hensiktsmessig måte. Denne kompetansen finnes ikke nødvendigvis i alle organisasjoner. Ofte blir ansvaret for drifting av styringssystemer gitt til personer som ikke har tilstrekkelige forutsetninger eller den rette interessen for energieffektivisering. Så lenge systemene virker kan det være lett å anta at alt er som det skal være. Det at styringssystemene virker er ikke nødvendigvis ensbetydende med at alle innstillinger er stilt inn optimalt i forhold til det aktuelle bygget. Ved installering vil systemene ha visse grunninnstillinger. Disse kan gjerne være innstilt av kompetente personer fra produsenten, og eventuelt i samråd med de som skal drifte bygget. Det er likevel ingen enkel oppgave å stille inn alle innstillinger i et Sentral Driftskontroll-anlegg (SD -anlegg) optimalt., siden dette krever god kjennskap til bygget og bruken av det.⁴ Med andre ord vil det være de som drifter bygget til daglig som har best utgangspunkt for å optimalisere SD-anlegget. Hvordan brukeradferd vil være er vanskelig å forutsi nøyaktig før et bygg er tatt i bruk. Samspillet mellom brukere og tekniske installasjoner vil etter hvert tydeliggjøre seg og det kan dannes et bilde av hvordan de forskjellige innstillingene bør være. Innstillingene bør sørge for minst mulig bruk av energi, men samtidig at alle krav i forhold til komfort blir ivaretatt. For å oppnå et best mulig resultat kreves det kunnskap om bruk av systemene, men det kreves også interesse for energieffektivisering. Flere av de store entreprenørselskapene har egne avdelinger innen energi og miljø og selger blant annet tjenester som innebærer innsparing av energi. Basert på befaringer tilbys det styringssystemer eller andre tiltak som

³ Enova. (2003). "Energiledelse". Side 3

⁴ Se kapittel 1.4.6 - SD - anlegg og energioppfølgingsystem og på Sørhellinga

skal spare energi, og som skal ha en inntjeningstid på et oppgitt antall år. Det er ingen grunn til å betvile at disse firmaene gjør en god og grundig jobb. Denne oppgaven vil derimot fokusere på de organisasjonene som ikke har råd, eller som ikke tar seg råd, til å engasjere profesjonelle aktører for å spare energi. Selv om inntjening av investeringskostnaden garanteres er dette en investeringskostnad organisasjoner ofte ikke finner plass til i sine budsjetter. Selv etter en profesjonell gjennomgang med påfølgende investeringer vil det ofte være muligheter for ytterligere innsparing ved riktig finjustering av systemene. Hvert enkelt bygg er unikt, og selv om veldig mye kan videreføres fra andre gode prosjekter vil det være forskjeller i for eksempel personbelastning som gjør at hvert bygg må behandles individuelt. En feilfri drift er kanskje en utopi, men det bør eksistere et ønske om å gjøre driften som energieffektiv som mulig.

1.2 Problemstilling

Denne oppgaven tar for seg hvordan et eksisterende bygg kan driftes mer energieffektivt. Det er tatt utgangspunkt i Sørhellinga, et bygg tilhørende Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Sørhellinga er et kombinert undervisnings- og administrasjonsbygg hvor også noe forskning blir gjort. Hvilke konkrete tiltak kan gjøres for at Sørhellinga skal bruke mindre energi? Hvordan kan et at nyrehabilitert bygg som Sørhellinga, bruke så mye energi? Er dette på grunn av valgene som ble gjort ved prosjektering, eller er det mulig å endre trenden?

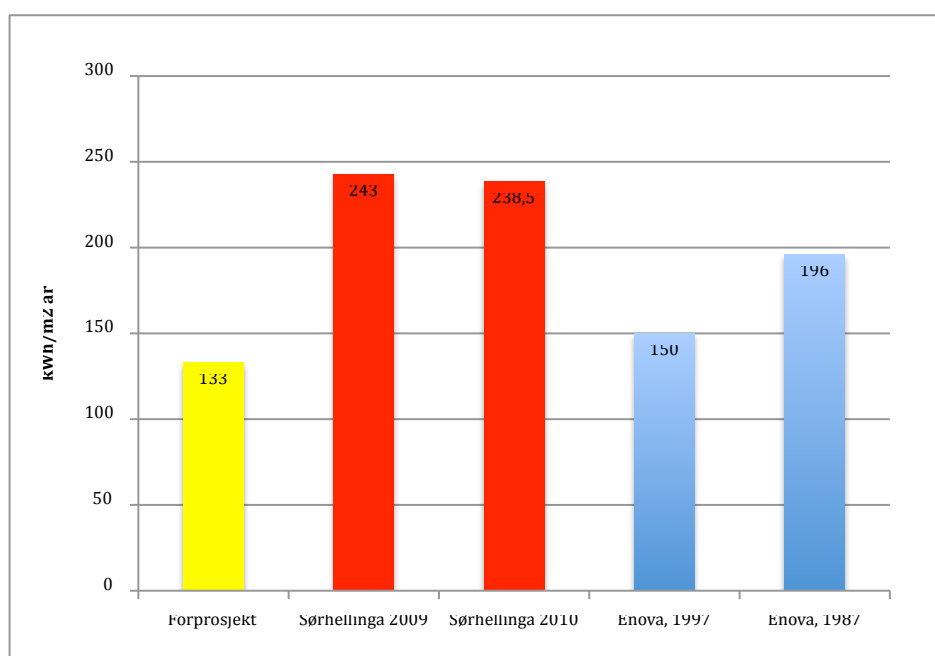
1.3 Avgrensninger

Denne oppgaven konsentrerer seg hovedsakelig om drift av eksisterende styringssystemer, brukeradferd og ledelse. Varmetap og bruk av energi til oppvarming er viktige punkter ved en energianalyse av et bygg. Varmetapsberegninger har ikke blitt gjort og energi brukt til oppvarming har i stor grad blitt sett bort i fra. Det brukes energi til kjøling av luft på Sørhellinga. Arbeidet med denne oppgaven er hovedsakelig gjort i en periode hvor kjøling ikke har vært aktuelt. Følgelig har ikke temaet kjøling blitt omhandlet i oppgaven.

1.4 Sørhellinga – kontor-, undervisnings-, og laboratoriebygg

1.4.1 Hvorfor Sørhellinga?

Sørhellinga er et moderne universitetsbygg som stod ferdig renoverert i 2008. Interessen for akkurat dette bygget kom av at det hadde fått et dårlig rykte selv om det var nyrehabilitert. Det var problemer av forskjellig karakter i perioden etter at bygget ble tatt i bruk, men det var særlig energiforbruket som var interessant for oss. Figur 1.4.1 viser prosjektert energiforbruk i følge forprosjektet, sammen med faktisk temperaturkorrigert forbruk for Sørhellinga i 2009 og 2010, sammenlignet med normtall fra Enova. De to viktigste faktorene som påvirker energibruken til oppvarming er temperaturen ute og inne. Forventet energibruk beregnes i forhold til et normalår med hensyn til utetemperatur. Siden faktisk temperatur vil variere fra det som er forventet er det vanlig å temperaturkorrigere. Til dette brukes gjerne graddagstall, som bygger på daglige temperaturmålinger.⁵ ”Energi gradtall er et mål på oppvarmingsbehovet. Det er tallforskjellen mellom døgnmiddel-temperaturen og en basistemperatur som er 17°C. Eksempelvis dersom døgntemperaturen er 10 grader, blir gradtallet 17 - 10 = 7. Negative tall settes lik null. Summen av tallene i et år blir Energi gradtall. Desto høyere tall, desto kaldere klima.”⁶



Figur 1.4.1 – Totalt energiforbruk i kWh/m² år. Fra forprosjekt og målte verdier i tillegg til normtall fra Enova.

⁵ Langseth, B & Nærum, E & Havskjold, M. (2011). Side 23.

⁶ Enova. <http://naring.enova.no/popups/bba/BBAGradtall.aspx>, sist besøkt 02.05.11

I følge forprosjekt 14.01.05 pkt 8.8 skal totalt energiforbruk være 1,319 MWh i året (både elektrisk og termisk), noe som gir 133 kWh/m².⁷ Tallet virker veldig lavt, sett i forhold til de målte verdiene. Det teoretisk beregnede forbruket ble senere i prosessen oppjustert til å være rundt 180 kWh/m². Sørhellinga ble prosjektert etter Plan- og bygningslov av 14. juni 1985 nr. 77 med siste endring: 13. juni 1997 nr. 51. Tilhørende forskrift og veiledning: Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (1997) – TEK, med siste endring 29. august 2001.

Tallene i Figur 1.4.1 tar utgangspunkt i totalt energiforbruk i løpet av et år delt på antall oppvarmede kvadratmeter. Dette er en måte å fremstille energiforbruk på som ikke er helt nøyaktig, siden det ved store arealer vil være enklere å få et lavt forbruk per kvadratmeter. Dette er likevel den mest vanlige måten å presentere og sammenligne energiforbruk på. Normtall fra Enova er beregnet for et universitets- eller høyskolebygg i innlandet i Sør-Norge, bygget senere enn 1997 og 1987.⁸ Tallene fra Enova er for et generelt universitetsbygg og er ikke spesielt for kombinerte bygg som Sørhellinga, som har en blandet bruk med blant annet mye forskning og laboratorievirksomhet. Det er derfor sannsynligvis ikke realistisk å kunne oppnå tallene til Enova uten drastiske endringer. “Enøk Normtall representerer netto energi- og effektbehov, dvs. basert på 100 % årsvirkningsgrad for energiproduksjon. Normtallene er imidlertid beregnet for bygninger med vannbårent varmeanlegg, og inkluderer et lite påslag for det varmetapet fra fordelingsnettet som ikke kommer bygningen til gode. (...) I tillegg inkluderer Enøk Normtall et lite påslag for at automatikk og rutiner/system for FDV og EOS i praksis ikke gir 100 % optimale driftsforhold.”⁹

Det målte forbruket per kvadratmeter ligger langt over den prosjekterte verdien for Sørhellinga, og også langt over normtallene fra Enova, som tar utgangspunkt i at lønnsomme enøktiltak er gjennomført. Et nyrenovert bygg, med nye og moderne tekniske løsninger og oppfølgingssystemer som likevel bruker mer energi enn det som tilsynelatende er nødvendig virket som et spennende utgangspunkt for våre hypoteser.

1.4.2 Historie

Universitetet for miljø- og biovitenskap er den nest eldste utdanningsinstitusjonen i Norge. Det som i 1859 startet som ”Den høiere Landbrugskole i Aas” endret i 1879 navn til Norges

⁷ Tall fra Trond Langseth, prosjektleder elektro ved Drifts- og Serviceavdelingen på UMB (DSA).

⁸ Enova. (2004). ”Manual for ENØK normtall”. Side 19

⁹ Enova. (2004). ”Manual for ENØK normtall”. Side 7

Landbrugshøgskole. Det er under dette navnet mange også i dag kjenner skolen. I 2005 fikk skolen på Ås riktignok universitetsstatus og tok navnet Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). På UMB sin egen nettside står kjerneområdene beskrevet: ”Det moderne universitetet UMB skal være en sentral aktør innen miljø- og biovitenskapene med vekt på kjerneområdene; biologi, mat, miljø, areal- og naturressursforvaltning med tilhørende estetiske og teknologiske fag.”¹⁰ Med en omsetning på 1006 millioner kroner i 2010, rundt 3800 studenter og 1200 ansatte er UMB en stor organisasjon.¹¹

Bygningsmassen til UMB består av flere eldre bygg kombinert med noen av nyere dato. Sørhellinga stod ferdig bygget i 1979 og skulle være et felles bygg for ni institutter. Bygget rommet lesesalsplasser, undervisningslokaler, laboratorier, auditorium, kantine, tegnesaler og bibliotek. På 1980- og 1990-tallet ble det gjort lite endringer med bygget, men bygget ble etter hvert kjent for å ha et dårlig inneklima. Det ble tidlig klart at ventilasjonsanlegget som var installert var underdimensjonert. Med rundt 100 ansatte og opp mot 400 personer i bygget samtidig, ble folk tvunget til å bruke vinduene til lufting hele året. Sørhellinga hadde også klare begrensninger når det gjaldt lysforhold, med store arealer midt i bygget som ikke hadde tilgang til dagslys.

I 2002 bestemte Høgskolestyret at dersom det ble bevilget midler fra Staten til å rehabilitere bygningsmassen til NLH (UMB) skulle Sørhellinga bli prioritert først. Videre ble det vedtatt at Instituttet for biologi og naturforvaltning skulle flyttes til Sørhellinga. I 2003 ble Instituttet for biologi og naturforvaltning slått sammen med Instituttet for skogfag og fikk navnet Instituttet for naturforvaltning, INA.

Utover på 2000-tallet ble det avdekket flere feil med Sørhellinga, særlig vesentlig var vannlekkasjene. Kun 26 år etter Sørhellinga stod ferdig, besluttet Kunnskapsdepartementet at bygget skulle rehabiliteres. I 2004 begynte Statsbygg sitt arbeid med planlegging av rehabiliteringen. Prosessen var i stor grad et samarbeid med INA som hadde klare krav til hvordan bygget skulle bli for å dekke deres behov.

Det ble raskt avdekket at tilstanden til Sørhellinga var verre enn først antatt. Dette førte til at store deler av bygningsmassen måtte rives og alt som stod igjen var et konstruksjonsskall.

¹⁰ UMB. (2011). <http://www.umb.no/om-umb/artikkel/umb-i-korte-fakta> . Sist besøkt 02.05.11

¹¹ UMB. (2011). http://www.umb.no/statisk/om_umb/ppt/umb_i_stikkord.pdf . Sist besøkt 02.05.11

Bærekonstruksjoner, endevegger og dekker ble beholdt. Dette ble hovedsakelig gjort med tanke på CO₂ besparelser. De øvrige ytterveggene med unntak av kjelleretasjen ble fjernet. Som følge av dette åpnet det seg muligheter for å gjøre store endringer i forhold til det tidligere bygget. Det ble særlig fokusert på utbedre de dårlige lysforholdene i de indre delene av bygget, i tillegg til å få inn et tilstrekkelig dimensjonert ventilasjonsanlegg. I 2005 ble det bestemt fra UMB sin side at det skulle brukes miljøvennlig teknologi ved rehabiliteringen av bygningsmassen på UMB. Fasaden på Sørhellinga ble som en følge av dette valgt utført i massivtre og det ble besluttet at det skulle installeres vakuumpoletter som et tiltak for å bruke mindre vann.

1.4.3 Sørhellinga etter rehabiliteringen

I juni 2008 stod Sørhellinga ferdig rehabilitert og personalet ved instituttet for naturforvaltning kunne flytte inn. Ved semesterstart i august var Sørhellinga klar til å ta i mot studenter.

Bygget inneholder i dag disse funksjonene:

- Studiearealer (lesesalsplasser og kollokvierom)
- Undervisningsarealer
- Kontorer for forskere, administrasjon og teknikere
- Forsknings- og undervisningslaboratorier
- Kantine
- Bibliotek og bokmagasin
- Rom for bygningsdrift
- Lysgårder som går fra underetasje og 1. etasje til et glasstak.

Det totale arealet for Sørhellinga økte fra 9400 m² til 10170 m² etter rehabiliteringen. Denne økningen var et resultat av ventilasjonsrommet som ble bygget på toppen av bygningen. I tillegg til ventilasjonsaggregatene også kjølemaskiner og fordelingskap plassert her. Totalt består Sørhellinga av seks etasjer med denne romfordelingen:

- Kjeller – Tekniske rom og bokmagasin
- 0. Etasje – Auditorium, bibliotek, kantine, lesesalsplasser og laboratorier
- 1. Etasje – Lesesalsplasser, kollokvierom, klasserom og datasal
- 2. Etasje – Kontorer, laboratorier og møterom
- 3. Etasje – Kontorer, laboratorier og møterom
- 4. Etasje – Teknisk rom

Det opprinnelige bæresystemet var i god stand og det ble bare utført mindre endringer. Endringene bestod i å skjære hull i betongdekket for å slippe inn dagslys til de midtre delene av bygget ved hjelp av lyssjakter. Ytterveggene som opprinnelig var av Leca ble byttet ut med en vegg av massivtre type Holz 100. Gavlveggene er utført med teglforblending, noe som etter undersøkelse ble besluttet god nok for videre bruk.¹²

1.4.4 VVS - tekniske spesifikasjoner

Sanitæranlegget:

Anlegget består av servanter, toaletter, utslagsvasker, blandebatterier etc. Det ble valgt vannbesparende vakuumpoletter ved UMB for å minske vannforbruket.

Brannslukningsanlegg: Det er montert sprinkleranlegg (våtanlegg) i hele bygningen. Pulverapparater er tilgjengelige i nødvendige rom.

Varmeanlegg:

Det opprinnelige fjernvarmeanlegget forsyner bygget med energi til oppvarming. Det er montert en veksler for radiatorkretsen og en veksler for ventilasjon, varmt vann og snøsmelteanlegget. Det er installert et nytt to rørs varmeanlegg som enten reguleres lokalt på radiatoren eller den kan reguleres sentralt via SD-anlegget.¹³ Fjernvarmeanlegget forsyner også de syv ventilasjonsaggregatene med energi for å heve temperaturen på tilluft til det ønskelige nivået. I sommerhalvåret er fjernvarmeanlegget koblet fra. Det er installert elektrisk tilleggsvarme til aggregat 4 for å sikre tilstrekkelige temperaturer i laboratorier som krever dette.

Kuldeanlegg:

I tilknytning til to kjølerom, et fryserom som er knyttet til et av laboratoriene og avfallsrommet er det installert kuldeteknisk utstyr. Det er også installert en lukket kjølekrets med vannkjølt kondensator som er koblet til bygningens isvannanlegg.

¹² Statsbygg. (2008). Side 2-14

¹³ Se kapittel 1.4.6 - SD – anlegg og energioppfølgingssystem og på Sørhellinga

Luftekjøleanlegg:

Sørhellinga har to kjølemaskiner på 560 kW som leverer isvann til kjølebatteriene i ventilasjonsaggregatene, samt fancoil i spesielle rom som trenger kjøling. Kjølemaskinene er koblet til å jobbe asynkront.

Solavskjerming:

For å kontrollere soloppvarming er det montert automatisk solavskjerming på fasaden mot sør.

Luftbehandlingsanlegg:

Det er totalt montert syv ventilasjonsaggregater på Sørhellinga. Seks av disse har roterende varmegjenvinner som utnytter avtrekksluften til oppvarming. Det siste ventilasjonsaggregatet varmer kun opp tilluft ved hjelp av væskekoblet batterivarmegjenvinner. Dette er på grunn av avtrekksluft fra laboratoriene kan inneholde giftige gasser, og derfor ikke må blandes med tilluften. Alle aggregatene har i tillegg stengespjeld, filter, varme- og kjølebatterier og lyddemper. Totalt er den dimensjonerte luftmengden 111 000 m³/h. Aggregatene reguleres slik av hovedkanalen har et konstant trykk. Flere rom med varierende belastning har VAV-spjeld som regulerer og tilpasser mengde tilluft ut i fra temperatur og CO₂ konsentrasjon. Dette gjelder auditoriet og noen undervisningsrom. Laboratoriene har VAV-spjeld knyttet til avtrekksskapene og disse har kort reaksjonstid. Avtrekksskapene har installert alarmer som utløses ved for lave luftmengder.

Ventilasjonsaggregatene er delt inn i forskjellige seksjoner. Aggregat 1 og 7 forsyner kontorene i andre og tredje etasje. Aggregat 2, 5 og 6 forsyner kantine, bibliotek, undervisningslokalene og lesesalsplassene. Aggregat 3 forsyner kjeller, gang, og auditoriet. Laboratoriene forsynes av aggregat 4 som ikke har roterende varmegjenvinner. Se vedlegg 9.3 for oversikt over hvilke aggregat som forsyner hvilke rom.

Alle ventilasjonsaggregatene styres via SD-anlegget. Her kan det settes driftstider og verdier for VAV-styring¹⁴ kan endres. Aggregatene har normalt blitt kjørt med driftstid på 12-13 timer i døgnet, med unntak av aggregat 4 som går 24 timer i døgnet. Dette er på grunn av de spesielle kravene til avtrekk på noen av laboratoriene. Aggregat 4 driftes derfor 24 timer i døgnet hele året.¹⁵

¹⁴ VAV-styring tillater variable luftmengder og bruker spjeld for å stenge eller åpne tilførselen til et rom.

¹⁵ Statsbygg. (2008). Side 15

1.4.5 Elektrotekniske anlegg

Generell elkraftanlegg:

I himlingen er det montert inn et nytt bæresystem i form av kabelstiger. Det er også installert et helt nytt jordingsanlegg.

Strømforsyning:

Det er installert en ny transformator for 400 volt TN – S spenningsystem. Hovedåren kommer inn i kjelleren og fordeler seg i to nye kabelstiger som forsyner henholdsvis østre og vestre side av bygget. Det er montert inn to fordelingskap i hver etasje i tillegg til at noen rom har avbruddsfri strømforsyning.

Lysanlegg:

Det er installert nye lyskilder, armaturer og nytt nødlysanlegg.

Varmekabler:

Det er nye varmekabler for varmtvannsrør under gulv i fryserom. Det er også eget varmekabelanlegg for smelting av is i forbindelse med glassgårdene.

IKT – anlegg:

Det er et nytt IKT – rom i andre etasje. Videre herfra er det et spredenett og resten av kommunikasjonen med verden skjer via opprinnelig fibernett.

Brannalarmanlegg:

Alarmanlegget er helt nytt med forskjellige alarmnivåer. Anlegget styrer også noen røykluker, friskluftsinntak og sprinkleranlegget.

Adgangskontroll:

Dette er montert nytt, men er det samme som benyttes på resten av UMB. Det er også koblet opp noen bevegelsesdetektorer i bygget. Vareinngangen har også fått montert porttelefon.

Automatisering:

Det er installert et SD – anlegg som styres fra et eget kontrollrom på Sørhellinga. Dette anlegget er også knyttet opp til UMB sitt sentrale driftskontrollanlegg. Anlegget styres og driftes av drift og service avdelingen, DSA, på UMB. Dette er et hjelpemiddel for overvåking og styring av de tekniske installasjonene i bygget.

Heisanlegget:

Ny vare- og personheis har blitt installert i den gamle heissjakten. I tillegg er det en liten småvareheis som går fra biblioteket og ned i bokarkivet i kjelleren.

Utendørs elkraft:

Det er også installert ny utendørsbelysning og et vannbasert varmekabelanlegg ved inngangen i vestenden og hovedinngangen. Varmen hentes fra fjernvarmeanlegget.¹⁶

1.4.6 SD – anlegg og energioppfølgingsystem og på Sørhellinga

SD står for sentral driftskontroll og er et datasystem som muliggjør styring av tekniske anlegg. Sørhellinga har et system som er levert av Teksal Øst AS. Systemet heter iFix og er et SCADA system, Supervisory Control And Data Acquisition. Teksal har knyttet Siemens PLS'er¹⁷ og EIB¹⁸ systemet til iFix ved hjelp av ethernet. iFix er dataprogrammet som kjøres på kontrollrommet på Sørhellinga. Her kan de forskjellige automasjonsinnstillingene endres.¹⁹

UMB har et felles energioppfølgingsystem (EOS) for hele sin bygningsmasse. 3r Bygg ble brukt inntil UMB valgte å bytte leverandør i starten av 2011. Systemene gir mulighet for de ansvarlige i DSA til å ha kontroll over energibruken i de forskjellige byggene. Alt som måles på Sørhellinga blir lagt inn i energioppfølgingsystemet og rapporter kan enkelt lages.

Systemet er på plass for å få en oversikt over forbruk og kontrollere om uforutsette ting skjer. Det som eventuelt skal gjøres av endringer i forhold til innstillinger ved byggene må gjøres i SD-anleggene.

Funksjoner i iFix

Ferie- og helligdagsinnstilling:

Her kan det lages ”programmer” som styrer ventilasjonstider i en bestemt tidsperiode. Det er mulig å legge inn 15 slike programmer med en beskrivelse av hva de forskjellige gjør. Hva som skjer i det tidsrommet som blir bygget opp avgjøres av de lokale ukeur. Hvis det lokale

¹⁶ Statsbygg. (2008). Side 16

¹⁷ PLS – Programmerbar Logisk Styring. <http://snl.no/automatisering>, sist besøkt 02.05.11

¹⁸ EIB - European Installation Bus – kommuniserer via buskabel og muliggjør at komponenter fra mange forskjellige produsenter kan kommunisere sammen. <http://www.husautomasjon.no/index.php?section=24>, sist besøkt 02.05.11

¹⁹ Teksal Øst. (2009). Side 1-20

ukeuret er satt til å stanse ventilasjonsaggregatene utenfor normal tid, overstyrer ferieprogrammet dette og stanser systemet hele dagen.

Endring av settpunkter:

Forskjellige settpunkter kan endres i forhold til temperatur og CO₂ verdier. Temperaturen på tilluft og avtrekksluften fra ventilasjonen kan bestemmes her, i tillegg til hvor høy CO₂ konsentrasjon det tillates før ventilasjonen starter. Dette gjelder rom med VAV-styring.

Ukeur:

Ventilasjonsystemene har ukeur, som vil si at det kan settes egne innstillinger for hver dag i uken. Det kan stilles inn når anleggene skal startes og stoppes. Det finnes et ukeur per aggregat. Er behovene forskjellig gjennom uken kan dette tas hensyn til ved hjelp av ukeurene.

Utover dette finnes det utekompenseringskurver, et verktøy for visning av trender og alarmer som fanger opp eventuelle feil i systemet.

EIB

Slukkepulser:

Det finnes innstillinger for utsending av to slukkepulser for lys i døgnet. Mer detaljert om dette under kapittel 1.4.7 - Lysstyring på Sørhellinga.

Persiennekontroll:

Innstillinger av persiennestyling kan gjøres her.

LUX trend:

Her vises LUX²⁰ verdien som er logget i kurveform.

1.4.7 Lysstyring på Sørhellinga

Hensikten med lyssystemene er jo åpenbar, nemlig å gi tilstrekkelig lys til de som oppholder og arbeider i bygget. Sørhellinga er et moderne universitetsbygg og det stilles høye krav til belysning. Dette er selvsagt energikrevende, selv med bruk av lyspærer og lysrør som bruker

²⁰ Mengde lys måles i LUX. Vanlig kontorbelysning ligger på 320-500 lux

relativt lite strøm. Enova anslår at 15-20 % energibruken i yrkesbygg totalt i Norge kommer fra belysning.²¹

Ved rehabiliteringen av bygget ble det konstruert inn lyssjakter midt i bygget. Dette ble gjort for å gi mer dagslys til de delene som ikke er i direkte kontakt med vinduene langs fasaden. Gangbroer ble satt inn for å binde de forskjellige delene av bygget sammen. Dette fører til at særlig kontorer som ikke har vindu mot fasade får bedre lysforhold enn de ellers ville ha gjort. Kontorene på ”gal” side av gangen i forhold til yttervinduer har vinduer mot en gråmalt betongvegg i lyssjakten. Denne reflekterer lyset brukbart og det er funnet tilfredsstillende med to lysarmaturer på hvert kontor.

Ellers er det store vindusarealer som legger til rette for god bruk av dagslys. Hovedfasaden ligger riktignok mot sør og får til tider mye direkte sollys, noe som fører til aktiv bruk av persiener. Lysnivået inne i rommene blir da så lavt at kunstig belysning må benyttes. Kun i kantinen i underetasjen er det manuell styring av persiener, i resten av bygget styres dette automatisk, men med mulighet for manuell overstyring. Automatikken for persiennestyring ble skiftet i 2010, siden opprinnelig system ikke fungerte tilfredsstillende.

Kontorene er alle av mer eller mindre lik størrelse og har samme belysning. To eller tre lysarmaturer på hvert kontor med manuell styring i form av snor direkte fra armaturene sørger sammen med dagslys for tilstrekkelig belysning.

Lyskilder generelt i bygget består av lysrørarmaturer og halogenpærer i noen spesielle tilfeller.

Styring via SD-anlegg:

Lysstyring via SD-anlegget er muliggjort på to måter, ved tidsinnstilte slukkepulser og ved innstilling av tid i forhold til bevegelsessensorer. Det finnes bevegelsessensorer flere steder i bygget. Alle toaletter har kun lokal styring via sensorer og alt lys blir skrudd av etter den angitte tiden uten bevegelse. Kollokvierom på lesesaler, datarom og noen klasserom har også sentralisert styrt belysning, som kan programmeres i forhold til tilstedeværelse og tidsbestemte sentraliserte slukkepulser.

