NTNU
Det skapende universitet

Samtidighet i elektriske bygningsinstallasjoner

Thomas Aleksander Johansen

Master i energibruk og energiplanlegging
Innlevert: juni 2013
Hovedveileder: Eilif Hugo Hansen, ELKRAFT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for elkraftteknikk

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET

NTNU

MASTEROPPGAVE

Kandidatens navn	:	Thomas Aleksander Johansen
Fag	:	ELKRAFTTEKNIKK
Oppgavens tittel (norsk)	:	**Samtidighet i elektriske bygningsinstallasjoner**
Oppgavens tittel (engelsk)	:	
Oppgavens tekst	:	Elektroinstallasjoner i bygninger skal tilfredsstille brukerens behov. Men det er likevel sjelden behov for å kunne ha all belastning innkoblet samtidig, og ved prosjektering av elektroinstallasjoner benyttes derfor gjerne samtidighetsfaktorer, for å begrense dimensjonene og kostnadene. ”Fasiten” på samtidighet får en imidlertid først når bygget er tatt i bruk, og en må basere prosjekteringen på erfaringsdata fra liknende bygg. Men faktum er at få bygg virkelig blir ettermålt mht. samtidighet, og de ”erfaringsdata” som brukes antas å gi en stor grad av overdimensjonering i byggene. Et annet moment som kan tas i betraktning er dagens muligheter til å legge begrensninger i faktisk effektuttak, bl.a. begrunnet med nettselskapenes behov for å begrense maksimaleffektene i et nett med flaskehalser på ulike nivå. Kandidaten skal • undersøke samtidighet på ulike nettnivå i aktuelle bygningstyper • vurdere dimensjoneringsgrunnlag for elektriske bygningsinstallasjoner
Oppgavens gitt	:	25.01.13
Besvarelsen leveres innen	:	
Besvarelsen levert	:	
Utført ved (institusjon, bedrift)	:	Trondheim, 25.01.13
Kandidatens veileder	:	

Eilif H. Hansen

faglærer

Forord

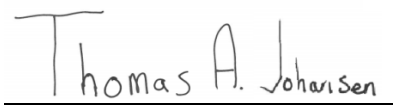
Denne rapporten er et produkt av masteroppgaven «Samtidighet i elektriske installasjoner», og er en videreføring av fordypningsprosjektet «Dimensjonering av elektriske bygningsinstallasjoner» fra høsten 2012. Problemstillingen går ut på å kartlegge dimensjoneringen og samtidigheten for kurs- og inntakene i yrkesbygg.

Arbeidet er utført våren 2013 ved Institutt for elkraftteknikk hos Norges tekniske- og naturvitenskapelige universitet.

Jeg vil gjerne takke:

- Veileder og førsteamanuensis Eilif Hugo Hansen for støtte og gode idéer.
- Avdelingsingeniør Bård Almås for hjelp til målingsarbeidet og måleutstyret.
- Avdelingsleder Dag Ivan Ekrem ved COWI for hjelp til arbeidet med yrkesbyggene.
- Henrikk Vasskog ved Relinvest for hjelp med Nordregate 8.
- Fagansvarlig Sverre Gulstad, Anders Karlsen, driftsteknikker Erik Selbekk, eiendomssjef Jørgen Løfaldli, SpareBank1 og COWI for hjelp med SpareBank1 midtbyen.
- Energirådgiver Seemi Lintorp, ingeniør Tore Wærnes, driftsoperatører Tore Vasli og Kjetil Risan for hjelp med Munkvoll HSV og Rosenborg Skole.

Thomas Aleksander Johansen



Sammendrag

Undersøkelser har vist at belastningen av bygg ikke stemmer med forventet forbruk, og det antas at store installerte effekter står ubrukt. Hvordan installasjonene kompenserer for samtidighetene i belastningen, og hvordan påvirker samtidigheten forbruket og samtidighetsfaktorene i installasjonen? Fire konkrete yrkesbygg ble sett på for å undersøke tilstandene, kontorbygget Nordregate 8, bank- / kontorbygget SpareBank1, sykehjemmet Munkvoll HSV og Rosenborg Skole.

Strømmålinger gjort på installasjonene ble utført over tid for å kartlegge forbruket inn til fordelingene og ut på kursnivå. Man måtte velge ut noen kurser å studere nøye på grunn av begrensninger i utstyret. Effektmålinger ble utført momentant på alle kursene for å finne effektfaktorene for belastningene i fordelingene.

Resultatene viste at samtidigheten på kursnivå varierte mellom belastningen kursene forsyner. Stikkontakter til uspesifisert bruk ble målt til å ha de laveste gjennomsnitts samtidigheter med 0,1655, belysningskursene 0,2631, varmekursene 0,5138 og diverse spesifikk belastning ble målt til 0,6292. Uspesifiserte stikkontaktskurser sin lave samtidighet var som forventet, og man så de samme resultatene fra målingene gjort i fordypningsprosjektet høsten 2012 [1]. Resultatene fra belysningskursene var overaskende, siden disse har en mer kontinuerlig belastning. Bedre kontroll på installerte effekter er eneste mulighet til å unngå denne typen overdimensjonering.

Samtidighetsberegningene for belastningen på inntaket viste meget forskjellige samtidigheter mellom yrkesbyggene. Rosenborg kom ut lavest og hadde maksimal samtidighet på 0,1230, Sparebank1 0,1344, Nordregate 8 0,4559 og Munkvoll 0,9413. Rosenborg og SpareBank1 er begge nye installasjoner med energieffektive belastninger. Begge fordelingene har en stor del stikkontaktskurser med lavest samtidighet av belastningsgruppene sett på. Overraskelsen var nok størst for resultatene i Munkvoll, som viste meget høy samtidighet på fordelingen. Dette var den eneste installasjonen med topografisk inndeling av kursene, og stor bruk av trefase kurser. Det kan virke som Munkvoll er underdimensjonert.

Å sette riktig samtidighetsfaktorer viste seg å være komplisert. Der er flere faktorer å ta med i betraktningene, men det viktigste man må ta for seg er å bestemme de installerte belastningene. Planleggernes motivasjon for å effektivisere sluttresultatet blir ofte overskygget av risikoene for å underdimensjonere installasjonene. Besparingsmulighetene er store, og man så i flere tilfeller at man kunne halvert antall kurser og installert effekt, uten å overbelaste vernene med samme belastning.

Abstract

Studies have shown that the power load does not match the expected consumption in building installations, and it is believed that large installed capacity is unused. How does the installation compensate for simultaneously loading of the electrical circuits? Four commercial buildings were studied to calculate the conditions, office building Nordregate 8, bank / office building SpareBank1, nursing home Munkvoll HSV and Rosenborg School.

Current measurements were carried out over time on the installations to identify the loads in the installation. One had to choose some circuits to study carefully due to the limitations of the measuring equipment. Power measurements were performed instantaneously on all circuits to find power factors of the loads in the distributions.

The results showed that the simultaneity factor changes for the loads the circuits supply. Sockets for unspecified use was measured to have the lowest average simultaneity with 0.1655, 0.2631 at the lighting circuits, circuits for heat at 0.5138 and various specific loads was measured at 0.6292. Unspecified outlet had the lowest simultaneity, which was expected as we saw the same results from measurements made in preliminary project from the fall of 2012 [1]. The results of the lighting circuits were surprising, since these have a more continuous load. Better control of the installed load capacity is the only way to avoid this type of installations.

Simultaneity factors on the intakes proved very different for the variety of installation. Rosenborg measured lowest and had a maximum simultaneity factor at 0.1230, 0.1344 at Sparebank1, Nordregate 8 had 0.4559 and 0.9413 at Munkvoll. Rosenborg and SpareBank1 are both new installations with energy efficient loads. Both distributions have a large portion of outlet circuits with the lowest simultaneity of the load groups. The surprise was the results in Munkvoll which showed very high simultaneity. This was the only installation with topographical division of the circuits, and great use of three-phase circuits. It looks like Munkvoll may have an undersized power supply.

Determining proper simultaneity factors proved to be complicated. There are several factors to take into consideration, but the most important is to determine the installed loads. Planners' motivation to decrees the installed load often gets overshadowed by the risks of under sizing the power supply. The saving possibilities are huge on installation costs. In several cases we could cut in half the number of circuits and installed power capacity, without overloading the installation.

Innholdsfortegnelse

Abstract 7
1 Innledning 1
2 Teori 2
2.1 Elektrisk last 2
2.2 Elektriske installasjoner 2
2.3 Topologi i fordelingsnettet 4
2.4 Kursoppdeling 4
2.5 Automatsikringer 5
2.6 Samtidighet 6
2.7 Effektfaktor 8
2.8 Energimerking 9
3 Casestudium 10
3.1 Kontorbygg: Nordregate 8 10
3.2 Bankbygg: SpareBank1 11
3.3 Sykehjem: Munkvoll Helse- velværesenter 12
3.4 Rosenborg skole 13
4 Metode 14
4.1 Måleutstyr 14
4.2 Målemetode 16
4.2.1 Momentane målinger 17
4.2.2 Strømmålinger over tid med datalogger 18
4.3 Valg av målekurser 19
4.3.1 Nordregate 8 19
4.3.2 SpareBank1 20
4.3.3 Munkvoll Sykehjem 21
4.3.4 Rosenborg Ungdomsskole 22
5 Resultater 23
5.1 Nordregate 8 24
5.1.1 Momentane målinger 24
5.1.2 Tidsavhengige målinger 25
5.2 SpareBank1 28
5.2.1 Momentane målinger 28
5.2.2 Tidsavhengige målinger 29

5.3 Munkvoll sykehjem 32
5.3.1 Momentane målinger 32
5.3.2 Tidsavhengige målinger 32
5.4 Rosenborg Skole 35
5.4.1 Momentane målinger 35
5.4.2 Tidsavhengige målinger 36
5.5 Sammenligning 37
6 Beregninger 38
6.1 Dimensjoneringen av elektriske anlegg 38
6.2 Installert effekt 40
6.3 Samtidighet 40
6.3.1 Samtidighet på kursnivå 40
6.3.2 Samtidighet på inntaksnivå 43
7 Diskusjon 46
7.1 Målinger 46
7.2 Resultater 47
7.3 Beregningene 48
7.4 Videre Arbeid 50
8 Konklusjon 51
8.1 Dimensjoneringen 51
8.2 Samtidighet 51
9 Kilder 53
10 Vedlegg I
Vedlegg 1: Kursfortegnelse Nordregate 8, 5/6 etg I
Vedlegg 2: Kursfortegnelse SpareBank1 Blokk C 2.etg II
Vedlegg 3: Kursfortegnelse Munkvoll HSV III
Vedlegg 4: Kursfortegnelse Rosenborg Skole IV
Vedlegg 5: Strømkurver Nordregate 8 VI
Vedlegg 6: Strømkurver SpareBank1 XIII
Vedlegg 7: Strømkurver Munkvoll HSV XX
Vedlegg 8: Strømkurver Rosenborg Skole XXVII
Vedlegg 9: Energiattest Nordregate 8 XXXIV
Vedlegg 10: Matlabprogram for avlesning av måledata. XXXV

1 Innledning

Planleggings- og dimensjoneringsarbeidet er viktig ved nybygg og renovering av bygg. Planleggingsarbeidet lagt ned på det elektriske anlegget skal sørge for at installasjonen blir dimensjonert for elektriske belastninger installert i bygget, og at installasjonen fyller kravene for sikkerhet og brukervennlighet. Det er likevel sjeldent behov for at alle belastningene er tilkoblet samtidig, så man kan redusere dimensjoneringseffekten ut fra forventet maksimal belastning. Her benyttes samtidighetsfaktorer i forskjellige ledd for å redusere den installerte effekten. Fastsettelse av faktorene kan være vanskelig, og man benytter erfaringsdata fra lignende installasjoner og studerer de installerte belastningene i bygget.

Erfaringstall benyttet for denne typen dimensjonering finner man i flere oppslagsverk, blant annet montørhåndboka [2] og normguiden [3]. Hvordan måler disse verdiene seg opp mot belastningene i nybygg? Måten man installerer forsyningsanleggene har vært i endring gjennom flere år, blant annet belastninger som varme flyttes eller fjernes helt fra byggene ettersom sentralvarme blir mer vanlig. Tidligere var det vanlig å ha store bilderørskjermer på arbeidsplassene, mens nå har man energieffektive flate LED-skjermer. Hvordan har disse lastendringene påvirket belastet effekt i yrkesbyggene?

I denne rapporten blir teorien bak samtidigheten fremstilt. Det blir vist målinger for 4 forskjellige yrkesbygg, et elektrisk oppvarmet, og det ble beregnet samtidighet på disse installasjonene. Planleggingsarbeidet blir studert og sammenlignes med de målte verdiene fra installasjonene. Dette vil være en videreføring av arbeidet utført høsten 2012, der skole/kontor installasjonen F-blokka i elektrobygget ved NTNU ble undersøkt.

2 Teori

2.1 Elektrisk last

Elektrisk belastning er komponenter som trekker elektriskeffekt. Dette kan være alt fra lamper til elektriske motorer, og har forskjellige effektbehov. Under planlegging av elektriske installasjoner blir det gjort mye arbeid rundt lastanalyse og planlagt installert effekt. Her er det viktig å gjøre omfattende arbeid for å unngå over- eller underdimensjonering av kursene. Det er også viktig at brukerne ikke drastisk endrer bruken av anlegget etter igangsetting. God planlegging av fremtidige endringer er nøkkelen til å få gode og fleksible installasjoner.

Installasjoner i et yrkesbygg vil normalt ha høyt elektrisk forbruk i kjernetiden for aktivitet i bygget. Dette kan man lett se i forbrukskurver, som viser at forbruket går opp ved starten på dagen, cirka kl 0800 og går ned ved slutten av dagen, cirka kl 16:00. Man ser også 5 høye forbruks topper for hver hverdag, og mye mindre forbruk lørdag og søndag. I boliginstallasjoner vil det være et annerledes forbruksmønster, hvor mye belastning kommer etter kl 16:00 da beboerne kommer hjem fra jobb, lager middag og setter på tv. Helgene vil relativet sett gi mer forbruk enn i hverdager, avhengig hvilke aktiviteter husstanden pådriver.

2.2 Elektriske installasjoner

Elektriske forsyningsanlegg har til oppgave å forsyne installasjonens elektriske laster. For at dette skal skje mest mulig effektivt, blir anlegget delt inn i flere lag der hvert av lagene representerer et selektivitets nivå. Dette vil for eksempel være inntak med effektbryter inn mot hovedfordelingen, stigekablene fra hovedfordelingen er koblet med effektbrytere eller automatsikringer mot underfordelingene og kursene ut fra underfordelingen er sikret med automatsikringer fra lasten til underfordelingen. At det er selektivitet i lagene vil si at feil på kursnivået, ikke kobler ut hovedsikringen til underfordelingen men bare automatsikringen til den aktuelle kursen. På denne måten unngår man både unødig utkobling, og det blir lettere å lokalisere feil i systemet.

Arbeidet lagt ned i lastestimeringen vil avgjøre kvaliteten på installasjonen. Dette kan sørge for store økonomiske besparelser og sikrere kraftforsyning. Her er det viktig at man danner seg et godt bilde av forventet forbruk i installasjonen. Erfaringstall fra lignende installasjoner blir vanligvis benyttet for et overslag av belastningene. Erfaringsdata som beskriver effektbehovet i forskjellige romtyper i yrkesbygg, og er beskrevet i Siemens` rapport om dimensjonering av elektriske installasjoner [4]. Enova har og gitt ut tabeller som viser normtall for forbruk i forskjellige typer bygg og forskjellen mellom forbruket i landsdelene. Disse tar i større del for seg energieffektiviseringstiltak og forventet forbruk etter implementering av dette [5].

Byggene har gjennom tiden vært i konstant endring. Dagens installasjoner har helt andre bygningskropper enn for få år siden. Sentralvarme har blitt mer vanlig og svært få bygg leveres med konvensjonell elektrisk oppvarming. Det som tidligere var den største posten for belastning, har nå blitt flyttet bort fra underfordelingene og ofte helt bort fra installasjonen. Dette gjør at man må tenke nytt ved byggeplanlegging.

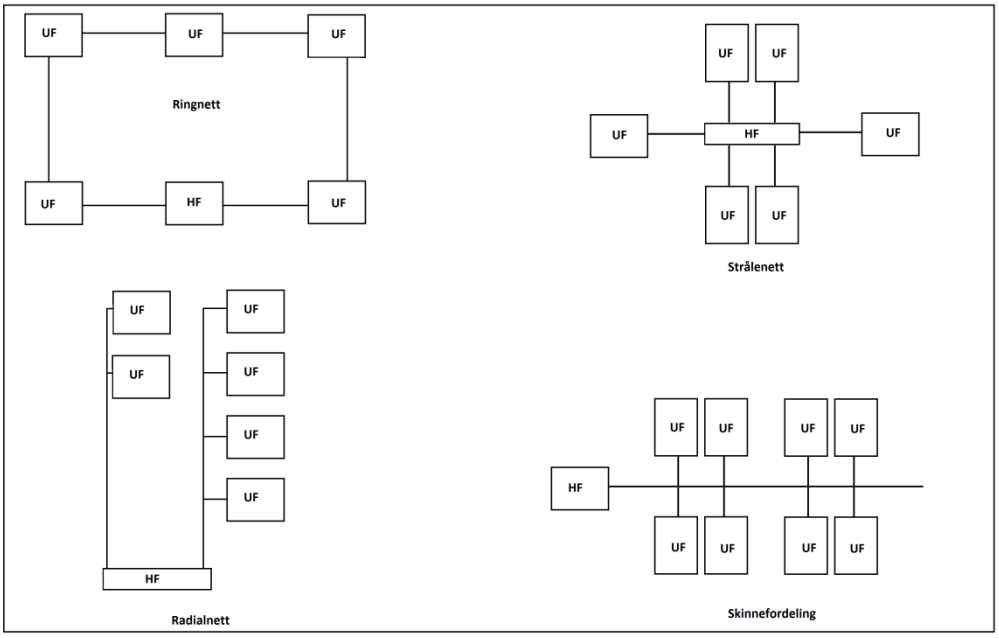
Kabeldimensjoner, spenningstap, reduksjon og korreksjon av ledningsevne er viktig ved planlegging av elektriske installasjoner. Her vil «Norsk elektroteknisk norm for elektriske lavspenningsinstallasjoner» (NEK400) være den naturlige standard å følge. Lastestimeringsarbeidet

lagt ned tidligere vil avgjøre om installasjonen får de korrekte dimensjonene på kablene. Mye kan sies om de økonomiske besparelsene man oppnår ved å kutte i kabelutgifter. Mange mener at dette er et felt man ikke bør gå for besparelser. Prisen på å installere noen ekstra kurser og dimensjonere inntaket noe høyere enn nødvendig, overveier eventuelle endringer i senere tid [6]. Prisene på kabler er ikke nødvendigvis i samsvar med materialmengden brukt i produksjonen, så ved å øke kvadratet på inntakskabelen, kan man faktisk i verste fall oppnå lavere installasjonspris. Men er pris det eneste man bør nevne i denne sammenhengen? Miljøaspektet ved å utvide materialmengden i inntakskabelen med noen kilo for å være på den sikre siden, bør veies opp mot samfunnets evne til opprettholde denne typen installasjoner. Bærekraftig utvikling er et gjengående begrep når man snakker om miljø, hvor bærekraftig kan man kalle denne fremgangsmåten?

Hvordan effektivisering og besparing vil påvirke installasjonene i det lange løp er et komplisert spørsmål. Forbruksmønsterets og effektbehovets endring med tiden er vanskelig å forutse. Konvensjonelle arbeidsplasser har gjennom tiden fått et økt energibehovet, større datamaskiner og flere skjermer har vært den vanlige utviklingen. Forskjellige bedrifter har forskjellige energibehov, gjør at besparelser i installasjoner vil være problematisk da byggherre ofte ikke vet hvem som vil være leietaker, eller hvilke energibehov man vil ha i bygget om 10 – 20 år. Kan man anta at forbruket vil fortsette å stige inn i evigheten, eller vil fokuset på energieffektivisering og nye mindre energikrevende utstyr gi den ønskede nedgangen i forbruket? På dette feltet er ekspertene splittet, og de representative står for hver sine interesseområder. Prosjektererne står på sitt og vil ha reserver å gå, da det er de som må ta konsekvensene om byggene blir underdimensjonerte. På den andre siden har man blant annet nettselskapene som vil presse effektbehovet nedover for å unngå ubrukt trafokapasitet og unødvendige utbyggingskostnader.

2.3 Topologi i fordelingsnettet

Det er flere faktorer med på å bestemme oppbyggingen av fordelingsnettet. Lastobjektenes type, størrelse og lokasjon, den eksterne krafttilførselen (spenningsnivå og tilkoblinger), eventuelle interne kraftkilder og bygningens utforming og utstrekning. Nettets hierarkiske struktur er viktig for å få en god økonomisk og drift- betjeningsteknisk installasjon. Der er fire grunntopologier (Figur 1) som blir benyttet i elektriske installasjoner, ringnett, strålenett, radialnett og skinnefordeling. Ulike utgaver av strålenett og radialnett er de vanligst i yrkesbygginstallasjoner. Det er og vanlig å benytte flere topologier i samme fordelingsnett for å oppnå best mulig elektrisk forsyning. [7]



Figur 1 Grunntopologier [7]

2.4 Kursoppdeling

Oppdeling av kursene i elektriske installasjoner kan gjøres på flere måter. Boliginstallasjoner benytter seg vanligvis av topografisk oppdeling av kursene. Dette vil si at all belastningen i rommet ligger på samme kurs. For yrkesbygg er det mer vanlig å benytte funksjonell oppdeling, som vil si at det er egne kurser for de forskjellige lastgruppene (lys, varme, stikkontakter, etc). Dette gjør at man lettere kan avgjøre funksjonene til de forskjellige kursene, og i for eksempel belysningskursene kan man lett kompensere for høye innkoblingseffekt med annen utløserkarakteristikk i sikringene (2.5). Topografisk oppdeling gjør eventuelle endringer av installasjonen lettere [7].

2.5 Automatsikringer

Automatsikringer blir ofte sammenlignet med effektbrytere, men er generelt mer kompakte enheter. Automatsikringer har blitt de mest utbredte vernene og erstattet smeltesikringer i konvensjonelle elektriske installasjoner. Dette mye på grunn av den opplagte fordelen at man ikke trenger å bytte sikringen hvis kursene eller inntaket har blitt overbelastet, bare slå på bryteren når overbelastningen er fjernet. Automatsikringen utnytter også bedre ledningens tverrsnitt i overbelastningsområdet, uten at det oppstår skadelig oppvarming av lederen. [7]

Ved overbelastning kobler et bimetallrele via en frikobling ut kretsen før den tillatte temperatur i leder overstiges. Når vernet kobler ut overstrømmer, for eksempel ved kortslutning sørger en magnetspole over et utløseranker for momentan utkobling. [7]

Utløserkarakteristikken for automatsikringer var det tidligere kun klasse L og G som ble benyttet. L var beregnet til vern av kabler mens G var beregnet til vern av utstyr som motorer, transformatorer, grupper av glødelamper og lysarmaturer, altså utstyr med høy startstrøm. L betegnes altså som kvikke sikringer, mens G betegner såkalt trege sikringer. Nye normer for automatsikringer angir typene B, C og D som fører til bedre utnyttelse av kabeltversnittene. Utkoblingsstrømmene for de forskjellige klassene er gitt i tabell 12.2, side 116 i Elektroinstallasjoner [7]

2.6 Samtidighet

Samtidighet kan deles opp i 2 faktorer, utnyttelsesfaktoren (ku) og samtidig lastfaktor (ks).

Utnyttelsesfaktoren utrykker hvor stor del utnyttes av maksimaleffekten for et lastobjekt. Eksempel her er motorer som sjeldent blir belastet med maksimal merkelast, og belysning som vanligvis blir belastet maksimalt. Dette gir dimensjonerende utnyttelsesfaktor for motorer på for eksempel 0,75 [8].

Samtidig lastfaktor tar utgangspunkt i at ikke alle objekter opererer samtidig. Dette kan være at motorer bare er aktiv i noen minutter av gangen, belysningen ikke er tent i alle rom og at all varmen ikke er på samtidig.

Dette fører til at man kan neddimensjonere kursene ut fra hvilke belastning installasjonen forsyner, hvilken type installasjon det er snakk om og hvor ofte lasten er aktiv. Dette er veldig forskjellig fra kurs til kurs og man korrigerer for utnyttelse og samtidig belastning gjennom en felles samtidighetsfaktor.

$$P_{\sum,max} = \sum_{i=1}^{n} S_i \cdot P_i = \alpha \cdot \sum_{i=1}^{n} P_i$$

$$\alpha = \frac{P_{\sum,max}}{\sum_{i=1}^{n} P_i}$$

S_i = Sammenlagringsfaktor for lasten i

α = Samtidighetsfaktor

$P_{\sum,max}$ = maksimal dimensjonert effekt

P_i= maksimal installert effekt

Equation 1 Samtidighetsfaktor [7]

Samtidighetsfaktoren blir også kalt reduksjonsfaktoren [7] og beskriver dimensjonert effekt i forhold til maksimal installert effekt. Dette gir da verdi mellom 0 og 1, som viser hvor stor del av installert effekt man skal dimensjonere for.

Under dimensjoneringsarbeidet blir det i praksis brukt mye skjønn og det er ingen fasit å vise til etter hva som faktisk blir gjort. Faktoren 0,7 blir brukt som tommelfingerregel, men annet enn vanlig praksis viser dette til lite teoretisk grunnlag. Høyere samtidighetsfaktor, gir en mindre sannsynlighet for at kursene eller inntaket skal løse ut uten at feil oppstår.

Samtidigheten for forskjellige typer bygg og antall kurser blir tatt for seg i Montørhåndboka [2] og Normguiden [3]. Disse viser til hvordan samtidighetene endrer seg ved antall kurser og for forskjellige bygg (Tabell 1,Tabell 2).

Tabell 1 Samtidighet i kurser fra montørhåndboka [2]

Antall kurser	Bolig	Andre bygg
2-3	0,8	0,9
4-5	0,7	0,8
6-9	0,6	0,7
>= 10	0,5	0,6

Tabell 1 viser hvordan økende antall kurser, gir lavere samtidighet i installasjonen [3].

Tabell 2 Samtidighet for forskjellige typer bygg hentet fra Normguiden [3]

Type installasjon	Samtidighetsfaktor
Små kontorbygg	0,5-0,7
Store kontorbygg, banker og lignende	0,7-0,8
Butikker	0,5-0,7
Varehus	0,7-0,9
Skoler	0,6-0,7
Kjemisk industri	0,5-0,7
Sementfabrikk	0,8-0,9
Næringsmiddelindustri	0,7-0,9
Boliger med elektrisk oppvarming	0,4-0,7

Tabell 2 viser hvordan samtidigheten utformer seg for forskjellige bygg. Den viktigste faktoren for bestemmelse av samtidigheten i fordelinger er hvordan installasjonen er bygget opp. Om man dobler antallet kurser i fordelingen er det usannsynlig at forbruket fordobles, mer sannsynlig er det at man halverer samtidighetsfaktoren [3].

Målinger gjort i forprosjektet [1] viste at samtidigheten i stikkontaktskurser er lavere enn for kursene som har faste laster. Dette gjør at dimensjoneringen av nyere installasjoner bør ta dette spesielt til etterretning da nyere fordelinger får større andel uspesifisert belastede kurser etter bortfall av varmekurser i konvensjonelle fordelinger.

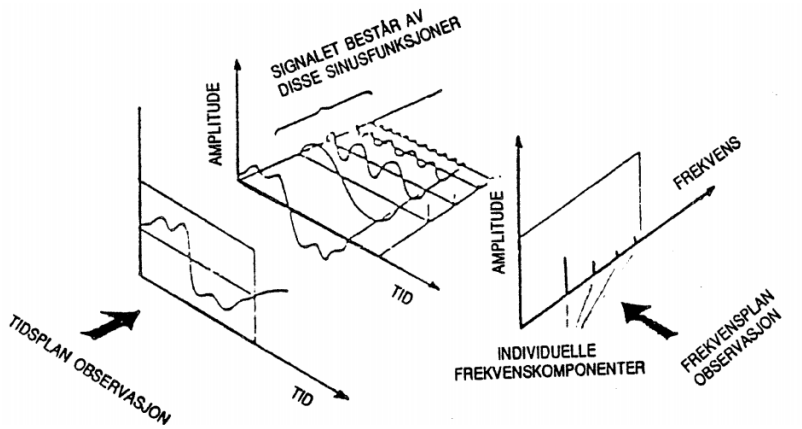
Beregning av samtidigheten er avhengig av installerte effekten. Definisjonen på installert effekt er den maksimalt tilgjengelige effekten i systemet. Dette vil si hvor mye man kan belaste installasjonen med før vernet kobler ut. For 10A kurser vil dette være 2300W ohmsk belastning ved spenning på 230V. Denne metoden å se på installert effekt tar ikke med fremtidig endringer i installasjonen, eller hvilke effekter som er installert i installasjonen. Det vil si at om planlegger har planlagt installerte effekter som ikke har blitt innført enda, vil denne kursen få ukorrekt samtidighet.

Litteraturinnhenting innenfor samtidighet har ledet til flere kilder som referer til den teoretiske bakgrunnen for samtidighet. Disse viser teorien bak samtidighet, men ikke til målinger gjort på installasjoner. Det samme ser man i normguiden og montørhåndboken med erfaringstall for forskjellige typer installasjoner(Tabell 1 og Tabell 2), men hvor disse dataene kommer fra er vanskelig å si.

2.7 Effektfaktor

Effektfaktoren for belastninger beskriver forholdet mellom aktiv effekt (P) og tilsynelatende effekt (S). Effektfaktoren er en enkel prosentvis verdi, og viser til hvor stor del av den tilsynelatende effekten som er aktiv eller reaktiv (Q). For lineære lastkilde vil effektfaktoren være forholdet mellom strøm og spenning. Denne er representert med cos ϕ, altså forholdet mellom første harmonisk tilsynelatende effekt (S_1) og aktiv effekt P og blir kalt «Distorted Power Factor (DPF)».

For ikke lineære laster med forvrengt strømkurve vil effektfaktoren bli noe mer komplisert. Når strømkurven er forvrengt vil dette si at systemet har strømkurver som ikke følger komplette sinuskurver. Dette er variasjoner i kurven som blir skapt av ikke lineære laster, gjerne utstyr med kraftelektronikk som Laptoper, lamper med forkoblingsutstyr og nye lyskilder som LED. Forstyrrelsene i strømkurven kan representeres med strømmer av høyere frekvens er den grunnharmoniske leveringsstrømmen(50 Hz). Disse strømmene er i størst grad representert med frekvenser av verdi i heltalsgangen av den grunnharmoniske, altså 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, osv. Disse strømmene blir kalt overharmoniske strømmer [9]. Summen av disse strømmene blir representert med den målte systemstrømmen og desto mer over harmoniske strømmer man har i et system, desto større forvrengninger får man i systemstrømmen vist i Figur 2.



Figur 2 Fremstilling av over harmoniske strømmer [9]

Dette vil ikke bli gått dypt inn på i denne rapporten, da dette ikke er en del av problemstillingen for denne oppgaven. Resultatet av dette er at man får ny effektfaktor representer med Cos γ, som er forholdet mellom faktisk tilsynelatende effekt (S) og aktiv effekt(P) og blir kalt «True Power Factor (TPF)».

Hadde man hatt et teoretisk ideelt system med lineære laster hadde man ikke hatt behov for Cos γ. Dagens nye elektronikk får mer og mer likerettere, dioder og andre typer kraftelektronikk som er hovedkilden til harmoniske strømmer og variasjoner i effektfaktorer fra det man ideelt ville hatt.

Belastningenes effektfaktorer vil være avhengig av hva de elektriske lastene inneholder av elektronikk. Varmeovner er typisk ohmsk last, og vil tradisjonelt sett ha effektfaktor svært nært 1, mens en Laptop eller lysarmatur med forkoblingsutstyr vil ha effektfaktorer lavere.

2.8 Energimerking

Som en del av det økte fokuset på energibruk i bygg, ble det vedtatt at man skulle se på sparetiltak for forbruket i bygningsmassen. NVE fikk i oppdrag av Olje- og Energidepartementet å utarbeide ordninger innen energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg. [10]

Energimerking skal utføres på alle bygg over 50 m^2. For bygg under 1000 m^2 kan man utføre merkingen ved hjelp av enkle energiattester på internett. For større bygg som vil være mer aktuelle i denne oppgaven, må energimerkingen utføres av sakkyndig personell. [10]

Energimerkingen gir ut 2 uavhengige vurderingskriterier, bokstaver som går fra A til G der A er best og fargespekter grønt til rødt der grønt er best. Bokstaven gir karakter på energiforbruket i bygget, og Tabell 3 viser effekt per m^2 man må oppnå for å få de forskjellige karakterene. Fargen gjenspeiler oppvarmingskarakteristikken av installasjonen, der desto større del av oppvarmingen av luft og vann blir forsynt fra andre energikilder enn fossilt brensel og strøm, de høyere opp mot grønt blir merkingen. Dette vil si at kontorinstallasjoner med energiforbruk under 84 kWh/m^2, men som kun får varmen fra elektriske panelovner vil være på oppvarmingskarakteristikk rød, og A i energikarakteren [10]. Dette gjør det er lettere for installasjoner å få laver kWh/m^2 ved å flytte oppvarmingskarakteristikken nærmere grønn.

Tabell 3 Energimerking effekt per m^2 [10]

	Levert Energi						
Bygningskategori	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn
Bygningskategori	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
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 hogskolebygg	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				

3 Casestudium

Byggene valgt ut for samtidighetsstudie.

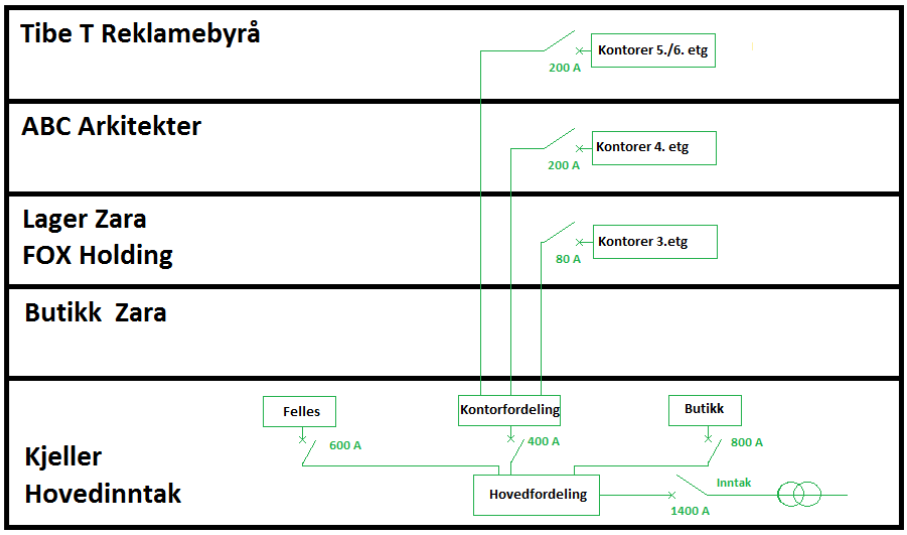
3.1 Kontorbygg: Nordregate 8

Bilde 1 Nordregate 8 [11]

Nordregate 8 er en seks etasjes bygård eid av Realinvest AS. Den ble opprinnelig bygget i 1914, men totalrenovert i 2008. Dette prosjektet tar for seg fordelingen som forsyner forbruket til 5. og 6. etasje, som blir leid av Tibe T Reklamebyrå (Figur 3). Denne delen av bygget har kontorlokaler med møterom og kjøkkenlokaler. Arealet er stort sett åpent med skillevegger mellom gang til heis og møterom. Arealet er også åpent opp til 6 etasje som ikke er i bruk til annet enn pauserom. Bygget har fått energimerket rød D (se vedlegg 9).