SD-anlegget gir mulighet for å sette to tidspunkter for når en slukkepuls skal sendes ut. Disse pulsene er tilkoblet kontorer, ganger, lesesaler, møterom, auditoriet, kantine og vestibylen. Det er også mulighet for å sette forskjellige tider for de forskjellige møterommene, lesesalene og gangene. I gangene blir det aldri helt mørkt. Når slukkepulsen sendes ut vil rundt en

²¹ Birkeland, A & Bruun, G. (2008). Side 6

fjerdedel av lysene fortsatt lyse og det er ikke noe problem å finne fram i gangene. I alle rom tilknyttet slukkepulsene er det mulig å skru på lyset manuelt etter slukkepulsen har gått. Det blir da ikke skrudd av igjen før noen gjør det manuelt, eller eventuelt neste slukkepuls går. Manuelle lysbrytere i kantineområdet var et konkret ønske fra UMB slik at kantinen kan brukes til arrangementer på kveldstid uten at spesielle innstillinger må gjøres. I kantinen er det installert et system som dimmer ned den ytterste raden med lys hvis det er tilstrekkelig med dagslys. Denne automatikken kan riktignok enkelt overstyres ved hjelp av brytere. Det finnes heller ingen informasjon til brukerne om hvordan systemet virker og skal betjenes.

I tilknytning til trappeoppgangen finnes det ingen brytere, men lyset her skrur på av lydsensorer som reagerer på at for eksempel en dør åpnes. Lysene skrur av etter en gitt tid etter at første slukkepuls har gått og trappehuset har blitt låst med adgangskontroll.

Ansvar og drift

Ansvar for at alle i bygget har tilstrekkelig prosjektert lys ligger hos Statsbygg som har vært ansvarlig for prosjektering og bygging. Videre er det driftsavdelingen på UMB, DSA, som har ansvaret for generelt vedlikehold som for eksempel bytting av lyspærer. DSA har også ansvaret for innstillingene i SD-anlegget og det er vaktmesteren eller andre fra DSA som har tilgang til å endre disse innstillingene. Fokus her bør være at flest mulig er fornøyd med lyset samtidig som man bør forsøke å bruke minst mulig energi.

Et ansvar ligger naturligvis også hos brukerne når det gjelder belysning. Det er som nevnt en del automatikk installert på Sørhellinga og dette fritar brukerne for noe ansvar. I klasserom med bevegelsessensorer er det ikke veldig farlig om man ikke skrur av lyset når man går ut. På toaletter og kollokvierom er det kun sensorer og man får ikke gjort noe fra eller til. De områdene brukeradferd har noe å si i forhold til bruk av energi til lys er der automatikken kan overstyres. Dette gjelder da særlig i ganger, lesesaler, kantine og vestibyle. Her kan lyset skrur på manuelt etter en slukkepuls har gått og det vil da stå på helt til noen skrur det fysisk av eller neste slukkepuls kommer. Når det gjelder kontorer er disse som nevnt tilknyttet slukkepulsene, og har utover det manuell styring. Her har de ansatte et ansvar for å skru av lyset når de går for dagen eller skal være borte lenge fra kontoret. I hvilken grad dette blir gjort vil også være et av punktene vi vil undersøke.

Driftsinnstillinger

Tidsinnstillingene for bevegelsessensorene var satt til 1 time ved installering og har blitt stående på denne tiden. Det vil være naturlig å ha en fast tid gjennom året for disse sensorene siden hvilken tid som er den ideelle ikke vil variere med tid på året eller hvor mange som bruker rommet. Belegget på huset vil variere over tid, men det vil ikke ha noen effekt å endre sensortidene. Poenget her blir å finne en tid som ikke er så kort at brukerne synes det er en belastning, men allikevel kortest mulig for å slippe unødvendig belysning. Ettersom lysrør bruker mer energi i tenningsfasen enn ellers vil det være ønskelig å unngå at lys må skrues av og på for mye. Levetiden til pærer og lysrør minsker også noe for hver gang de tennes. Skrus lysrørene ofte av og på må de skiftes tidligere enn om de får stå på lenge av gangen. Dette er en kostnad som må veies opp mot kostnaden for strømmen lysrøret bruker. Ser man det hele i et større energiregnskap vil man måtte sette energien som kreves for å produsere et lysrør, inkludert frakt, opp mot den energien i form av strøm det bruker ved å stå på lengre av gangen. Det som er mest økonomisk lønnsomt for forbrukeren er ikke nødvendigvis det som gir den beste totale klimaeffekten. Bildet under viser hvilke rom som har bevegelsesstyrt lysstyring og hvordan tidene for disse rommene kan stilles inn. I dette eksempelet er tidene satt til 10 minutter for alle rom. Opprinnelig var tidene satt til å være en time for alle rom.

System Status		System Status		System Status	
✓ 2011-02-24 14:18:33 .070 B551	43201_OE01_XA	Jordfeil Hovedfordeling	UTLØST	UTLØST	UTLØST
✓ 2011-02-24 14:18:33 .070 B551	36007_BRANN_XA	Brannalarm aktivert			

B551 Slukking av lys med tilsddeværelsesdetektorer							
Rom 00U.033/S U107, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 002.125/S272, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 00U.041/S U113, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.044/S315, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 00U.043/S U115, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.052/S322, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 00U.044/S U116, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.070/S328, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 00U.051/S U121, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.071/S329, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 00U.052/S U122, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.072/S329, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 001.044/S119, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.074/S334, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 001.045/S120, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.076/S339, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 001.046/S121, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.077/S340, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 001.050/S122, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.081/S333, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 001.051/S123, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.104/S343, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min
Rom 001.052/S124, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.105/S346, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	59	Min
Rom 001.053/S126, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.106/S349, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	59	Min
Rom 002.087/S233, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min	Rom 003.107/S347, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	59	Min
Rom 002.100/S245, Tid for slukking av lys	MIN: 1 MAX: 59	10	Min				

Figur. 1.4.2 – Skjerm bilde fra iFix som viser mulighetene for å stille inn tider for bevegelsessensorer.

SD-anlegget gir som nevnt mulighet for å sende ut to slukkepulser. Disse har vært satt til og sendes ut kl 20.00 og 23.00 og har vært faste gjennom hele året. Dette har vært innstillingene for alle rom tilknyttet EIB -systemet. Systemet gir mulighet for å differensiere mellom de forskjellige rommene. Bildet under er også et skjermbilde fra SD-anlegget på Sørhellinga og viser hvilke innstillinger som er mulig å gjøre for å endre tidene for slukkepulsene.

	Tidspunkt for sending av slukkepulser - Klokkeslett 1		Klokkeslett 2	
Kontorer - Alle	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
U etg - Gang del 1	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
U etg - Gang del 2	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
1 etg - Gang del 1	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
1 etg - Gang del 2	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
2 etg - Gang	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
3 etg - Gang	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Sone 1 - Lesesaler	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Sone 2 - Lesesaler	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Sone 3 - Lesesaler	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Sone 4 - Lesesaler	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Sone 5 - Lesesaler	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
002.123/S227 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
002.031/S229 og 002.032/S228 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
003.139/S360 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
003.093/S363 og 003.094/S364 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
003.123/S325 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
003.031/S327 og 003.032/S326 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
003.120/S310 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
003.126/S374 - Meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Stort meterom	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Auditorium	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Kantine	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter
Vestibyle	18 timer	0 miutter	21 timer	0 miutter

Figur. 1.4.3 – Skjermbilde fra iFix som viser mulighetene for innstillinger av slukkepulser

Driftsperioder:

Sørhellinga er et bygg med flere oppgaver. Bygget er kontorbygg for administrasjonen, lesesaler for studenter i tillegg til at det finnes undervisningsrom og laboratorievirksomhet. De ansatte i administrasjonen og professorer med kontor på Sørhellinga har en arbeidssyklus rimelig lik den til ansatte i andre kontorbygg. Med dette menes vanlige arbeidstider (08.00 - 16.00), fri i helgene og vanlig ferieavvikling. Studenter har lengre ferie, men kan til gjengjeld oppholde seg på skolen sene kvelder og i helger. Bygget blir låst på kvelden, men studenter har allikevel tilgang. Dette blir begrenset noe av at ikke alle som ikke hører til INA har tilgang til alle byggets områder. UMB har med sin praksis med juni-, august-, og januarblokk lange semestre. Perioden på sommeren og i jula hvor universitetet er mer eller mindre tomt for studenter er derfor kortere enn ved mange andre utdanningsinstitusjoner. Dette fører til en relativt jevn belastning av bygget, men det vil allikevel kunne være aktuelt å dele året opp i

noen forskjellige perioder. Det vil da være snakk om å ha faste innstillinger for de forskjellige tidene på året. Hvilke innstillinger og driftsperioder som eventuelt vil være aktuelle vil vi komme tilbake til under i kapittel 5.1 Driftsinnstillinger – 3 faser i året.

2 Teori

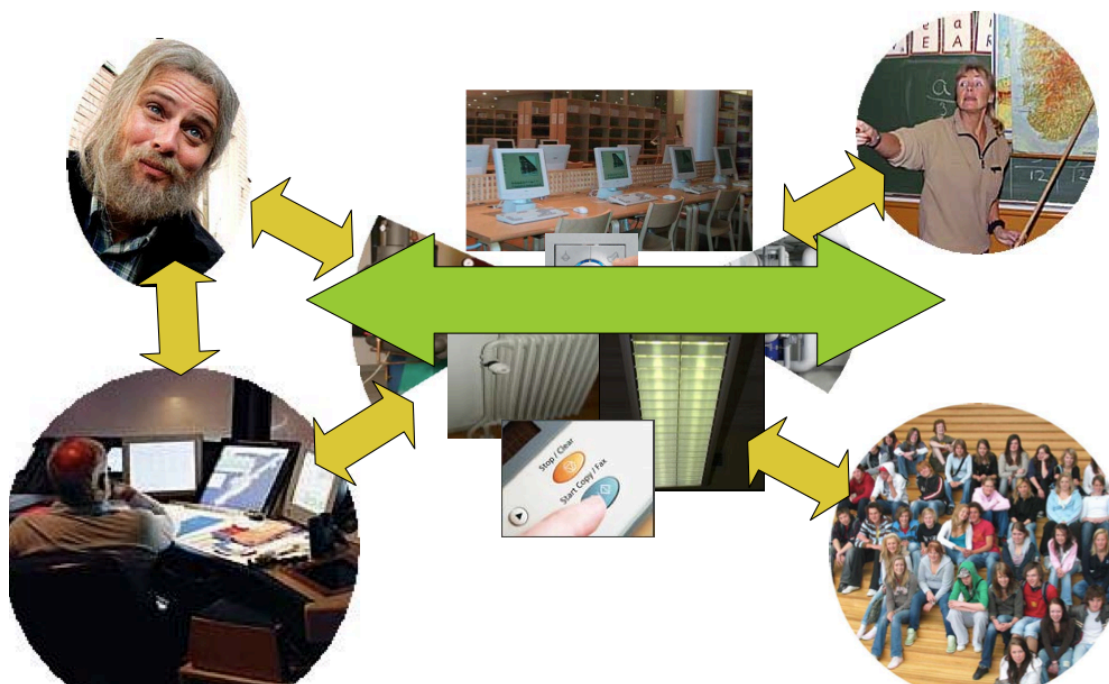
2.1 Energiledelse

”Samspillet mellom mennesker, teknologi og organisasjon.”

Energiledelse er i følge Enova et styringssystem som sikrer kontinuerlig arbeid i riktig retning. Videre sier Enova at det utarbeides en politikk hvor kartlegging og målsetting for så å gjennomføre tiltak er vesentlig. Resultatene må så kontrolleres og det utarbeides en ny politikk på bakgrunn av resultatene som foreligger.²²

Hvem har ansvaret for energiledelse?

Energibruk er noe som omfatter mange ledd i en organisasjon og mange forskjellige typer mennesker og personligheter. Samspillet og informasjonsflyten mellom de som bruker energi og de som skal styre energi er vesentlig for et godt resultat.



Figur 2.1.1 Energiledelse i praksis. <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - Energiledelse 2011.

Kommunikasjonen mellom de som styrer bygget og de som bruker bygget er ekstremt viktig. For å få til et energieffektivt bygg er disse partene nødt å kommunisere. Det er ikke alltid datamaskinen som skal styre bygget skjønner hva som foregår i virkeligheten. Vaktmestere og driftsgrupper er sentrale i forhold til drift av bygningen. De styrer de fleste tekniske

²² Enova. (2011). <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - "Energiledelse". Sist besøkt 02.05.11

installasjonene som bruker energi. I et universitets – og høyskolebygg har forelesere stor innflytelse på energiforbruket. Forelesere sammen med studentene kan utføre egne tiltak, kampanjer og endre holdninger som fører til store energibesparelser. Dette er noe som ikke kommer av seg selv, men via kommunikasjon og informasjon.

2.1.1 Viktige faktorer i energiledelse:

- Få med hele energisyklusen. Fra bruker til ledelse
- EOS
- Energipolitikk – forankring i ledelse, gjennomføring av tiltak og forståelse hos brukerne
- Drift
- Tverrfaglig samarbeid

2.1.2 Et eksempel fra forsvarsbygg sin energiledelse:

I 2004 begynte Forsvarsbygg med Rena leir i spissen et satsingsprosjekt på energiledelse. De skulle spare 4,7 GWh innen oktober 2007. Dette målet ble ikke bare gjennomført, men det ble gjennomført ett år før tiden og de brukte kun 77 % av de budsjetterte kostnadene.

Forsvaret påpeker viktigheten av opplæring og dialogen med personell for å utvikle energiledelse og energibesparelse. Minst like viktig mener de faller på det tekniske utstyret som blir brukt for å kontrollere, måle og styre energiforbruket. Dette må ikke være så avansert at det krever for mye tid til opplæring. Det skal være enkelt å bruke og fremstille de viktige parameterne.²³

Energiledelse består av 6 hovedaktiviteter:

1. Vedlikehold av energiledelse (kommunikasjon)
2. Energioppfølgingssystem (EOS)
3. Handlingsplan med årlig tiltakspakke (ENØK)
4. Opplæring/informasjon/motivasjon (Kvalitet)
5. Nettverkssamlinger (Relasjoner)
6. Rapporter (Forutsigbarhet)

²³ Enova. (2008). <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=2269>. Sist besøkt 02.05.11

Det er viktig at alle punktene blir fulgt. Dette med en indre drivkraft er utrolig viktig innenfor alle områdene. Det må skapes en yrkesstolthet rundt dette med energiledelse. Viktigheten av dette arbeidet strekker seg lenger enn kun sparte driftskostnader. Det har en større samfunnsgevinst, noe alle kan dra nytte av. Etter å ha kartlagt energiforbruket, sier teorien om energiledelse som styringsmiddel at handlinger må utføres. Tiltak for å oppnå forbedringer må gjøres.²⁴

2.1.3 Tradisjonelle ENØK tiltak av teknisk eller holdningskapende art:

- Isolering
- Tidsstyring
- Gjenbruk av varme
- Varmepumpe etc.
- Krav til nybygg
- Holdningskampanjer
- Informasjon og kompetanse
- Økonomiske insentiver

2.1.4 Eksempler på grunner til at tiltak ikke blir gjennomført:

Det finnes mange eksempler på hvorfor ENØK tiltak ikke blir gjennomført, men noen av de vanligste grunnene er mangel på tid, kunnskap og finansiering. Det er også flere som ikke velger å gjøre tiltak siden de ikke selv eier bygget. Mangel på belønning kan også være en grunn. Det er usikkerhet rundt fremtidige energipriser, men prisene i dag er såpass lave at nordmenn har råd til å sløse med energi. Det stilles ofte ingen krav til eksisterende bygg.²⁵

Alle disse punktene finner vi igjen i vårt arbeid med energibesparelse på Sørhellinga. Det er sentrale temaer og handlingsmønstre som må endres. Dette krever endringer i organisasjonskulturene rundt i bedrifter, noe som tar tid. Kommunikasjon og kunnskap rundt utviklingen er ekstremt viktig. De ansatte og involverte må skjønne og forstå hvorfor det gjøres en endring. For å oppnå og utvikle seg mest mulig virker opprettelsen av energiledelse som en god prioritering. Enten det gjøres i tråd med Enova sine anbefalinger og i samsvar

²⁴ Enova. (2008). <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=2269>. Sist besøkt 02.05.11

²⁵ Enova. (2011). <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075>. "Energieffektivisering i eksisterende bygg". Sist besøkt 02.05.11

med Norsk Standard 16001 – Energiledelsessystemer, eller noe lignende på eget initiativ virker energiledelse som et begrep som bør bli bedre kjent for organisasjoner med større bygningsmasser.

2.1.5 Hvorfor energiledelse?

Effektivisering av driften

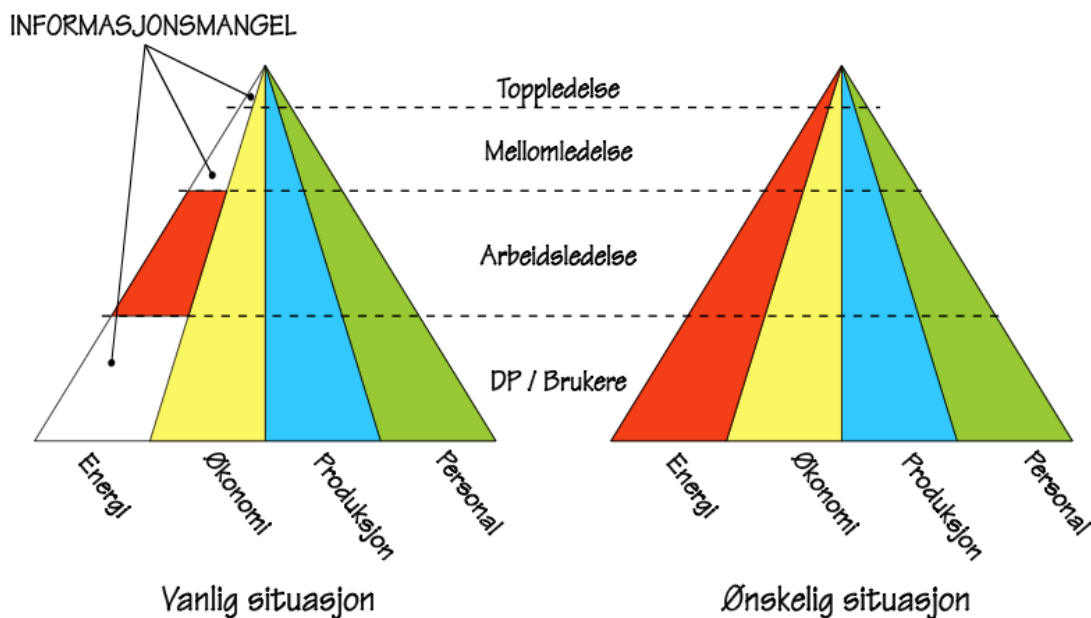
- Lønnsomme adferds- og investeringstiltak blir identifisert og gjennomført
- Langsiktighet
- Fast organisasjon - bedre betingelser for kostnadseffektiv drift

Reduserte kostnader

- 5 - 10 % reduksjon første driftsår
- Større på sikt
- Økte energipriser gir større gevinst

2.1.6 Organisering og kommunikasjon

Dagens situasjon mange steder i privat og offentlig sektor:



Figur. 2.1.2 Sammenhengen mellom ledelse og brukere <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - Energiledelse 2011.

Manglende informasjon til brukere og de som faktisk er årsaken til energiforbruket, samt mangelfull forankring i toppledelsen, kan være problemområder. Det stilles ofte ingen krav til

endring eller forbedring. Samspillet i hele organisasjonen er noe av det viktigste for å lykkes med besparelser innen energibruk. Besparelser krever økonomi som ligger i et budsjett bestemt av ledelsen eller mellomledelsen.

Motivasjon

Motivasjon er viktig!

- Informasjon og kunnskap om hva man er med på å skape.
- Besparelsene går tilbake til egne tiltak – økte muligheter.
- Intern informasjon om hva som skjer og hvor mye energi som spares.
- Finne engasjerte og ressurssterke personer som brenner for tema.
- Ideer – beste avdeling får en ENØKpris, avdelingstur etc. Incentiver for å gjøre det bedre. Ikke nødvendigvis økonomisk.
- Utveksle erfaringer – lederfora for personer i samme stilling. Annet nettverk.
- Nett – nyhetsbrev, andre solskinnshistorier, Enova etc.

2.1.7 Energimerking

Karakterskala							
Bygningskategori	Lever Energi						
	A	B	C	D	E	F	G
	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn
Bygningskategori	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Småhus	79	118	158	231	305	458	Ingen grense
Boligblokker	67	100	134	184	235	353	Ingen grense
Barnehager	90	135	180	228	276	414	Ingen grense
Kontorbygg	84	126	168	215	263	395	Ingen grense
Skolebygg	79	118	158	208	259	389	Ingen grense
Universitets- og høyskolebygg	95	143	191	240	289	434	Ingen grense
Sykehus	179	268	358	416	475	713	Ingen grense
Sykehjem	136	203	271	328	384	576	Ingen grense
Hoteller	135	202	269	321	373	560	Ingen grense
Idrettsbygg	109	164	218	272	325	488	Ingen grense
Forretningsbygg	129	194	258	309	360	540	Ingen grense
Kulturbygg	105	158	210	256	302	453	Ingen grense
Lett industri, verksteder	106	159	212	270	329	494	Ingen grense

Nivå for TEK 2007

Figur 2.1.3 Oversikt over karakterskalaen for energimerking <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - Energieffektivisering i eksisterende bygg 2011.

I tabellen ser vi universitets- og høyskolebygg som en egen kategori. Sørhellinga er et kombinert undervisnings- og forskningsbygg. Det blir derfor ikke riktig å bruke denne tabellen i en aktiv sammenligning. Sørhellinga ble også prosjektert etter andre tekniske forskrifter.

Enovas inntrykk av energimerking:

- Fokuset på energi øker.
- Kundene opptatt av å få et godt merke.
- Befaringen kan avdekke feil og mangler .
- Tiltakslisten senker terskelen for ENØK tiltak.

2.1.8 Politiske føringer

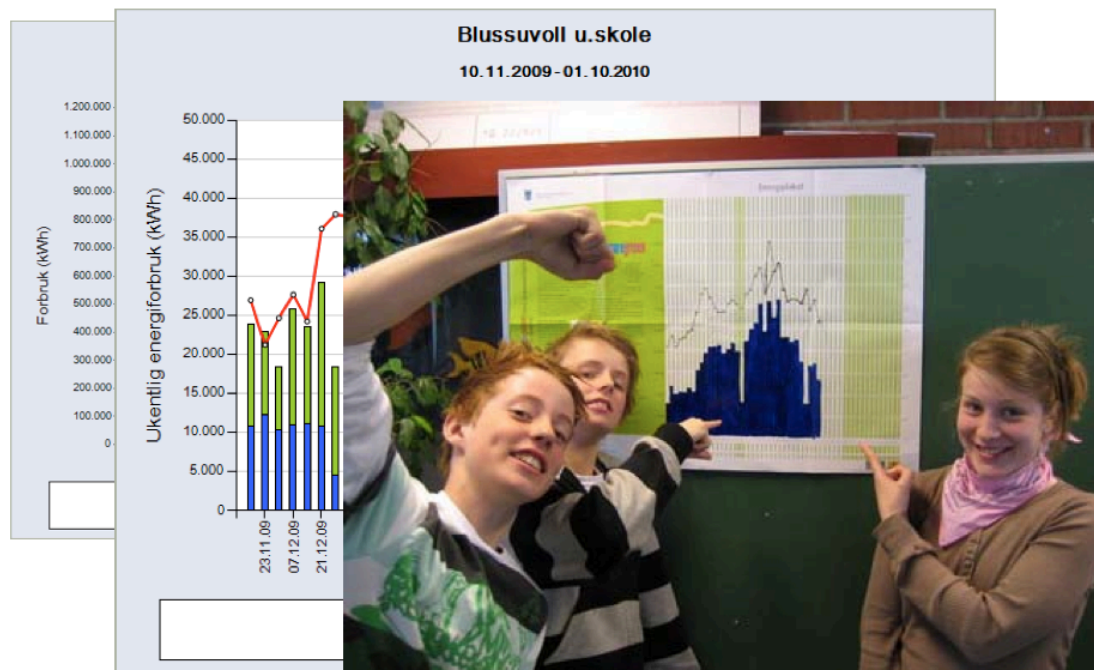
For å få til en utvikling og fokus på energibruk i bygninger må det offentlige gå foran og vise vei. Det må komme politiske vedtak som tvinger bygge – og eiendomsbransjen inn i disse baner. Det må legges til rette med økonomiske ordninger, men også tekniske forskrifter som setter strenge krav.

- Politiske vedtak i Norge, men også helst i EU
- Kommuneplaner
- Energi – og klimaplaner
- Økonomiplaner
- Energiledelse
- Egne vedtak
 - Kartlegging
 - Analyser av tiltak
 - Gjennomføring
 - Resultat av gjennomføring
 - Nye tiltak ²⁶

2.1.9 Et eksempel på energiledelse

I 2004 samlet Trondheim kommune totalt 140 bygg som skulle energieffektiviseres. De mente at denne bygningsmassen kunne driftes på en mer energieffektiv måte. De søkte støtteordninger fra Enova og fikk tildelt 2 millioner kroner i prosjektmidler. Selv gikk de inn med en egenkapital på 4 millioner. Totalt var prosjektmidlene på 6 millioner kroner.

²⁶ Enova. (2011). <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2077> . "Energieffektivisering i eksisterende bygg". Sist besøkt 02.05.11



Figur. 2.1.4 <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - Energiledelse 2011.

Samspeilet mellom mennesker, teknologi og organisasjon anses som nøkkelen til suksess. Figur 2.1.4 er en illustrasjon av viktigheten av at brukerne av bygget har fokus på energi.

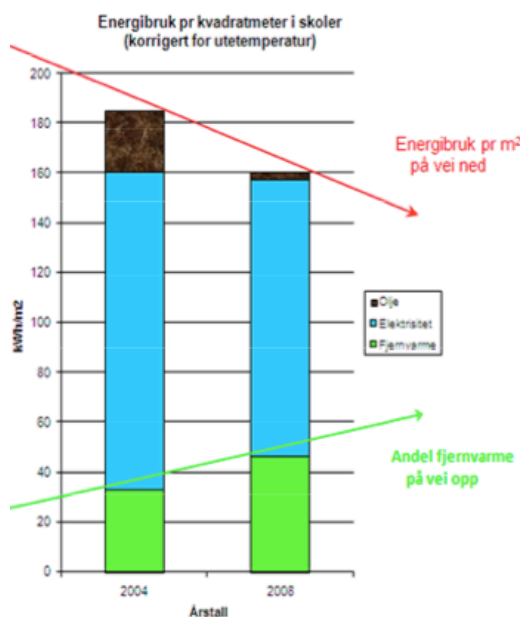
Trondheim kommune hadde 140 bygg med totalt 440000 m². Dette skulle kontinuerlig overvåkes og mulige avvik fra daglig drift kontrolleres. Energibruken i bygningene ble kartlagt og det ble iverksatt en tiltaksplan for å senke energibruken i bygningsmassen.

I 2008 kom Trondheim kommune med en sluttrapport for dette prosjektet:

- 13,6 % reduksjon
- 10,6 GWh spart – noe som tilsvarte på denne tida ca. 7 -8 millioner kroner
- Dette er energi som tilsvare forbruket på ca. 11 skoler på ca. 7500 m².²⁷

²⁷ Enova. (2011). <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - Energiledelse 2011. Sist besøkt 02.05.11

Et langsiktig miljøarbeid



Trondheim

kommune vil:

- Bruke riktig mengde energi i våre bygg
- Energien vi bruker skal hentes fra energikilder som skader miljøet minst mulig
- Målet nås gjennom tekniske tiltak og involvering av de som bruker byggene .
- I 2004 brukte gjennomsnittskolen i Trondheim 190 kWh/m².
- I 2009 var snittet 150,7 kWh/m² (21% reduksjon)

<http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=2075> - Energiledelse 2011.

Figur 2.1.5 viser effektene av det arbeidet Trondheim kommune har gjort.

2.2 EOS

I dag finnes det mange energioppfølgingsystemer (EOS) som brukes til å fremstille verdier hentet fra et SD – anlegg. Dette er for å kartlegge energibruken, slik at det er mulig å se om energibruken er lik den budsjetterte. Energioppfølgingsystemet gir rapporter om hva som brukes av energi og hvor denne energien brukes. Dette er et verktøy for å kunne gjennomføre ENØK tiltak å se virkningen av disse tiltakene, i tillegg til å oppdage feil i systemene.