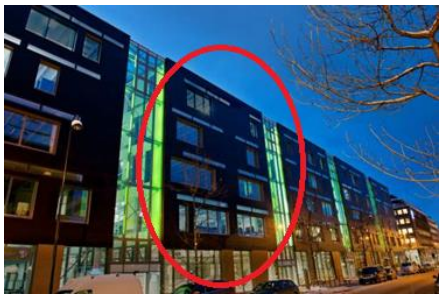
Den elektriske installasjonen er forsynt med stige kabler for hver av etasjene som følger strålenett topologi (Figur 3). Hver fordeling har egne stigekabler dimensjonert for belastningen fordelingen skal forsyne, som vist i Figur 1.

Nordregate 8 var den minste installasjonen som ble sett på, og fordelingen forsyner ca 400 m^2 forbruksareal. Det ble tidlig bestemt at en elektrisk oppvarmet installasjon skulle studeres, og siden utetemperaturene var viktig ved målinger på varmekursene, ble dette den første installasjonen tatt for seg tidlig i vinter.



Figur 3 Fordeling Nordregate 8

3.2 Bankbygg: SpareBank1

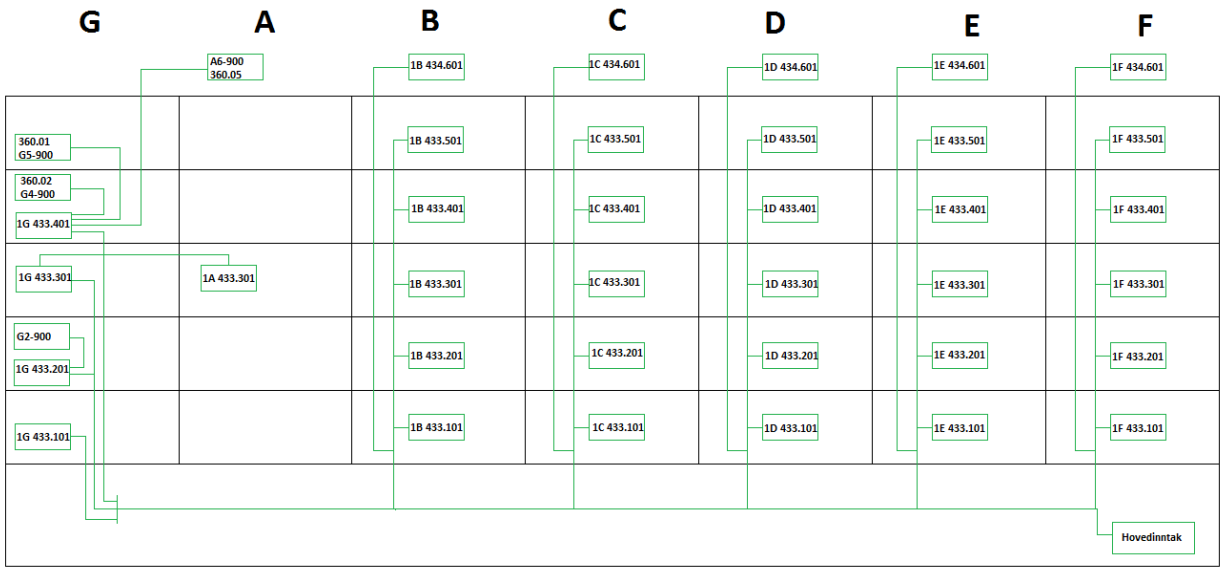


Bilde 2 SpareBank1 [12]

SpareBank1 bygget stod ferdig høsten 2010, det ble tildelt Trondheim kommunes energisparepris 2011 [12]. Bygget topper Enovas energimerkeordning til karakteren Grønn A, som vil si det har maksimalt et energiforbruk på 84 kWh/m^2 (Tabell 3). For å oppnå disse målene har man utviklet et innovativt ventilasjonssystem der blant annet tilførtluft kommer gjennom gulvet, spesielle vinduer og isolasjon for å styrke bygningskroppen og redusere varmetapene, nattsenking, bevegelsesstyrt ventilasjon og belysning. Dette reduserer unødig ventilering og belysning. Varmen for installasjonen kommer gjennom sentralvarmenettet.

Bygget huser hovedkontoret til SpareBank1 Midt-Norge, og er et stort yrkesbygg med sine totalt 21 500 m^2 bruttoareal. Det er delt inn i 7 blokker, alle avskilt fra hverandre med egne innganger. Fordelingen tatt for seg finner man i etasje 2 i blokk C, merket med rød ring i Bilde 2, fordeling 1C 433.201 i Figur 4.

Energiforsyningen i bygget er delt inn med egne fordelinger for hver av etasjene. Hver blokk har egne stigekabler fra kjelleren. Installasjonen har en rendyrket radialtopologi (Figur 1), som vil si at kablene er dimensjonert for belastningen i hele blokken og går hele veien til toppen av installasjonen, med fordelingene for hver etasje koblet på samme kabel.



Figur 4 Fordeling SpareBank1

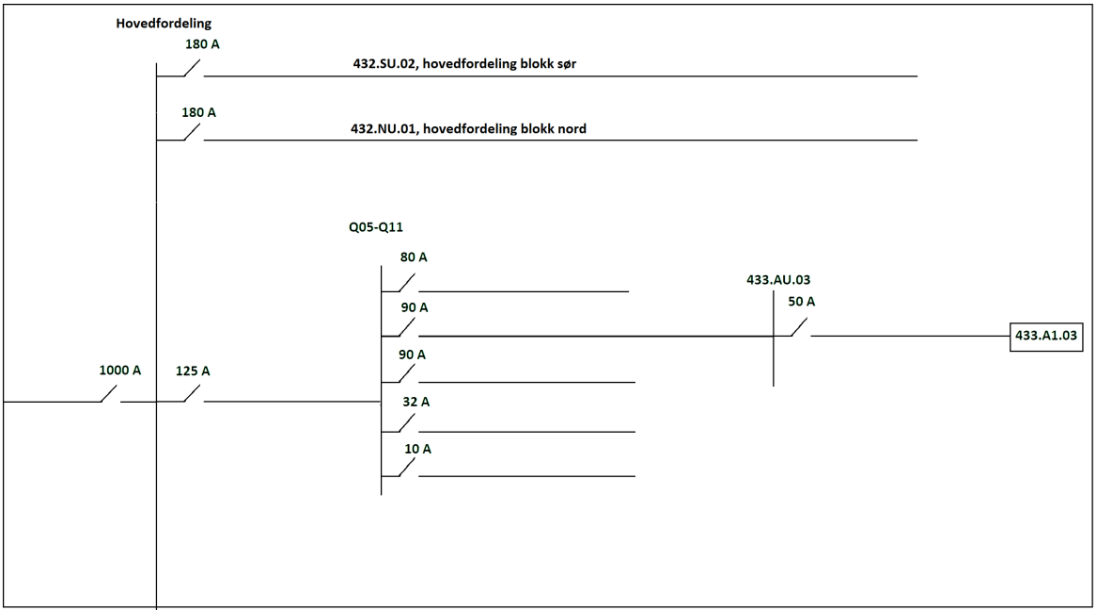
3.3 Sykehjem: Munkvoll Helse- velværesenter

Bilde 3 Munkvoll Sykehjem [13]

Munkvoll Helse- og velværesenter stod ferdig våren 2004 og inneholder sykehjem og omsorgsboliger. Sykehjemmet holder til i hovedbygningen, og omsorgssenteret holder til i to sammenhengende deler.

Avdelingen sett på er plassert i 2 etasje av sykehjemmet. Fordelingen har 24 kurser der 9 er 3 fase. Denne installasjonen benytter topografiskinndeling av kursene, som er en kursoppdeling man vanligvis ser i bygningsinstallasjoner, og gjorde målingene for denne installasjonen litt spesielle.

Topologien i installasjonen har flere underfordelinger og stigekabler (Figur 5). Sammensettingen inneholder innslag fra både strålenett og radialnett (Figur 1). Hovedfordelingen i installasjonen forsyner både sykehjemsavdelingen og to boenheter som ligger vegg i vegg (hovedfordeling blokk nord og sør). Fordelingen man her ser på er 433. A1.03 (Figur 5).



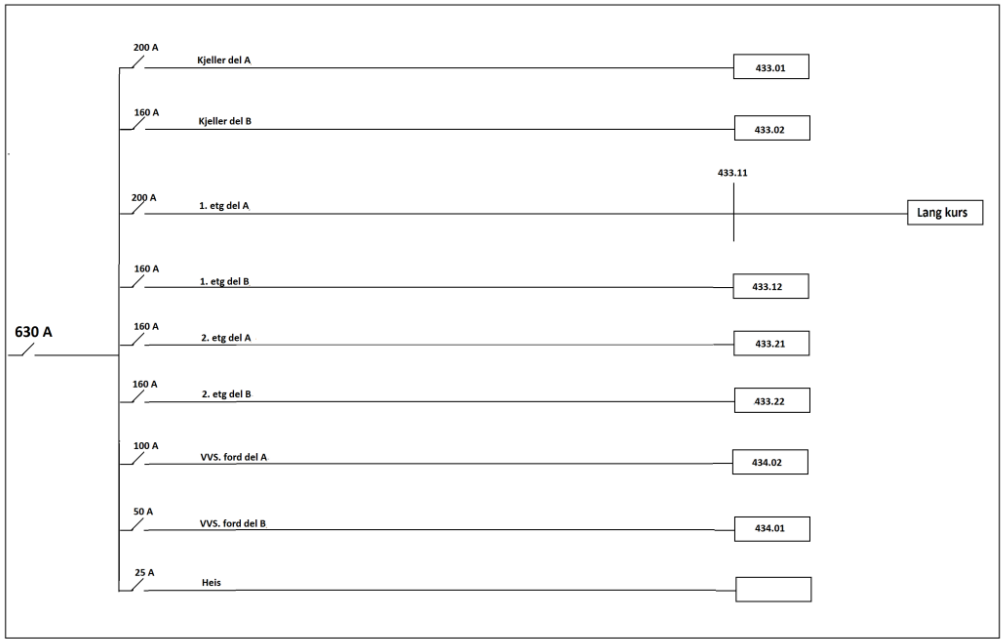
Figur 5 Fordeling Munkvoll HSV

3.4 Rosenborg skole

Bilde 4 Rosenborg Skole [14]

Rosenborg skole er en ungdomsskole tatt i bruk 18. januar 2010. Dette er en moderne installasjon med fjernvarme og TN-S fordelingssystem. Fordelingen som ble tatt for seg er underfordelingen 433.12 (Figur 6). Denne forsyner stikkontakter og lys for klasserom, grupperom, ganger og lærerrom (vedlegg 4). Kurser som belastes med klasserom delene ble prioriter for målinger siden det er kurser særegen for denne typen bygg.

Figur 6 viser at topologien i bygget følger stjernenett form. Stigekablene er i direkte forbindelse med hovedfordelingen og det enkelte lastuttak (Figur 1).



Figur 6 Fordeling Rosenborg Skole

4 Metode

Metodene og utstyret benyttet for å gjøre målinger på byggene beskrevet i kapittel 3.

4.1 Måleutstyr

Måling på elektriske systemer kan gjøres på flere måter, og der finnes mye forskjellig måleutstyr man kan benytte. For å vite hva man bør benytte er det viktig å vite hva som skal måles. I dette tilfelle skal det måles på forbruk av effekt i flere målepunkter til samme tid. Det er ikke veldig viktig at målingene er sensitive, siden man ikke trenger mer enn en enkel RMS målinger med lave målefrekvenser. Man er avhengig av at målingene kan stå over lengre tid og at måleinstrumentet har tilstrekkelig lagringskapasitet.

Strømtenger

Bilde 5 Strømtang [15]

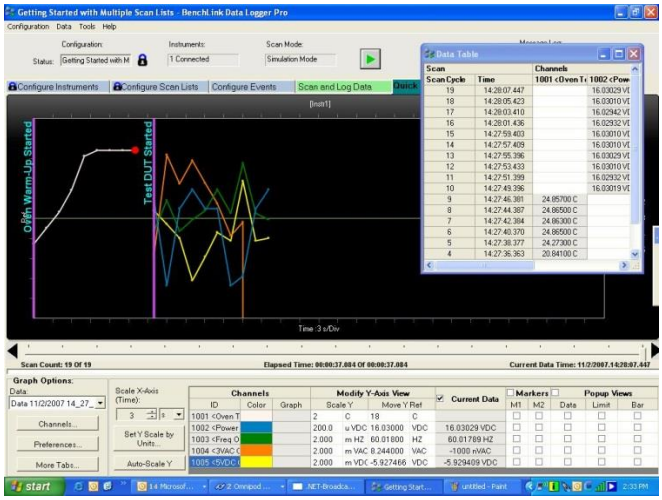
For å finne strømmene ved flere målepunkter ble strømtenger benyttet (Bilde 5). Strømtenger er en del av såkalte tangamperemeter, og baserer seg på å måle magnetfelt som dannes rundt ledere når de fører strøm [16]. Det blir her lagt ferrittkjerner med viklinger rundt lederne. Viklingene induserer en strøm man sender gjennom et amperemeter. Ferittkjernene fungerer som strømtranformatore og avgir lavere strømmer enn den lederen fører [17]. Dette er materialbesparende og gjør at man kan ha lavere dimensjon på måleutstyret enn en måtte hatt om strømmen skulle gå gjennom amperemeteret.

Datalogger HP34970A

Bilde 6 HP34970A - Datalogger [18]

Dataloggeren fungerer som et amperemeter, mottar signalene fra strømtengene og gir ut den virkelige verdien avlest fra kursene. Dataloggeren har egenskapen til å kunne måle over lengre tid, og man kan stille inn blant annet hvor lenge, hva og hvor ofte den skal måle.

Acer ASPIRE 3830T med Agilent Benchlink



Bilde 7 Agilent Benchlink

For å tolke dataene loggeren gir ut, ble det brukt en Acer Laptop med Agilent Benchlink. Denne tar imot dataene gitt ut gjennom en USB kabel, utvider dataloggerens noe begrensede lagringskapasitet og gir muligheten til å analysere kurvene før målingene er ferdig (Bilde 7).

Fluke Power Quality Analyser 433/434

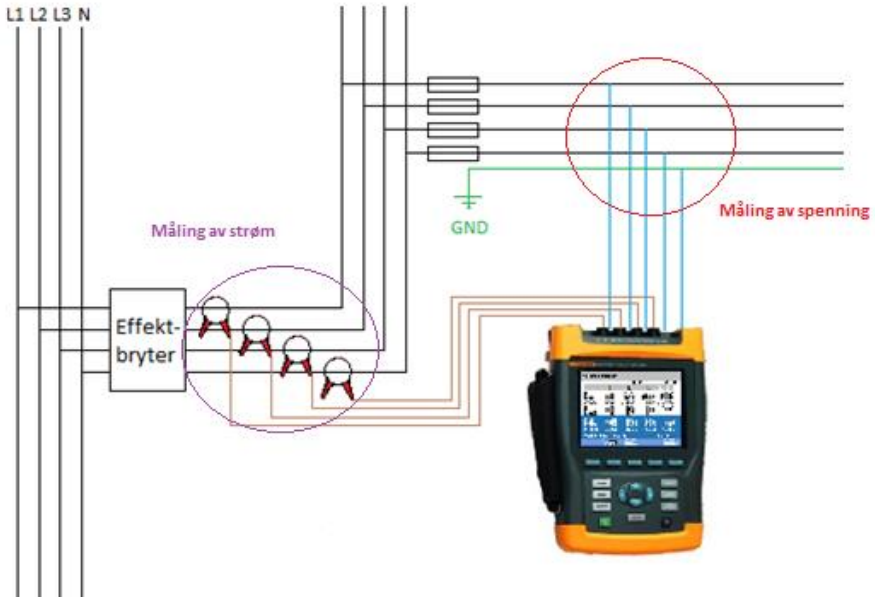
Bilde 8 Fluke Power Quality Analyser 433/434 [19]

Fluke Power Quality Analyser 433/434 er et avansert måleinstrument som gir gode måledata og muligheten til å måle harmoniske strømmer, flimmer, ubalanse og mye mer. I denne oppgaven blir måleinstrumentets evne til å måle spenning og strøm benyttet. Verdiene blir så brukt for å kalkulere aktiv effekt (P), reaktiv effekt (Q), tilsynelatende effekt (S) og da også forholdet mellom aktiv og reaktiv effekt (Cos γ).

4.2 Målemetode

For å få tilstrekkelig data til forbruksanalyse er det vanlig å utføre målinger over minimum 1 uke, og for forskjellige årstider (Helge Seljeseth, Sintef energi). Dette vil vise variasjonene av forbruket gjennom ukene og sesongene.

Strømmer i ledere måles ved bruk av strømtenger (Bilde 5). Spenningen blir målt ved å koble oss i parallell med kursene, som gir systemspenningen ved måleøyeblikket.



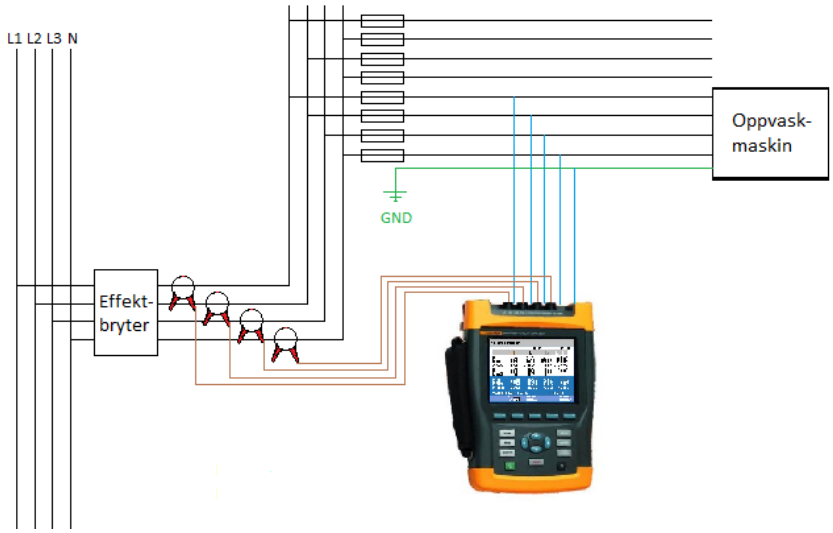
Figur 7 Koblingsskjema for strøm og spennings målinger

Måleinstrumentet (Bilde 8 Fluke Power Quality Analyser 433/434) bruker spenning og strømverdiene til å kalkulere aktiv effekten (P), reaktiv effekt (Q), tilsynelatende effekt (S) og forholdet mellom aktiv og reaktiv effekt (Cos γ og Cos ϕ).