Energioppfølgingsystemene kan gjerne være nettbaserte, noe som gjør at informasjonen er tilgjengelig hvor som helst. Data fra en hel bygningsmasse kan inkluderes i ett og samme oppfølgingsystem.²⁸

²⁸ Enova. 2004. "Energioppfølging i yrkesbygg – en innføring"

2.2.1 Funksjoner i et energioppfølgingssystem

- ET –kurve – viser forhold mellom virkelig energibruk og ukemiddeltemperatur.
- Rapporter – energibruken fordelt på undermålinger, uker, dager, timer, etc. Også energien fordelt på forskjellig type energi.
- Avdekking av feil – alarmer som kan programmeres inn ved urimelige verdier.
- Gjennomføring av mindre tiltak
- Tilbakemeldinger
- Revisjon

2.3 Drift

Energieffektiv drift

Drift av bygget er en av de viktigste faktorene i energiforbruket. Det er i denne fasen energien blir brukt. For å kunne gjøre driften best mulig må driftspersonellet kjenne bygningsmassen og brukerne av bygningene. Brukernes arbeidsoppgaver, rutiner og vaner må kartlegges. Her er det viktig med kommunikasjon og samarbeidspartnere. For å kunne drifte et bygg best mulig er det viktig med tilstedeværelse. Byggets vaktmester kjenner gjerne bygget bedre enn noen andre. Vaktmesteren eller personer med tilsvarende ansvar i et bygg er nøkkelpersoner for å få til god drift.

I tillegg til å få med vaktmesteren på selve energidriften av et bygg, er det like viktig med kunnskap og informasjon til alle involverte. De skal få en forståelse av hvorfor det er viktig med energieffektiv drift av en bygning og hva hver enkelt kan gjøre for å bidra. Her de viktigste faktorene som spiller inn ved en energieffektiv drift av bygninger:

- Energiledelse
- SD – anlegg.
- EOS
- Motivasjon og informasjon ut til brukere.
- Riktig styring av installasjoner
- Brukeradferd
- Insentiver ved energibesparelse. For eksempel kan besparelsen brukes til nye tiltak.
- Forankring i ledelsen. Det skal vises at det blir satt pris på og satset på.

Kartlegging

Kartlegging av gjeldene bygningsmasse er en god start på og energi effektivisere et bygg. Vi må kjenne til energiforbruket, bruken av bygningene og hvem og når bygget brukes. Ut ifra dette er det viktig og utarbeide planer som forteller noe om målene videre.

Kartlegging av energibruken fordelt på areal er en viktig parameter. I tillegg er det viktig å dele inn energiforbruket i forskjellige sektorer fordelt på fastkraft, fjernvarme, olje etc.

3 tidshorisonter for et bygg

1. Løpende energifokus.

- Oppfølging av drift.
- Enkle tiltak innenfor driftsbudsjett.
- Tenke energieffektivitet ved innkjøp.
- Mellomstore, lønnsomme tiltak forankret i energieffektiviseringsplan/budsjett.

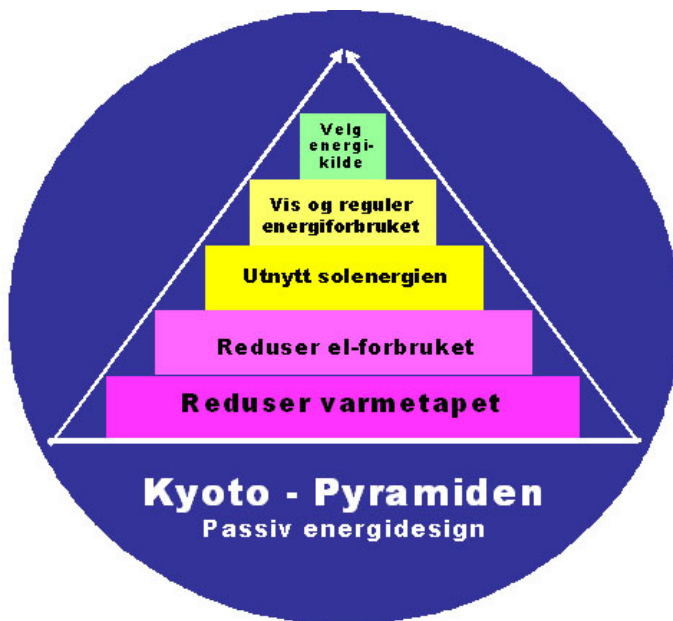
2. Mindre rehabiliteringer

- Oppgradering av utdaterte enkeltanlegg, f. eks ventilasjonsaggregat til optimal standard hvis dette likevel skal byttes.

3. Full rehabilitering

- Mulighet til å nærme seg passivhusstandard siden alle steiner skal snus.

2.4 Kyoto-pyramiden



Figur 2.4.1 - Kyoto-pyramiden (Husbanken, SINTEF) - http://www.passiv.no/hvordan_bygge_et_passivhus

Kyoto-pyramiden (Dokka og Rødsjø, 2005) gir et bilde på hvordan passiv energidesign kan oppnås. Pyramiden er i hovedsak tenkt brukt ved planlegging av nye bygg, men er også relevant i arbeidet med energieffektivisering av et eksisterende bygg. Poenget med oppsettet som en pyramide er at det viktigste står nederst og må være grunnlaget for de videre stegene. Selv om et bygg ikke har muligheten til å nå en passivhus standard med de midlene som er tilgjengelige, er det av stor viktighet å starte med de riktige tiltakene.

Trinn 1: Reduser varmetapet

Reduksjon av varmetap er det viktigste punktet for å kunne komme i nærheten av noe som kan kalles passiv energidesign. Ved å sørge for at mindre energi er nødvendig for å holde bygget oppvarmet vil varmetapet reduseres. Aktuelle tiltak avhenger av bygg og kan dreie seg om etterisolering, tetting av klimaskjerm eller arealeffektiv planløsning.

Trinn 2: Redusere forbruket av elektrisitet

Under dette punktet kommer alt forbruk av energi i bygget som ikke går til oppvarming. Belysning, hvitevarer og kontorutstyr må velges ut fra energibruk.

Trinn 3: Utnytt solenergien

Dette trinnet går ut på å utnytte gratis solvarme. Dette kan gjøres gjennom byggets utforming, plassering og orientering av fasader og vinduer. Solfangere og solceller kan også være aktuelt, men har ofte en høy investeringskostnad. Jobbes det med et eksisterende bygg kan det være vanskelig å få utnyttet solenergien i særlig stor grad.

Trinn 4: Vis og reguler energiforbruket

Her kommer energioppfølgingssystemene inn. Det bør velges et system som gir enkel, men fyldig informasjon til brukerne om energibruk og bruksmønster. Behovsstyring av belysning, ventilasjon og oppvarming er ting som bør inkluderes.

Trinn 5: Valg av energikilde

Dette trinnet går ut på å velge riktig energikilde til oppvarming. Hvis de foregående trinnene er fulgt i en planleggingsprosess av et nytt bygg vil oppvarmingsbehovet være lite. Valg av energikilde må gjøres ut fra eksisterende infrastruktur og lokal tilgjengelighet. Fjernvarme vil være gunstig, men ikke alltid mulig å gjennomføre.²⁹

Denne oppgaven konsentrerer seg i hovedsak om trinn 4 i Kyoto-pyramiden. Det omhandler energioppfølgingssystemer og behovsstyring av belysning, ventilasjon og varme. Ved prosjektering av et nytt bygg vil det være viktig å starte i den riktige enden av pyramiden. Reduksjon av varmetap vil være det viktigste i følge Kyoto-pyramiden. Denne oppgaven omhandler et eksisterende bygg og tar for seg muligheter ved å bruke allerede installerte systemer.

²⁹ Dokka, T.H. og Hermstad, K. (2006). Side 14

3 Empiri

For å få et sammenligningsgrunnlag ønsket vi å samle tall og erfaringer rundt energiledelse og energibesparelser hos lignende aktører i nærområdet. Det er også tall og erfaringer fra pionerprosjekter innenfor energistyring og energiledelse. Spesielt Drammen kommune og Rosenholm Campus er dyktige på disse områdene, og har mange gode erfaringer å vise til. Skal energiledelse, eller andre former for energistyring implementeres, vil det være av interesse å benytte seg av tilgjengelig informasjon og erfaringer fra andre aktører som har gjort lignende tiltak. Det er ingen vits i å starte helt fra bunnen av hver gang.

3.1 Universiteter og høgschooler

Tabell 3.1.1 er en oversikt over energiforbruket til Statsbygg sine eiendommer. Statsbygg har delt inn deres bygg i forskjellige kategorier hvor universitet – og høgschoolerbygg er en av disse kategoriene. Tabell 3.1.2 viser energiforbruket for denne kategorien.

År	Areal	Justert energiforbruk			Spesifikt energiforbruk		
		Avlest	50% gdk.	dtm.	Avlest	50% gdk.	dtm.
	m ² * 1000	MWh	MWh	MWh	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
2007	1 445	275 800	293 164	286 355	191	203	198
2008	1 514	291 693	312 546	305 407	193	206	202
2009	1 588	317 894	332 186	328 059	200	209	207
2010	1 723	366 325	353 555	346 567	213	205	201

Tabell 3.1.1 – Energiforbruk totalt for bygningsmassen som driftes av Statsbygg.

[http://statsbygg.no/Miljo/miljopublikasjoner/Energirapport 2010 – energiforbruk i Statsbygg sine bygninger](http://statsbygg.no/Miljo/miljopublikasjoner/Energirapport%202010-energiforbruk%20i%20Statsbygg%20sine%20bygninger). Side 55.

Dtm – driftstidsnormert. Definerte driftstider av en spesifikk bygningsmasse basert på Enova sitt tallmateriale.

Gdk – graddagskorrigert energiforbruk. Gjelder den delen av energien som er avhengig av utetemperatur.

For å kunne sammenligne disse målingene med andre bygg benytter vi oss av graddagskorrigert energiforbruk. I dette tilfellet er det gjennomsnittlige energiforbruket for universitet – og høgschoolerbygg 205 kWh/m² for 2010. Totalt for hele bygningsmassen til Statsbygg lå også forbruket på 205 kWh/m² for 2010.

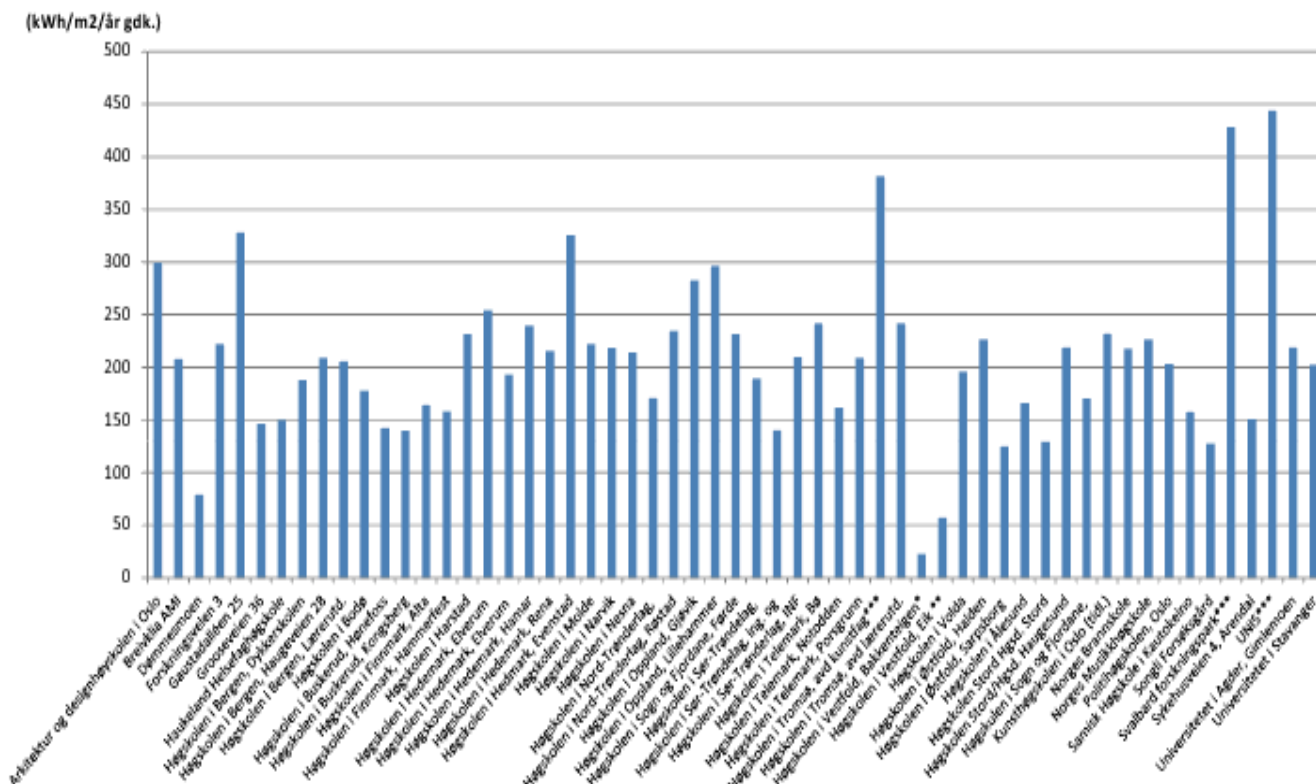
Nedenfor vises tabell 3.1.2 som viser det totale energiforbruket til universiteter og høyskoler Statsbygg drifter i Norge.

Ar	Areal m ² * 1000	Justert energiforbruk			Spesifikt energiforbruk		
		Avlest	50% gdk.	dtn.	Avlest	50% gdk.	dtn.
		MWh	MWh	MWh	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
2007	713,6	142 780	151 661	156 214	200	213	219
2008	735,1	147 100	147 735	152 617	200	201	208
2009	811,5	165 995	173 817	175 713	205	214	217
2010	822,9	174 671	168 616	167 901	212	205	204

Tabell 3.1.2 – Justert og spesifikt energiforbruk for universitets- og høyskolebygg driftet av Statsbygg.
[http://statsbygg.no/Miljo/miljopublikasjoner/Energirapport 2010 – energiforbruk i Statsbygg sine bygninger. Side 11.](http://statsbygg.no/Miljo/miljopublikasjoner/Energirapport%202010-energiforbruk%20i%20Statsbygg%20sine%20bygninger)

I 2009 gjennomførte Statsbygg 35 forskjellige energibesparende tiltak. I tillegg til disse kommer opplæring og kursing rundt energiledelse og bevisstgjøring av energibruk. Ut ifra målingene ser vi at energiforbruket sank fra 2006 til 2007, men herfra har det steget frem til 2009. Arealet for den totale bygningsmassen har også økt etter hvert som nye bygg har blitt ferdigstilt. Økningen i forbruk viser ikke nødvendigvis at det ikke er gjort energibesparende tiltak. I tillegg til spart energi kommer også bygninger med økt energibruk grunnet oppgraderinger. Nye installasjoner, IKT og lengre driftstider er med på å øke energiforbruket betraktelig. Dette er også en utfordring for framtiden.

Universitets – og høyskolebygg



Figur 3.1.1 – Energiforbruk per år for universiteter og høyskoler i Norge (graddagskorrigert).
[http://statsbygg.no/Miljo/miljopublikasjoner/Energirapport 2010 – energiforbruk i Statsbygg sine bygninger. Side 56.](http://statsbygg.no/Miljo/miljopublikasjoner/Energirapport%202010-energiforbruk%20i%20Statsbygg%20sine%20bygninger)

Figur 3.1.1 er en oversikt over Statsbygg sine universitets- og høyskolebygg og deres energiforbruk. Skal Sørhellinga sammenligne seg med noen av disse universitets – eller høyskolebyggene må vi finne den som ligner mest i driftstider, byggeår og forbrukermengde. Noe som er spennende å se i forhold til denne oversikten er antall bygg og Sørhellinga sitt energiforbruk på 238,5 kWh/m² i 2010. Denne grafen viser gjennomsnittsforkruket for hele campus og ikke hvert enkelt bygg, slik som Sørhellinga.

3.1.1 Høgskolen i Østfold – Halden

Etter å ha vært i dialog med driftssjef på høgskolen i Østfold, avdeling Remmen (Halden) har vi fått noen tilbakemeldinger på deres fokus på energiledelse og hva det har gitt av resultater. Tabell 3.1.3 viser energiforbruket i 2010. Totalt for kontor og undervisningsbygg var forbruket på 258 kWh/m². Sammenlignet med høgskolen i Østfold har Sørhellinga et lavere forbruk med sine 238,5 kWh/m².

Energistatus på Remmen

Område	Areal (m ²)	Forbruk (kWh)	kWh/m ²
Svømmehall	1 105	825 172	746
Idrettshall	2 518	181 172	72
Kontor/undervisning	24 147	6 250 614	258

Tabell 3.1.3 – Energiforbruk ved høgskolen i Østfold i 2010.

ENØK-tiltak som er igangsatt i 2009/2010:

Statsbygg Remmen:

- Utskifting av alle vinduer og veggisolasjon i den eldste delen, ca. 11.000 m² golvareal på ett plan.
- Generelt fokus hele tiden på energisparing i daglig teknisk drift

HiØ Remmen

- Slukking av all belysning på parkeringsområder om natten
- Lavere temperatur i sentralhallen
- Nattsenkning/helgesenkning av varme og ventilasjonsnivå
- Langhelgstengt i hele jul-nyttårshelgen/tvangsferie/ekstraferie
- Kampanjer mot studenter og ansatte om lyseslokking av rom uten automatikk

HiØ Kråkerøy

- Natt-, helg- og langhelgtiltak som på Remmen
- Lysautomatikk på ett nybygg
- Kampanjer

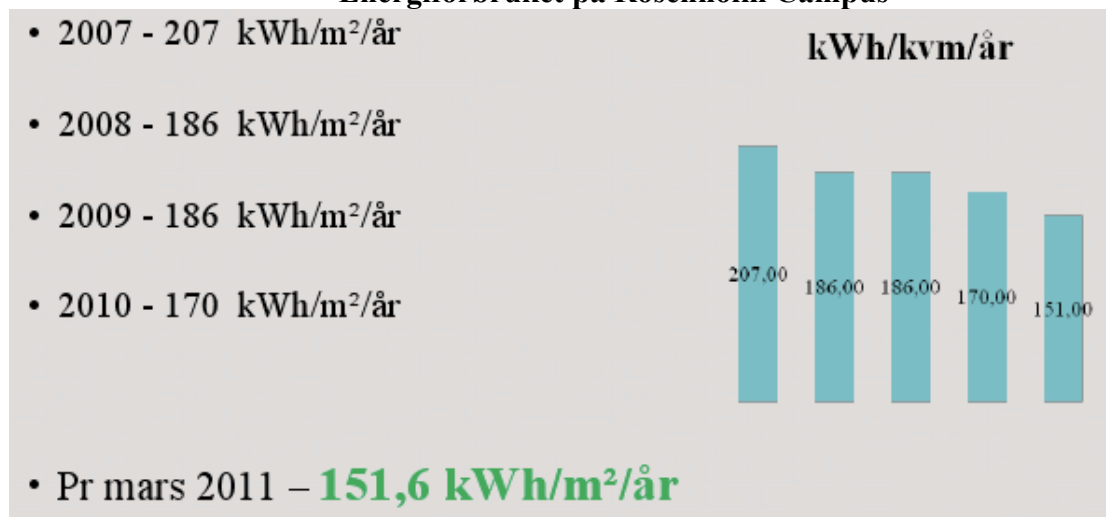
Disse tiltakene og fokuset på energiledelse og energibesparelse har ført til en stor nedgang i energiforbruket. De eksakte tallene var ikke helt klare ved ferdigstillelse av denne oppgaven, men ifølge driftssjef Bernt Evensen skal reduksjonen i 2010 være godt over 10 % av totalt energiforbruk.

3.2 Rosenholm Campus

Aspelin Ramm kjøpte i 2007 IBM-bygget på Kolbotn, nå kjent som Rosenholm Campus. Rosenholm Campus er en bygningsmasse på til sammen litt over 40 000 m² med kontorlokaler. Aspelin Ramm er en eiendomsutvikler som har sin egen struktur rundt drift. På alle deres prosjekter jobber driftsledere som er ansatt i Aspelin Ramm. Disse flyttes rundt fra prosjekt til prosjekt for å sikre at ”optimal” drift er oppnådd. Disse driftssjefene samles en gang i måneden for å utveksle erfaringer og nye ENØK-tiltak. Dette har vist seg å være en god strategi som har ført til godt driftede bygg, spesielt med tanke på energiforbruk.

Driftslederne blir enige hvert år om et mål om redusert energi de skal klare i løpet av året. Hovedgrunnen til suksess i følge driftsleder Magne Fahre er interessen av energibesparelse i deres bygningsmasse. I tillegg har de kompetanseheving i fokus, samt økonomiske insentiver. Fahre lever også etter en filosofi at man alltid kan spare 10 %. Etter hvert som energiforbruket synker vil det bli vanskeligere å spare energi, men til gjengjeld er 10 % av et mindre tall også en mindre mengde som skal spares.

Energiforbruket på Rosenholm Campus



Figur. 3.2.1 – Energiforbruk på Rosenholm Campus pr år. Kilde: Aspelin Ramm driftsleder Magne Fahre ved Rosenholm Campus, Driftsrapport 2011.

Figur 3.2.1 viser at det er gjort energibesparelser på ca. 10 % hvert år siden overtakelsen av bygningsmassen i 2007. I 2009 renoverte de store deler av bygningsmassene, noe de visste ville gi utslag på energiforbruket. De oppgraderte installasjoner i bygningen, noe som egentlig skal føre til økt energiforbruk. Grunnet andre ENØK-tiltak ble energibruken i 2009 den samme som i 2008.

Totalt ser vi at energiforbruket de siste 4 årene har blitt redusert med rundt 28 %. Dette tilsier at Rosenholm Campus sparer ca. 2.2 MWh dette året. Som med dagens strømpriser fort kan tilsvare 2 millioner kroner.

Her er noen av Fahre sine synspunkter på enkle energibesparende tiltak:

- Reduserte driftstider til faktisk bruk.
- Temperaturer fra aggregat vinter og sommer.
- Kildesortering – kun avhengig av informasjon og tilgjengelighet.
- Redusere svinn.
- Brukerne må bli opptatt av energibruken og ha et ønske om å spare.
- Kommunikasjon.

Noen av disse punktene krever litt nærmere forklaringer. Det kreves mye energi for å senke temperaturen en grad om sommeren eller for å øke temperaturen en grad om vinteren.

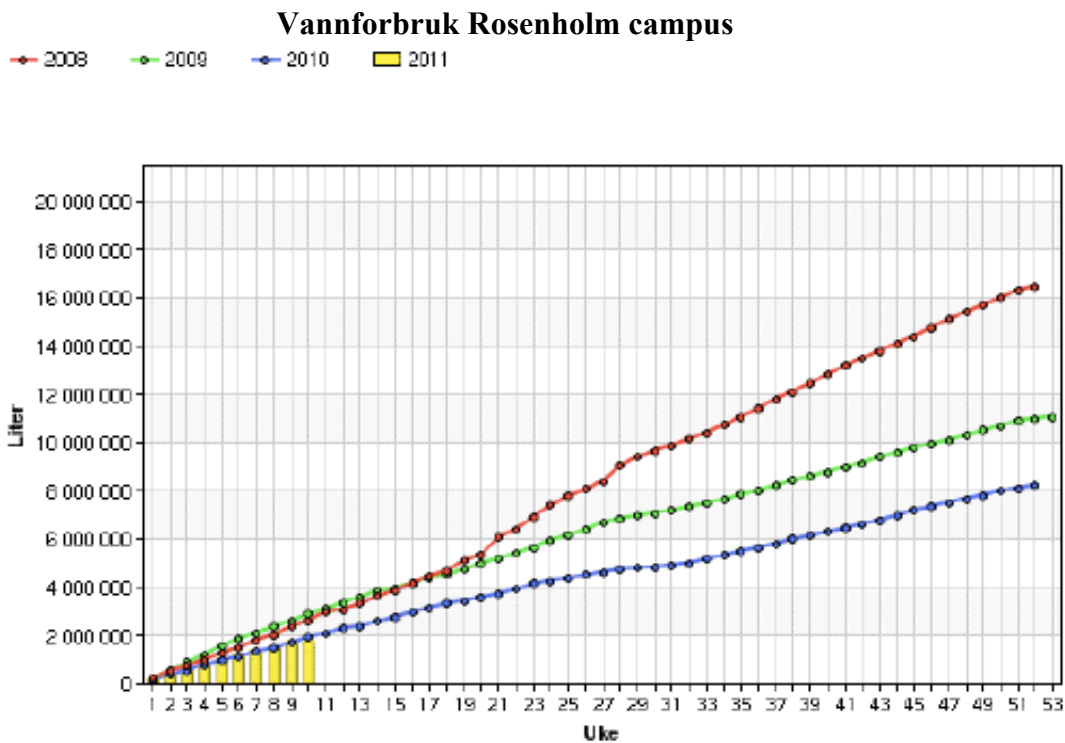
Hvorfor skal brukere av bygningsmassen kreve 18 -20 grader inne i bygningen om sommeren, når utetemperaturen er 25 grader, mens om vinteren skal vi ha det 22-24 grader inne, når det

er minus 10 grader ute. Ville det ikke vært mer naturlig å ha 22 grader inne om sommeren og heller sitte i t-skjorte? Om vinteren kunne temperaturen vært på 20 grader og heller hatt på oss en genser? Dette er synspunkter Fahre har kommet med og er elementer som har blitt eksperimentert med på Rosenholm Campus. Ved kommunikasjon med brukerne vil det være mulig å tøyne grensene noe. Det viktige er at brukerne forstår hvorfor det er kaldere i vinterhalvåret og litt varmere inne om sommeren.

Litt av det samme gjelder kildesortering. Ved informasjon og kommunikasjon med brukerne av bygget vil det bli lettere å oppnå en forbedring. Ved informasjon og oppsett av hva dette betyr i form av energibesparelser vil ønske om økt kildesortering kunne øke enda mer. Målet er å få brukerne til å ville spare energi.

Ved å redusere svinn tenker Fahre på bruken av unødvendig energi. For eksempel toaletter som renner litt hele tiden, lys som står på i kjellere hvor ingen oppholder seg og så videre. Da Fahre tok over bygningsmassen i 2007, var det mange eksempler på energisvinn. Et godt eksempel var et lagerlokale i kjelleren som sto tomt. Her sto lyset på 24 timer i døgnet hele uken. Det rareste ved dette rommet var at det ikke fantes en lysbryter for å skru av lyset. Det var rett og slett umulig å skru av lyset. Fahre installerte en lysbryter, men energiforbruket gikk fortsatt ikke ned. Dette målte han ved hjelp av undermålere. Det viste seg at brukere av bygget var så vant til at lyset sto på at når de gikk forbi rommet, gikk de inn skrudde på lyset og gikk ut. De trodde lyset måtte være slått på. Dette sier noe om brukeradferden til de som bruker bygningen har stor innvirkning. Dette førte til at lyssensorer ble installert i store deler av bygningen.

Et annet eksempel fra Rosenholm Campus var vannforbruket. De hadde et ekstremt høyt vannforbruk. Etter å ha installert undermålere fikk han til slutt sett hvilket bygg som brukte uforholdsmessig mye vann. Det viste seg her at en vannledning under bygget hadde sprukket, så det lakk store mengder vann hele tiden. I tillegg fant de ut at vannmåleren viste et for høyt forbruk i forhold til faktisk vannbruk. Dette førte til at kommunen byttet vannmåler og Aspelin Ramm fikk refundert et beløp på grunn av avgifter beregnet på feil grunnlag. Vannforbruk kan ikke kalles direkte energiforbruk, men eksempelet er tatt med for å illustrere hvilke muligheter som finnes ved å ha et velfungerende energioppfølgingssystem. Figur 3.2.2 viser vannforbruket på Rosenholm Campus de siste årene.



Figur. 3.2.2 – Vannforbruk på Rosenholm Campus. Kilde: Aspelin Ramm ved driftsleder Magne Fahre ved Rosenholm Campus, Driftsrapport 2011.