Målingene er gjort med forskjellige målemetoder på grunn av begrensninger ved måleutstyret. Fluken PQA gir ikke et godt nok bilde av forbruket i installasjonen fordi det bare har muligheten til å måle på 1 kurs, eller fasene fra fordelingen.

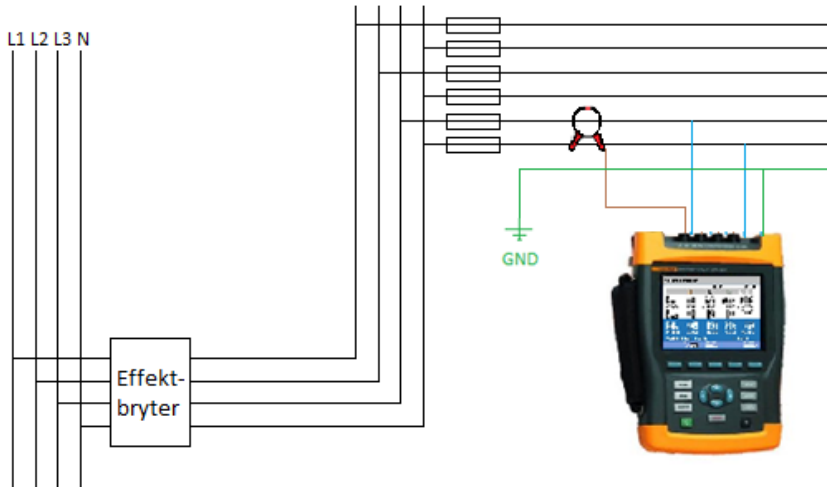
4.2.1 Momentane målinger

Momentane målinger er utført av effektene med en Fluke PQA i høylastperiode (10:00-16:00) for alle kursene og inntakene i fordelingene. Disse dataene gir bilder på hvordan effektene er fordelt i fordelingen og viser hvor mye av den målte strømmen som faktisk går til aktiv effekt (P) (2.7).



Figur 8 Koblingsskjema for målinger over hele fordelingen med Fluke PQA

For å finne den totale effektfaktoren og lasten fordelt mellom fasene ble det gjort målinger på fasene fra fordelingen(Figur 8). Dette gav muligheten til å beregne total lasteffekt over måleperiodene, som er grunnlaget for beregningene av lastene i installasjonene.

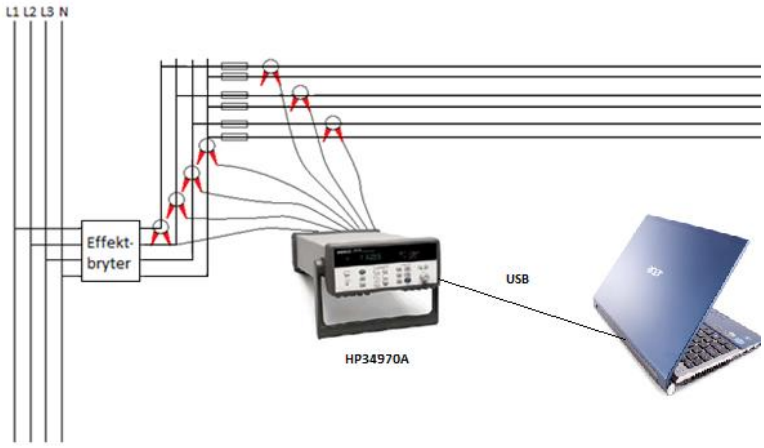


Figur 9 Koblingsskjema for måling over 1 kurs med Fluke PQA

Figur 9 viser hvordan måleinstrumentet er koblet for å måle effektene i kursene. Her fant man effekten både i kursene som ble målt over tid og de resterende kursene som ikke ble målt annet enn i høylastperiode.

4.2.2 Strømmålinger over tid med datalogger.

Strømmålingene ble gjort i 21 målepunkter over lengre perioder (minimum 2 uker), med en strømlogger(Bilde 6). Utvalgte kurser ble studert med målinger hvert minutt.



Figur 10 Koblingsskjema for strømlogging

Figur 10 Koblingsskjema for strømlogging viser hvordan strømtengene er koblet for å finne laststrømmene i kursene. Målingene gav dataen som senere er satt opp i grafform, som viser hvordan lastbildet for inntak og utvalgte kurser blir.

4.3 Valg av målekurser

Det ble benyttet 21 strømklemmer, som ble fordelt over inntaket og utvalgte kurser i fordelingene. Valget av målekurser ble gjort for hver installasjon, og prioriteringene var forskjellige siden installasjonene var ulike i bruk og utforming. I Nordregate 8 ble varmekursene prioritert. I Munkvoll var skapet svært trangt og målingene ble utført på de kursene som var mulig å koble seg på. Sparebank1 hadde et anlegg så avgrenset at det bare var noen få kurser som ikke ble målt. Rosenborg Skole ble kursene som forsyner elevareal og klasserom prioritert.

4.3.1 Nordregate 8

Tabell 4 Utvalgte kurser Nordregate 8

Klemme	Port	Kurs	Beskrivelse
1	**101**	1	Stikk + varme
2	**102**	2	Varme mot bakgård
3	**103**	5	varme mot nordre
4	**104**	7	Varme kortvegg
5	**105**	13	Varme v/skråtak
6	**106**	21	Lys + varme wc + Stikk gang
7	**107**	28	Stikk for varme v/fordeling AH
8	**108**	29	Varmeovn mot Nordre
9	**109**	29	Varmeovn mot Nordre
10	**110**	29	Varmeovn mot Nordre
11	**111**	30	Varmeovn mot Nordre + v/balkong
12	**112**	30	Varmeovn mot Nordre + v/balkong
13	**113**	30	Varmeovn mot Nordre + v/balkong
14	**114**	20	Benkarmatur + kokeplate
15	**201**	**L1**	**Hovedbryter**
16	**202**	**L2**	**Hovedbryter**
17	**203**	**L3**	**Hovedbryter**
18	**204**	14	Stikk kanal v/skråtak
19	**205**	19	Oppvaskmaskin + kjøleskap
20	**206**	16	Stikk gren stav
21	**207**	27	Lys gangareal + v/balkong

Tabell 4 viser utvalgte kurser for målinger over tid i Nordregate 8. Fra fordelingen ble 18 av 30 kurser valgt ut for målinger over tid(Vedlegg 1).

4.3.2 SpareBank1

Tabell 5 Utvalgte kurser StareBank1

Klemme	Port	Kurs	Beskrivelse
1	101	**XQ110**	Lys-kontorareal nord
2	102	**XQ111**	Lys-kontorareal sør
3	103	**XQ112**	Lys-Midtkjerne
4	104	**XQ113**	Lys-Møterom. Kopirom og sosial sone
5	105	**XQ201**	Stikk - oppvaskmaskin 1
6	106	**XQ203**	Stikk minikjøkken
7	107	**XQ204**	Stikk - Kaffeautomat
8	108	**XQ205**	Stikk - Kopi 1
9	109	**XQ207**	Stikk - Møterom
10	110	**XQ209**	Stikk - Kontorareal Sone 2
11	111	**XQ211**	Stikk - Kontorareal Sone 4
12	112	**XQ213**	Stikk - Kontorareal Sone 6
13	113	**XQ214**	Stikk Midtkjerne
14	114	**XQ216**	Stikk Kaffeautomat
15	**201**	**L1**	**Hovedbryter**
16	**202**	**L2**	**Hovedbryter**
17	**203**	**L3**	**Hovedbryter**
18	**204**	**N**	**Hovedbryter**
19	205	**XQ218**	Stikk - Kontorareal Sone 6
20	206	**XQ219**	Svakstrømsnisje
21	207	**XQ221**	Stikk sosial sone

Tabell 5 viser utvalgte kurser for målinger over tid i SpareBank1. Fordelingen har 19 kurser installert, med 8 satt i reserve for eventuelle utvidelser. Siden dette var en TN-S installasjon, og inntaket til fordelingen krevde 4 av 21 strømklemmer ble det sett på 17 av 19 kurser(Vedlegg 2).

4.3.3 Munkvoll Sykehjem

Munkvoll sykehjem hadde topografisk inndeling av kursene, og utbredt bruk av 3 fase kurser (vedlegg 3). Når man skal måle strømmene på 1 trefase kurs i et TN-S nett, må man måle denne på samme måte som man måler inntaket til fordelingen (Figur 8). På grunn av begrensningene i måleutstyret, resulterte det i at man ikke fikk sett på like mye av denne installasjonen som man fikk av de andre installasjonene.

Tabell 6 Utvalgte kurser Munkvoll Sykehjem

Klemme	Port	Kurs nr	Beskrivelse
1	101	4	Lys WC vask kontor
2	102	5	Lys lintøy kjøkken bk
3	103	25	Kjølemaskin
4	104	23	Terassevarmer utelys
5	105	10	Lys og stikk sengerom
6	106	10	Lys og stikk sengerom
7	107	10	Lys og stikk sengerom
8	108	10	Lys og stikk sengerom
9	109	17	stikk kjøkken
10	110	21	Stikk, vask, skylle, kont, aut dører
11	111	2	Lys korridor
12	112	22	Stikk medisinrom
13	113	12	Koppvaskemaskin
14	114	12	Koppvaskemaskin
15	**201**	**L1**	**Hovedbryter**
16	**202**	**L2**	**Hovedbryter**
17	**203**	**L3**	**Hovedbryter**
18	**204**	**N**	**Hovedbryter**
19	205	12	Koppvaskemaskin
20	206	12	Koppvaskemaskin
21	207	16	komfyr

Tabell 6 viser utvalgte kurser for målinger over tid i Munkvoll sykehjem. To av 3-fase kursene ble valgt ut og man fikk studert 11 av 24 kurser(Vedlegg 3).

4.3.4 Rosenborg Ungdomsskole

Rosenborg ungdomsskole hadde de største fordelingene av de fire byggene. Fordelingen som ble sett på hadde hele 64 kurser(vedlegg 4) og forsynte en del av skolen med klasserom og kontorer. Størrelsen på fordelingen resulterte i at man måtte være selektiv i utvelgelsen av kursene. Elevareal som klasserom og grupperom ble prioritert, og ingen av kontorkursene ble valgt ut siden disse ble godt dekket av de andre målingene.

Tabell 7 Utvalgte kurser Rosenborg Ungdomsskole

Klemme	Port	Kurs nr	Beskrivelse	Sikring[A]
1	101	XQ-9	Lys elevareal 173 og grupperom 174-176	10
2	102	XQ-10	Lys elevareal 172	10
3	103	XQ-5	Lys elevareal 118 og grupperom 143-144	10
4	104	XQ-12	Lys formingsrom 117, grupperom 164 og lager 254	10
5	105	XQ-31	Stikk i kanal og i tak på bibliotek	16
6	106	XQ-35	Stikk elevareal 118	16
7	107	XQ-37	Stikk elevareal 118	16
8	108	XQ-45	Stikk grupperom 175 og 176	16
9	109	XQ-43	Stikk fellesareal elever	16
10	110	XQ-49	Stikk elevareal 173	16
11	111	XQ-52	Stikk elevareal 173	16
12	112	XQ-55	Stikk elevareal 172	16
13	113	XQ-58	Stikk elevareal 172	16
14	114	XQ-66	Stikk grupperom 14	16
15	**201**	**L1**	**Hovedbryter**	
16	**202**	**L2**	**Hovedbryter**	
17	**203**	**L3**	**Hovedbryter**	
18	**204**	**N**	**Hovedbryter**	
19	205	XQ-3	Lys fellesareal elever	10
20	206	XQ-2	Lys elevgarderobe 107 og smårom 133-136	16
21	207	XQ-7	Lys formidlingsrom/amfi og utelys ved elevinngang	10

Rosenborg ungdomsskole har hatt problemer med sikringer som kobler ut. Dette er belysningskurser som kobler ut på grunn av store oppstarts strømmer fra lysarmaturene. For å løse dette har noen av de utsatte kursenes sikringer blitt skiftet til saktere utløsende automatsikringer. Her har utløserkarakteristikken blitt skiftet fra B til C, som kompenserer for de høye strømmene man oppnår ved innkobling av flere lysrørarmaturer samtidig(2.5). Man har her sett på 17 av 64 kurser i fordelingen(Vedlegg 4).

5 Resultater

Her blir resultatene fra momentane og tidsavhengige målinger presentert. De momentane målingene ble utført på de fleste kursene i fordelingene, og viser strøm, forskjellige effekter og effektfaktorene når målingene ble utført. Kursene i installasjonene er delt inn i lastgrupper for lettere å skille mellom belastningene som de forsyner(Tabell 8). Varme går til varmeovner, kun aktuelt for Nordregate 8 med stikkontakter for panelovner. Diverse går til stikk med merket belastning, typisk kopi- eller kaffemaskin. Stikk går til uspesifisert stikkontaktsbelastning, typisk arbeidsplasser eller gangstikk. Lys går vanligvis til fastmontert belysning, typisk konvensjonelle lysarmaturer.

Tabell 8 Fargekode for tabellene

Farge	Beskrivelse
	Varmekurser
	Diverse
	Stikk
	Lys

Det ble gjort cirka 80 000 strømmålinger for hver av kursene og inntakene for de fire installasjonene. Strømmålingsresultatene er vist med kurver for en mer oversiktlig måte å tolke resultatene, og er viser målinger fra fasene på inntaket til fordelingen, og noen utvalgte kurser for spesifikke tilstander. Kurvene for fasene er avgrenset til 1 uke for å vise hvordan forbruket endrer seg fra hverdager til helg, og lettere kunne sammenligne belastningene mellom installasjonene. Resten av kurvene er vist i Vedlegg 5 til Vedlegg 8.

5.1 Nordregate 8

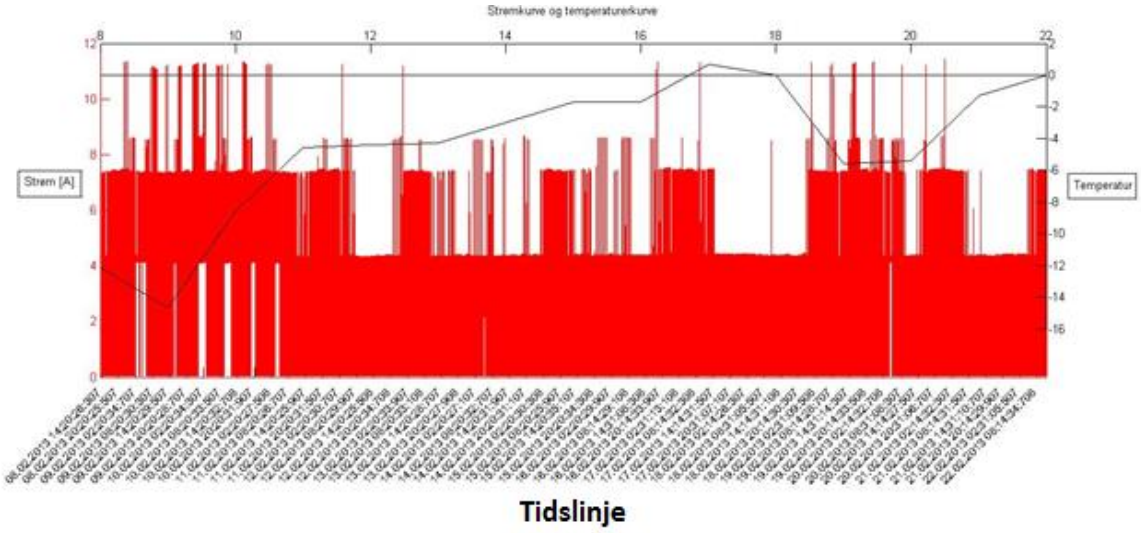
5.1.1 Momentane målinger

Tabell 9 viser de momentane målingene gjort i Nordregate 8. Siden dette er den eneste elektriske oppvarmede installasjonen er det verdt å legge merke til effektfaktorene i varmekursene.