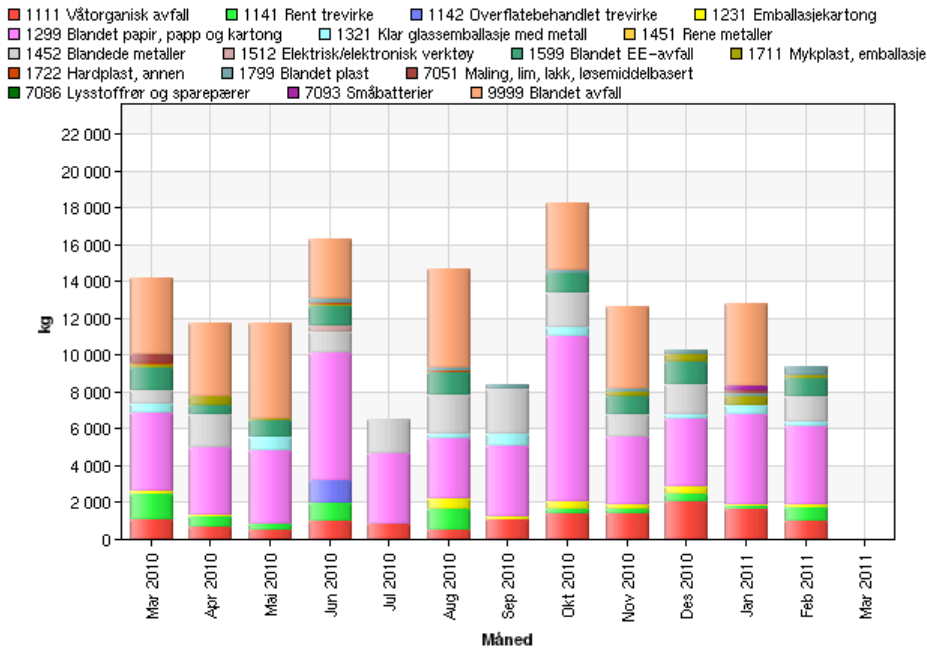
Ved hjelp av energioppfølgingsystemet ble denne situasjonen oppdaget og det ble kun et enormt vannforbruk dette halvåret. Uten å installere undermålere ville ikke Fahre oppdaget disse to eksemplene på energisvinn. Skal man spare energi er kartlegging av energibruken et sted å starte.

Ut ifra erfaringer på Rosenholm campus og tidligere prosjekter mener Magne Fahre at de viktigste faktorene for å spare energi er interesse for energibruk, kompetanse, kommunikasjon med brukerne og penger til å installere undermålere og energiovervåkningsutstyr.

3.2.1 Eksempel på energioppfølging fra Rosenholm Campus

Dataene fra Rosenholm Campus er gitt av driftsleder Magne Fahre. Figurene under viser eksempler fra energioppfølgingsystemet som brukes ved Rosenholm Campus.

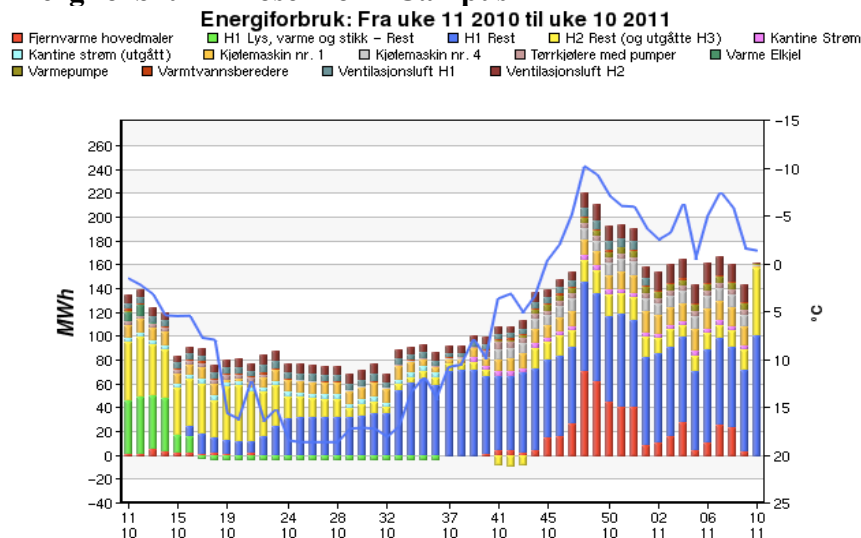
Avfallsmenge Mars 2011 – Rosenholm Campus



Figur 3.2.3 - Avfallsmenge. Fra Driftsrapport 2011 for Aspelin Ramm. Gitt av driftsleder Magne Fahre ved Rosenholm Campus.

Figur 3.2.3 viser noen av mulighetene for energioppfølging. Her er kun et av områdene fremvist. På Rosenholm Campus har de hatt enormt fokus på kildesortering de siste seks månedene i 2010. De hadde da en sorteringsgrad på 82,5 %. Ved å ha daglig rutiner på å lese av energirapporter for de ulike segmentene vil energiforbruket hele tiden være oppdatert. I følge erfaringer Fahre har gjort vil bruk av EOS til å sende ut informasjon til brukere kunne føre til økt interesse og kunnskap rundt temaet, noe som igjen kan føre til økte energibesparelser.

Energiforbruk – Rosenholm Campus



Figur 3.2.4 – Totalt energiforbruk. Fra Driftsrapport 2011 for Aspelin Ramm. Gitt av driftsleder Magne Fahre ved Rosenholm Campus.

Figur 3.2.4 viser et eksempel hvor alle energirapportene samles til en totalrapport. Til og med ut i fra denne oversikten kan man se om det er store endringer i energiforbruket. Ved unormale verdier vil arbeidet med å finne ut hvorfor starte. Er det noe galt rettes feilen opp. På denne måten vil det alltid være mulig å ha kontroll over energibruken. Svikter det tekniske utstyret vil dette kunne oppdages ved at unormale verdier vil vises.

3.3 Energiledelse ved UMB

Det vil være ønskelig å videreføre kunnskapen om energiforbruket ved Sørhellinga og driften av dette bygget videre til hele UMB sin bygningsmasse. Hvert institutt og hvert bygg bør ha fokus på eget energiforbruk.

Vi har erfart og lært en del om dagens drift og systemer som inngår i energiledelsen ved UMB. Det virker feil å bruke ordet energiledelse i den forstand som Enova definerer begrepet. Likevel er det ikke store endringer som skal til for å kunne si at man har en god energiledelse ved UMB.

Kommunikasjon, kunnskap og engasjement er hovedingrediensene for og lykkes med et slikt prosjekt. Denne oppgaven kan være en motivasjon for de som allerede jobber med dette på UMB i dag, ved å vise hva energiledelse kan gi av resultater. For å få et best mulig resultat er det viktig å starte i riktig ende. Denne oppgaven har vært en observasjon til selve forprosjektet. Et videre arbeid kan ha en form som følger:

- Arbeidsgruppe – opprettelse av en arbeidsgruppe med forankring hos UMB ledelsen.
- Forprosjekt – kartlegge energiforbruket på hele UMB og spre kunnskap om energiforbruk på hver enkelt bygning. Samtidig som energimerking av bygningsmassen til UMB blir gjort.
- Støtte – søke støtte fra Enova til å gjennomføre investeringer og tiltak for å spare energi.
- Handling – gjennomføre tenkte tiltak i hele bygningsmassen.
- Resultat – måle resultatet for tiltakene og se lønnsomheten i tiltaket.
- Kommunikasjon – informere brukere av bygningsmassen for å spre kunnskap om energibesparelsen og motivasjon til videre arbeid.
- Ny kartlegging og nye tiltak.

En slik fremgangsmåte kan sørge for kontinuerlig arbeid og fokus på energibesparelse. Noe av det viktigste i en slik prosess er å vise resultater til alle som benytter seg av bygningsmassen. Dette skaper motivasjon og er en viktig faktor for å spare energi. For å få det beste resultatet må alle bidra på de områdene de kan.

UMB sin ledelse blir også et veldig viktig ledd. Er ledelsen med på å sette krav til hvilke mål som skal oppnås, samt viser engasjement rundt arbeidet vil dette kunne føre til økt motivasjon. Spesielt når det kommer til å vise frem resultater må ledelsen vise interesse for arbeidet som er gjort.

Før et slikt arbeid kan begynne er det vesentlig å kartlegge hvilke forutsetninger som må ligge til grunn for å lykkes. I det følgende vises derfor en SWOT-analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), som tar for seg styrker og utfordringer.

3.3.1 SWOT-analyse

Styrker

- Kjennskap til driftspersonell og deres styrker og svakheter.
- Kjennskap til studentmassen på UMB og kan få med to – tre mastergradsstudenter i prosjektet.
- Reelle erfaringer fra masteroppgaven om energibesparelse og styringssystemer på Sørhellinga.
- Sterk faglig bredde i et rådgivende ingeniørfirma, eksempelvis Multiconsult.
- Multiconsult er rådgivende også i fusjonsprosessen?
- Enova sine støtteprogrammer.
- Støttenivå 2010 på 61 øre pr kWh.
- Gode kontakter til andre vellykkede prosjekter – Rosenholm Campus, Høgskolen i Halden, Kongsberg kommune, Drammen kommune etc.
- Stort økonomisk potensial i spart energi og riktig drift av dagens bygningsmasse, men også av kommende bygningsmasse.
- Opplæring av dagens ansatte kan skape en energikultur blant ansatte og brukere.
- Sterke bånd til samfunnet, SiÅs og studentdemokratiet.
- Kontakter blant de ansatte.
- Kjennskap til de ulike linjeforeningene og lag & foreninger på UMB

Svakheter

- Statlig institusjon som krever offentlige anbudsrunder?
- Dyp organisasjonskultur som krever endring – kan være vanskelig.
- Krever midler (økonomiske og arbeidskraft) som må settes av i et allerede stramt budsjett og arbeidsprogram.
- Ingen eierskapsinteresser hos brukerne.

Muligheter

- Store energibesparelser. Ikke kun i år, men alle år fremover.
- Bli et pionerprosjekt for andre universiteter og høyskoler i landet.
- En organisasjonsendring innen energitankegang.
- Skape interesse og forståelse rundt energibruk.
- Mange offentlige samarbeidspartnere som kan bidra til et maksimalt resultat.
- Enova

Trusler

- Liten tiltro til prosjektet fra ledelsen.
- Konkurrerende tilbud i en anbudsrunde.
- Økonomiske hindringer hos UMB

3.3.2 Økonomi og støtteprogrammer

For å kunne gjennomføre et slik prosjekt trengs det et økonomisk grunnlag. Det må være lønnsomt for UMB å starte et slikt prosjekt. Energiledelse og energibesparelse vil også kunne føre til bedre økonomi på sikt. Energi er en resurs som historisk sett blir dyrere og dyrere. Tilgangen på energi er heller ikke ubegrenset. Det er derfor viktig at vi bruker kun den energien som er nødvendig og ikke sløser med energi og penger kun fordi vi har mulighet og råd til å gjøre det.

Spart energi i løpet av et år på investeringer i bygningsmasse eller endret brukeradferd vil ikke gi en besparelse av energi kun det ene året, men også i alle år fremover så lenge tiltaket kan opprettholdes. Dette er en viktig faktor når vi legger til grunn at bygninger kan ha en levetid på over 100 år.

Enova har støtteprogrammer for energieffektive bygg:

- Støtte til utredning av passivhus
- Støtte til eksisterende bygg og anlegg.
- Støtte til passivhus og lavenergihus.

De forskjellige støtteprogrammene har flere søknadsmuligheter. Det er et bredt spekter av tiltak som er støtteberettiget. Vi har vært i kontakt med en rådgiver hos Enova for å høre mer om hvilke muligheter som finnes for UMB.

” UMB kan med grunnlag i en overslagsmessig kartlegging av bygningsmassen, evt. etter gjennomført energimerking søke om støtte til støtteprogrammene innen eksisterende bygg og anlegg, samt selvsagt også passivhus/lavenergibygg hvis det er snakk om nybygg eller rehabilitering til disse nivåene. Støtteprogrammet "eksisterende bygg og anlegg" krever at man på søknadstidspunktet legger inn de tiltak man etter en overslagsmessig kartlegging vurderer som aktuelle. Underveis i prosjektet er det stor fleksibilitet i endring av tiltak, dvs. at den mer inngående kartleggingen av hva som skal gjøres av tiltak kan gjøres etter at tilsagn er gitt.”³⁰

3.3.3 Potensial

Ut ifra andre lignende prosjekter og våre erfaringer er det et stort potensial innen energibesparelse og energiledelse ved UMB. Hvis vi sammenligner energiforbruket på UMB med teknisk forskrift og Enova sine normtall viser dette at UMB sin bygningsmasse har gode muligheter for å spare energi.

³⁰ Seniorrådgiver, Jan Peter Amundal, Enova SF, 28.03.2011

Energiforbruket administrasjon – og undervisningslokaler på UMB 2010.

Bygg	Fastkraft kWh	Fyrhus kWh	Sum energi kWh	Temp.korr. kWh/m ²
UMB-030-Husdyrfag	897 149	977 652	1 874 801	238,3
UMB-271-Økonomibygningen	189 920	152 700	342 620	179,3
UMB-281-Tivoli	68 838	243 814	312 652	148,9
UMB-291-Cirkus	138 485	411 050	549 535	193,7
UMB-301-Urbygningen	169 939	895 410	1 065 349	130,9
UMB-311-Tårnbygningen	305 998	1 192 720	1 498 718	179,5
UMB-331-Verkstedbygningen	217 807	0	217 807	182,3
UMB-351-Jordfagbygningen	747 924	1 529 210	2 277 134	380,7
UMB-361-KA-bygningen	58 184	254 410	312 594	159,3
UMB-371-Smia	64 800	0	64 800	192,3
UMB-381-Posthuset	86 720	0	86 720	170,9
UMB-451-Meieribygningen	1 044 749	1 151 952	2 196 701	240,3
UMB-454 Bioteknologibygningen	1 166 520	1 359 450	2 525 970	283,9
UMB-510-TF alle fløyer	1 143 983	1 427 950	2 571 933	229,5
UMB-551-Sørhellinga	1 087 457	1 273 439	2 360 896	238,5
SUM	12 018 505	11 889 629	23 908 135	

Tabell 3.3.1 – Energiforbruk delt i fastkraft og fjernvarme for bygningsmassen til UMB. Kilde: Trond Langset, DSA.

Tabell 3.3.1 viser lokalene på UMB som i all hovedsak driver med undervisning og forskning. Temperaturkorrigert energiforbruk for disse bygningene er for 2010 ca. 210 kWh/m². Det er vesentlig å understreke at energiforbruket på mange av disse bygningene er såpass lave grunnet manglende tekniske installasjoner. For eksempel har Ur – og Tårnbygningen et veldig lavt forholdstall mellom fastkraft og fjernvarme. Ventilasjonssystemer med tilhørende kjøling er fraværende i disse bygningene. Nyrenoverte bygninger på UMB i dag har mer eller mindre 50 % fastkraft og 50 % fjernvarme, slik som Bioteknologibygningen og Sørhellinga.

Dette fremhever også viktigheten med energiledelse for fremtiden. Nye bygg har mer tekniske installasjoner som krever mer energi. Det blir viktigere og viktigere at disse installasjonene driftes korrekt, slik at det ikke brukes unødvendig mye energi. Dette vil også ha mer å si for fremtiden dersom energiprisene fortsetter å stige. Det vil føre til store økonomiske fordeler ved å ha en god energiledelse ved UMB.

Ser vi på Statsbygg sin portefølje for universitets – og høyskolebygg er temperaturkorrigert (graddagskorrigert) energiforbruk 205 kWh/m² for 2010.

Teknisk forskrift sier noe om hvilke energibehov som skal gjelde for kommende bygningsmasse. Dette er jo også et langsiktig mål for eksisterende bygningsmasse. Store og små forbedringer som gjør at eksisterende bygningsmasse nærmer seg TEK 10. Vi ser på dagens energibehov for UMB sin bygningsmasse ligger langt unna disse kravene. Spesielt når de tekniske kravene for TEK 10 medfører enda flere og større tekniske installasjoner som øker energiforbruket betraktelig.

Teknisk forskrift 2010:

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m² oppvarmet BRA pr. år)
Småhus, samt fritidsbolig over 150 m ² oppvarmet BRA	120 + 1600/m ² oppvarmet BRA
Boligblokk	115
Barnehage	140
Kontorbygning	150
Skolebygning	120
Universitet/høyskole	160
Sykehus	300 (335)
Sykehjem	215 (250)
Hotell	220
Idrettsbygning	170
Forretningsbygning	210
Kulturbygning	165
Lett industri/verksteder	175 (190)

Tabell 3.3.2 – Tillatt energibehov ved prosjektering i følge TEK 10. Kilde: <http://www.lovdata.no/for/sf/kr/tr-20100326-0489-034.html#14-2>

Normtall fra Enova

Klima: Sør-Norge, innland	Universitet og høyskole					
	Eldre		1987		1997	
	kWh/m ²	W/m ²	kWh/m ²	W/m ²	kWh/m ²	W/m ²
1. Oppvarming	49	46	28	36	15	28
2. Ventilasjon	36	42	51	59	34	41
3. Varmtvann	7	9	11	9	11	9
4. Vifter & pumper	19	6	29	9	22	7
5. Belysning	41	17	41	17	33	14
6. Diverse	32	15	33	15	32	15
7. Kjøling	1	5	3	10	3	12
Total	185		196		150	

Tabell 3.3.3 – Normtall fra Enova for Universitet og høyskole. Kilde: "Manual for ENØK normtall". side 19.

Begrepet normtall er definert slik. "Veiledende verdier for hva energi- og effektbehovet i bygninger bør være etter at lønnsomme ENØK tiltak er gjennomført."³¹

³¹ Enova. (2004). "Manual for ENØK normtall". Side 4.

3.4 Dagens svakheter

3.4.1 Struktur og organisering

I dagens organisering av energioppfølging ved UMB er det DSA som har ansvaret for drift av UMB sin bygningsmasse. DSA forvalter og vedlikeholder bygningsmassen, men sitter også på ansvaret for energioppfølging. DSA er lokalisert i et eget bygg ganske sentralt på campus, men de har ingen av sine ansatte som sitter på hvert enkelt bygg. For å få følelsen av hvordan et bygg fungerer og lever er det viktig med tilstedeværelse. Ved å samarbeide med vaktmester i større grad vil dette øke sjansene for å få et bedre driftet bygg. UMB har en vaktmester ansatt ved hvert enkelt bygg, som også har kontor i samme bygg. Denne personen burde ha mer ansvar med tanke på energioppfølging og burde være kontaktleddet mellom bruker og drifter.

3.4.2 Rutiner

Det virker heller ikke som om det er noen faste rutiner rundt energioppfølging. Eneste hjelpen ved et energioppfølgingssystem er hvis det brukes. Det holder ikke kun å lese av energibruken og energimålinger, men vi må vite hva energibruken egentlig skal ligge på. Dette handler om å sette seg inn i hvert enkelt bygg å lære å kjenne bygningsmassen. Dette tar tid og er krevende, men er helt avgjørende når det kommer til energioppfølging.

Vi har flere tilfeller under vår periode på Sørhellinga hvor vi fikk bekreftet at det mangler rutiner rundt dette. Ventilasjonsaggregatene gikk uavbrutt i nesten en uke før vi ga beskjed. Dette ga utslag på EOS med et doblet energiforbruk, men rutinene ved å kontrollere energiforbruket er ikke tilstede. Det er også flere sensorer i lysstyringen som heller ikke fungerer, men som aldri blir byttet ut eller reparert. Snøsmelteanlegg som ikke blir skrudd av eller blir brukt unødvendig. Det er utrolig mange aspekter ved å drifte og styre en bygning. En god start vil være å få en samarbeidspartner som har kontor og jobber i bygningen.

3.4.3 Eierskap og tilhørighet

Vi føler det er en manglende tilhørighet og eierskapsfølelse rundt dette med energioppfølging. Det er ingen kommunikasjon mellom drifter og bruker. Ingen informasjon eller kampanjer som forteller noe om hvorfor vi ønsker å spare energi. Det virker nesten som om det ikke er et ønske om å kutte energiforbruket på UMB. Vi har fått tilbakemeldinger som har gått på

hvorfor UMB skal spare energi når de ikke tjener noe mer på det selv. Dette er en holdning som kan virke hemmende overfor energisparing.

4 Metode og forsøksplaner

En stor del av arbeidet med denne oppgaven har gått ut på å skaffe en oversikt over funksjoner og energibruk på Sørhellinga. For å kunne gi en ordentlig framstilling av byggets funksjoner og for å få en forståelse av hvordan de tekniske installasjonene faktisk fungerer har kontakten med DSA vært viktig. Flere personer fra DSA har vært med på omvisninger og befaringer av bygget. En oversikt over hvilke personer som har bidratt finnes i Vedlegg 9.4 – Bidragsyttere.

Energimålinger har blitt gjort ved hjelp av de installerte målerne i bygget. Disse er knyttet opp mot energioppfølgingssystemet til UMB. Siden UMB skiftet energioppfølgingssystem i januar, og det nye systemet ikke var operativt før sent i april har en del framstilling av data blitt gjort manuelt i Excel.

Det har vært opprettet kontakt med flere eksterne kilder for å samle informasjon om andre bygg og hvordan de driftes. Vi har også deltatt på et kurs om energieffektive bygg for framtida, i regi av Enova.

I arbeidet med å komme fram til forslag til nye driftstider og perioder har det blitt benyttet observasjoner av hvordan bruken av bygget faktisk har vært. Dette har i hovedsak vært gjort gjennom våren 2011, men en del erfaringer fra tidligere har også blitt benyttet.

Ved arbeidet med hypotese 1 ble det brukt en enkel metode. Innstillinger ble endret og resultatene ga svar i hvilken grad endringene hadde hatt effekt. Spørreundersøkelser ble benyttet i kartleggingsprosessen. Hypotese 2 satte krav til god kunnskap om studenter og ansattes adferd. Dette gjorde at det ble observert hvordan brukerne forholdt seg til belysning på dagtid og kveldstid. Ut i fra observasjoner ble det laget et forslag til nye innstillinger. Effekten av endringene ble beregnet teoretisk. Det var ikke mulig å få ordentlige målinger av forbruk til belysning siden det ikke finnes egne kretser for dette i bygget.

4.1 Hypotese 1 - Feriedrift

Hypotese 1 sier at det kan spares mye energi i studentenes juleferie. Dette kan også videreføres til andre ferieperioder i løpet av året, da særlig sommerferie. Bygget har blitt driftet for fullt i disse ukene selv om personbelastningen er mindre enn vanlig.

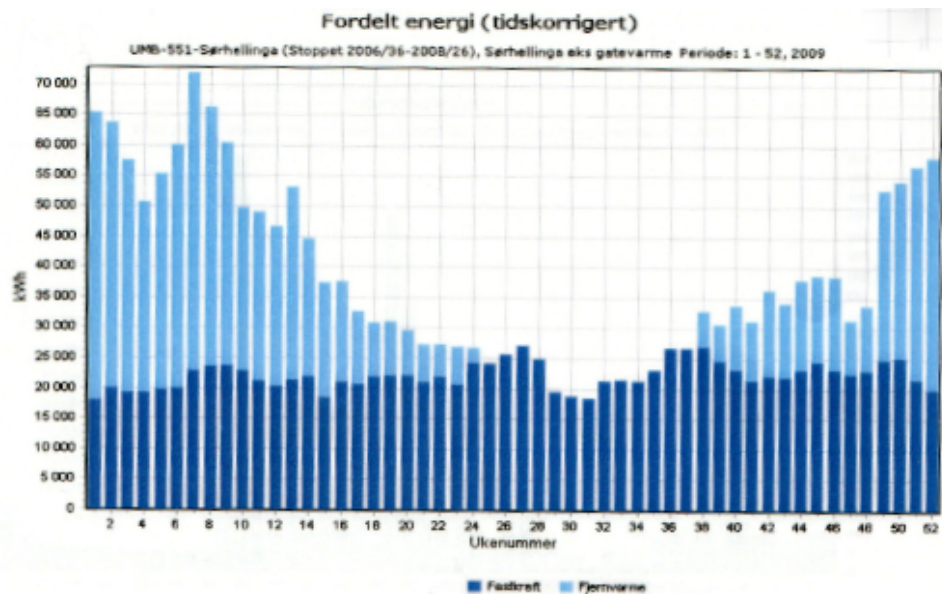
4.1.1 Bakgrunn

Energiforbruket på Sørhellinga består av en stor andel elektrisk kraft og desember er historisk sett en periode av året hvor strømprisene er veldig høye. Omtrent 46 % av energibruken på Sørhellinga er elektrisk kraft.³² Resten er fjernvarme, og det var interessant å se om oppvarmingsbehovet i denne perioden kanskje ikke var like høyt som det har vært driftet for tidligere. Perioden etter siste eksamen, som gjerne er i slutten av uke 50, er en periode hvor det kun er noen få ansatte på jobb og tilnærmet ingen studenter. Dette er ut i fra egne erfaringer og samtaler med ansatte. En spørreundersøkelse gjennomført av oss kartla hvor mange ansatte som skulle jobbe på Sørhellinga mellom 23. desember kl. 16.00 og 3. januar kl. 07.00.³³ Resultatene av denne undersøkelsen viste at det kun var et fåtall som skulle på jobb i denne perioden og at de som skulle jobbe, kun skulle jobbe noen få dager. Ut i fra dette hadde vi et innlegg under et møte for de ansatte i desember hvor vi la frem hvilke tiltak vi hadde tenkt til å gjennomføre og hvor mye effekt vi trodde det kunne gi.

I 2008 og 2009 brukte Sørhellinga rundt 120 000 kWh i perioden uke 51 og 52. Dette inkluderer da både fastkraft og fjernvarme. Forbruket på ca. 120 000 kWh på to uker kan deles på et lite antall personer, og forbruket per person vil være mye høyere enn normalt. Ut i fra energiforbruket tidligere år og den antatte personbelastningen i uke 51 og 52 så vi et potensial for å spare mye energi uten at det skulle gå utover de ansatte eller studentene i noen særlig grad.

³² Se kapittel 5 – Resultater og diskusjon

³³ Se vedlegg 9.1 - Spørreundersøkelse



Figur 4.1.1 – Fordelt energibruk i 2009. Fastkraft og fjernvarme i kWh per uke.

Figur 4.1.1 viser at de to siste ukene i året var energikrevende i 2009. Uke 51 og 52 kan ofte være kalde uker og i lys av det er det ikke overraskende at energien til fjernvarme er høy. Elkraftforbruket er lavere enn i ukene før, noe som samsvarer med antakelser om at det er færre folk på Sørhellinga i de to siste ukene i året. Selv om forbruket går noe ned, var det interessant å finne ut om det var mulig å spare enda mer energi i denne perioden. Energien til fjernvarme vil variere ut i fra temperatur, og det interessante var å kartlegge i hvilken grad det var mulig å unngå full oppvarming av hele bygget.

4.1.2 Formål

Hovedformålet med denne testen var å spare mest mulig energi i løpet av testperioden. Vi ville undersøke mulighetene for å sette opp et fast oppsett av innstillinger som kan brukes igjen hvert år. Målet var å vise at det var mulig å spare mye energi ved gjennomføring av enkle grep. Det å få gode tall var sånn sett viktigere for oss enn optimalisering av innstillingene så det ikke skulle gå utover de som var tilstede i bygget. Vi ønsket å vise at det var mulig å spare mye energi på kort tid. Vi ville allikevel være oppmerksomme på ønsker og kommentarer fra de ansatte for å trygge at deres arbeidsmiljø ble ivaretatt.

4.1.3 Gjennomføring

Endringene vi gjorde ble utført i samråd med administrasjonssjefen og instituttleder ved Sørhellinga. I all hovedsak endret vi driftsinnstillingene på ventilasjonsaggregatene, nedjusterte temperaturen på fjernvarmeanlegget og endret tidsstyringen av belysningen.

I samarbeid med DSA og ledelsen på Sørhellinga ble det besluttet at hele grunnetasjen skulle stenges av, siden både kantinen og biblioteket skulle være stengt i hele perioden. De lesesalsplassene som er i den østre delen av etasjen ble dermed også utilgjengelige. I første etasje ble 2/3 av arealene stengt av. Den avstengte delen bestod av lesesalsplasser og klasserom, mens den åpne delen var lesesalsplasser slik at de studentene som eventuelt kom hadde et sted å være. I andre og tredje etasje stengte vi den østre delen av Sørhellinga. Ved å samle de få ansatte og studenter som skulle benytte bygget, i samme del av bygningen kunne vi stenge noen av ventilasjonsaggregatene helt av.³⁴ Dette gjorde at temperaturen kunne senkes mye i disse delene av bygget, uten at det var til sjenanse for de som faktisk benyttet seg av Sørhellinga. For å unngå for lave temperaturer på kontorer ble det kjøpt inn ekstra varmeovner som kunne benyttes av de som skulle jobbe dersom det ble nødvendig. Disse ble plassert tilgjengelig i et felles oppholdsrom.

4.2 Hypotese 2 - Lysstyring

4.2.1 Bakgrunn

Vår hypotese angående lys gikk ut på at bruken av lys på Sørhellinga kan styres bedre og mer effektivt enn det som har vært tilfellet tidligere.³⁵ Denne hypotesen begrunnet vi med at elkraftforbruket på Sørhellinga virket uforholdsmessig høyt, noe som også ble kommentert av DSA og Terje Holsen. I tillegg til egne observasjoner om hvordan lys ble benyttet i bygget, som indikerte at mer energi enn nødvendig ble brukt. Enova anslår at 15-20 % av energibruken i yrkesbygg kommer fra belysning.³⁶ Sørhellinga regnes ikke direkte som et yrkesbygg, selv om utformingen minner om det. Et universitetsbygg har lange driftstider hver dag og mye energi kreves til belysning. Følgelig var det interessant å finne ut om det var et forbedringspotensial her. Direkte målinger av strømforbruk til belysning ble veldig vanskelig, siden det ikke benyttes egne kurser til lys. Den eneste registreringen av strømforbruk som blir gjort er en registrering av totalt forbruk. Disse registreringene er tilgjengelige i energioppfølgingssystemet, men inkluderer da alt forbruk av strøm. I forbindelse med Hypotese 3 fikk vi installert undermålere som målte strømforbruk til de forskjellige

³⁴ Se Vedlegg 9.3 - Oversikt over fordeling av ventilasjonsaggregater

³⁵ Se kapittel 1.4.7 - Lysstyring på Sørhellinga

³⁶ Birkeland, A & Bruun, G. (2008). Side 6

ventilasjonsaggregatene. Som et resultat av arbeidet med Hypotese 3 fikk vi et godt bilde på hvor mye strøm som gikk til ventilasjonsaggregatene. Dette gav en feilkilde mindre i arbeidet med å finne ut hvor mye strøm som faktisk gikk til belysning. I hver etasje er det to fordelerskap. Her ønsket vi å sette opp undermålere for å få en bedre oversikt over forbruket i de forskjellige etasjene. Dette skulle vi få på plass i samarbeid med UMB. Det viste seg imidlertid at UMB allikevel ikke hadde midler til å investere i dette for oss. I og med at det ikke finnes egne kurser for lys, ville vi uansett ikke fått en nøyaktig oversikt, men det ville eliminert en del feilkilder.

4.2.2 Formål

Hypotese 2 er ikke en klart definert test på samme måte som Hypotese 1. Formålet her var å kartlegge hvordan lysstyringen ble gjort og hva som eventuelt kan gjøres bedre. Med lysstyring menes her både styring via SD-anlegg og styring som blir gjort av brukere. Vi ønsket å finne ut om alle systemene fungerte som de skulle og om adferden til brukerne kan være årsak til et høyere strømforbruk enn nødvendig.

4.2.3 Gjennomføring

Forsøk og direkte målinger ble vanskelig å få til med tilgjengelige utstyr, og fokuset ble isteden observasjoner og dokumentering av faktisk bruk av lys. Med kjennskap til hvilke lyskilder som finnes i bygget og effekten til disse, kan det rimelig enkelt beregnes forbruk av energi relativt nøyaktig. Utfordringen ble å kartlegge hvor ofte og hvor lenge de forskjellige lyskildene ble benyttet. Dette ble gjort gjennom egne befaringer, både på dagtid og kveldstid. Videre ble det utført samtaler med både ansatte og studenter for å få et innblikk i hvordan driftingen av lyssystemene fungerte i praksis. Kveldsbefaringene spredde vi noe utover semesteret for å kartlegge eventuelle forskjeller i personbelegg og bruk av lys. Videre ble det utført beregninger på hva eventuelle endringer kan føre til av besparelser.

Kveldsbefaring

Fremgangsmåten gikk ut på å gå befaringsrunder i bygget fra 16.00 til 23.00 for å kartlegge antall personer og hvordan belysning som ble brukt. Et viktig argument for gjennomføring av dette var at vi trengte data for å beregne ideelle tider for slukkepulsene.

Driftstider og innstillinger

Vi gjorde beregninger i forhold til innstillinger av tider for bevegelsessensorer og tider for slukkepulser. Her var hovedvekten lagt på teoretisk beregning av ideelle tider i forhold til faktisk bruk.

Brukeradferd

I et bygg uten full automatisk behovsstyring vil brukernes adferd i stor grad avgjøre forbruk av energi til belysning. I arbeidet med dette temaet forsøkte vi kartlegge i hvilken grad brukere overstyrer de automatiske systemene og generelt bruker de tilgjengelige lyskildene. Dette ble gjort ved hjelp av befaringer og observasjoner.

4.3 Hypotese 3 – Viftefart

4.3.1 Bakgrunn

Hypotese 3 sier at det er mye energi å spare ved å senke farten på viften til et ventilasjonsaggregat. Dette er med utgangspunkt i at luftmengdene som leveres av aggregatene er større enn det som faktisk trengs. I tillegg ville vi undersøke hvor mye energi det var mulig å spare ved endring av driftstidene og viftefart for ventilasjonsaggregatene.

4.3.2 Formål

Formålet med hypotesen var finne ut om en alternativ drift av aggregatene ville gi energibesparelser. I tillegg var det ønskelig å finne ut i hvilken grad det var mulig å spare energi ved å senke viftefarten.

4.3.3 Gjennomføring

Det ble installert undermålere som målte energiforbruket til hvert av ventilasjonsaggregatene, med unntak av aggregat 4. Målingene ble brukt til å beregne effekten av faktisk utførte endringer og for å finne ut hvor mye aggregatene faktisk brukte av strøm.

5 Resultater og diskusjon

Dette kapittelet gir en fremstilling av de tre hypotesene i tillegg til andre resultater og funn som har blitt gjort i prosessen. Tabell 5.0.1 viser andel fastkraft og fjernvarme for Sørhellinga i 2010 i tillegg til forbruk per kvadratmeter i 2009 og 2010. Resultatene vil vise at nedgangen i totalt energiforbruk i stor grad skyldes gjennomføringen av Hypotese 1.

	Fastkraft (kWh)	Fjernvarme (kWh)	Sum (kWh)	kWh/m ²
2009	-	-	-	243
2010	1 087 457	1 273 439	2 360 896	238,5

Tabell 5.0.1 – Andel fastkraft og fjernvarme på Sørhellinga i 2010.

5.1 Driftsinnstillinger – tre faser i året

Etter nesten fem år som studenter ved UMB har vi fått et godt innblikk i studieteknikkene til studentene ved UMB. I perioden fram mot eksamen vil studentene bruke bygget mer og mer. Stort sett alle studenter har en form for skippertak, den store forskjellen er hvor stort dette skippertaket er. Flere dialoger med administrasjonen og forelesere på Sørhellinga har vist at vi har sammenfallende synspunkter rundt studentenes studieteknikk og tidsbruken på Sørhellinga. Vi har derfor delt driftsinnstillingene i skoleåret inn i tre ulike faser siden etterspørselen etter lesesalsplasser øker jo nærmere eksamensperioden vi kommer. De ulike fasene krever tre forskjellige driftsinnstillinger.

5.1.1 Ferieavvikling og helgedrift

Dette er perioder i året hvor bygget kan være delvis eller helt stengt, med unntak av delene som eventuelt krever konstant drift. I dag er det slik at alle ventilasjonsaggregatene, med unntak av aggregat 4 blir skrudd av i helgene. I vanlige helger blir undervisningslokalene brukt lite. I denne driftsfasen er det en stor ferieavvikling, som er fellesferien, samt to små ferieavviklinger som er juleferie og påskeferie. Påskeferien har vi valgt å se litt bort ifra, siden denne ofte ligger tett oppunder eksamensperioden. I denne perioden er det mange studenter som ikke reiser hjem, men som bruker påsken på lesesalen.

Dette fører til denne oversikten over ferieavvikling på Sørhellinga og generelt på UMB:

Det totale antall dager som regnes som helg er 80 dager.

Juleferie (utenom helg): ca. 8 dager med romjula og noen dager før julaften og etter nyttårsaften. Her er det de ansatte som er grunnen til få dager. Studentene er borte i større grad.

Fellesferie (utenom helg): Siden dette er et universitet og mange av de ansatte opparbeider seg avspasering har vi satt fellesferien til 20 dager fra ca. 1. juli til 31. juli.

Totalt får vi en ferieavvikling på til sammen 108 dager. I disse feriene er det mulig å ”stenge av” store deler av bygningen. Dette kan gjøres ved bruk av adgangskontroll. I mange av helgene er det derimot noe aktivitet i lokalene. Ventilasjonsaggregat 4 vil alltid stå på for å sikre tilstrekkelig luft til forsøkslaboratorier. Noen klimalaber og andre steder hvor forsøk gjennomføres må temperaturer og luftforhold holdes på et riktig nivå. Det finnes også kjøle- og fryserom som står på hele tiden.

5.1.2 Normal drift

Ved vanlig drift legger vi til grunn en drift som ikke går utover vanlig arbeidsdag fra 07.00 – 17.00. Periodene som omfattes av normal drift er tiden mellom juleferien og til rundt 10. april, hele juni og august til rundt 10. november. I januar og august er eksamen for mange studenter. Dette gjør at den siste uka i januar og august blir driftet som eksamensperiode og ikke normal drift.

Normal drift i sommerhalvåret blir tre måneder, som utgjør 60 dager. Juni har 20 dager vanlig drift, og vinterhalvåret har også 60 dager vanlig drift. Til sammen tilsvarer dette rundt 163 dager med vanlig drift.

5.1.3 Eksamensperioder

Det er korte perioder i året hvor alle universitetets bygg trenger driftstider utover normalt arbeidsdag. I disse periodene må systemene driftes for fullt siden bruken av bygget er på sitt

høyeste nivå. Utover disse dagene kan driftstidene på mange, kanskje alle universitets – og høgskolebygg endre sine driftstider i stor grad.

Det er denne korte tiden av året hvor studentene setter inn støtet for å gjøre det bra på eksamen. Mange sitter på lesesalen dag og natt for å komme gjennom pensum. Dette medfører også andre kra vil luftutskiftning, slokkepulser på lys, oppvarmingsbehov og så videre.

Eksamensperioden tilsvarer omtrent en uke inkludert helg i hver blokk, som er totalt 14 dager i året siden vi ser bort i fra juniblokken. I tillegg er det en eksamensperiode i hver parallell som er på ca. 40 dager inkludert 5 helger.³⁷

Totalt er dette 94 eksamensdager i løpet av et skoleår som krever full drift av bygget.

5.1.4 Oppsummering

Dette er tre forskjellige faser i løpet av et skoleår som definitivt trenger tilpassete driftsinnstillinger. Fram til i dag har Sørhellinga blitt driftet for fullt hver eneste dag. Innstillingene er prosjektert til en maksimal mengde studenter, men denne maksimale mengden er ikke på skolen hele året. Dette alene utgjør et stor mulighet til en betydelig energibesparelse.

5.2 Hypotese 1 - Feriedrift

Vi ønsket å endre driftstider og viftehastighet på ventilasjonsaggregatene for å senke energiforbruket i ferieperioder. Forsøket ble gjennomført i perioden 21. desember 2010 til 3. januar 2011. I samarbeid med ledelsen på Sørhellinga ble det også bestemt at temperaturen skulle senkes i flere rom. Rommene var lesesalsplasser, klasserom og andre oppholdsrom hvor ingen skulle arbeide i det aktuelle tidsrommet.

For å finne ut om hvor mange som skulle studere eller jobbe på Sørhellinga i romjula, gjennomførte vi en spørreundersøkelse.³⁸ Det viste seg å være et fåtall som skulle være på

³⁷ Skoleåret på UMB deles inn i forskjellige perioder, blokker og paralleller, med påfølgende eksamen. Januarblokk, vårparallell, juniblokk, augustblokk og høstparallell.

³⁸ Se Vedlegg 9.1 - Spørreundersøkelse

jobb. Sammen med ledelsen på Sørhellinga bestemte vi oss derfor for å gjennomføre et energibesparende forsøk. Forsøket bestod i å stenge av deler av bygningen, senke temperaturene i lesesalene og på kontorer som ikke var i bruk, samt styre ventilasjonsaggregatene slik at de var i bruk minst mulig. Blant de ansatte på Sørhellinga ble forsøket tatt godt imot. En ansatt trakk imidlertid fram forsøket som et brudd på arbeidsmiljøloven og dens bestemmelser rundt inn klima. Han mente vi burde ha vanlig drift siden perioden inneholdt vanlige arbeidsdager. Vi tok dette til etterretning, men valgte likevel og gjennomføre forsøket. Målet med undersøkelsen var å finne ut hvor mye det var mulig å spare på kort tid.

5.2.1 Gjennomførte tiltak

Fjernvarme

Temperaturen ble som nevnt satt ned ved hjelp av innstillinger i SD-anlegget i de forskjellige rommene, men vi så tidlig at dette ikke hadde noen stor effekt. Løsningen ble da å endre temperaturen på fjernvarmen inn i bygget. Temperaturen ble satt ned fra 80°C til 40°C.

Lys

SD-anlegget gir mulighet for to tidspunkter for slukkepulser. Disse tidene var opprinnelig satt til å sendes ut kl. 20.00 og 23.00 for hele bygget. Etter våre endringer ble tidene satt til 17.00 og 20.00. Grunnen til at tidene for lysinnstillingene ble framskyndet var at våre undersøkelser hadde vist at det var få som benyttet bygningen på kveldstid i denne perioden. Noe av det viktigste med slukkepulserne er jo at lysene i store arealer blir skrudd av og ikke står på hele natten. Derfor var det viktig at tiden for siste slukkepuls ikke var satt før brukerne hadde forlatt bygget, siden de da ville skrudd på lyset manuelt. Dette kunne ført til at lyset ble stående på hele natten. Ut i fra samtaler med de ansatte, spørreundersøkelsen og en god forståelse av studentenes adferd følte vi at de nye tidsinnstillingene var mer hensiktsmessige og energisparende.

Ventilasjon

Det ble gjort store endringer med driften av ventilasjonsanlegget. Flere aggregater ble skrudd helt av. Tidspunktet for når de ulike aggregatene ble skrudd av ble avgjort ut fra spørreundersøkelsen som kartla når det ville være folk på jobb i de ulike delene av bygget. Tabell 5.2.1 viser en oversikt over når de aggregatene var skrudd av.

Aggregat	Avslått fra	Avslått til	Kommentarer
1			Satt ned til 30 % viftehastighet og endret driftstid til 08-00 – 15-00 ³⁹
2	21. desember 2010	3. januar 2011	
3	23. desember 2010	3. januar 2011	
4			Aggregat 4 gikk som normalt hele perioden ⁴⁰
5	21. desember 2010	3. januar 2011	
6	21. desember 2010	3. januar 2011	
7	23. desember 2010	3. januar 2011	

Tabell 5.2.1 – En oversikt over hvilke endringer som ble gjort med ventilasjonsaggregatene i Hypotese 1.

5.2.2 Resultater

I romjula 2010 gjennomførte vi et forsøk som tok sikte på spare energi gjennom å endre driftsinnstillingen i SD-anlegget. Vi hadde på forhånd vurdert og sett nøye på energiforbruket Sørhellinga hadde i uke 51 og 52 fra tidligere år. Disse ukene hadde et veldig høyt energiforbruk. Selv tatt i betraktning at dette er en periode med lave utetemperaturer, virket dette rart siden det er få brukere i bygget i denne perioden. Vårt forsøk viste at det er mulig å redusere forbruket betraktelig. Figur 5.2.1 viser energiforbruket til fjernvarme og elkraft i uke 51 og 52 i 2009 og 2010. Forskjellen i forbrukt elkraft var på hele 12 651 kWh.

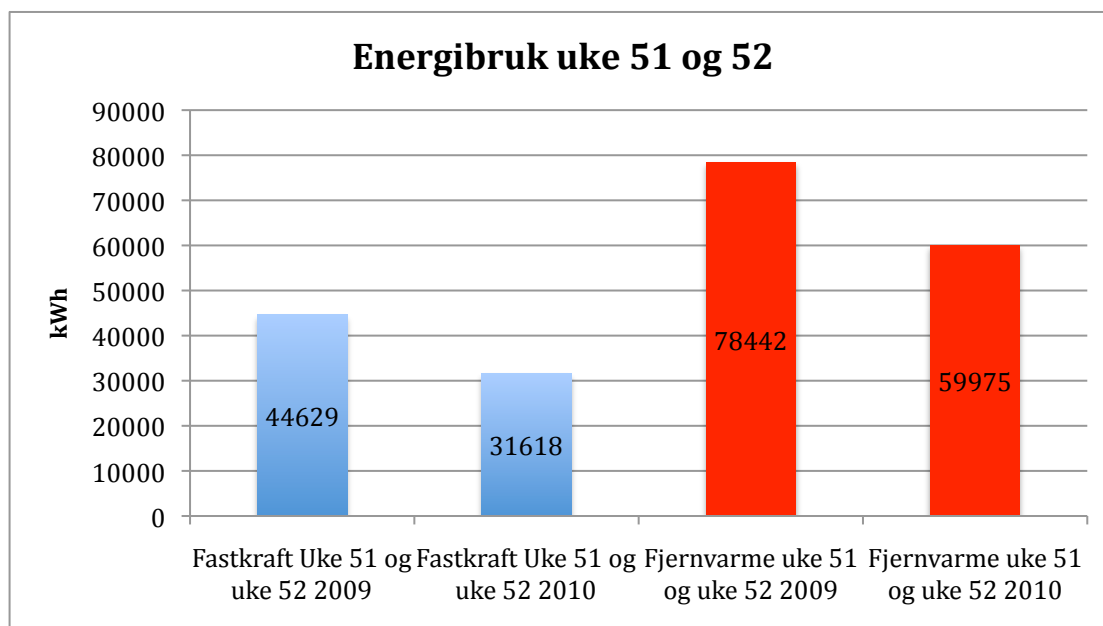
Elkraft er mer eller mindre uavhengig av temperatur og kan derfor enkelt sammenlignes. Det meste av energien som ble spart skyldes endringene gjort med ventilasjonsaggregatene. Det gjennomsnittlige elkraftforbruket til ventilasjonsaggregat 2, 3, 5 og 6 er i følge målinger totalt 617 kW per døgn.⁴¹ Disse aggregatene ble skrudd helt av i testperioden, som varte i 14

³⁹ Opprinnelig driftstid var 06.00 – 20.00. Endringen av viftehastighet måtte gjøres via frekvensomformerer direkte på aggregatet og ble utført av DSA.

⁴⁰ Aggregat 4 går døgnet rundt hele året. Ingen endringer ble gjort her. Se kapittel 1.4.4 VVS – tekniske spesifikasjoner

⁴¹ Se Vedlegg 9.2 – Strømforbruk ventilasjonsaggregater

dager.⁴² Dette førte til en reduksjon av elkraftforbruket på omlag 6 170 kWh. I tillegg ble aggregat 1 satt ned til 30% viftehastighet, noe som førte til en reduksjon i forbruk per døgn på ca 80 %. Med et gjennomsnittlig forbruk på ca 124 kWh per døgn for aggregat 1 ga denne nedjusteringen en reduksjon på 992 kWh. Totalt kan tiltakene rettet mot ventilasjonsdrift forklare 7 162 kWh av den totale nedgangen på 12 651 kWh, altså 56,6 %. I tillegg var nedgangen i fastkraft til kjølemaskinene på 223 kWh.⁴³ De resterende 5 266 kWh som er brukt mindre av fastkraft er det vanskeligere å identifisere årsaken til. Slukkepulsene for lys ble satt til å være 17.00 og 20.00 og dette kan nok ført til en god del mindre energibruk til belysning. De ansatte var også informert om tiltaket, noe som kan ha ført til at flere enn vanlig valgte å jobbe hjemme. Dette kan også ha ført til et mindre forbruk av fastkraft. Naturlige variasjoner av antall studenter som benyttet seg av Sørhellinga kan også ha vært en medvirkende årsak. Store deler av bygget hadde lave temperaturer og studenter kan heller ha valgt andre bygg å arbeide i.



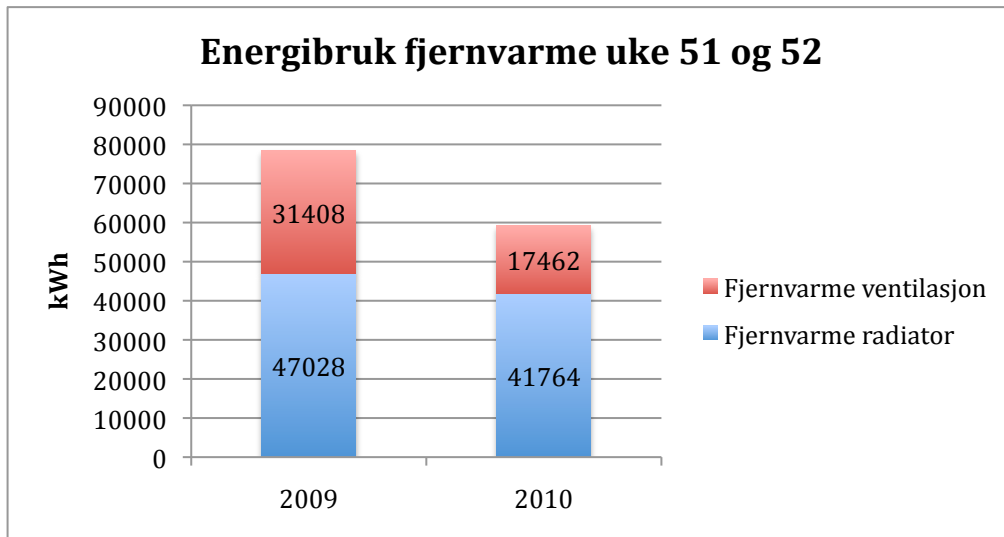
Figur 5.2.1 – Energibruk i kWh, uke 51 og 52 i 2009 og 2010. Kilde: Målinger energi oppfølgingssystem ved Trond Langseth, 2011.

Figur 5.2.1 viser at reduksjonen i forbruk til fjernvarme var 18 467 kWh. Totalt var energiforbruket 31 118 kWh lavere enn året før. Denne nedgangen tilsvarer 3,14 kWh/m² per år. Hypotese 1 kan derfor forklare hvorfor forbruket på Sørhellinga gikk ned fra 243 kWh/m² i 2009 til 238,5 kWh/m² i 2010. Hadde tallene vært temperaturkorrigert ville besparelsen vært enda høyere siden temperaturene var lavere i 2010.

⁴² Ventilasjonsaggregatene skrus av i helgene. Endringen i innstillinger førte til 10 dager uten drift.

⁴³ Se Vedlegg 9.5 - Energimålinger

Energibesparelsen denne perioden, som varte i 14 dager, var på litt over 35 000 kWh. Temperaturkorrigert ble besparelsen enda større siden vi hadde en snitt temperatur som lå 2-3 grader celsius under temperaturen i 2009.⁴⁴ I uke 52 senket vi også temperaturen på fjernvarmen inn til huset. Det hadde vært en stor fordel dersom dette kunne gjøres på mindre kretser og ikke hovedkretsen inn til hele bygget. Hadde fjernvarmeanlegget hatt flere undermålere og styringsmuligheter kunne energibesparelsen her vært langt større gjennom hele året.



Figur 5.2.2 – Energibruk til fjernvarme, uke 51 og 52 i 2009 og 2010. Målt i kWh. Kilde: Målinger energioppfølgingssystem ved Trond Langseth, 2011.

Det er et begrenset antall undermålere ved fjernvarmekretsen for radiatorene. Resultatene viser også at det er vanskelig å gjøre større besparelser fordi vi ikke kan dele bygget inn i mindre deler og benytte oss av behovsstyring. Figur 5.2.2 viser at det ble brukt 13 946 kWh mindre fjernvarme til ventilasjon som følge av endringene som ble gjort.

5.2.3 Tilbakemeldinger

Vi merket et engasjement fra de ansatte i forkant av forsøket, som viste seg å være enda større i etterkant. Forsøket viste at det var mulig å spare mye energi uten at det på bekostning av komforten i for stor grad. Alt i alt var det et vellykket forsøk. Forsøket viste oss betydningen av kommunikasjon mellom bruker og de som styrer bygget. Ved å ha en vedvarende dialog er det fullt mulig å spare store mengder energi uten at det skal gå ut over trivsel og komfort på arbeidsplassen.

⁴⁴ Se Vedlegg 9.6 - Energimålinger

Etter testperiodens slutt sendte vi ut en e-post til de ansatte på Sørhellinga med resultat og takket for samarbeidsvilligheten. Resultatene vi la fram var en total oversikt over forbruket denne perioden sett i sammenheng med året før. De fikk også en oppfordring om å komme med tilbakemeldinger om positive og negative erfaringer i løpet av testperioden.

Kommentarer fra de ansatte som jobbet i testperioden:

”Jeg jobbet i Sørhellinga hele romjula. Det er gåtefullt hvordan så mye energi kunne bli spart. For meg var det ikke merkbart lavere temperatur enn det pleier å være, verken i gangene eller på kontoret, til tross for at radiatoren min alltid er av. Den eneste forskjellen jeg merket, var dårlig luft og lukt på toalettene.”

”Jeg jobbet 29. og 30. desember. Det var kaldt i kantina og i gangene, men radiatoren på kontoret var det varme i, så det ble OK temperatur på kontoret, hvis jeg ikke hadde døra helt åpen. Det var ikke mange som var på jobb, tipper 10-15 personer, så dette synes jeg var helt OK, og noe lignende bør gjennomføres senere år.”

”Først og fremst; det er flott at man har klart å spare såpass mye energi, og det er veldig positivt at dere engasjerer dere i dette.

Et lite minus med tanke på romjula; det var dårlig luft (sjenerende lukt fra doene), muligens pga nedjustert ventilasjon?

Lykke til videre med prosjektet.”

”Hei, Angående tilbakemelding på energiltak utført på Sørhellinga i romjula: De to dagene jeg var på kontoret (mandag 27. og tirsdag 28.) – jeg har kontor i 2. etasje mot sør – var det iskaldt der, selv om jeg satte ovnen på maks. ”

”Hei,

Gratulerer med gode resultater!

For meg var det helt greit at temperaturen var skrudd ned. Jeg var innom kontoret et par timer i romjula, men jobbet greit med jakken på!”

5.2.4 Diskusjon

Tilbakemeldingene fra de ansatte ga noen interessante svar. Kommentarene var i all hovedsak positive, og tilbakemeldingene viste at antall ansatte som jobbet i perioden var i tråd med

svarene i spørreundersøkelsen. Flere kommenterte dårlig luft på toalettene. Aggregat 3 forsyner alle toalettene i andre og tredje etasje med luft og var skrudd helt av i testperioden. De ansatte har kontorer i disse etasjene og toalettene her ble derfor brukt mest. Aggregat 3 burde følgelig ikke ha blitt skrudd helt av, men vært i drift på dagtid. Ved gjennomføring av lignende tiltak senere må det påses at dette aggregatet ikke blir skrudd helt av. Nedgiring av viftehastighet og senking av luftmengde vil fortsatt være aktuelt, siden personbelastningen er veldig liten i forhold til det normale. Det vil heller ikke være nødvendig å ha normal driftstid. Aggregat 3 bruker normalt ca 120 kWh i døgnet ved normal vinterdrift og med normale driftstider.⁴⁵ I tillegg kommer naturligvis forbruket av fjernvarme for å varme opp tilluften til ønskelig temperatur.

Temperaturen på fjernvarmen inn i bygget ble skrudd ned, noe som gjorde at mindre varme ble sendt ut til radiatorene. Uke 51 og 52 var i 2010 var preget av lave utetemperaturer.⁴⁶ Utfordringen ble derfor å holde temperaturen på et høyt nok nivå for de som faktisk var på jobb. Siden ventilasjonen var skrudd ned og flere av aggregatene var helt av, var radiatorvarmen den eneste varmekilden i enkelte deler av bygget.

5.3 Hypotese 2 – Lysstyring

Hypotese 2: styring av belysningen på Sørhellinga kan gjøres mer energieffektivt. Hypotesen ble vanskelig å bevise eller motbevise i form av direkte målte resultater. En eventuell effekt av gjennomførte tiltak ble beregnet teoretisk. Grunnlaget for beregningene ble lagt ved hjelp av observasjoner av holdninger og handlingsmønster hos brukerne.