Tabell 9 Momentane målinger Nordregate 8

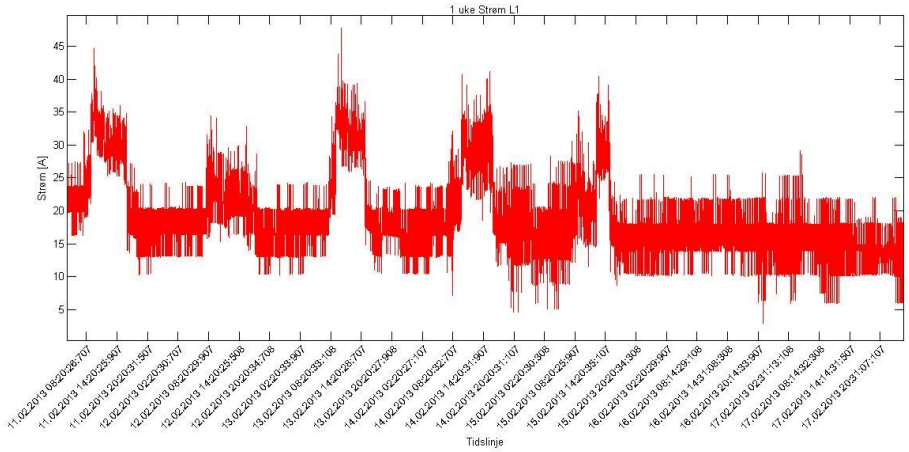
Kurs	Kursfortegnelse	Strøm	Effekt			Effektfaktor		Fase
		A	kW	kVA	kVAr	TPF	Cos γ	
	Effektbryter inntaket 125A	8,8	4,1	4,57	2,02	0,9	0,9	L1
	Effektbryter inntaket 125 A	15,3						L2
	Effektbryter inntaket 125 A	8,9						L3
3	Stikk kanal mot bakgård	0,1	0	0,01	0,01	0,34	0,35	L2-L3
5	varme mot nordre	0,7	0,15	0,17	0,08	0,88	0,91	L2-L3
6	Lys 6 etg.	10	2,38	2038	0,11	1	1	L1-L2
7	Varme kortvegg	4,4	1,02	1,02	0,04	1	1	
10	Stikk kanal mot Nordre	0,3	0,05	0,06	0,03	0,81	0,9	L3-L1
12	Stikk grenstaver	2	0,3	0,4	0,3	0,67	0,71	L1-L2
14	Stikk kanal v/skråtak	0,3	0,06	0,07	0,03	0,89	0,91	L2-L3
16	Stikk grenstaver	0,6	0,12	0,15	0,09	0,8	0,93	L3-L1
17	Stikk kanal v/skråtak	0,3	0,03	0,06	0,06	0,4	0,93	L1-L2
19	Oppvaskmaskin + kjøleskap	0,3	0,06	0,06	0,01	0,99	1	L2-L3
21	Lys + varme wc + Stikk gang	0,4	0,07	0,09	0,06	0,77	0,77	L3-L1
22	Stikk serverrom	1,2	0,27	0,29	0,09	0,95	0,96	L2-L3
23	Dataskap	0,3	0,03	0,06	0,05	0,56	1	L1-L2
24	Lys gang + boder, stikk fordeling	1,3	0,17	0,3	0,25	0,57	0,58	
25	Lys kjøkken + skråtak	1,9	0,42	0,44	0,1	0,97	0,97	
26	Lys mot Nordre	3,1	0,69	0,72	0,23	0,95	0,96	L1-L2
28	Stikk for varme v/fordeling AH	8,4	1,93	1,93	0,07	1	1	
29	Varmeovn mot Nordre	8,8	4,1	4,57	2,02	0,9	0,9	L1
	Varmeovn mot Nordre	15,3						L2
	Varmeovn mot Nordre	8,9						L3
30	Varmeovn mot Nordre + v/balkong	4,4	1,05	1,47	1,02	0,72	0,72	L1
	Varmeovn mot Nordre + v/balkong	0,1						L2
	Varmeovn mot Nordre + v/balkong	4,6						L3

5.1.2 Tidsavhengige målinger

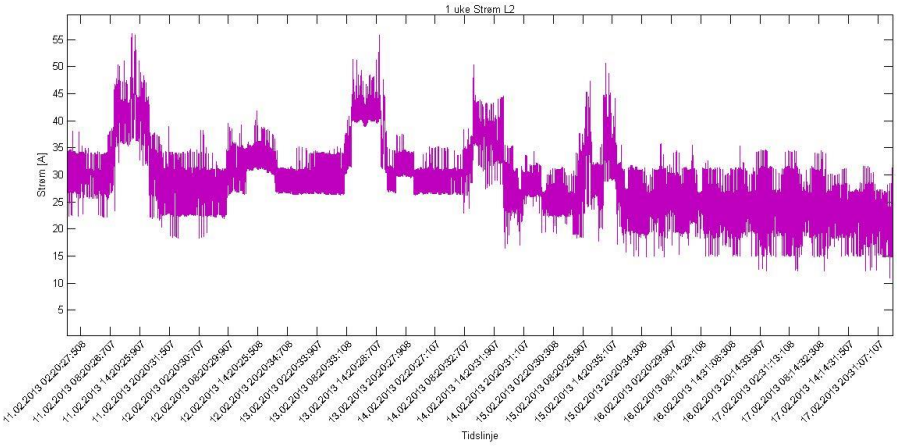


Figur 11 Strømmåling i L2 varme kurs nordre v/balkong Nordre/temperaturen for Trondheim

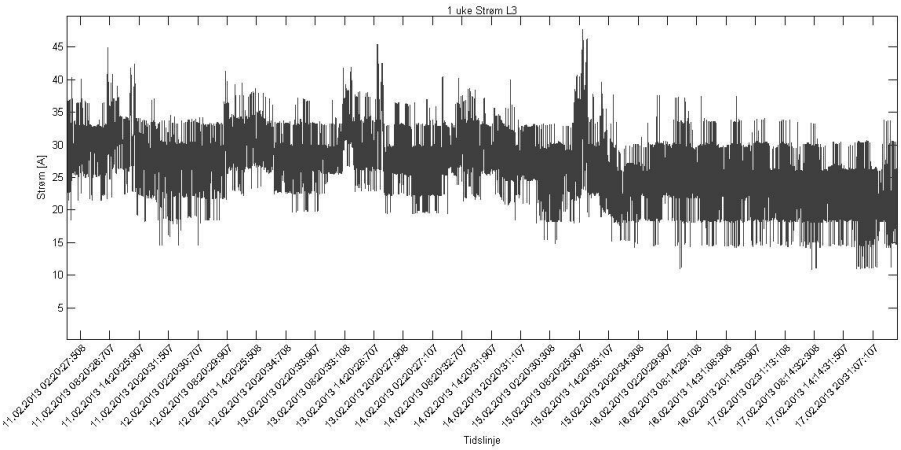
Figur 11 viser strømmen i en varmekurs sammenlignet med temperaturene i Trondheim. Det er verdt å legge merke til hvordan strømmen i varme kursen(den røde grafen) pendler inn og ut med korte intervaller. Dette viser hvordan strømforbruket blir påvirket av de termostatstyrtevarmeovnene som pendler inn og ut cirka hvert 5 minutt. Man ser hvordan strømforbruket reagerer på utetemperaturendringene, og da altså hvordan strømforbruket går opp når utetemperaturene (den svarte grafen) går ned.



Figur 12 Strømmåling i fase L1 Nordre

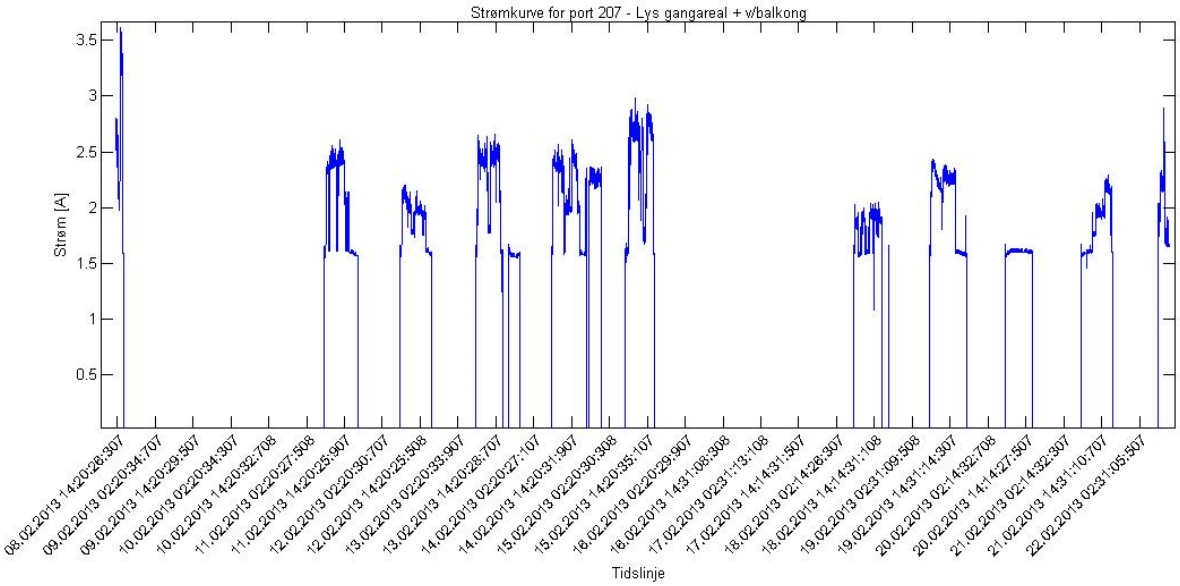


Figur 13 Strømmåling i fase L2 Nordre



Figur 14 Strømmåling i fase L3 Nordre

Figur 12,Figur 13 og Figur 14 viser strømmene i fasene, og hvordan strømmålingene er påvirket av pendlingene vist i Figur 11. Strømmen pendler med cirka 10 ampere gjennom hele måleperioden, typiske trekkstrømmer fra en varme kurs. Under denne lasten er baselasten representert med andre laster fra stikkontakter(typisk PC) og belysning vist i Figur 15.



Figur 15 Strømmåling i kurs for lys gangareal + v/balkong Nordre

5.2 SpareBank1

5.2.1 Momentane målinger

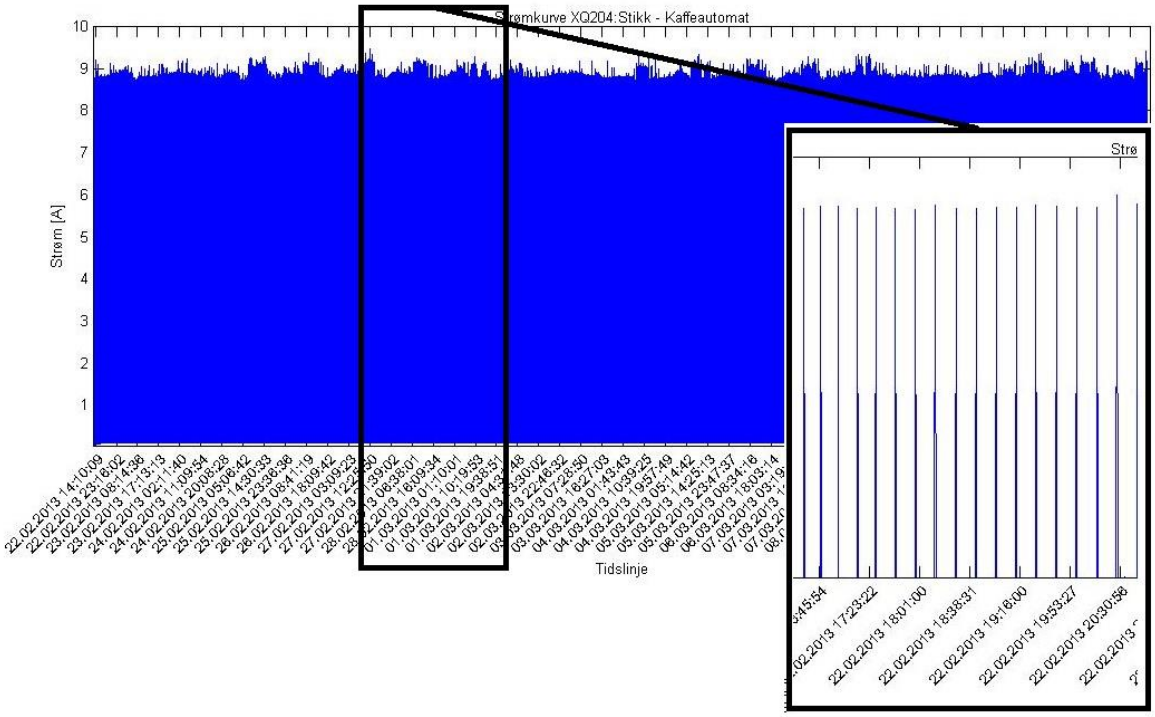
Siden dette er et energieffektivt bygg, er det naturlig å tro at belastningen inneholder mye belastning med elektronikk, elektronisk forkoblingsutstyr og andre laster som påvirker effektfaktorene i lastene(Tabell 10). Det er verdt å legge merke til effektfaktorene i belysningen og stikkene, og at de ikke er veldig mye lavere enn effektfaktorene sett på i varmekursene for Nordregate 8(Tabell 9).

Tabell 10 Momentane målinger SpareBank1

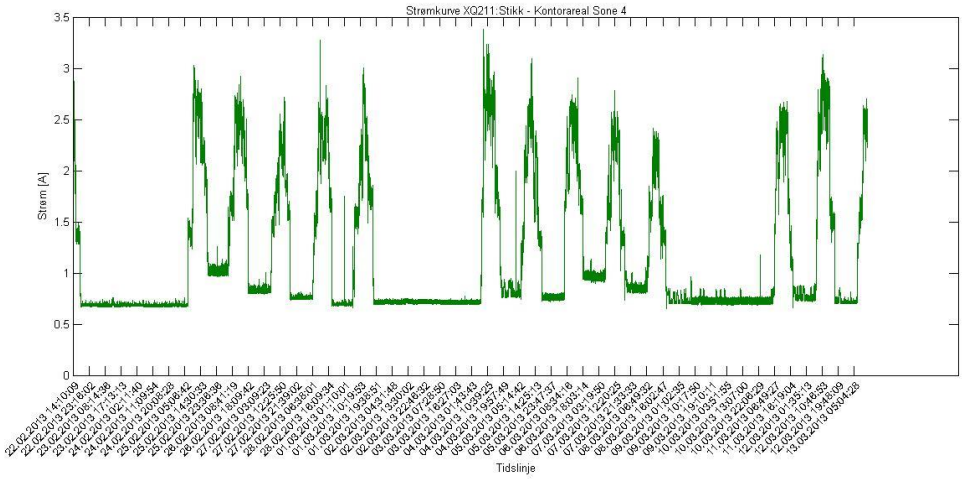
R.klemme	Beskrivelse	Strøm	Effekt			Effektfaktor		Fase
		Arms	kW	kVA	kVAr	TPF	Cos γ	
XQ100	Effektbryter 160A Normalkraft	1,8	0,3	0,42	0,24	0,71	1	L1
	Effektbryter 160A Normalkraft	7,6	1,56	1,75	0,78	0,9	0,93	L2
	Effektbryter 160A Normalkraft	7,3	1,44	1,67	0,85	0,86	0,95	L3
XQ110	Lys-kontorareal nord	4	0,86	0,92	0,32	0,9	0,94	L2
XQ111	Lys-kontorareal sør	2,4	0,52	0,56	0,22	0,92	0,93	L3
XQ112	Lys-Midtkjerne	0,1	0,02	0,03	0,01	0,86	0,89	L1
XQ113	Lys-Møterom. Kopi rom og sosial sone	0,9	0,17	0,21	0,13	0,8	0,81	L2
XQ201	Stikk - oppvaskmaskin 1	9,2	2,1	2,1	0,04	1	1	L1
XQ203	Stikk minikjøkken	8,8	2,02	2,02	0,06	1	1	L3
XQ204	Stikk - Kaffeautomat	9,3	2,12	2,13	0,18	1	1	L1
XQ205	Stikk - Kopi 1	0,6	0,1	0,14	0,09	0,74	0,76	L2
XQ209	Stikk - Kontorareal Sone 2	1,9	0,26	0,43	0,35	0,61	0,92	L3
XQ211	Stikk - Kontorareal Sone 4	2,5	0,38	0,57	0,43	0,66	0,92	L2
XQ213	Stikk - Kontorareal Sone 6	1,6	0,21	0,36	0,29	0,58	0,92	L1
XQ216	Stikk Kaffeautomat	0,1	0,02	0,02	0,01	0,91	0,98	L1
XQ217	Stikk - Sosial sone	0,7	0,13	0,15	0,07	0,88	0,92	L2
XQ218	Stikk - Kontorareal Sone 6	2,6	0,52	0,61	0,32	0,85	0,95	L3

5.2.2 Tidsavhengige målinger

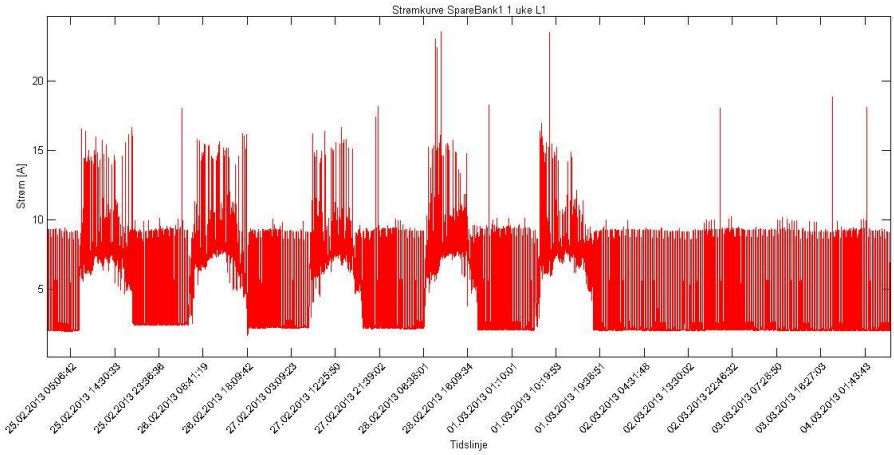
Figur 16 og Figur 17 viser strømkurven for to av kursene sett på i installasjonen. Belastningen i kaffeautomaten(Figur 16) pendler inn og ut hele perioden med rundt 9 A, i motsetning til stikkontaktskursen for sone 4(Figur 17) som belastes primært i kjernetiden.