5.3.1 Gjennomførte tiltak

Kveldsbefaringer

Det ble gjennomført befaringer på kveldstid på Sørhellinga for å kartlegge hvor mange studenter og ansatte som var i bygget til enhver tid og for å registrere hvordan lys ble brukt. 26. januar var første dato for kveldsbefaring. Befaringsrundene tok spesielt for seg kontorene i andre og tredje etasje, klasserom og lesesaler i første etasje, og lesesal, kantine og auditorium i underetasjen. Ved gjennomføring av denne befaringsrunden var slukkepulserne satt til å sendes ut kl. 18.00 og 21.00.

⁴⁵ Se Vedlegg 9.3 – Strømforbruk ventilasjonsaggregater

⁴⁶ Se Vedlegg 9.5 – Energimålinger.

Driftstider og innstillinger

Tidene for bevegelsessensorene ble alle satt til 30 minutter. Noen steder kunne det vært aktuelt med kortere tid, men siden raskt gjentatte slukkinger sliter på armatur ble 30 minutter ansett som den mest hensiktsmessige tiden. Opprinnelig var tidene for slukkepulsene satt til å være 20.00 og 23.00.

Brukeradferd

Det ble gjennomført stikkprøver at de forskjellige automatiserte lysinnstillingene for å se om automatikken hadde blitt overstyrt av brukere. Lysene i kantinen er et godt eksempel på hvor automatikken kan overstyres. Her finnes det automatikk som dimmer eller skrur av deler av belysningen ved tilfredsstillende lysnivå. Dette kan derimot overstyres slik at full belysning blir stående på uten at det er behov for det.⁴⁷ Utover dette var det også interessant å finne ut om lys som var skrudd av ved hjelp av slukkepulsene ble skrudd på igjen manuelt. Lysene i gangene er tilknyttet slukkepulsene, men kan skrur av og på ved hjelp av brytere. Det blir aldri helt mørkt, siden nattmodus gjør at hver tredje eller fjerde lampe lyser.

5.3.2 Resultater

Brukeradferd

I kantinen var det tydelig at brukerne ikke var kjent med automatikken. Full belysning ble ofte stående på, selv om det var nok sollys som tilsa at det ikke var nødvendig. Kontrollen av brukeradferd i kantinen viste at det var tilfeldig når automatikken styrte lyset og når det ble overstyrt. Det samme gjelder automatikken i biblioteket, men her er konsekvensene mindre siden det stenger kl. 16.00 hver dag. Alt lys blir da slått av. I kantinen derimot er det mulig å benytte seg av belysningen hele døgnet.

De ansatte er flinke til å skru av lys på kontorene sine etter endt arbeidsdag. I klasserom blir også lys i stor grad skrudd av når studenter forlater rommene. På lesesaler og andre fellesområder blir lys i liten grad skrudd av manuelt.

⁴⁷ Se kapittel 1.4.7 - Lysstyring på Sørhellinga - for mer om det automatiske systemet i kantinen.

Kveldsbefaringer

Kontorer:

Befaringene viste tydelig at de ansatte var flinke til å skru av lys på sine kontorer etter endt arbeidsdag. Slukkepulsene fungerte slik de skulle på kontorene, men i en sone i gangen i 2. etasje ble ikke lyset skrudd av.

Kantine, vestibyle og auditorium:

Bruken av kantine varierte veldig, men det var ikke uvanlig at det var folk her sent på kvelden. Samtidig ble det ofte observert at alt av lys stod på uten at noen var i området. I vestibylen stod lyset på for fullt stort sett alltid. Auditoriet ble lite brukt på kveldstid, og lys ble stort sett skrudd av. Det interessante var at slukkepulsene ikke skrudde av lyset i noen av disse rommene.

Lesesaler:

Bruken av lesesaler varierte mye. I starten av semesteret var det knapt noen som benyttet seg av lesesalene etter kl. 18.00, mens det i eksamensperioden var et stort antall personer der kl. 23.00. Slukkepulsene fungerte som forventet, med unntak av i den ene sonen på lesesalen i underetasjen.⁴⁸

Ganger:

Ved gjennomføring av befaringene ble tidene for slukkepulsene endret for å undersøke hvilke tider som ville være aktuelle for videre bruk. Slukkepuls 2 ble satt til 22.00. Dette førte til at lys ble manuelt skrudd på igjen i gangen i underetasjen etter dette tidspunktet. Sannsynligheten for at belysningen blir stående på hele natten er da stor. Slukkepulsen for gangen i underetasjen bør derfor settes til et senere tidspunkt.

Sensorstyring

I forbindelse med lesesalene i underetasjen er det to kollokvierom som kun har sensorstyrt lysstyring. I det ene rommet fungerer dette fint, mens det i det andre rommet alltid står lys på. Her finnes det ingen brytere for manuell styring. Lyset står på hele døgnet, siden sensorstyringen heller ikke skrur det av. Totalt har rommet 6 lyskilder på 26 W hver. Rommet er i aktiv bruk i eksamensperioder, men kun tidvis ellers i semesteret.

⁴⁸ Se Vedlegg 9.6 – Kveldsbefaringer – for detaljerte funn

Rom S119

Det ble tilfeldigvis oppdaget at lyset stod på i dette klasserommet etter første slukkepuls hadde gått. Rommet var da tomt for folk og døren låst, så bare personer med spesiell tilgang til rommet hadde mulighet til å komme inn. Rommet har sensorstyrt lysstyring i tillegg til manuell styring. Vi gikk inn i rommet og skrudde av og på lyset, gikk ut igjen og ventet for å se om det ble skrudd automatisk av. Tiden for de sensorstyrte systemene var denne dagen satt til 10 minutter for å gjøre slike forsøk raskere. Etter 10 minutter var lyset fortsatt på, det stod også på to timer senere uten at noen hadde vært inne i rommet. I dette rommet er det 15 armaturer med to lysrør på 35 W i hver.

Rom U115

Dette klasserommet har sensorstyrt belysning i tillegg til manuell styring. Lysene i rommet er delt i to deler, en del ved tavlen og en for resten av rommet. Her viste forsøket at bare delen ved tavlen skrudde seg av automatisk, mens resten ble stående på. Det er totalt 20 armaturer med to lysrør i hver på 35 W. 8 av disse ble skrudd av automatisk.

Toaletter 2. etasje

Det er kun sensorstyrt lysstyring på toalettene, med bevegelsessensorer i hver "bås" og i hovedrommet. I den ene "båsen" på herretoalettet i 2. etasje skrudde lyset seg av allerede etter 30 sekunder, selv om innstillingene i SD-anlegget var satt til 10 minutter.

5.3.3 utfordringer og muligheter

Målet med disse undersøkelsene var å skaffe data for å kunne beregne hvilke tider for slukkepulser som fører til minst forbruk av energi til lys, men samtidig ivaretar best mulig komfort for brukerne. Det er tydelig at antall personer som befinner seg på Sørhellinga etter vanlig arbeidstid varierer mye. Mye av variasjonen kan forklares med semesterets gang, siden flere studenter benytter seg av Sørhellingas fasiliteter når det nærmer seg eksamen. I tillegg kan personbelastningen variere veldig fra dag til dag. Hvis lys blir skrudd på manuelt etter at slukkepulsen har gått og ikke blir skrudd av igjen manuelt, kan det gå mellom 6 og 8 timer da dette står på til ingen nytte. Dette er bortkastet energi og bør unngås. Belysning gir ikke kun lys, men også en del varmeenergi. Står det mindre lys på vil mindre varmeenergi bli avgitt, noe som fører til et ekstra oppvarmingsbehov. På Sørhellinga vil mindre energi fra belysning kunne føre til at mer energi må brukes til fjernvarme. Selv om belysningen gir fra seg en del varme, vil dette varmetilskuddet ikke være nok til å rettfærdiggjøre unødvendig bruk av

belysning når det ikke er noen tilstede. Det er da heller ikke behov for den ekstra varmen belysningen gir. I desember 2010 var de gjennomsnittelige prisene UMB betalte for fastkraft og fjernvarme, henholdsvis 1,04 kr og 0,84 kr per kWh.⁴⁹ Prisene vil variere, men strømprisene er ofte høye i den delen av året hvor fjernvarmen er koblet til. Det er derfor fornuftig ut fra økonomiske hensyn å senke strømforbruket for heller å øke fjernvarmeforbruket.

Funnene kan tyde på at brukerne av Sørhellinga ikke har et bevisst forhold til energibruk ved belysning. Lys i de store arealene blir ofte stående lenge på selv om det ikke er nødvendig. Det er vanskelig å forutsi effekten av en eventuell holdningskampanje, men det er et enkelt tiltak som med fordel kan iverksettes.

Våre observasjoner viser at brukerne er flinke til å skru av lys etter seg på kontorer og mindre klasserom uten bevegelsessensorer. På lesesaler, i ganger og i de store åpne arealene er derimot dette ikke tilfelle i samme grad. Et tiltak som kan gjennomføres er å innstille tidene for slukkepulsene slik at ingen har behov for å skru på lys igjen før neste dag. Dette kan naturligvis gjøres ved å sette siste slukkepuls til å sendes ut et sent tidspunkt, som for eksempel 01.00. Resultatet vil da bli at det ikke står på lys natten over, men det kan til gjengjeld føre til at lys står på unødvendig i lang tid i mellom de to slukkepulsene. I de periodene hvor det er lenge til eksamen antas det å være få eller ingen på lesesalene etter kl. 22.00. Den siste slukkepulsen har tidligere vært satt til å sendes ut kl. 23.00, noe som kan virke fornuftig for lesesalene. I SD-anlegget ligger muligheten for å differensiere tidene for slukkepulsene. De ulike lesesalene, gangene og møterommene kan ha forskjellige tider. I tillegg er det egne tidsinnstillinger for auditorium, kantine og vestibyle. Dette har tidligere ikke blitt benyttet. Studenter kan ofte befinne seg på skolen utover kvelden, men at ansatte gjør det er ikke like vanlig. I våre undersøkelser hendte det at det satt ansatte eller stipendiater og jobbet på kontorene sine, men dette var ikke mange. Det virker også rimelig å anta at møterommene ikke vil bli mye brukt på kveldstid. Altså kan og bør slukkepulsene sendes ut tidligere her enn for lesesalene. Lysene kan enkelt skrues på igjen etter en slukkepuls, så det er ikke store ulemper for brukerne knyttet til tidsinnstillingene. Riktignok er det lagt inn en forsinkelse i armaturene, som gjør at lyset på kontorene ikke kan skrues på med en gang etter de er skrudd av. Dette er gjort for å hindre slitasje på armaturen. Dette kan naturlig nok være et irritasjonsmoment for ansatte eller stipendiater som sitter og jobber sene kvelder. I tillegg

⁴⁹ Trond Langseth, prosjektleder elektro, DSA, 06.05.2011.

har våre observasjoner avdekket at lysene på kontorene i veldig stor grad blir skrudd av manuelt ved endt arbeidsdag.

Våre observasjoner avdekket også flere systemer som ikke fungerte slik vi forventet. Det nevnte kollokvierommet i underetasjen har 6 lyskilder som hadde stått på 24 timer i døgnet i lengre tid. Selv ved å anta en relativt aktiv bruk av rommet, vil lyset stå på unødvendig i hvert fall 10 timer per døgn.⁵⁰ Med lyspærer som har en effekt på 26 W vil det i løpet av en uke forbrukes 10,9 kWh helt unødvendig i dette rommet. Utgangspunktet er da tatt i en aktiv bruk av rommet, og reelt tall er sannsynligvis enda høyere. Over et utgjør dette omtrent 568 kWh for dette rommet alene. Tilsvarende beregninger kan gjøres for de to klasserommene, S119 og U115. Forskjellen er imidlertid at i disse rommene er det mulig å skru av lyset manuelt. Konsekvensen av at sensorstyringen ikke fungerer som den skal blir ikke like stor, siden brukerne er relativt flinke til å skru av lys etter seg i disse rommene. I rom S119 er det 15 armaturer med to lysrør i hver. Med en effekt på 35 W tilsvarer dette 1050 W totalt. Lysene disse i 10 timer i løpet av et døgn uten at det er noen der, tilsvarer det et unødvendig forbruk på 10,5 kWh per døgn. Tilsvarende beregninger får vi også for rom U115 som har 12 doble armaturer som ikke ble skrudd av ved hjelp av automatikken. Per døgn hvor alt lys ikke blir skrudd av manuelt vil det unødvendige forbruket være omtrent 8,4 kWh i dette rommet.

Forsøkene har avdekket at slukkepulsen ikke fungerte optimalt. Lyset blir ikke skrudd av i vestibylen, kantinen eller auditoriet. Siden det er mulig å skru av lysene manuelt vil det ikke nødvendigvis være slik at full belysning står på hver eneste natt, men det skjer helt klart relativt ofte. Totalt utgjør denne unødvendige lysbruket 3,4 kW som står på natten igjennom uten at det er behov for det. Det er vanskelig å vite hvor lenge en natt skal regnes til å være, siden det vil variere når ansatte og studenter trenger lys dagen etterpå. I det følgende vil det regnes at hvis lys blir stående på over natten går det syv timer uten at noen benytter seg av det. Dette virker som en rimelig antakelse, selv om det er sannsynlig at det ofte går lenger tid. Kantineområdet er i mye bruk, og for å ikke overvurdere konsekvensene benytter vi syv timer i beregningene. Totalt for kantinen, vestibylen og auditoriet vil forbruket i løpet av syv timer være omtrent 24 kWh. I løpet av et år kan det bli så mye som 8 578 kWh hvis dette skjer hver natt.

⁵⁰ Sannsynligvis vil faktisk bruk av rommet stort sett være mindre enn de resterende 14 timene, men vi bruker 10 timer som et eksempel.

I trappehuset finnes det ingen manuell styring av lysene, men de skal skru seg av ved en egen impuls som sendes ut etter første slukkepuls og etter at dørene har blitt låst ved hjelp av adgangskontroll. Sensorer som reagerer på lyden av at en dør åpnes skal slå på lysene igjen. I løpet av våre forsøk har lyset i trappehuset stått på hele tiden. Totalt er det 50 lyskilder, med en samlet effekt på 1,3 kW her. Det vil kunne være mulig å ha lysene av i trappehuset i mellom 5 og 7 timer per døgn hvis lyset blir skrudd av sent nok. Denne tiden bør settes såpass sent at lyset ikke blir skrudd på igjen før de første ankommer dagen etter.

Slukkepulsen virket heller ikke slik den skulle i forbindelse med lesesalen i underetasjen. Her ble bare lyset i den ene delen av rommet skrudd av, noe som betyr at om lag 728 W blir stående på natten over, med mindre ingen skrur av belysningen. Erfaringer sier at folk på Sørhellinga ofte skrur av lys i klasserom og kontorer. Dette er derimot ikke tilfelle på lesesalene, selv om det ikke er noen igjen der når rommet forlates. Lysbryterne til lesesalen i underetasjen er plassert ved inngangen til biblioteket. Denne døren blir stengt etter endt arbeidsdag for de ansatte ved biblioteket. Det betyr at bryterne står ved en dør som ikke benyttes utover kvelden. Dette kan gjøre at det er mer tungvint for brukere å skru av lyset når de går. Plasseringen kan også være en årsak til at brukere ikke vet hvor bryteren befinner seg.

I tilknytning til lesesalene både i underetasjen og i 1. etasje er det lysgårder, med en tilhørende fellesareal. Her er det også en del normal belysning i tillegg til kunstlyset i gulvet i lysgården i 1. etasje. Disse lysene er ikke tilknyttet slukkepulsene og har kun manuell styring. I underetasjen har denne belysningen en effekt på $11 \times 35 \text{ W}$ som blir 385 W, mens det i 1. etasje er $(6 \times 2) \times 35 \text{ W}$ i tillegg til $8 \times 35 \text{ W}$ som blir 700 W, som til sammen har en effekt på 1,1 kW. Dette er belysning som blir stående på så sant ingen manuelt skrur det av. Observasjoner har vist at dette ofte blir stående på.

Som nærmere omtalt i kapittel 5.1 – Driftsinnstillinger – tre faser i året, har vi delt året inn i tre ulike faser som kan ha sine egne innstillinger for lysstyring. Tidsintervallet som skal gå før de sensorstyrte systemene skrur seg av, vil være de samme under alle tre fasene. Disse er satt til å være kortest mulig, men samtidig lange nok til at armaturen ikke slites unødvendig. I følge Jan Erik Jensen, senioringeniør Statsbygg, bør tidene være på 30 minutter for at slitasjen ved hurtig påslag ikke skal bli større enn energien som spares ved å ha lyset avslått.⁵¹ Det som er aktuelt å endre i forhold gjennom semesterets og årets gang er tidene for slukkepulsene.

⁵¹ Intervju med Jan Erik Jensen, senioringeniør Statsbygg, 06.04.2011

Tidligere har disse innstillingene vært statiske gjennom hele året og det har ikke vært noen differensiering mellom de forskjellige områdene i bygget. Et forslag til nye tider kan sees i Tabell 5.3.1, 5.3.3 og 5.3.4. Kapittel ”5.1 Driftsinnstillinger – 3 faser i året” tar detaljert for seg inndelingen av året i de tre fasene. Våre anbefalinger gir 163 dager med normaldrift, 94 dager med eksamensdrift og 108 dager med feriedrift.

Normaldrift

Område	Slukkepuls 1	Slukkepuls 2
Kontorer – alle	17.15	22.00
U.etg – Gang	18.00	23.00
1.etg – Gang	18.00	23.00
2.etg. – Gang	17.15	22.00
3.etg. – Gang	17.15	22.00
Lesesaler	18.00	23.00
Møterom	17.15	21.00
Auditorium	17.00	22.00
Kantine	18.00	23.00
Vestibyle	19.00	23.00

Tabell 5.3.1 Innstillinger av slukkepulser ved normal drift

Kontorer:

Befaringene har tydelig vist at kontorene er i liten bruk etter kl 17.00. Vi anbefaler å sette første slukkepuls til kl. 17.15 for at lyset blir skal skrues av der hvor de ansatte måtte ha glemt det da de gikk. Den andre slukkepulsen settes til kl. 22.00 for å sikre at ansatte og stipendiater som jobber sent ikke lar lys stå på over natten.

Ganger:

Gangene i 2. og 3. etasje tilhører kontorene og laboratorier for de ansatte og det er ikke like mange mennesker her som i andre deler av bygget utover kvelden. Tidsinnstillingene for gangene settes derfor til samme tid som for kontorene. Befaringene viste at de ansatte som var på jobb utover kvelden lot lyset være av i gangene når slukkepulsen hadde blitt sendt ut. Nattplys er alltid på og det blir derfor aldri helt mørkt. Gangarealene i 1. etasje og underetasjen blir hyppigere brukt siden studentene som er på lesesaler eller andre rom benytter disse. Her ble det også observert at lyset ble skrudd på igjen etter en slukkepuls. Det er derfor viktig at pulsen sendes ut tilstrekkelig sent, slik at det ikke står på fullt lys gjennom hele natten. Tabell 5.3.2 viser en oversikt over belysningen i gangene fordelt på de ulike etasjene. De lyskildene som settes i nattmodus når lysene blir skrudd av ved slukkepuls eller manuelt, er ikke tatt med i beregningen. Disse er umulig å skru av, noe som gjør det umulig å spare energi ved bruken av disse.

Område	Antall lyskilder 35 W	Antall lyskilder 26 W	Effekt til belysning (W)
Gang U. Etasje		22	572
Gang 1. Etasje		23	598
Gang 2. Etasje	4	63	1 778
Gang 3. Etasje	4	63	1 778
Totalt	8	171	4 726

Tabell 5.3.2 – Oversikt over belysning som blir skrudd av i ganger ved hjelp av slukkepulser.

Hvis alt lys i gangene stående på en natt, som vi har beregnet til syv timer, vil det totale forbruket for gangarealene være 33 kWh. Ofte vil det ikke være behov for lys før det har gått lenger enn syv timer. Tidene vi foreslår for slukkepulser er derfor kl. 18.00 og kl. 23.00. Bruken av bygget etter kl. 18.00 er varierende, men såpass begrenset at lyset vil forbli avslått i lange perioder. Særlig i de lysere månedene når dagslyset varer lengre vil nattlyset være tilstrekkelig. Observasjoner fra eksamensperioden i mai 2011 viste at lysene forble avslått i gangene etter kl. 18.00. Den siste slukkepulsen sendes ut kl. 23.00 for å sikre at det kun er nattlys som står på natten over.

Lesesaler:

Lesesalene utgjør store arealer med mye belysning. Derfor er det spesielt viktig å hindre unødvendig bruk av lys her. Studentenes bruk av lesesalene varierer mye gjennom semesteret, men likevel er det nesten alltid noen på lesesalene helt til klokken 22.00-23.00. Antallet varierer veldig, og ofte er det kun snakk om et par studenter. Lesesalen i 1. etasje er delt inn i flere soner. Befaringene har vist at det utover kvelden sjelden er folk i alle sonene. Når lyset skrur av, kan studentene skru på lyset i sin sone manuelt. Ubrukte deler av lesesalene forblir da mørke. Slukkepulsene er derfor satt til å sendes ut kl. 18.00 og kl. 23.00. Etter kl. 18.00 har befaringsene vist at det ofte er flere soner uten studenter. Ved å sette slukkepulsen to timer tidligere enn det som har vært vanlig tidligere vil det være mulig å spare opptil 2,8 kWh per sone bare på disse to timene. Siste slukkepuls bør derfor settes så sent som kl. 23.00 siden det ofte kan være studenter på lesesalene så lenge. Blir lysene stående på over natten vil dette tilsvare et unødvendig forbruk på 9,8 kWh per sone.

Møterom:

Møterommene blir lite brukt etter vanlig arbeidstid og befaringene har vist at det ikke er vanlig at lys står på her. Tidene settes derfor til 17.15 og 21.00 for å sikre at lys ikke blir stående på unødvendig i tilfelle de som har brukt rommene har glemt å skru det av manuelt.

Auditoriet:

Dette rommet blir sjelden brukt av studenter utover kvelden. Det hender at det er forelesninger eller lignende til etter kl 16.00, men dette er ikke normal praksis. Tidene blir derfor satt til 17.15 og 22.00. Belysningen i auditoriet har en total effekt på 1,9 kW. Dette inkluderer da ni lyskilder ved inngangspartiet til auditoriet. Ved å sette begge slukkepulsene en time tidligere enn det som har vært brukt før, kan energisparingen bli 1,9 kWh per dag.

Kantine:

Kantinen blir til tider benyttet av studenter utover kvelden, men dette varierer mye. Tidene settes derfor til 18.00 og 23.00. Diverse arrangementer blir ofte gjennomført i kantinen, og dette er også grunnen til at det er manuell styring i tillegg til den automatiske. Totalt ihar belysningen i kantinen en effekt på 1,2 kW. Blir lyset stående på i syv timer vil forbruket bli 8,2 kWh.

Vestibyen:

Alle som går ut og inn av bygget går gjennom vestibylen og det er vesentlig at noe belysning er tilgjengelig. Det blir heller ikke her helt mørkt siden et er nattmodus også her. Tidene settes derfor til kl. 19.00 og kl. 23.00. Når lyset først er skrudd av i vestibylen, skrur det sjelden på igjen. Det sees derfor som hensiktsmessig å sette første slukkepuls til kl. 19.00 framfor kl. 20.00.

Ferietid

Område	Slukkepuls 1	Slukkepuls 2
Kontorer – alle	16.15	20.00
U.etg – Gang	17.00	21.00
1.etg – Gang	17.00	21.00
2.etg. – Gang	16.15	20.00
3.etg. – Gang	16.15	20.00
Lesesaler	16.15	21.00
Møterom	16.15	20.00
Auditorium	16.15	20.00
Kantine	16.15	21.00
Vestibyle	16.15	21.00

Tabell 5.3.3 Innstillinger av slukkepuls ved ferietid.

Tabell 5.3.3 viser foreslåtte innstillinger for ferieperiodene i jula og på sommeren. I ferietid blir bygget brukt i mye mindre grad enn normalt. Mange ansatte har ferie og de som ikke har det jobber hovedsakelig på dagtid. Studenter benytter seg i liten grad av bygget i disse periodene og tidene for slukkepulsene kan settes en del tidligere enn ved normaldrift. Bygget vil bli benyttet på dagtid, derfor vil lys uansett bli skrudd på.

Eksamensperiode

Område	Slukkepuls 1	Slukkepuls 2
Kontorer – alle	17.15	22.00
U.etg – Gang	19.00	23.00
1.etg – Gang	19.00	23.00
2.etg. – Gang	17.15	22.00
3.etg. – Gang	17.15	22.00
Lesesaler	19.00	23.30
Møterom	17.15	20.00
Auditorium	18.00	22.00
Kantine	19.00	23.30
Vestibyle	19.00	23.30

Tabell 5.3.4 Innstillinger av slukkepulser i eksamensperioder

Periodene før eksamen for studentene er da bygget blir brukt mest. Det medfører at belysning vil være nødvendig store deler av døgnet. Selv i disse periodene vil det skje at lesesaloner står tomme eller at lysene i gangarealene ikke blir skrudd på igjen manuelt. Derfor er første slukkepuls ikke satt mye senere enn ved normaldrift. Tidene for andre slukkepuls er derimot satt noe senere for områdene studentene bruker aktivt. Dette gjelder lesesaler, gangene i underetasje og første etasje, i tillegg til kantine og vestibyle. Det viktigste vil være å hindre at lys blir stående på unødvendig over natten. Med siste slukkepuls kl. 23.30 skal dette være godt ivare tatt selv ved en aktiv bruk av bygget.

5.3.4 Mulige besparelser

Siden det ikke har vært mulig å måle nøyaktig strømforbruk som går til belysning, blir en eventuell effekt av endringer i innstillinger også en teoretisk beregning. Beregningene er ikke basert på faktiske tall. Derimot har arbeidet med kartlegging av bruken av bygget gitt gode forutsetninger for å gjøre antakelser om hvor mye energi det er mulig å spare. Tabell 5.3.5 og 5.3.6 bruker de tre inndelingsfasene av året som utgangspunkt for å beregne hvor mye energi til belysning som kan spares ved å endre tidene for slukkepulsene i tråd med Tabell 5.3.1, 5.3.3 og 5.3.4.

Besparelser som følge av endret tid for slukkepuls 1.

Område	Normaldrift	Eksamensperiode	Ferie	Totalt
U.etg – Gang	187 kWh	54 kWh	185 kWh	426 kWh
1.etg – Gang	195 kWh	65 kWh	194 kWh	454 kWh
2.etg. – Gang	797 kWh	797 kWh	720 kWh	2 314 kWh
3.etg. – Gang	797 kWh	797 kWh	720 kWh	2 314 kWh
Lesesaler	1 436 kWh	0	1 784 kWh	3 220 kWh
Kantine	391 kWh	113 kWh	486 kWh	990 kWh
Vestibyle	64 kWh	37 kWh	158 kWh	259 kWh
Sum	3 867 kWh	1 863 kWh	4 247 kWh	9 977 kWh

Tabell 5.3.5 - Besparelse i kWh per område per periode per år.

Beregningene i Tabell 5.3.5 og 5.3.6 utelater kontorer, møterom og auditorium. Alle observasjoner viser at det ikke vil være nevneverdig mye å spare på å endre tidene for kontorene siden de ansatte skrur av lys etter seg. Tidene blir likevel endret noe, men det er for å sikre at lys blir stående kortest mulig på hvis det ikke blir skrudd av manuelt. Eventuelle besparelser blir umulig å beregne nøyaktig. Auditoriet blir ikke brukt like ofte som arealer som har gjennomgangstrafikk, slik som vestibylen. Lyset blir ofte skrudd av manuelt her, og det blir derfor ingen stor effekt av å endre tidene for slukkepulsene. Det viktige med auditoriet er å sørge for at slukkepulsene faktisk skrur av lyset. Møterommene blir lite brukt etter kl. 16.00 og besparelsene her vil være minimale.

Besparelse som følge av endret tid for slukkepuls 2.

Område	Normaldrift	Eksamensperiode	Ferie	Totalt
U.etg – Gang	0	0	124 kWh	124 kWh
1.etg – Gang	0	0	129 kWh	129 kWh
2.etg. – Gang	290 kWh	167 kWh	576 kWh	1 033 kWh
3.etg. – Gang	290 kWh	167 kWh	576 kWh	1 033 kWh
Lesesaler	0	0	951 kWh	951 kWh
Kantine	0	0	259 kWh	259 kWh
Vestibyle	0	0	84 kWh	84 kWh
Sum	580 kWh	334 kWh	2 699 kWh	3 613 kWh

Tabell 5.3.6 - Besparelse i kWh per område per periode per år.