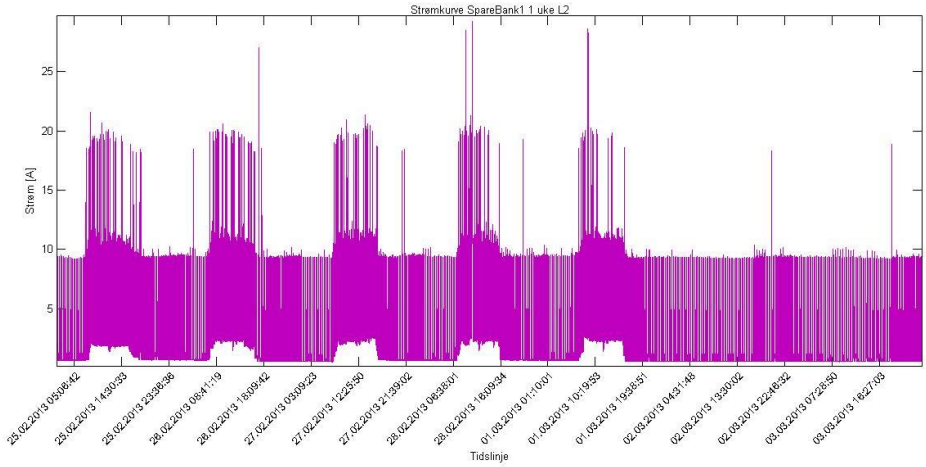
Figur 16 Strømmåling i XQ204: Stikk - Kaffeautomat SpareBank1



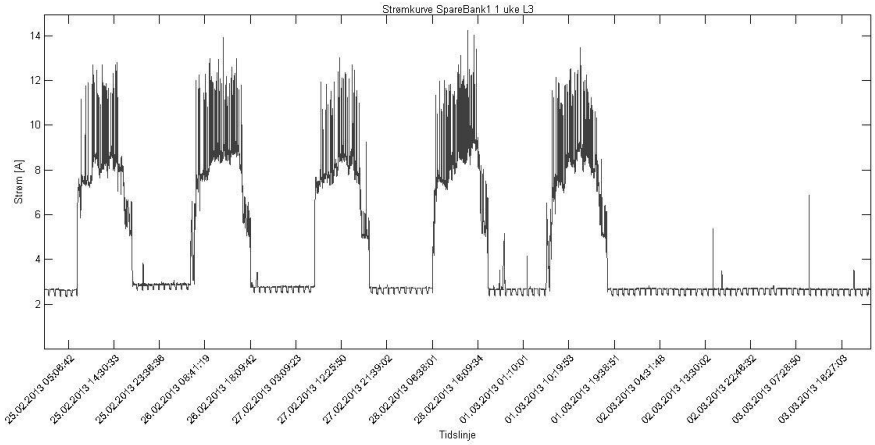
Figur 17 Strømmåling i XQ211: Stikk - Kontorareal Sone 4 SpareBank1



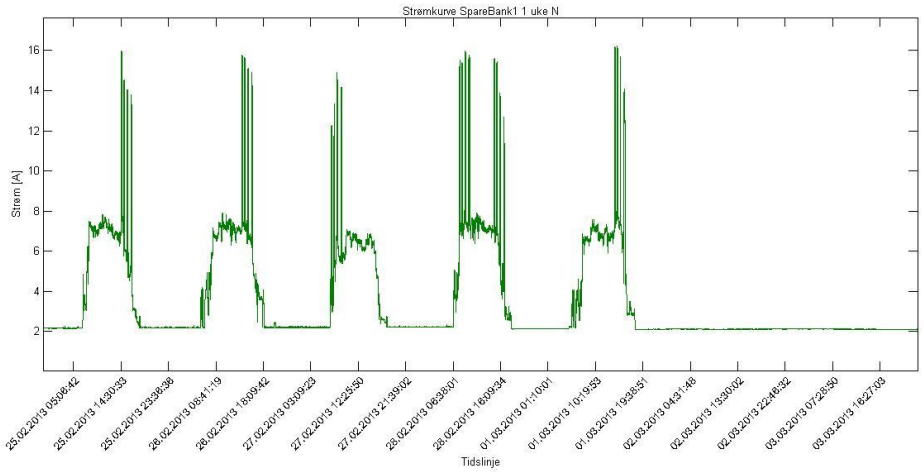
Figur 18 Strømmåling i fase L1 SpareBank1



Figur 19 Strømmåling i fase L2 SpareBank1



Figur 20 Strømmåling i fase L3 SpareBank1



Figur 21 Strømmåling i N SpareBank1

Figur 18,Figur 19,Figur 20 og Figur 21 viser strømkurvene for inntaket til fordelingen. L1 og L2 er lastet med store svingelaster vist i Figur 16, med pendling på rundt 9 A. L3 har et mer konstant lastbilde og er mindre utsatt for disse høylastpendlingene. Inntaket til fordelingen er dimensjonert for å tåle 160 A, og vist i målingene over er de maksimale strømmene målt like under 30 A. Dette vil si at fordelingen blir lastet med under 1/5 av hva inntaket er dimensjoner for.

5.3 Munkvoll sykehjem

5.3.1 Momentane målinger

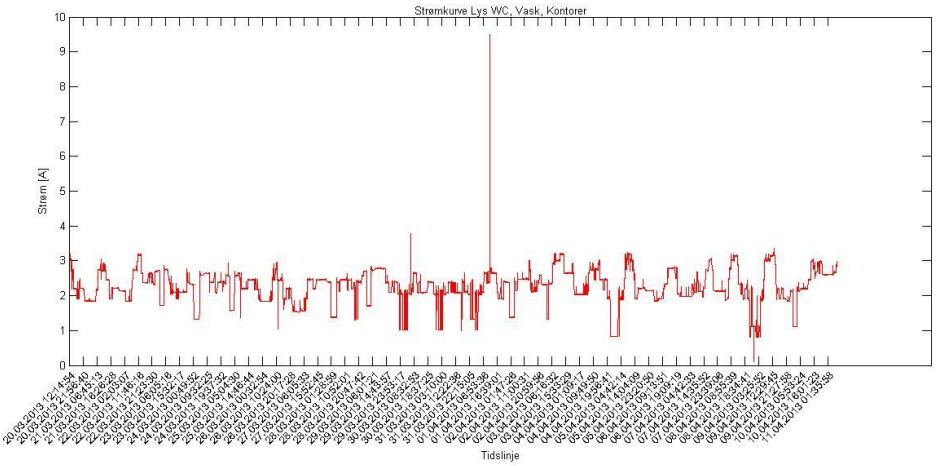
Tabell 11 viser momentane målingene gjort i fordelingen på Munkvoll sykehjem. Målingene ble begrenset til noen kurser på grunn av det trange fordelingsskapet. Resultatet viser en installasjon med høye effektfaktorer både på inntak og på kursnivå.

Tabell 11 Momentane målinger Munkvoll sykehjem

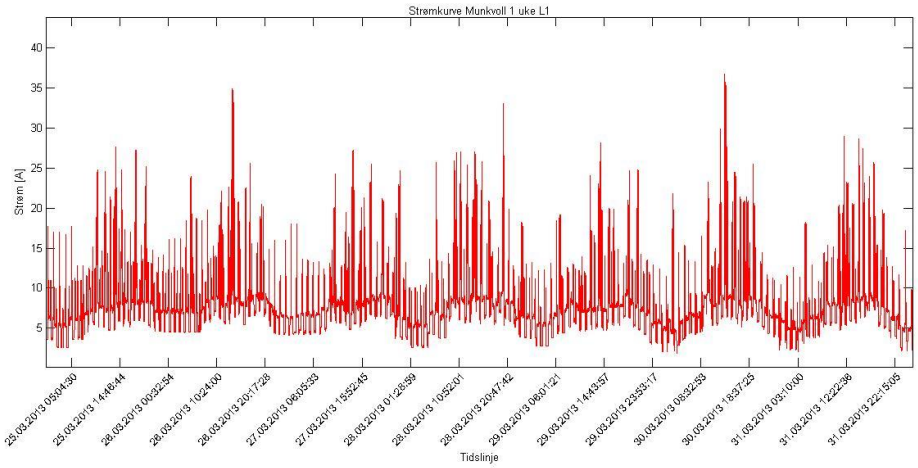
Kurs nr	Kursfortegnelse	Arms	Vern	KW	KVA	KVAr	PF	Cos γ
2	**Lys korridor**	0,83	16	0.174	0,197	0,09	0,89	0,91
5	**Lys lintøy kjøkken bk**	0,21	10	0,433	0,456	0,143	0,95	0,99
9	**Lys og stikk sengerom, bad**	0,4	16	0,1	0,1	0,04	0,92	0,95
		0,2	16	0,04	0,04	0,04	0,95	0,97
		1,4	16	0,32	0,34	0,09	0,96	0,98
22	**Stikk medisinrom**	3,8	16	0,061	0,092	0,069	0,96	0,96
S01	**Hovedbryter**	8	63	1,89	1,9	0,29	0,99	1
		4,4	63	0,99	1,04	0,31	0,95	0,99
		8,6	63	1,93	2,07	0,73	0,93	0,97

5.3.2 Tidsavhengige målinger

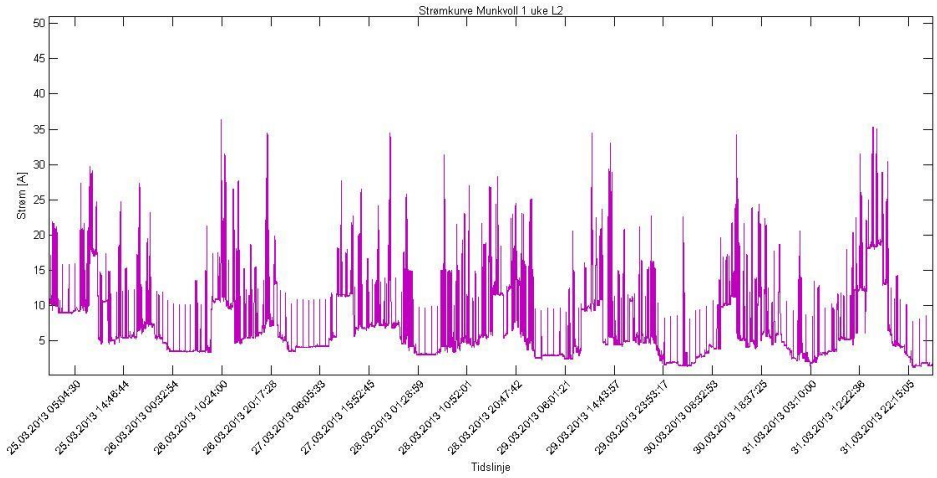
Figur 22 viser strømkurven for Lys, WC, Vask, Kontor. Forbruket er forholdsvis konstant hele uken, og det er lite variasjoner fra hverdag til helg. Dette skyldes at der er aktivitet hele døgnet, som man også ser i kurvene vist under.



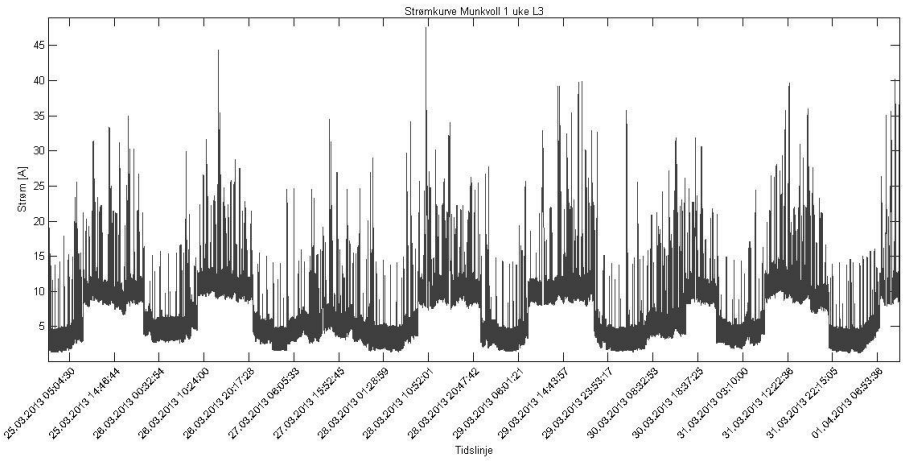
Figur 22 Strømmåling i Lys, WC, Vask, Kontor Munkvoll



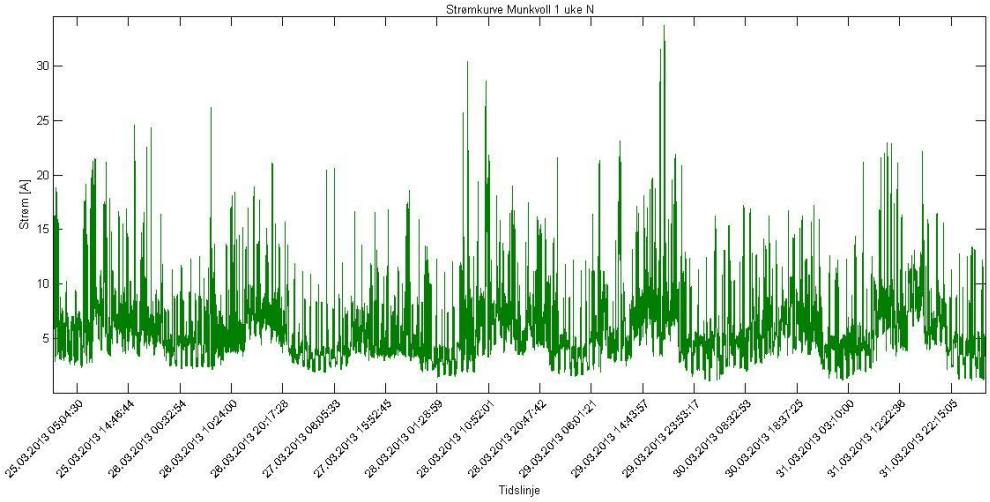
Figur 23 Strømmåling i fase L1 Munkvoll



Figur 24 Strømmåling i fase L2 Munkvoll



Figur 25 Strømmåling i fase L3 Munkvoll



Figur 26 Strømmåling i fase N Munkvoll

Figur 23, Figur 24, Figur 25 og Figur 26 viser strømmålingene gjort for inntaket til fordelingen. Disse viser den totale lasten gjennom en uke. Hovedbryteren for inntaket er 63 A (Tabell 11), og stigekablene som går til underfordelingen er utstyrt med et 50 A vern. For beregningene senere i rapporten er dette den dimensjonerende verdien man benytter. Gjennom de cirka 3 ukene målingene ble utført, viser de målte strømmene på inntaket høye verdier og ved flere tilfeller opp mot og over 50 A (Vedlegg 7). Det kan være at inntaket til fordelingen er underdimensjonert.

5.4 Rosenborg Skole

5.4.1 Momentane målinger

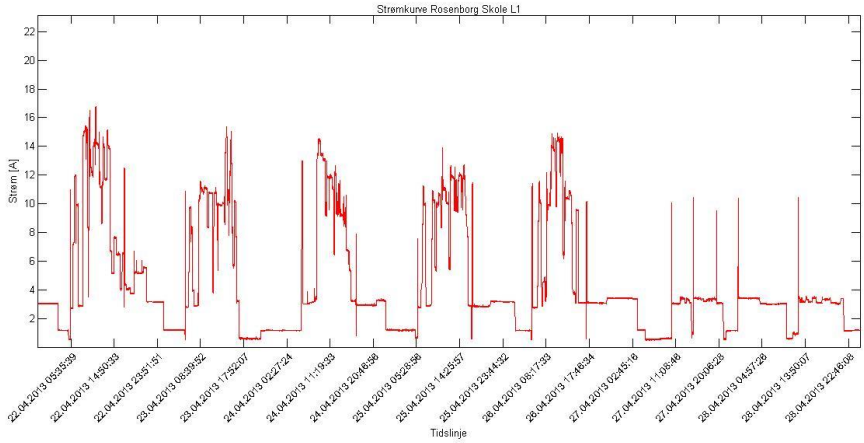
Tabell 12 viser resultatene fra de momentane målingene gjort på Rosenborg Skole. Effektfaktorene i de forskjellige kursene er forholdsvis like og man ser liten variasjon for de forskjellige lastgruppene.

Tabell 12 Momentane målinger Rosenborg Skole

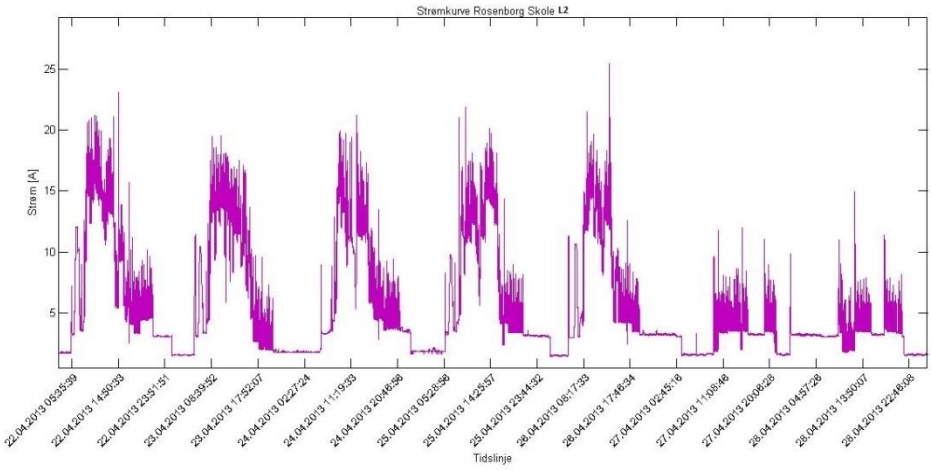
Kurs nr	Kursbeskrivelse	Sikr [A]	Arms	kW	kVA	kVAr	TPF	Cos γ	Fase
XQ-1	Lys elevgarderobe 106, HC park og WC 131 og 132	B10-2	2,26	0,47	0,537	0,249	0,89	0,89	L3
XQ-2	Lys elevgarderobe 107 og smårom 133-136	B16-2	2,1	0,47	0,518	0,217	0,91	0,91	L1
XQ-3	Lys fellesareal elever	B10-2	4,05	0,89	0,96	0,35	0,93	0,93	L2
XQ-4	Lys elevareal 118	B10-2	1,6	0,32	0,36	147	0,91	0,92	L3
XQ-5	Lys elevareal 118 og grupperom 143 og 144	B10-2	1,45	0,308	0,344	0,154	0,89	0,9	L1
XQ-6	Lys fellesareal elever	B10-2	2,2	0,48	0,52	0,2	0,93	0,93	L2
XQ-7	Lys formingsrom/amfi og utelys ved elevinnganger	B10-2	2,47	0,52	0,58	0,271	0,89	0,89	L3
XQ-8	Lys elevareal 173	B10-2	3,59	0,82	0,85	0,23	0,96	0,97	L1
XQ-9	Lys elevareal 173 og grupperom	B10-2	1,53	0,33	0,36	0,46	0,92	0,92	L2
XQ-10	Lys elevareal 173	B10-2	0,78	0,101	0,185	0,155	0,54	0,59	L3
XQ-11	Lys elevareal 172	B10-2	0,52	0,084	0,125	0,092	0,67	0,71	L1
XQ-12	Lys formingsrom 117, grupperom 164 og lager 254	B10-2	1,5	0,33	0,36	0,147	0,91	0,91	L2
XQ-13	Styrestrøm	B10-2	0,4	0,09	0,095	0,032	0,94	1	L3
XQ-30	Stikk i tak og på vegg bibliotek	C16-2	0,65	0,087	0,153	0,26	0,57	0,86	L1
XQ-31	Stikk i kanal og i tak på bibliotek	C16-2	0,44	0,05	0,105	0,26	0,57	0,86	L2
XQ-32	Stikk i kanal på formidlingsrom 117	C16-2							
XQ-33	Stikk i vertikal kanal og på vegg formidlingsrom	C16-2	1,31	0,282	0,312	0,13	0,9	0,92	L3
XQ-41	Stikk i grupperom 143	C16-2	0,5	0,07	0,13	0,11	0,55	0,68	L2
XQ-44	Stikk fellesareal elever	C16-2	0,81	0,16	0,192	0,106	0,83	0,86	L2
XQ-45	Stikk grupperom 175 og 176	C16-2	0,17	0,003	0,042	0,04	0,05	0,1	L3
XQ-49	Stikk i elevareal 173	C16-2	0,12	0,021	0,028	0,014	0,75	1	L1
XQ-54	Stikk i elevareal 172	C16-2	0,08	0,001	0,018	0,018	0,1	0,2	L3
XQ-60	Stikk lærerkontor 183	C16-2	0,4	0,19	0,16	0,136	0,59	0,93	L3
XQ-61	Stikk lærerkontor 183	C16-2	0,22	0,018	0,052	0,049	0,35	0,7	L1
XQ-64	Stikk lærerkontor 284	C16-2	0,39	0,027	0,093	0,088	0,29	0,57	L1
XQ-65	Stikk lærerkontor 284	C16-2	0,35	0,027	0,083	0,07	0,33	0,7	L2
XQ-72	Dørautomatikk 1.etg del B	C16-2	0,23	0,013	0,053	0,047	0,48	0,78	L3
XQ-73	vvs automatikk 1 etg	C16-2	0,3	0,061	0,078	0,049	0,78	0,79	L1