Det er vanskelig å beregne besparelse for lesesalene, siden studentene ofte skrur på lyset igjen etter at første slukkepuls har gått. Tidene for første slukkepuls har likevel blitt satt tidligere enn kl. 20.00, som har vært brukt tidligere. Siden lesesalene er delt opp i soner vil det ofte være soner hvor lyset ikke blir skrudd på igjen. Observasjoner av studentenes adferd bekrefter denne hypotesen. Besparelsene i eksamensperioden blir satt til 0, selv om slukkepuls 1 settes en time før det som har vært brukt tidligere. Dette er fordi observasjoner har vist at de fleste sonene er i bruk hele kvelden i denne perioden. I tillegg er slukkepuls 2 satt til å være en halv time senere enn opprinnelig, noe som gjøre at en eventuell besparelse som følge av første slukkepuls kan i stor grad bli utlignet av den andre slukkepulsen. I perioden ”normaldrift” regnes det med halv besparelse siden det er tatt hensyn til at ikke alle soner vil bli forbli slukket. I perioden ”ferie” regnes det også halv besparelse da det vil forekomme at ikke alt av lys blir skrudd på, siden det ikke er like mange studenter på skolen.

Mulige besparelser totalt

Område	Potensiell besparelse, kWh	Tiltak
Alle tilknyttet slukkepuls	13 590	Endring av tider for slukkepulsene
Kantine, vestibyle, auditorium	5 791	Fikse slukkepuls
Trappehus	2 847	Fikse slukkepuls
Gang 2. etasje + lesesal U. etasje	1 282	Fikse slukkepuls
U115, S119, kollokvierom U. etasje	5 168	Fikse sensorstyring
Sum	28 678	

Tabell 5.3.7 – Mulige besparelser totalt i kWh per år.

Tabell 5.3.7 viser et overslag over totale besparelser som er mulig å oppnå ved å endre tidene for slukkepulsene, samtidig som at slukkepulsene virker slik de skal i alle områdene. Siden det er mulig å skru av lyset i kantine, vestibyle og auditorium manuelt har det blitt regnet med full besparelse i 2/3 av dagene i året. 2/3 er valgt for å ikke overvurdere mulighetene for besparelser. I perioden med observasjoner ble var lysene blitt skrudd av manuelt omtrent hver tredje dag i snitt. De samme forutsetningene gjelder for gang i andre etasje og lesesalen i underetasjen hvor slukkepulsen ikke fungerte slik den skulle. Beregningene for besparelser i trappehus er basert på at slukkepulsen sendes ut ved midnatt og at det i gjennomsnitt per dag vil være 6 timer hvor lyset skal være skrudd av. Det er mye gjennomgangstrafikk i trappene og når lyset først blir skrudd på igjen, blir det værende på helt til midnatt neste dag. 6 timer virker derfor som et realistisk estimat. Lyset blir i dag ikke skrudd av i det hele tatt. Siden

mange studenter har tilgang til trappehuset ønsker vi å sette tiden for slukking sent, slik at lyset oftest mulig blir værende av hele natten.

Når det gjelder beregningen av besparelse for de rommene med sensorstyring som ikke fungerte ordentlig, er det brukt 10 timer per døgn som beregningsgrunnlag. Dette forutsetter at rommene trenger belysning 14 timer i døgnet, noe som er mye. 10 timer er likevel brukt for å ikke overvurdere mulighetene for besparelse for mye. For Kollokvierommet er det brukt 10 timer per døgn et helt år, mens det i de to andre rommene er tatt hensyn til at de ikke er i bruk hver dag. 365 dager er derfor multiplisert med 2/3.

Total besparelse av energi til belysning vil da kunne bli 28 678 kWh per år. Det er mange usikkerhetsmomenter og tallet kan ikke forventes å være 100 % nøyaktig, men det indikerer hvilke muligheter som ligger i bedre lysstyring.

5.4 Hypotese 3 – Redusert viftefart gir redusert energibruk

Minskes hastigheten på viften i et ventilasjonsaggregat minskes også strømforbruket.

Hypotese 3 tar for seg i hvor stor grad energiforbruket senkes og i hvilken grad det er mulig å benytte seg av nedjusterte aggregater på Sørhellinga.

Aggregat:	Viftefart	Driftstimer	03.jan	04.jan	05.jan	06.jan
1	52 %	13,5	1072	34	36	35
2	98 %	13,5	577	108	110	109
3	88 %	13,5	765	112	114	114
5	62 %	14	1042	101	95	101
6	85 %	14	755	94	97	103
7	100 %	13	973	127	129	128

Tabell 5.4.1 – Målinger fra undermålere som viser energi pr. Døgn målt i kWh for de forskjellige ventilasjonsaggregatene.

Kommentarer:

3 januar: Disse verdiene er målte verdier på undermålere som er montert i forbindelse med hvert enkelt aggregat.

4 januar - 6 januar: Energidifferansen målt hver dag kl. 12.00. Altså vifteenergi pr driftstid pr døgn.

Ventilasjonsaggregat 3 og 5 har områder som er VAV styrt, så dette vil kunne gi en unøyaktighet. I tillegg er aggregat 5 dimensjonert for større luftmengder enn resten av aggregatene. Dette indikerer også målingene.

Energibruk pr. aggregat pr. driftstime (kW/h):

Aggregat:	04.jan	05.jan	06.jan		Snitt kW/h:
1	2,52	2,67	2,59		2,59
2	8,00	8,15	8,07		8,07
3	8,30	8,44	8,44		8,40
5	7,21	6,79	7,21		7,07
6	6,71	6,93	7,36		7,00
7	9,77	9,92	9,85		9,85

Tabell 5.4.2 – Energibruk til vifte pr. aggregat pr. driftstime.

I følge Bent Nilsen Solland, leverandør av ventilasjonsaggregatene på Sørhellinga, skal energiforbruket til viften følge en parabel. Ved å senke viftesfarten med 20 % skal du spare ca. 50 % av energiforbruket. Senker du viftesfarten 50 % energiforbruket senkes ca. 75 %.

Aggregat 5 er senket med 15 % fra maksimal drift. Dette aggregatet er ikke det samme som de andre aggregatene, så kan derfor ikke sammenlignes. Vi ser derfor på aggregat 1 og 7 som har samme størrelse og begge leverer til kontorlokalene på Sørhellinga.

Vi tar $2,59/9,85 = \text{ca. } 26 \%$. Dette viser at energiforbruket til aggregat 1 ved 50 % viftesfart er 1/4 av energiforbruket ved samme aggregat som går for 100 %.

5.4.1 Diskusjon

På tema rundt dimensjonering av ventilasjonsaggregater strides de lærde. Noen mener at vi ikke skal overdimensjonere et ventilasjonsaggregat for å kunne drifte det på mindre vifteeffekt. Dette vil føre til økte investeringskostnader ved innkjøp og vil ikke lønne seg. Andre i bransjen mener at denne investeringskostnaden ved et større anlegg vil være en liten kostnad sammenlignet med differansen i energiforbruket, og at det dermed vil lønne seg å overdimensjonere ventilasjonsaggregatene.

Vi har vært i kontakt ved flere personer innenfor fagmiljøet som har ulike meninger. Så dette er en av sidene ved vår utvikling innen teknologi. Kanskje har teknologien blitt billigere og energien dyrere, så det vil lønne seg med litt større investeringskostnader på installasjoner som ventilasjonsaggregat.

5.4.2 Driftsinnstillinger ventilasjonsaggregater ved "vanlig drift"

Ventilasjonsaggregat 1:

Start kl. 07.30 – 19.30 på 50 % viftefart. Fra kl. 16.30 – 19.00 ønsker vi 30 % viftefart, hvis dette lar seg gjøre med dagens utstyr. Dette på grunn av svært redusert bruk av bygningen etter vanlig arbeidsdag.

Ventilasjonsaggregat 2:

Start kl. 07.30 – 16.30 på 50 % viftefart.

Ventilasjonsaggregat 3:

Start kl. 07.00 – 16.30 på 50 % viftefart. Fra kl. 16.30 – 21.00 på 30 % viftefart.

Her har vi utfordringer siden auditoriet er sluttet til denne ventilasjonskretsen. Samtidig sørger denne kretsen for luftutskiftninger på toalettene i 2 – og 3 etasje for kontorlandskapet.

Ventilasjonsaggregat 4:

NB: Laboratorier. Dette aggregatet krever egen utredning i forhold til faktiske ventilasjonsbehov. Her forutsettes fortsatt 24 timers drift uten endringer.

Ventilasjonsaggregat 5:

Start kl. 07.00 – 16.30 på 50 % viftefart. Fra kl. 16.30 – 21.00 på 30 % viftefart. Denne kretsen sørger for luftutskiftninger på toalettene i 0 – og 1 etasje for lesesalsplassene og undervisningslokalene.

Ventilasjonsaggregat 6:

Start kl. 07.30 – 16.30 på 50 % viftefart.

Ventilasjonsaggregat 7:

Start kl. 07.30 – 16.30 på 50 % viftefart.

5.4.3 Energibesparelse

Ved å endre driftsinnstillinger vil dette føre til spart energi. Vi har gjort noen beregninger på bakgrunn av snittforbruket til ventilasjonsaggregatene og regnet ut hvor mye energi vi vil spare på de nye driftstidene.

Energibesparelse ved "vanlig drift"

	Endret	Dagens drift
Dager	163	163
Driftstimer	10 106	13 203
Sum energi (kWh)	26 200	129 998
Spart energi	103 798	

Tabell 5.4.1 – Energibesparelse ved å endre innstillingene ved normal drift.

Tabell 5.4.1 legger nye driftstider til grunn for beregningene. Det innebærer at noen av aggregatene vil driftes i 8 timer i motsetning til 14 timer som har vært standardinnstillingen for alle aggregatene tidligere.

Vi ser ut ifra denne tabellen at det driftstiden er redusert med ca. 25 % og energibesparelsen er rundt 100 000 kWh i denne driftsfasen. Vi har valgt å stenge av ventilasjonsaggregatene i 2/3 av bygningen etter avsluttet arbeidsdag fra kl. 07.00 - 16.30. Dette er en vanlig arbeidsdag hvor de aller fleste gjennomfører sitt arbeid. Den siste delen av bygningen har vi drift frem til kl. 21.00. Beregningene er utført med energitall som er faktiske målinger

Energibesparelse ved "ferieavvikling"

	Endret	Dagens drift	Full stans
Dager	80	80	80
Driftstimer	1 280	6 480	0
Sum energi (kWh)	3 318	63 803	0

Tabell 5.4.2 – Potensiell energibesparelse ved å implementere andre driftstider for ventilasjonsaggregatene i ferieperioder.

Ved dagens drift er bygningen i full drift hele året. Selv om det er jul, påske eller fellesferie. Her er det et stort potensial for energibesparelse. Vi har valgt å holde 1/3 av bygningen åpen i en vanlig arbeidsdag på 8 timer for to av våre 7 ventilasjonsaggregater. Dette gir en reduksjon på ca. 80 % og gir en energibesparelse på ca. 60 000 kWh. Dette medfører at vi stenger av 2/3 av bygningen under ferieavvikling. De som ønsker eller må jobbe i denne perioden, må finne seg en ledig arbeidsplass/lesesalsplass.

Vi ser totalt for disse to fasene at vi har redusert driftstiden med ca. 8000 timer. Ventilasjonsaggregatene er dimensjonert for ca. 14 000 m³ i snitt. Dette medfører altså at vi slipper oppvarming eller nedkjøling av luft på Sørhellinga $14\,000\text{ m}^3 * 8000\text{ timer} = 112$ millioner kubikkmeter med luft. Dette er ekstremt energibesparende.

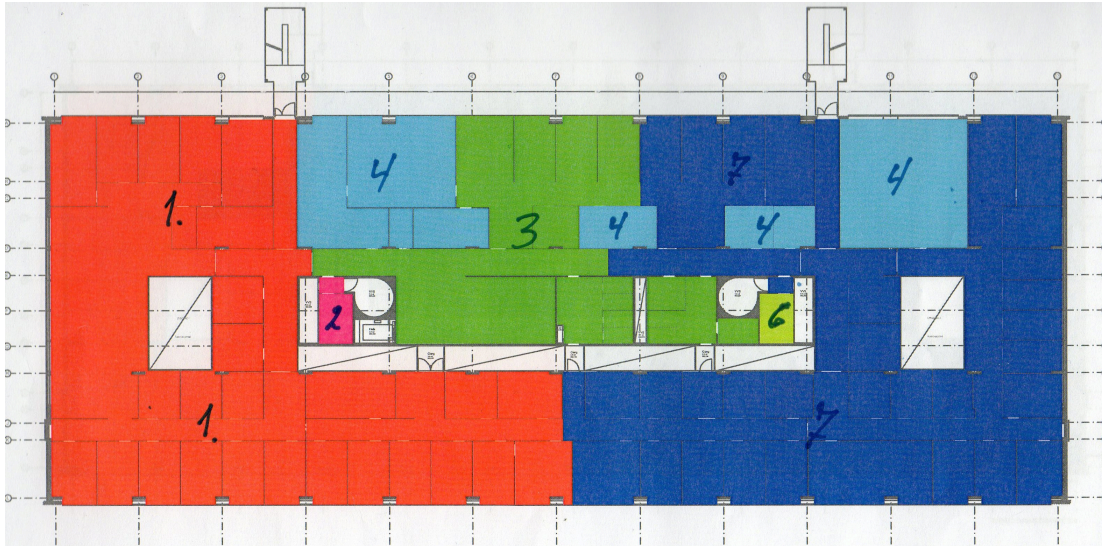
I tillegg vil det også være mindre luft som må temperatur korrigeres siden viftefarten er redusert helt ned til 30 % på det meste. Det er et innviklet fjernvarmeanlegg på Sørhellinga som gjør det vanskelig å lese av energibesparelser som kommer av disse driftsendringene.

Vi ser ut ifra resultatet av romjulsforsøket fordelingen på fjernvarme energien som blir brukt på Sørhellinga. Uke 51 og 52 i 2009 brukte Sørhellinga ca. 47 000 kWh på fjernvarme til radiatorer, mens de brukte ca. 31 500 kWh fjernvarme til ventilasjonsaggregatene. Sammenlignes dette med forbruket i de samme ukene i 2010 hvor vi gjennomførte et energibesparende forsøk, finner vi en nedgang hos begge. Fjernvarmen brukt til radiatorer var på ca. 41 500 kWh en nedgang på 5 500 kWh. Ser vi på fjernvarme reduksjonen til ventilasjonsaggregatene ser vi et forbruk på ca. 17 500 kWh. Dette er en nedgang på 14 000 kWh, som tilsvarer 45 %.

Konklusjonen er at det er store mengder energi å spare ved å redusere viftefarten til ventilasjonsaggregatene. Dette gjelder både fastkraft, men ikke minst fjernvarmen for å varme opp all denne luften som skal igjennom disse anleggene.

5.5 Ventilasjonsaggregatenes soner

Ventilasjonsaggregatene er delt inn til å betjene forskjellige deler av bygget. Figur 5.5.1 viser hvordan fordelingen er gjort i 2. etasje. Oversikt over resterende etasjer finnes i vedlegg 9.3.



Figur 5.5.1 – Fordeling av ventilasjonsaggregater i 2. etasje.

Utfordringen med en slik inndeling er at både fasade mot nord og sør betjenes av samme ventilasjonsaggregat. Den nedre delen av bildet er mot sør og den øvre mot nord. Det vil til tider kunne være store temperaturforskjeller mellom nord- og sørfasaden. For å hindre at det blir for kaldt for de som arbeider på nordsiden av bygget må temperaturen i tilluften være høyere enn det som er nødvendig for sørsiden en solrik dag. Ansatte og studenter har til tider klaget på temperaturen på nordsiden av bygget. Det kan virke som forskjellene mellom de forskjellige sidene av bygget til tider kan være plagsomt store. At det er en forskjell, er ikke i seg selv nødvendigvis negativt, men for lave temperaturer på nordsiden vil være et problem. Temperaturen på tilluften styres ved hjelp av satte verdier og målinger på SD – anlegget. Det er i hovedsak i sommerhalvåret problemene har gjort seg gjeldende. På sørsiden blir det veldig varmt, noe som krever mye kjøling og kald luft. På nordsiden vil det være kaldere, men de samme temperaturene vil bli levert til disse områdene.

6 Konklusjon

”Sørhellinga bruker mye energi”

Ved oppstart av arbeidet med denne oppgaven regnet vi med å tidlig klarlegge at Sørhellinga er et bygg som bruker langt mer energi enn det burde. Etter kartlegging av energiforbruket og sammenligning med andre bygg er ikke bildet like tydelig.

Sørhellinga hadde i 2010 et totalt energiforbruk på 238,5 kWh/m². I 2009 var forbruket på 243 kWh/m². Nedgangen skyldes blant annet Hypotese 1 som ble gjennomført i desember 2010. Som Tabell 3.3.1 (under kapittel 3.3.3) viser, hadde Bioteknologibygningen et forbruk på 283,9 kWh/m² i 2010. Bygget, som også er en del av UMB sin eiendomsmasse stod ferdig i 2001 og har mange likhetstrekk med Sørhellinga. Både DSA og Statsbygg har nevnt dette bygget som sammenlignbart med Sørhellinga. Bioteknologibygningen har også et sammensatt bruksområde. Det finnes klasserom, lesesaler, auditorium og laboratorier. Sammenlignes disse to byggene ser det ut til at Sørhellinga ikke har et avskrekkende høyt energiforbruk. Det må tas hensyn til at undersøkelser angående energibruken i Bioteknologibygningen ikke har blitt gjort. Byggene virker relativt like og sammenlignbare, men det kan likevel være forhold ved Bioteknologibygningen som gjør at det er naturlig med et høyere energiforbruk enn Sørhellinga.

Det totale forbruket for Statsbygg universitets- og høyskolebygg ligger rett i overkant av 200 kWh/m². Denne totale oversikten tar ikke spesielt hensyn til kombinasjonsbygg som Sørhellinga. Bygningsmassen til Statsbygg inkluderer også bygg som ikke har de samme moderne tekniske løsningene som Sørhellinga, og følgelig har et mindre energiforbruk. En for direkte sammenligning kan derfor være feilaktig. Likevel virker det som om Sørhellinga ligger relativt høyt i totalt energiforbruk sammenlignet med resten av Statsbygg sine universitets- og høyskolebygg.

Høgskolen i Østfold hadde i 2010 et energiforbruk på 258 kWh/m² på sitt bygg i Halden. Med et areal på 24 147 m² er bygget over dobbelt så stort som Sørhellinga. Energiforbruket er også ca. 8 % større enn for Sørhellinga. Det foreligger ikke nok informasjon om bygningsmassen i Halden til å trekke veldig klare slutninger ut i fra disse tallene, men de indikerer likevel at forbruket til Sørhellinga ikke er eksepsjonelt høyt.

Normtallene fra Enova sier at universitetsbygg bygget etter 1997 skal ha et samlet energi- og effektbehov på 150 kWh/m²⁵². Tallmaterialet tar ikke hensyn til spesielle bygg slik som Sørhellinga. Med et ventilasjonsaggregat som går hele døgnet året rundt, og mye laboratorievirksomhet er det klart at energibruken vil bli høyere. Tallene fra Enova forutsetter at lønnsomme ENØK-tiltak har blitt gjennomført. Det virker sannsynlig at mye energi kunne blitt spart ved å gjøre tiltak for å minske varmetapet. Denne oppgaven ser bort i fra varmetapsproblematikk og ingen beregninger om hvor mye som kan gjøres av ”lønnsomme ENØK-tiltak” har blitt gjort i forhold til det. Det ville nok vært mulig å få oppvarmingsbehovet ned relativt mye, men 150 kWh/m² høres ut som et veldig usannsynlig mål for Sørhellinga uten virkelig store endringer.

I innledningen vises det til at forprosjektet estimerte et totalt energiforbruk på rundt 133 kWh/m². Selv om dette ble oppjustert senere, virker det rart med en så stor forskjell. Tallene er gitt av DSA, som igjen har fått de fra Statsbygg. 133 kWh/m² virker så lavt at det nærmest virker urimelig å i det hele tatt sammenligne disse tallene. Det endelig prosjekterte forbruket ligger et sted mellom 180 kWh/m² og 200 kWh/m², men siden det i Tek 97 ikke var et krav om prosjektert energiforbruk er ikke dette skrevet ned hos Statsbygg for Sørhellinga.

Sørhellinga er et bygg med en del spesielle funksjoner. Et ventilasjonsaggregat går 24 timer i døgnet hele året. I tillegg finnes det kjøle- og fryserom og spesielle klimalaber som stiller egne krav til konstant temperatur. Dette er funksjoner som ikke et ”vanlig” universitetsbygg vil ha, og det utgjør naturligvis en del forbruk av energi.

Energiforbruket er ikke høyere på Sørhellinga enn at det ikke skiller seg negativt ut fra andre lignende bygg. Hypotesen som sa at energiforbruket var veldig høyt, kan ikke umiddelbart bekrefte. Likevel synes det tydelig at det totale energiforbruket på Sørhellinga er høyere enn det må være og at det skal være mulig å senke forbruket med enkle metoder.

Hypotese 1 – Feriedrift

Resultatene fra Hypotese 1 viser at det er mulig å spare relativt mye energi på kort tid. 12 651 kWh ble spart ved å minske forbruket av fastkraft. Hoveddelen av dette kom av mindre bruk av ventilasjonsaggregatene. Det virker sannsynlig at en del av nedgangen skyldes endring innstillingene til lysstyringen. Bygget har nok vært i mindre bruk enn året tidligere i samme

⁵² Se Tabell 3.3.3 i kapittel 3.3.3 - Potensial

periode. Grunnet mangel på undermålere er det umulig å si hvor stor andel av besparelsen som kommer av ventilasjonsaggregatenes nye driftstider og mindre bruk av andre tekniske installasjoner og lys.

Besparelsen til fjernvarme var på 18 467 kWh. Tallene har ikke blitt temperaturkorrigert, men siden gjennomsnittstemperaturen var lavere i testperioden enn året før virker det sannsynlig at faktisk besparelse var enda større.⁵³ Det kan stilles spørsmålsteget med nøyaktigheten av en besparelse på totalt 35 000 kWh, men det virker klart at besparelse er mulig ved gjennomføring lignende, kostnadsfrie tiltak.

Poenget med forsøket var å vise at det er mulig å spare mye energi på kort tid. Med en besparelse på 35 000 kWh på 14 dager må Hypotese 1 kunne sies å være bekreftet.

Det ligger helt klar en del utfordringer ved gjennomføring av noe lignende senere. Eksempelvis bør aggregat 3 ikke bli skrudd helt av, siden det forårsaket vondt lukt på toalettene. Videre må det være en dialog mellom ledelse og ansatte som trykker at de som faktisk er på jobb har et tilfredsstillende arbeidsmiljø. Det kan være aktuelt at alle som jobber samles i en del av bygningen, eller at de jobber i andre bygninger hvis det er mulig. Lesesalene 1. etasje kan også stenges av, slik at studenter kun har tilgang til lesesalen i underetasjen.

Det vil være aktuelt å gjøre noe lignende i sommerferien. I denne perioden vil fjernvarmen være skrudd av, men det vil til gjengjeld brukes mye energi til kjøling. Det vil være muligheter for å spare energi ved å gjennomføre et lignende tiltak i sommerferien.

Hypotese 2 – Lysstyring

Observasjoner av brukeradferd har vist at det finnes rom for forbedringer i den delen av belysningen som er brukerstyrt. Ved å øke bevisstheten vil brukerne kunne bli mer flinke til å skru av lys i fellesarealer. Lesesaler og tilhørende arealer har mye belysning og hadde lys blitt manuelt skrudd av her når siste person forlot lokalene på kvelden eller ettermiddagen ville mye energi til belysning kunne blitt spart.

⁵³ Se Vedlegg 9.5 - Energimålinger

Resultatene i Hypotese 2 indikerer at det er mulig å styre belysningen mer effektivt enn det som gjøres i dag. Arbeidet avslørte at en del av de automatiske systemene ikke fungerte slik de skulle. Dette indikerer at oppfølgingen av driften ikke er så god som den burde være. Slukkepulsene har sannsynligvis ikke fungert ordentlig på lenge, hvis noen gang. Dette kan ha ført til et høyere energiforbruk til belysning enn nødvendig.

Beregningene viste en mulig besparelse på totalt 28 678 kWh per år. For at det skal kunne bli en realitet må de feilene som har blitt oppdaget utbedres. I tillegg må innstillingsforslagene implementeres. Beregningene som ligger til grunn for den mulige besparelsen på 28 678 er basert på noen usikre forutsetninger. For at besparelsen skal bli akkurat slik, må forutsetningene om hvor lenge lys blir stående unødvendig på per døgn holde. Dette er umulig å vite sikkert, siden det vil variere som følge av brukeradferd. Beregningene er forsøkt utført forsiktig, for å ikke overvurdere mulighetene for besparelser. Forutsetningene er bestemt på bakgrunn av observasjoner over tid, men de kan likevel vise seg å ikke være korrekte. Følgelig kan vi ikke konkludere med en eksakt forventet besparelse ved å gjennomføre de foreslåtte tiltakene. Resultatene viser likevel at det er muligheter for besparelser ved å gjøre enkle tiltak. Tiltakene som er foreslått har også en veldig lav kostnadsramme. Endring av tider for slukkepulser gjennom året koster ingenting, noen må bare gis ansvaret for å følge det opp. Utbedring og videre undersøkelser av hvorfor ikke slukkepulsene virker som de skal overalt kan gi noen små kostnader, men det er neppe store reparasjoner som må gjøres. Konklusjonen blir derfor at tiltakene bør gjennomføres, selv om en nøyaktig besparelse ikke kan garanteres.

Hypotese 3 – vifteenergi

Tidligere var tekniske installasjoner relativt sett dyrere enn de er i dag. Derfor ble ikke ventilasjonsaggregater overdimensjonert. Resultatene av Hypotese 3 viser at energiforbruket til ventilasjonsaggregatene synker kraftig når viftefarten settes ned. Forsøket indikerer at det er store mengder energi å spare ved og ikke kjøre aggregatene på maksimal effekt. Hypotese 3 tar også for seg effektene av å endre driftstidene for ventilasjonsaggregatene. Ved å endre tidene og effekten slik som foreslått i Hypotese 3 vil det være mulig å spare så mye som 163.000 kWh per år. Beregningsgrunnlaget er noe usikkert, siden det baserer seg på relativt få målinger av faktisk forbruk fra aggregatene. Det gir likevel et godt bilde på hvilke muligheter som finnes. Ved å gå ned på viftehastighet og luftmengde, i tillegg til kortere driftstider, vil energibruken synke drastisk. Alle større endringer som gjøres må følges opp slik at luftmengder og temperaturer blir ivaretatt godt nok.

Energiledelse

Ved UMB er energiledelse manglende. Det er personell på UMB som har ansvaret for energistyring, men kontakten ut til de respektive bygningene er svært liten. Det å ha flere som overvåker energiforbruket til enhver tid vil øke fokuset og være med på å skape god energistyring. Her er en viktig faktor og inkludere de som har det daglige ansvaret i de forskjellige bygningene. Personer som kjenner bygningsmassen, driften og brukerne er en viktig faktor for og lykkes med energiledelse og energistyring. Det er viktig for brukerne å ha et talerør når det er noe som ikke stemmer ved driften. Hvis studenter oppdager at sensorstyringen av lys ikke fungerer i et rom, er det vesentlig at de vet hvem de skal kontakte. Det er også enklere for en vaktmester å få med seg feil ved bygningen når han selv jobber i samme det bygget til en hver tid. Det burde også inngå i en vaktmester sine dagligdagse rutiner å ha kontroll over EOS.

Hvilke konkrete tiltak kan iverksettes for å minske energiforbruket?

Hypotese 1, 2 og 3 inneholder konkrete forslag til tiltak som vil gi et lavere energiforbruk. Utover disse tiltakene viker det å innføre en form for organisert energiledelse fornuftig. Observasjoner av dagens situasjon har vist at oppfølgingen ikke er optimal. Ved å følge en modell som ligner det Enova foreslår vil engasjementet kunne økes. Hvis både de som styrer driften og brukerne av bygget er interessert i å senke forbruket, er mye gjort.

Holdningskampanjer mot ansatte og studenter kan være et aktuelt tiltak. Særlig i forhold til belysning vil dette kunne hjelpe. Økt bevisstgjøring vil også kunne føre til at for eksempel PC-er på datasal blir skrudd av etter bruk.

Videreføring av denne oppgaven til et prosjekt hvor DSA og UMB samarbeider med et eksternt rådgivningsfirma og masterstudenter kan være en naturlig vei videre.

En konklusjon vi kan trekke gjennom å ha deltatt på konferanser og snakket med mange forskjellige personer som er blant pionerene innen energieffektivisering av bygg, er at veldig mange bygg har en manglende oppfølging av energiforbruket sitt. God energioppfølging er ikke å se på en sluttrapport når året er omme, men å ha jevnlig oppdateringer og oversikt over hvor energien blir brukt til enhver tid. Det er stor variasjon i kunnskap og kommunikasjon innenfor sektorene som jobber med energi. Det brukes store mengder energi i alle sektorer, og mye kan spares ved å innføre energiledelse, som gjør at fokuset på energiforbruk øker.

Det er ikke Sørhellinga som har et oppsiktsvekkende høyt energiforbruk i forhold til lignende bygningsmasse, men alle har jevnt over et høyere forbruk enn nødvendig. Det er blitt et større fokus på energi og dette er i en utviklingsprosess. Det viktigste nå er å henge seg på og lære mest mulig om dette temaet. Det er ikke vanskelig, men det krever motivasjon, innsats og vilje for å spare energi.

7 Videre arbeid

7.1 Steg 1

Fra høsten 2011 foreslår vi at en masterstudent som sammen med DSA skal jobbe med implementering av energiledelse for hele UMB sin bygningsmasse. Kommunikasjon mellom instituttene og DSA blir en viktig faktor i dette arbeidet. En annen helt avgjørende faktor er finansieringen av de små tiltakene som ønskes gjennomført. Dette må være midler som må komme fra DSA. Siden disse utgiftene ikke ble tatt opp under budsjetteringen vil dette bli en utfordring. Det vil også være viktig å se investeringskostnader som vil komme i året 2012, slik at DSA har mulighet til å få disse inn i deres budsjett.

Denne høsten bør det fokuseres på å innføre driftstidene denne masteroppgaven har kommet frem til i alle lignende bygg som Sørhellinga på UMB. De skal ha fokus på energibesparende tiltak som ikke har de store investeringskostnadene. Hovedfokuset skal ligge på kommunikasjon, slik at alle ledd er innforstått med hva som skjer og hvorfor.

Denne fasen blir en kartleggingsfase av energiforbruket på hele UMB sin bygningsmasse. Det må kartlegges hvilke bygg som vil kunne ha den største energibesparelsen uten å gjøre de store investeringene. Samtidig vil det være naturlig å ha energimerking av bygningene i tankene når man kartlegger energiforbruket til hvert enkelt bygg. Dette er et offentlig krav som skulle vært gjennomført innen store yrkesbygg over 1000 BRA. Kravet var innen 1 juli 2010 og gjelder alle yrkesbygg som skal selges eller leies ut.⁵⁴

7.2 Steg 2

Etter å ha kartlagt energiforbruket på hele UMB sin bygningsmasse er det på tide å ta tak i litt mer krevende energibesparelser. Disse krever også litt mer investeringskostnader, så dette krever igjen noe mer beregninger og kvalitetssikring av avgjørelser. I denne perioden foreslår vi et samarbeid med to mastergradsstudenter som skal skrive sin hovedoppgave om dette. Et videre samarbeid mellom disse mastergradsstudentene og DSA vil være naturlig.

⁵⁴NVE. (2011). <http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Energimerking-av-bygg/Ofte-stilte-sporsmal---yrkesbygg/> , sist besøkt 11.05.2011

Dette blir en litt mer krevende jobb, også med tanke på finansiering. Her er det viktig å få kartlagt så mye som mulig av investeringskostnadene før budsjettet for 2012 blir satt rundt desember 2011. Så dette er en jobb som må begynnes på allerede for mastergradsstudenten høsten 2011.

Støtteprogrammet til Enova som støtter investeringskostnader i eksisterende bygg vil ha en sentral rolle i denne perioden. Det vil være viktig å kartlegge all energibesparelse slik at man får igjen fra støtteordningen til Enova. Dette vil også være en av de største bidragsyterne for finansieringen.

Lykke til!

8 Bibliografi

8.1 Muntlige kilder

- Jan Erik Jensen, korrespondanse
- Jan Peter Amundal, korrespondanse, 28.03.2011

8.2 Elektroniske kilder

- Enova. (2011). "Energieffektivisering i eksisterende bygg". Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: <http://naring.enova.no/file.axd?fileDataID=b7e7bf1c-cb70-43cf-b210-8b7847d920b3>
- Enova. "Energi gradtall og temperaturkorrigerings". Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: <http://naring.enova.no/popups/bba/BBAGradtall.aspx>
- Enova. (2011). "Energiledelse". Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: <http://naring.enova.no/file.axd?fileDataID=a1f18a8e-bcf9-4143-9910-e5be7a3fdc91>
- Langseth, B & Nærum, E & Havskjold, M. (2011). "Energibruk i lavenergi- og passivbygg". Utarbeidet for Energi Norge. Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: <http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/AKTUELT/ENERGI%20OG%20KLIMA/Energibruk%20i%20lavenergi-%20og%20passivbygg.pdf>
- SINTEF Byggforsk. "Hva er et passivhus?" Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: http://passiv.no/hva_er_et_passivhus
- Statsbygg. (2010). "Energirapport 2010 – energiforbruk i Statsbygg sine bygninger". Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: <http://statsbygg.no/FilSystem/files/miljo/miljopublikasjoner/Energirapport2010.pdf>
- UMB. (2011). "Det levende universitetet". Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: http://www.umb.no/statisk/om_umb/ppt/umb_i_stikkord.pdf
- UMB. (2011). "UMB i korte fakta". Lokalisert 29.04.2011 på World Wide Web: <http://www.umb.no/om-umb/artikkel/umb-i-korte-fakta>

8.3 Litteratur

- Birkeland, A & Bruun, G. (2008). "Energieffektiv belysning i yrkesbygg". Enova veileder. 26 s.
- Dokka, T.H. og Hermstad, K. (2006).: "Energieffektive boliger for fremtiden. En håndbok for planlegging av passivhus og lavenergiboliger". SINTEF Byggforsk

- Enova. (2007). "Energihistorier". 2007:1. 2 s.
- Enova. (2003). "Energiledelse - Et verktøy som gir mindre bruk av energi, reduserer sykefraværet og øker produktiviteten". 4 s.
- Enova. (2004). "Energioppfølging i næringsbygg – en innføring". Enova håndbok 2004:3. 33 s.
- Enova. (2004). "Manual for ENØK normtall". Enova håndbok 2004:2. 84 s.
- Ferdigmelding (Statsbygg). (2008). "Sørhellinga : Universitetet for miljø- og biovitenskap, Høgskoleveien 12, Ås : rehabilitering". Oslo. 19 s.
- Hauge, Karen Evelyn (2004). "Varmere i stua, varmere på kloden. En studie av energiforbrukeres holdninger til global oppvarming". Masteroppgave, Institutt for økonomi og ressursforvaltning, Norges Landbrukshøgskole (nå UMB)
- Teksal Øst AS. (2009). "IFIX B551 UMB Sørhellinga". 20 s.

9 Vedlegg

9.1 Spørreundersøkelse

- bruk av Sørhellinga i juleperioden 19.12.2010 – 03.01.2011

0 etasje - Kantine og bibliotek.

Spørsmål 1: Skal du jobbe på Sørhellinga i uke 51?

Nei: Kantine

Ja: Bibliotek

Spørsmål 2: Skal du jobbe på sørhellinga uka 52?

Nei: 1 (kantina)

Ja:

Kommentar: Ikke avgjort om bibliotek skal være åpent.

Spørsmål 3: Ønsker du å endre brukeradferd for å spare energi?

Nei:

Ja: 2 stk

Spørsmål 4: Hvor mange dager i uka jobber du etter kl 17.00?

Begge svarte ingen etter kl 16.00!

Spørsmål 5: Synes du vi kan sette Sørhellinga i hvilemodus i romjula?

Nei:

Ja: 2 stk.

2 etasje

Singel kontorer : 57 stykk, av disse var 17 ikke til stede. (et av disse er egentlig et dobbel kontor, men siste mann var ikke til stede)

Dobbel kontorer: 2 stykk, alle var til stede.

Laboratorier: 2 stykker og begge var til stede med noen personer

Møterom: 4 stykker

Andre rom (lager, frysere etc): 8 stykk.

Totalt spurt 46 stykk.

Spørsmål 1: Skal du jobbe på Sørhellinga i uke 51?

Nei: 15 stk

Ja: 31 stk

Kommentar: begge laboratoriene skulle brukes noen dager.

Spørsmål 2: Skal du jobbe på sørhellinga uka 52?

Nei: 34 stk

Ja: 5 stk (en som er usikker på om han skal jobbe på bygget)

2-3 dager: 6 stk (av disse er det 2 laboratorier)

Kanskje: 1

Kommentar: Av de som antok at de skulle jobbe noen dager i romjula, var det en enstemmighet om at de var aleine på jobb.

Spørsmål 3: Ønsker du å endre brukeradferd på Sørhellinga for å spare energi, dersom det kommer tiltak?

Ja: 46 stk

Nei: Ingen

Kommentar: En ønsket seg et meldingssystem hvor han kunne legge inn når han kom tilbake på kontoret. Mange bruker ikke kontoret fast og er der kun en prosentandel i løpet av en uke. Noen var også redde for at det skulle bli for kaldt.

Spørsmål 4: Hvor mange dager i uka jobber du på kontoret etter kl 17.00

Ingen: 24 stk

1-2 dager: 11 stk (en av disse lab, til ca. Kl. 19.30)

3-5 dager: 11 stk (en av disse lab, til ca. Kl. 21.00)

Kommentar: Det er mange av stipendiatene som kommer ca 10.00 og går hjem kl 15-16 og kommer tilbake på jobb igjen kl 19-20 og sitter noen timer. De fleste av de som sitter etter arbeidstid sitter til ca kl 18.00, det gikk igjen hos de fleste. Av disse 46 spurte er det 5 stk som sitter igjen etter 19.00. 2-3 av disse sitter en lang dag i uka.

Spørsmål 5: Synes du vi kan sette Sørhellinga i "hvilemodus" i romjula?

Ja: 43 stk (av disse to laboratorier. Så lenge de er tatt hensyn til og rådført)

Nei: 3 stk (disse skulle jobbe mye i romjula)

Kommentar: Så lenge det er informert om hva som skjer og hvilke muligheter man har dersom man skal jobbe. Dvs hente en varmeovn. Ventilasjon til servere som styrer datalagring, så ikke de kollapser.

9.2 Strømforbruk ventilasjonsaggregater

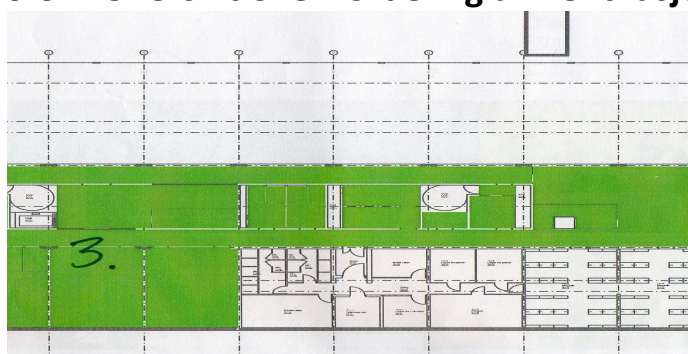
	17.01	19.01	28.01	31.01	10.02	15.02
Aggregat	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	206	38	122	128	124	123
2	612	113	115	121	116	116
3	614	117	120	126	121	121
5	943	134	121	125	116	121
6	632	120	119	118	125	119
7	750	137	136	137	135	137

kWh per døgn

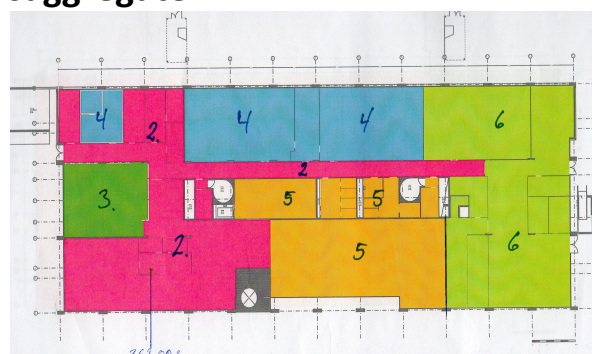
Aggregat	Tidsinnstilling
1	06.30 – 20.00
2	06.35 – 20.00
3	06.40 – 20.00
5	06.45 – 20.30
6	06.45 – 20.30
7	06.50 – 20.00

Alle målingene er utført kl 12, med 24 timer siden forrige måling. Unntaket er måling en som strakk seg fra fredag 14.01 kl 12.00 til mandag 17.01 kl 12.00. Denne målingen viste at ventilasjonsaggregatene ikke skrudde seg av i helgen slik de var innstilt til å gjøre.

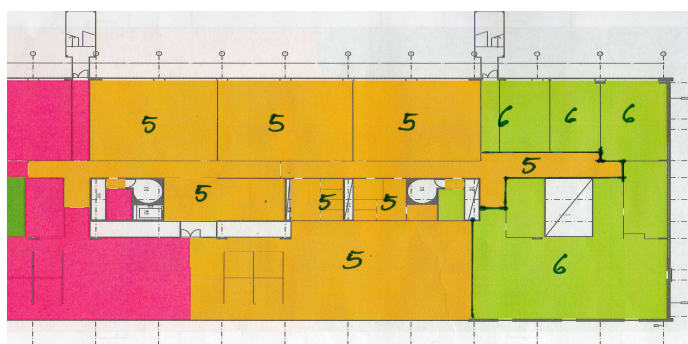
9.3 Oversikt over fordeling av ventilasjonsaggregater



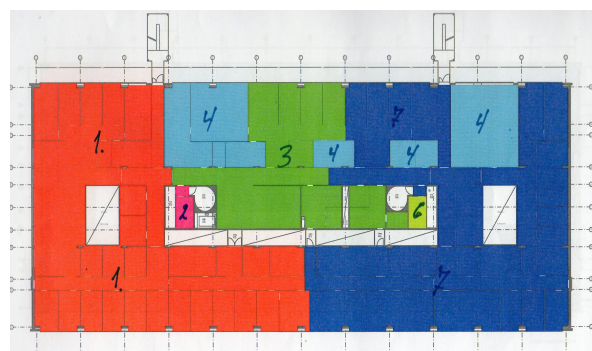
Kjeller



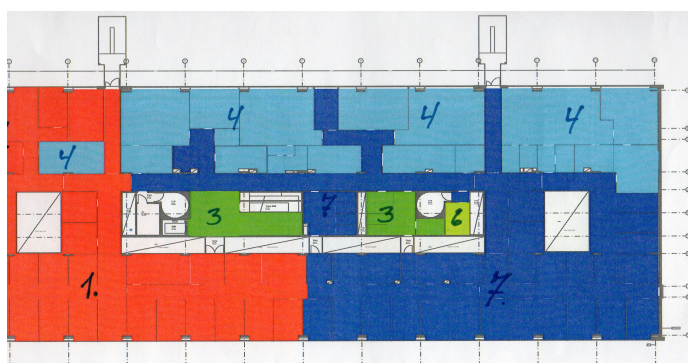
Underetasje



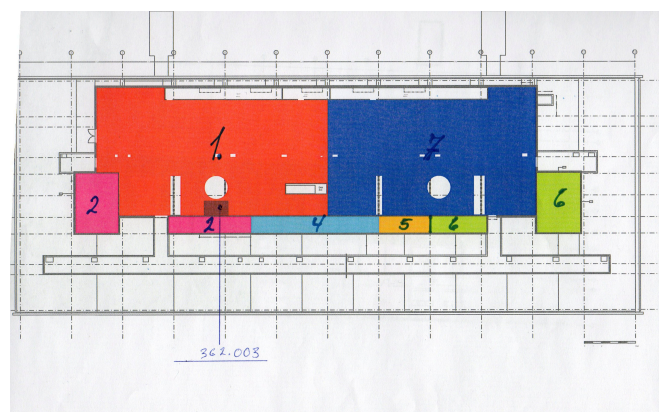
1. etasje



2. etasje



3. etasje



4. etasje

Tallene viser hvilket aggregat om betjener hvilke områder

9.4 Bidragsytere

En liste over personer som på forskjellige måter har bidratt til oppgaven.

DSA :

– sentral informasjon og befaringer på Sørhellinga.

Tor Åge Diserud, Avdelingsdirektør Stab.

Trond Langseth, Prosjektleder Elektro.

Bjørnar Sæther, Avdelingsingeniør Elektro.

Bent Beck, Avdelingsingeniør VVS.

Carl Thomas Jørstad, Senioringeniør Elektro.

Pål Kristiansen, Senioringeniør VVS.

Eksterne kontakter:

Magne Fahre, Driftsleder ved Rosenholm Campus. Inspirator og ekstern veileder i forhold til energieffektivisering av eksisterende bygg.

Jan Erik Jensen, Senioringeniør Statsbygg.

Tor Brekke, seniorrådgiver Enova. Energiledelse og støtteprogrammer. Trend og utvikling innen energieffektivisering av eksisterende bygg.

Jan Peter Amundal, seniorrådgiver Enova. Energiledelse og støtteprogrammer. Trend og utvikling innen energieffektivisering av eksisterende bygg.

Geir Andersen, Driftssjef Drammen Eiendom KF. Pioner innen energieffektivisering. Drøftet ulike driftsmetoder og framgangsmåte.

Bjørn Vagle, daglig leder Teksal. Informasjon rundt de tekniske installasjonene og mulighetene.

Tor Einar Lundteigen, Rådgiver i fornybar energi ved Sogn og Fjordane fylkeskommune. Energiutvikling i Europa og energitrender i Norge.

Anders Fylling, Seksjonsleder for energi og bygningsfysikk, Multiconsult Skøyen. Energimerking av industrilokaler og drift av bygningsmasse.

Finn Lysnæs Larsen, seksjonsleder tekniske systemer, Multiconsult Drammen. Energimerking av industrilokaler og drift av bygningsmasse.

Bent Solland Nilsen, Servicetekniker for ventilasjonsaggregatene på Sørhellinga. Informasjon rundt den tekniske installasjonen og mulige tekniske innstillinger.

Bernt Evensen, Avdelingsleder bygningsmassens drift, Høgskolen i Østfold. Empiri fra Høgskolen i Østfold og deres måte og tenke på.

Erick Beltran, CBS Strategy and service development – Facility management, Statoil Vækerø. Statoil sin fremgang på ”vaktmester” rollen og Statoil sitt fokus på energieffektivisering.

Kjell Sirevåg, Leading advisor Facility Management Operation & Maintenance, Statoil Forus. Statoil sin fremgang på ”vaktmester” rollen og Statoil sitt fokus på energieffektivisering.

UMB:

Arild Veidahl, Administrasjonssjef Sørhellinga

Ronny Steen, Avdelingsingeniør INA.

Terje Holsen, UMB ledelsen, prosjektleder.

Petter Heyerdahl, Matematiske realfag, førsteamanuensis IMT.

9.5 Energimålinger uke 51 og 52

DATO	CebycID	BESKRIVELSE	BENEVNING	Døgnsom
21.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	3020
22.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2764
23.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2800
24.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	3044
25.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	3024
26.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2752
27.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2716
28.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	3116
29.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	3112
30.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2988
31.12.09		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2228
01.01.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2240
02.01.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2200
03.01.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2280
20.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	3034,4
21.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2760
22.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	2275,6
23.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1874,4
24.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1676,8
25.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1673,6
26.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1700,8
27.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1813,6
28.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1846
29.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1804,8

30.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1857,6
31.12.10		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1723,2
01.01.11		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1723,6
02.01.11		Fastkraft 9057020154 (3)	kWh	1739,6
21.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	161
22.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	154
23.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	149
24.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	154
25.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	149
26.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	148
27.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	146
28.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	146
29.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	151
30.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	143
31.12.09	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	149
01.01.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	147
02.01.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	154
03.01.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	154
20.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	141
21.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	139
22.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	140
23.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	137
24.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	136
25.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	131
26.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	130
27.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	121
28.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	108
29.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	91
30.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	13
31.12.10	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	4
01.01.11	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	4
02.01.11	270342-3-P4	Fastkraft kjølemaskin IK01	kWh	5
21.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
22.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
23.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
24.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
25.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	5
26.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
27.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
28.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
29.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
30.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
31.12.09	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
01.01.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
02.01.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	5
03.01.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4

20.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
21.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	5
22.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
23.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	5
24.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	5
25.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	4
26.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	5
27.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	12
28.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	33
29.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	41
30.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	120
31.12.10	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	133
01.01.11	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	134
02.01.11	270342-3-P3	Fastkraft kjølemaskin IK02	kWh	135
21.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	3756
22.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	3668
23.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	3309
24.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2663
25.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2825
26.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	3491
27.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	4346
28.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	4217
29.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	4177
30.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	5468
31.12.09	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2513
01.01.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2423
02.01.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	1966
03.01.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2206
20.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	4944
21.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	5258
22.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	4613
23.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	3194
24.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2909
25.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2749
26.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2268
27.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2222
28.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2768
29.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2925
30.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2546
31.12.10	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	2278
01.01.11	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	1461
02.01.11	270340-1-P2	Fjernvarme (radiator) (3)	kWh	1629
21.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2080
22.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1901
23.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1969
24.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2116

25.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2091
26.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2019
27.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1954
28.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2050
29.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2615
30.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2563
31.12.09	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2399
01.01.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2319
02.01.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2474
03.01.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2858
20.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2936
21.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	2451
22.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1711
23.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1111
24.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	931
25.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	746
26.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	769
27.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	967
28.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1031
29.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1126
30.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1116
31.12.10	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	1011
01.01.11	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	759
02.01.11	270340-1-P1	Fjernvarme (vent, vv, gt.varme) (3)	kWh	797
21.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	307
22.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	287
23.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	296
24.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	303
25.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	301
26.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	301
27.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	292
28.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	274
29.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	293
30.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	261
31.12.09	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	273
01.01.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	275
02.01.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	294
03.01.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	295
20.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	109
21.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	130
22.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	170
23.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	166
24.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	164
25.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	163
26.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	159
27.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	155

28.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	160
29.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	159
30.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	157
31.12.10	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	159
01.01.11	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	160
02.01.11	270340-3-P2	Kjøleenergi OE01	kWh	163
21.12.09		Utetemperatur	°C	-6,5
22.12.09		Utetemperatur	°C	-5,2
23.12.09		Utetemperatur	°C	-3,2
24.12.09		Utetemperatur	°C	0,6
25.12.09		Utetemperatur	°C	0,6
26.12.09		Utetemperatur	°C	-3,6
27.12.09		Utetemperatur	°C	-6,0
28.12.09		Utetemperatur	°C	-7,1
29.12.09		Utetemperatur	°C	-11,1
30.12.09		Utetemperatur	°C	-15,9
31.12.09		Utetemperatur	°C	-11,2
01.01.10		Utetemperatur	°C	-6,9
02.01.10		Utetemperatur	°C	-9,6
03.01.10		Utetemperatur	°C	-12,9
20.12.10		Utetemperatur	°C	-8,9
21.12.10		Utetemperatur	°C	-13,1
22.12.10		Utetemperatur	°C	-15,3
23.12.10		Utetemperatur	°C	-12,4
24.12.10		Utetemperatur	°C	-11,5
25.12.10		Utetemperatur	°C	-13,0
26.12.10		Utetemperatur	°C	-6,5
27.12.10		Utetemperatur	°C	-4,4
28.12.10		Utetemperatur	°C	-8,2
29.12.10		Utetemperatur	°C	-11,1
30.12.10		Utetemperatur	°C	-8,7
31.12.10		Utetemperatur	°C	-4,3
01.01.11		Utetemperatur	°C	2,3
02.01.11		Utetemperatur	°C	-1,5
2010 tall				
2009 tall				

9.6 Kveldsbefaringer

Onsdag 26. januar 2011:

Dette var dagen etter eksamen i januarblokken. Det vil si at dette var første dag i vårsemesteret. Det er naturlig å tenke seg at det ikke ville være veldig mange studenter på Sørhellinga etter kl. 16.00 denne dagen. Denne antagelsen viste seg å holde mål. Ved første befaringsrunde kl. 17.00 ble det observert 7-10 ansatte og stipendiater, og 3-5 studenter. I tillegg var det forelesning i to klasserom. Her holdt studenter fysikkforelesning for elever fra videregående. Denne første runden var før første slukkepuls var sendt ut og alt av lys stod på som normalt i hele bygget. På kontorene i andre og tredje etasje hvor folk hadde gått for dagen var lysene slukket. Det var kun lys i de få kontorene som ble benyttet. Dette vitner om at de ansatte har gode rutiner på å skru av lyset på sitt eget kontor når de går for dagen. Studentene fordelte seg i bygget. Et par stykker var på datarommet, en på lesesalen i første etasje, en på lesesalen i underetasjen og en i kantinen.

Runde to ble gjennomført rundt kl. 18.15, rett etter første slukkepuls hadde gått.

Kontorer i andre og tredje etasje: **6**

1. etasje: **1** på lesesal og **3** på datasal + forelesning i to klasserom

Underetasje: **0**

Kontorer:

Kun lys i de kontorene som var i bruk. Lysene i gangene var blitt skrudd av ved hjelp av slukkepulsen, men var blitt skrudd på igjen på sørsiden i andre etasje.

1. etasje:

I gangene lyste kun nattbelysningen slik den skulle. På lesesalen var lyset blitt skrudd av, men personen som oppholdt seg der skrudde det på igjen i den sonen han satt. Lyset i de resterende sonene var av. Lyset var på i fellesarealene (kjøkkenkrok) tilknyttet lesesalen. Lyset her er ikke tilknyttet slukkepulsen, men har bare manuell bryter.

Underetasje:

Her var det ingen som oppholdt seg når befaringen ble gjort. Lysene på lesesalen i underetasjen var skrudd av slik som forventet. Det finnes to kollokvierom direkte tilknyttet lesesalen i underetasjen. Her styres lyset via bevegelsessensorer. I løpet av kvelden ble det oppdaget at lyset i det ene rommet aldri ble skrudd av, selv om det ikke var noen i nærheten.

Både i kantinen, auditorium og foajé var alt lys på selv om det ikke var noen personer der. Dette vitner om at slukkepulsene ikke fungerer helt som den skal. Lyset skal slukkes i hele dette området, men alt stod på. Lysene i trappeoppgangen stod også på for fullt.

I forbindelse med slukkepulsene kl. 21.00 ble en ny kontroll utført. Det var da veldig få personer i bygget, og fokuset ble å kontrollere om lys ble skrudd av i kantineområdet. Da slukkepulsene ble sendt ut gikk lyset av i gangene og på kontorene, men ble værende på i trappeoppgang, auditorium, vestibyle og kantine.

Videre ble det observert at noen få studenter kom til lesesalene etter kl. 20.00. Dette er en trend som nok er mer tydelig når det er nærmere eksamenstid for studentene.

Mandag 11. april 2011.

Befaringen ble gjennomført en uke før påskeferien for å kartlegge belegget på Sørhellinga på kveldstid i en periode av semesteret hvor det er trolig at flere studenter enn tidligere benytter seg av lesesalene. Slukkepulsene denne dagen var satt til 18.00 og 22.00. Hensikten med en ny kveldsbefaring var å finne ut om den andre slukkepulsene kan settes til 22.00 noen steder i bygget, eller om det blir for tidlig. Gjennomføringen ble lagt til denne dagen fordi det er på slutten av perioden vi mener kan driftes med "normaldrift". Målet var blant annet å kontrollere at antall personer som benyttet seg av bygget ikke var større enn vi har lagt til grunn for inndelingen av semesteret. Et annet mål med befaringen var å kontrollere at systemene faktisk fungerte som de skulle. Fokuset var særlig rettet mot å finne ut om slukkepulsene faktisk slukket lyset alle steder som det skulle. I tillegg hadde vi en mistanke om at den sensorstyrte belysningen i noen rom ikke fungerte ordentlig.

Etter en runde rundt i bygget 18.30 ble det klart at det var mellom 15-20 personer på de forskjellige kontorene, 10-15 på lesesalene i første etasje og 2 på lesesalen i underetasjen. I tillegg var det 2 personer på datarommet i første etasje. Ved senere runder sank antallet personer jevnt i de nevnte områdene. 22.00 var det noen få igjen på kontorene. På lesesalene i første etasje var det 4-5 personer, mens det på lesesalen i underetasjen var tomt for mennesker.

Slukkepulsene som ble sendt ut kl. 22.00 fungerte som ved tidligere befaringer. Lyset i ganger og på lesesaler ble skrudd av, mens i kantine, vestibyle og auditorium ble lyset stående på. På lesesalen i underetasjen ble også bare en del av lyset skrudd av. I "kroken" mot nord ble det skrudd av, mens i resten av lesesalen og lysgården ble lyset stående på. Det var ingen personer i dette rommet.