5.4.2 Tidsavhengige målinger

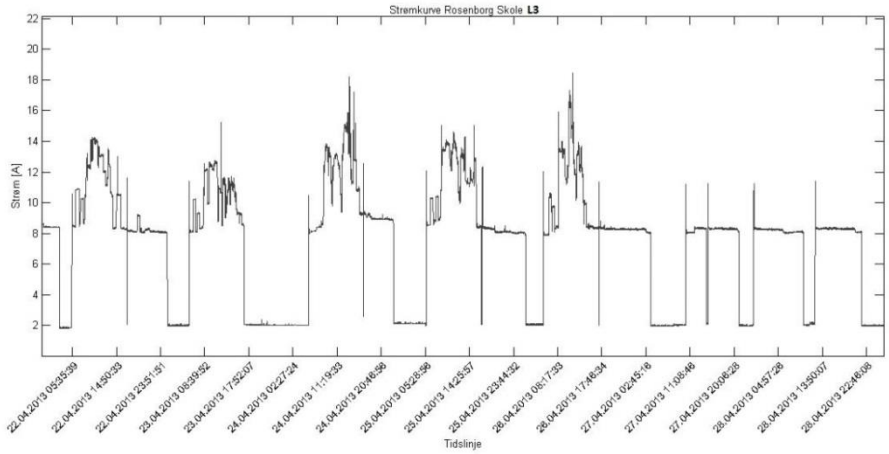
Strømkurvene for Rosenborg Skole følger det konvensjonelle forbruksmønsteret. Figur 27, Figur 28, Figur 29 og Figur 30 viser strømkurvene for fasene inn til fordelingen, og de viser hvordan belastningen av installasjonen endrer seg gjennom uka.



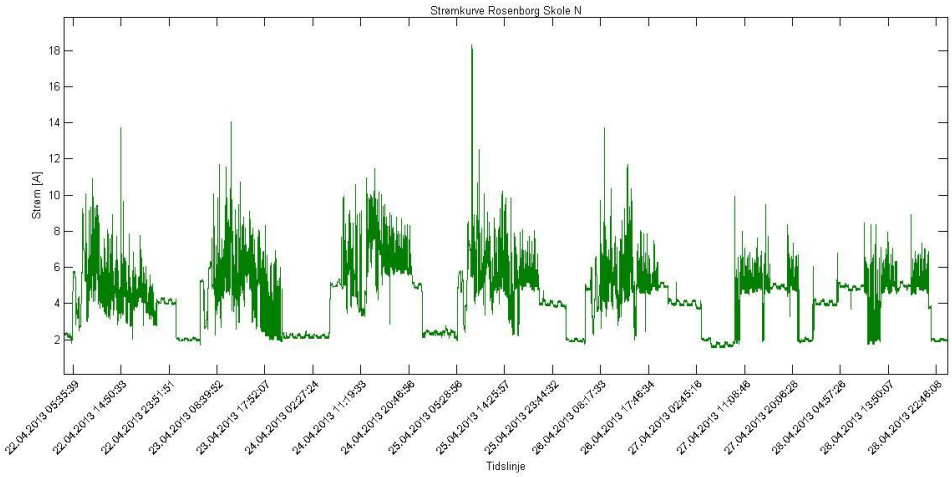
Figur 27 Strømmåling i fase L1 Rosenborg Skole



Figur 28 Strømmåling i fase L2 Rosenborg Skole



Figur 29 Strømmåling i fase L3 Rosenborg Skole



Figur 30 Strømmåling i fase N Rosenborg Skole

5.5 Sammenligning

Resultatene av de momentane målingene viser hvordan effektfaktorene varierer i de elektriske installasjonene.

Tabell 13 Sammenligning av effektfaktorene for kurskategoriene

Fargekode	Beskrivelse	Effektfaktor
	Varmekurser	0,9060
	Diverse	0,9020
	Stikk	0,8293
	Lys	0,8892

Tabell 13 viser hvordan gjennomsnittlig effektfaktor i installasjonene er fordelt i de inndelte lastfaktorene. De tidligere antagelsene om effektfaktorene for de forskjellige lastene viser seg å være neglisjerbare (2.7).

6 Beregninger

Dimensjoneringsfaktorer og samtidighetsfaktorene ble beregnet ut fra resultatene funnet ved målinger og interndokumentasjon fra installasjonen(FDV, planleggingsdata og kursfortegnelser). Beregningene ble utført i Matlab R2011b(Vedlegg 10) og Microsoft Excel 2010.

6.1 Dimensjoneringen av elektriske anlegg

Siemens har utarbeidet tall for grovdimensjonering av elektriske installasjoner [4] som tar for seg enkle anbefalte data for installert W/m^2. Tabell 14 viser noen av dimensjoneringsdataene anbefalt av Siemens.

Tabell 14 Effekt per kvadratmeter [4]

Rom	W/m^2
Gang	15
Trapperom	15
WC	15
Kontor	40
Lager	15
Teknisk	15
Sosiale rom/kjøkken	50

Fordypningsprosjektet høsten 2012 [1] så på dimensjoneringsdata brukt i planleggingen av Elektrobygget ved NTNU, og resultatene viste en overdimensjonert installasjon. Elektrobygget er et eldre bygg, og overdimensjoneringen ble vurdert til å ha mye med endringer i bruken av bygget siden installasjonen ble satt i drift. Dette gjorde det interessant å gjennomføre de samme analysene av nyere installasjoner, og undersøke hvordan disse måler seg opp mot anbefalte data fra Siemens. Denne beregningen er avhengig av god informasjon om infrastrukturen i byggene, og hvilke arealer fordelingene forsyner. På grunn av manglende dokumentasjon fra noen av byggene, kunne dette bare utføres i SpareBank1 og Nordregate 8.

Tabell 15 Dimensjonerende effekt og forbrukt effekt per m^2 for SpareBank1

Beskrivelse	Installert W	m^2	Dimensjonert W/m^2	Siemens W/m^2	Forbrukt W	Forbrukt W/m^2
Stikk - Kontorareal Sone 2	3680				523,23	
Stikk - Kontorareal Sone 4	3680				512,77	
Stikk - Kontorareal Sone 6	3680				335,26	
Stikk - Kontorareal Sone 6	3680				842,27	
	14720	**226,1**	**65,1**	**40**	**2213,52**	**9,79**
Stikk Midtkjerne	3680				947,11	
	3680	**80**	**46,05**	**15**	**947,11**	**11,84**
Stikk minikjøkken	3680				2092,00	
Stikk - Møterom	3680				141,87	
	7360	**57,6**	**127,77**	**40**	**2233,87**	**38,78**

Tabell 16 Dimensjonerende effekt per m^2 for Nordregate 8

	Kontor	A	W	m^2	Dimensjonert W/m^2	Siemens W/m^2
1	Stikk + varme	16	3680			
3	Stikk kanal mot bakgård	16	3680			
4	stikk kanal mot nordre	16	3680			
8	Stikk kanal kortvegg	16	3680			
9	Stikk kanal mot Nordre	16	3680			
10	Stikk kanal mot Nordre	16	3680			
11	Stikk kanal v/balkong	16	3680			
12	Stikk grenstaver	16	3680			
14	Stikk kanal v/skråtak	16	3680			
15	Stikk grenstaver	16	3680			
16	Stikk grenstaver	16	3680			
17	Stikk kanal v/skråtak	16	3680			
	Sum kontorareal		**44160**	**328**	**134,63**	**40**
	Ganger & WC					
21	Lys + varme wc + Stikk gang	16	3680			
	Sum Ganger & WC	**16**	**3680**	**25,5**	**144,31**	**15**

Tabell 16 og Tabell 15 viser dimensjoneringseffektene brukt under bygging av SpareBank1 og Nordregate 8. Beregningene har tatt for deg stikkontaktskursene uten spesifikk belastning. Dette gir indikasjon på hvilke dimensjoneringsdata som ble brukt under planleggingen av disse kursene. Ved å sammenligne resultatene med de anbefalte dataene fra Siemens i Tabell 14, kan installasjonene virke overdimensjonerte.

I SpareBank1 hadde fordelingen relativt få installerte kurser, og man fikk gjort tidsavhengige målinger på nesten all belastningen. Dette gjorde at man fikk detaljerte resultater for flere av områdene beskrevet i Tabell 14. Derfor kunne man i Tabell 15 beregne forbrukets maksimale belastningseffekt i forhold til bruksareal.

Tabell 17 Dimensjonerende effekt inntak

Bygg	m^2	Dimensjonert W/m^2	Siemens			Forbrukt W/m^2	Forbrukt W/m^2
			W/m^2	Samtidighet	Med samtidighet W/m^2		
SpareBank1	405	90,86	70	0,6	42	4072,4	10,5
Nordregate 8	353	65,16	50	0,6	30	9437,4	26,73

I Siemens` arbeid med dimensjoneringstall ble det også utviklet grovdimensjonering for ulike installasjonstyper, 40 – 70 W/m^2 for bankbygg og 30-50 W/m^2 for kontorbygg. Sammenligning med dimensjoneringsdata brukt i SpareBank1 og Nordregate 8 ser man i Tabell 17. Forbruksdata ble også sammenlignet med dimensjoneringsdata, og dette viser hvordan dimensjonert effekt er veldig høy, anbefalt effekt er lavere mens forbruket er enda lavere. Anbefalte data for kontorinstallasjoner er

gitt uten elektrisk oppvarming, og sammenligningen med Nordregate 8 bør de anbefalte dataene korrigeres for denne belastningen.

6.2 Installert effekt

Fordypningsprosjektet [1] tok opp best metode for å beregne installert effekt i byggene. To måter ble sett på, maksimal tilgjengelig effekt gjennom vernene og effekt per kvadratmeter. Man fant ut at maksimal tilgjengelig effekt gav best informasjon om installasjonen, og er derfor metoden som ble benyttet i beregningene.

6.3 Samtidighet

Resultatene fra målingene ble brukt til å bestemme samtidigheten for kursene og inntaket til fordelingene. Samtidighetene på kursnivå er oppgitt i tabeller, mens for inntakene ble samtidigheten summert opp over fasene og beregnet for hele fordelingen. Denne er plottet i kurver for å vise hvordan belastningen endrer seg gjennom uken.

6.3.1 Samtidighet på kursnivå

Samtidigheten på kursene er vist under, og tabellene er delt inn i fargekodene vist i Tabell 8.

6.3.1.1 Nordregate 8

Tabell 18 Samtidighet kursnivå Nordregate 8

Beskrivelse		Samt
Stikk + varme	6	0,1700
Varme mot bakgård	6	0,2849
varme mot nordre	6	0,0716
Varme kortvegg	5	0,3100
Varme v/skråtak	5	0,6659
Lys + varme wc + Stikk gang		0,0264
Stikk for varme v/fordeling AH		0,6256
Varmeovn mot Nordre		0,5950
Varmeovn mot Nordre		0,9827
Varmeovn mot Nordre		0,5832
Varmeovn mot Nordre + v/balkong		0,7203
Varmeovn mot Nordre + v/balkong		0,7144
Varmeovn mot Nordre + v/balkong		0,9299
Benkarmatur + kokeplate		0,9737
Stikk kanal v/skråtak		0,0301
Oppvaskmaskin + kjøleskap		0,6070
Stikk gren stav		0,1252
Lys gangareal + v/balkong		0,2262

Tabell 18 viser resultatene fra samtidighetsberegningene gjort på fordelingen i Nordregate 8. Siden varmekursene var prioriterte i denne installasjonen, er det disse man har mest resultater for.

6.3.1.2 SpareBank1

Tabell 19 Samtidighet kursnivå SpareBank1

Beskrivelse	Samt
Lys-kontorareal nord	0,2600
Lys-kontorareal sør	0,1899
Lys-Midtkjerne	0,0861
Lys-Møteron. Kopirom og sosial sone	0,1241
Stikk - oppvaskmaskin 1	0,8019
Stikk minikjøkken	0,5685
Stikk - Kaffeautomat	0,5916
Stikk - Kopi 1	0,3889
Stikk - Møterom	0,0470
Stikk - Kontorareal Sone 2	0,2331
Stikk - Kontorareal Sone 4	0,2111
Stikk - Kontorareal Sone 6	0,1571
Stikk Midtkjerne	0,3101
Stikk Kaffeautomat	0,5897
Stikk - Sosial sone	0,0426
Stikk - Kontorareal Sone 6	0,2693
Svakstrømsnisje	0,1932

Tabell 19 viser samtidigheten beregnet for fordelingen i SpareBank1. Dette viser mye av det samme som i Nordregate 8 (Tabell 18), lavere laster og samtidighet i stikkontakts- og belysningskurser enn diversekursene.

6.3.1.3 Munkvoll HSV

Tabell 20 Samtidighet kursnivå Munkvoll

Beskrivelse	Samt
stikk kjøkken	0,4073
Stikk, vask, skylle, kont, aut dører	0,2282
Stikk medisinrom	0,0375
Lys og stikk sengerom	0,1434
Lys lintøy kjøkken bk	0,3118
Lys korridor	0,2018
Kjølemaskin	0,3489
Terrassevarmer utelys	0,7886
Komfyr	0,7684

Tabell 20 viser samtidighetene beregnet hos Munkvoll sykehjem. På grunn av utbredt bruk av 3-fasekurser og begrenset tilgang i skapet, ble det bare sett på 3 kurser fra hver kategori. Beregningene viser de samme tendensene som vist i Tabell 18 og Tabell 19, der diversekursene med spesielle bruksoppgaver har høyere samtidighet enn lys og stikk kursene.

6.3.1.4 Rosenborg Skole

Tabell 21 Samtidighet kursnivå Rosenborg Skole

Beskrivelse	Samt
Lys elevareal 173 og grupperom	0,3807
Lys elevareal 173	0,5533
Lys elevareal 118 og grupperom 143 og 144	0,2845
Lys formingsrom 117, grupperom 164 og lager 254	0,1684
Stikk i kanal og i tak på bibliotek	0,1283
Stikk elevgarderobe 118	0,3976
Stikk elevgarderobe 118	0,1759
Stikk grupperom 175 og 176	0,2631
Stikk fellesareal elever	0,1173
Stikk i elevareal 173	0,0465
Stikk i elevareal 173	0,0883
Stikk i elevareal 172	0,1356
Stikk i elevareal 172	0,2413
Stikk grupperom 164	0,0606
Lys fellesareal elever	0,4981
Lys elevgarderobe 107 og smårom 133-136	0,1341
Lys formingsrom/amfi og utelys ved elevinnganger	0,2643

Tabell 21 viser samtidigheten beregnet for kursene i Rosenborg Skole. Det ble sett på lys- og stikkontaktskurser for elevarealene og beregningene viser høyere samtidighet i belysningen enn i stikkontaktene.

6.3.1.5 Sammenligning

Samtidighetene beregnet for lastgruppene viser at resultatene gir sammenlignbare data for de forskjellige installasjonene. Dette gir grunnlaget for å se på resultatene vurdert sammen, og gjennomsnittlig samtidighet for hver av de forskjellige kurstypene.

Tabell 22 Sammenligning samtidighet kursene

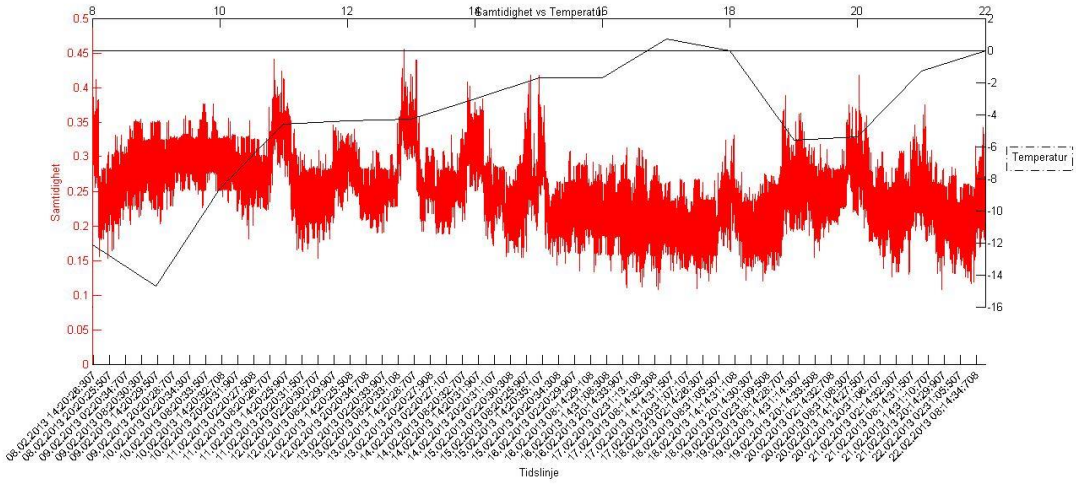
Fargekode	Beskrivelse	Samtidighet
	Varme	0,5138
	Diverse	0,6292
	Stikkontakter	0,1655
	Belysning	0,2631

Tabell 22 viser sammenligning av samtidigheten på kursnivå. Kursene med spesifikk belastning, er kursene med høyest samtidighet, mens stikk har de laveste.

6.3.2 Samtidighet på inntaksnivå

Samtidigheten på inntaket ble beregnet gjennom å summere opp forbruket på fasene og dividere dette med installert effekt(Vedlegg 10). Dette ble plottet og kurvene viserer variasjonen i samtidighet gjennom måleperioden.

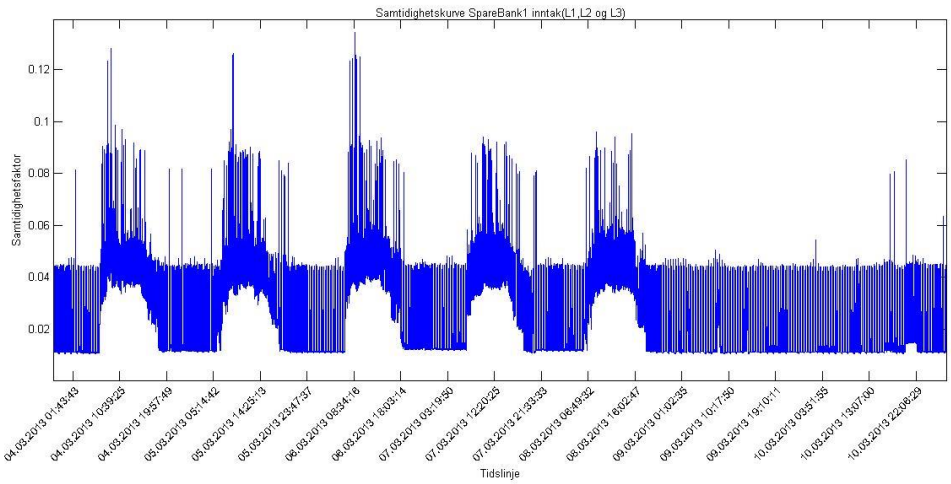
6.3.2.1 Nordregate 8



Figur 31 Samtidighet sammenlignet med temperaturene i Trondheim, Nordregate 8

Figur 31 viser variasjonen i samtidighet sammenlignet med utetemperaturene målt i Trondheim for samme periode. Maksimal samtidighet ble målt til 0,4559, og er lavere enn anbefalt samtidighet for små kontorbygg i Tabell 2. Baselasten som ikke blir påvirket av det konvensjonelle forbruket, er i denne installasjonen primært varmelasten fra termostatopererte panelovner. Figur 31 viser hvordan denne blir påvirket av utetemperaturene og samtidigheten synker med 0,05 når utetemperaturen stiger med cirka 15 °C.

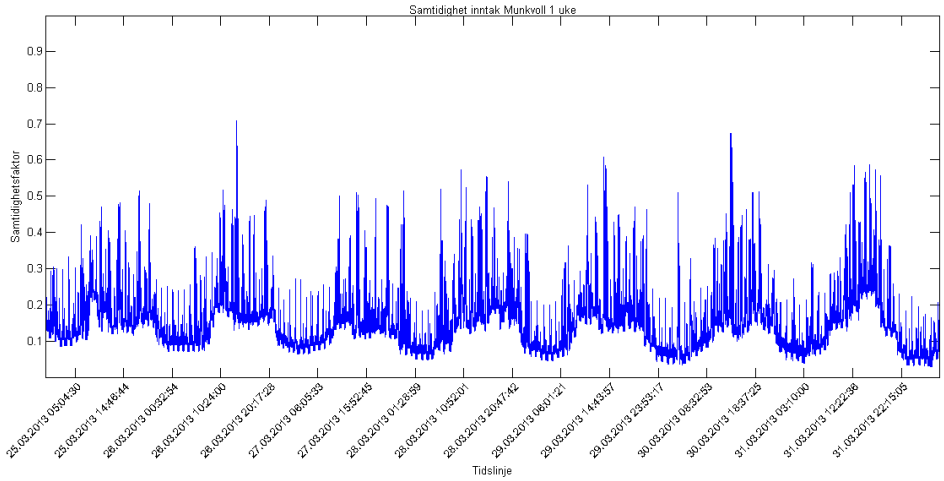
6.3.2.2 SpareBank1



Figur 32 Samtidighet i SpareBank1 basert på målinger over 1 uke

Figur 32 viser variasjonen i samtidigheten i SpareBank1 gjennom 1 uke i mars. Maksimal samtidighet ble beregnet til 0,1344. Dette er forholdsvis lavt, og sammenlignet med verdiene gitt i Tabell 2 er dette veldig lavt.

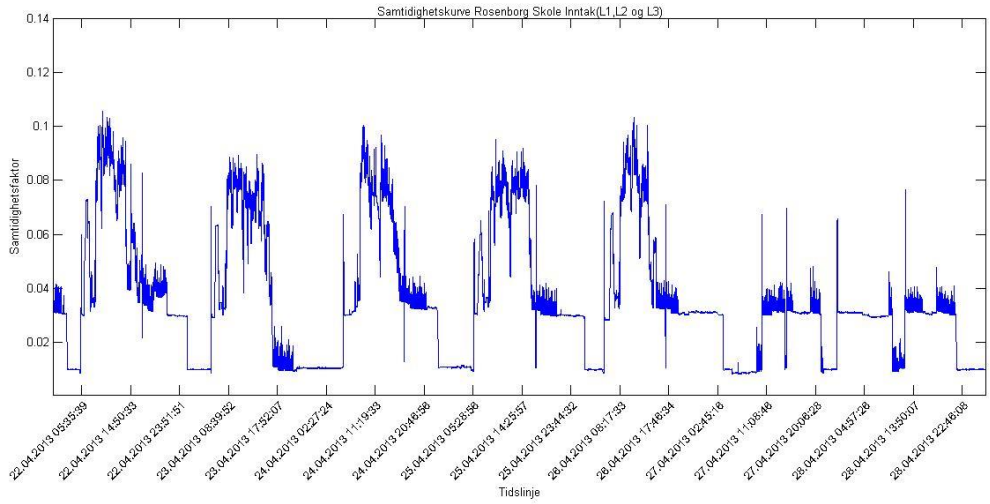
6.3.2.3 Munkvoll HSV



Figur 33 Samtidighet i Munkvoll HSV over 1 uke målinger

Figur 33 viser variasjonen i samtidigheten hos Munkvoll HSV gjennom 1 uke i mars. Maksimal samtidighet ble målt første søndagen, og var på hele 0,9413. Dette viser høy samtidighet, og bygget kan ha en underdimensjonert stigekabel til fordelingen. Dette er da selvsagt også svært høyt i forhold til anbefalingene gitt i Tabell 2.

6.3.2.4 Rosenborg Skole



Figur 34 Samtidighet i Rosenborg Skole over 1 uke målinger

Figur 34 viser variasjonene i samtidighet for Rosenborg Skole gjennom 1 uke i april. Maksimal samtidighet ble målt til 0,1230. Samtidigheten beregnet er forholdsvis lav, og sammenlignet med Tabell 2 viser disse resultatene seg å være lave.

6.3.2.5 Sammenligning

Tabell 23 Sammenligning av samtidigheten for ulike installasjoner

Yrkesbygg	Samtidighet
Nordregate 8 (Kontor)	0,4559
SpareBank1 (Bank)	0,1344
Munkvoll Sykehjem	0,9413
Rosenborg Skole	0,1230

Tabell 23 viser sammenligning av samtidighetene i fordelingene. Variasjonen er stor og man ser at de nyeste byggene (SpareBank1 og Rosenborg Skole) er de med klart lavest samtidighet. Samtidighetstabellen gitt i Normguiden (Tabell 2) viste lite sammenlignbare med resultatene fra målingene.

7 Diskusjon

7.1 Målinger

Målemetodene gav sammenlignbare verdier og verdiene ble et godt grunnlag for beregningene utført. Men hvor pålitelige resultatene er kan diskuteres. Siden man bare hadde 21 strømtenger, ble mye mindre av installasjonene studert enn hva som hadde vært optimalt. Målingenes begrensning til en fordeling, er også med på å gjøre resultatene mindre pålitelige. Det kan diskuteres om man burde utført detaljerte målinger fra inntaket og ned gjennom alle fordelingene for å se på alle belastningene i installasjonen. Det er ofte forskjell på hva fordelingene forsyner, og det er vanskelig å si om målinger på en fordeling er representativ for forbruket i hele installasjonen.

Byggene sett på i denne oppgaven ble plukket ut for å få et spredt bilde av yrkesbyggmassen i Norge. I starten av prosjektet ble det bestemt at man skulle se på et elektriske oppvarmet bygg. Fjernvarme har blitt meget vanlig for nybygg i Trondheim, noe som førte til at det måtte benyttes et forholdsvis nyrenovert bygg. Det kan diskuteres om det er riktig å sammenligne resultatene fra Nordregate 8 med et nybygg. Spesielt vil de ha annen bygningskropp og energieffektiviteten vil være bedre. Fra energiattesten i vedlegg 9 ser man at bygget har energiklasse rød D. Dette er ikke spesielt sterkt, og et nyere bygg ville ikke blitt oppført på denne måten. Det er nesten utenkelig ikke å ha felles styresystemer for varmen, nattsenking og andre smarte løsninger for energibesparing i elektrisk oppvarmede yrkesbygg i dag.

Målingene på installsjonen ble utført i to omganger, momentane målinger utført på alle kursene med FLUKE 433/434 (Bilde 8), og tidsavhengige strømmålinger med strømlogger (Bilde 6). Dette ble gjort for å få verdier for strømforbruket over tid, og ved å benytte effektfaktorene funnet i de momentane målingene kunne danne seg et bilde av effektforbruket til installasjonen over tid. Det hadde vært optimalt om man kunne gjort målinger over tid av både strøm og spenning, for å få målinger med det totale effektforbruket ut direkte. Dette vil være en mer kompliserte måleoperasjon og veldig vanskelig å utføre med måleutstyret man hadde tilgjengelig. De momentane målingene utført operer med antagelsen om konstant spenning på 230 V, og konstante effektfaktorer.

Det kan diskuteres om de momentane målingene utført på fordelingene er pålitelige nok til å avgjøre effektfaktorene for belastningene. Siden disse ble utført på alle kurser tilgjengelig i byggene, var det noen kurser som ikke var belastet i måletidspunktet. For belysningskurser og andre kurser med faste laster var ikke dette et problem, da belastningen bare kunne slåes på. Stikkontaktskurser har der imot variable belastninger og hva som danner belastningen man ser i de tidsavhengige målingene er vanskelig å si. Dette kan for eksempel på Rosenborg Skole sine elevgarderobekurser (se vedlegg 4) være alt fra en hårføner til mobilladere. Effektfaktoren er lastavhengig, så om belastningen er lav ved de momentane målingene vil ikke nødvendigvis effektfaktoren være den samme når belastningen øker.

Målekursvalgene ble gjort ut fra en enkel befaring, bilder av fordelingene og kursfortegnelser. Når installeringen av måleutstyret skulle utføres, ble det ved flere tilfeller oppdaget problemer som førte til at målekursoppsettet måtte endres. Dette ble spesielt et problem på Munkvoll Sykehjem da fordelingen viste seg å være svært trang, med manglende plass til strømklemmene på flere av de utvalgte kursene. Strømklemmene ble derfor plassert på de tilgjengelige kursene som ikke var like

aktuelle og gav mindre informasjon om installasjonen enn opprinnelig planlagt. Valget med å benytte 4 strømklemmer (se Tabell 6) på en koppvaskemaskin var primært på grunn av plassmangel og gav lite eller ingenting til studeringen av forbruket aktuelt for denne installasjonen.

Varighetene på målingene fungerte godt. Ved høstens forprosjekt ble målingen utført over 1 uke, og det ble diskutert om tiden skulle utvides. Målingene i vår ble utvidet til minimum 2 uker. Dette har gjort resultatene mer pålitelige og man kan lett se om den målte belastningen representerer det vanlige forbruket i bygget.

7.2 Resultater

Kursene ble delt inn i fire lastgrupper, varme, stikkontakter, lys og diverse. Dette fungerte bra for de fleste kurser, men blant annet i Nordregate 8 og Munkvoll Sykehjem var det kurser som kom under flere av kategoriene, og man hadde belysning, varme og stikk koblet til samme kurs. Disse kursene ble lagt under belysningsgruppen, selv om det kan være vanskelig å si hvilke belastning som står for største delen av belastningen i disse kursene. Tabell 18 og Tabell 20 viser de aktuelle kursene, og man ser at spesielt kursen «Lys + Varme WC + Stikk gang» hos Nordregate 8 hadde mye lavere samtidighet enn hva gjennomsnittlig belysningskurser har. Tidligere resultat ser man at belysningen står for en stor del av all belastningen i nyere installasjoner, men det kan og diskuteres om de skulle sammenlignes med diversekursene. Jeg mener diversekursene bør gå til mer spesifikke belastninger enn det disse kursene representerer.

Tidsavhengige målinger fremstilles med en kurve for hver av fasene i de fire byggene, med målingene utført over minimum 2 uker. Kurvene fra fasene vist i resultatdelen er avgrenset til 1 forbruksuke, for at det skal være lettere å se hvordan belastningen varier fra hverdag til helg og at kurvene mer er sammenlignbare. Relevante måledata som ikke ligger i resultatdelen er tilgjengelige for lesere som vedlegg. Om man skal få større forståelse for belastningene, er det viktig å sette seg godt inn i vedleggene.

Belastningen i Nordregate 8 er påvirket at det benyttes elektriskoppvarming. Kurvene viser høy belastning både natt og dag, som kan ha med at temperaturen er styrt av egne termostater i hver varmeovn og sørger for samme romtemperatur hele døgnet. Strømforbruket ville vært tjent med å installere et smart styresystem for varmen, med nattsenkingsprogram.

Resultatene fra målingene viser at de høyest belastningene måles i kurser med spesifikke laster. Dette er belastninger som komfyrer, kopimaskiner og andre laster som vanligvis ikke blir flyttet fra stikkontaktene. Kursene med lavest belastning er stikkontaktskurene, som blir belastet med typisk PC, mobilladere og andre flyttbare elektriske laster man måtte koble til.

7.3 Beregninger

Beregning av dimensjonerende effekter ble gjort med data fra fordelingene, og forbrukerarealene fordelingen forsyner. I Tabell 15 og Tabell 16 ble kurser uten spesifikke laster valgt ut, da dette er de mest sannsynlige kursene å benytte for denne dimensjoneringen. Kursene tatt for seg i disse beregningene har belastninger uten spesifikk elektrisk last. Skal man dimensjonere kurser for spesifikke laster vet man at denne krever en viss effekt og vil ikke være med i effektbehovet for arealdimensjoneringen. Denne måten å beregne dimensjoneringsdata kan gi feil sammenligningsgrunnlag med dataene gitt fra Siemens. Hvilke laster som inngår i rommene de har dannet dimensjoneringsgrunnlaget fra er ikke spesifisert i rapporten [4], men jeg mener fortsatt dette er riktig fremgangsmåte for å komme til så gode dimensjoneringsdata som mulig. Hadde man inkludert de resterende kursene ville ikke beregningene gitt konkrete data til hjelp i planleggingsprosessen. Hvis man skal planlegge et bygg er det ikke belastning som belysning og kaffemaskiner det er vanskelig å fastslå, men heller belastningene som varierer for de forskjellige forbrukerne. Sammenligningen viser for øvrig at dimensjonerende effekt beregnet for disse kursene er langt høyere enn de anbefalte, så oppjustering av installert effekt ville gjort resultatene verre.

Målingene gjort i SpareBank1 gav et godt innsyn i nesten hele forbruket, dette gjorde at man fikk muligheten til å vise hvor mye last som maksimalt ble belastet i de forskjellige områdene i bygget, og man fikk sammenlignet målte verdier med dimensjonerte og anbefalt dimensjoneringsverdier for de forskjellige arealene i bygget (Tabell 15). Her ser man at prosjekteringen har vert raus og effekten dimensjonert er over hele linjen høyere enn hva Siemens anbefaler. Forbrukt effekt per kvadratmeter er forholdsvis lav i SpareBank1, noe som kan ha med sparetiltakene i bygget. Men man ser fortsatt at effekten forbrukt i gang- og møteromsonene er opp mot de andefalte verdiene gitt fra Siemens. Dette er ikke nok til å si at forbruket i SpareBank1 følger et konvensjonelt belastningsmønster forutsett av Siemens dimensjoneringstabeller, men det gir en peker mot at tabellverdiene ikke er så dumme å legge til grunn tidlig i planleggingsprosessen. Videre arbeid og måling på flere av samme type yrkesbygg kreves før man kan avgjøre noe konkret om disse tallene.

Tabell 17 tar for seg dimensjoneringsverdiene for hele installasjonen, og ikke bare for de individuelle rommene. SpareBank1 og Nordregate 8 var de eneste byggene med tilstrekkelig informasjon tilgjengelig til å utføre disse beregningene, og her fikk man også satt forbruket opp mot anbefalte og dimensjonerte verdier. Denne beregningen tar ikke for seg inndeling av kursene, og resultatene vil være mer sammenlignbare med dataene gitt fra Siemens [4]. Begge installasjonene har installert effekt høyere enn de anbefalte verdiene, og man ser at SpareBank1 har høy installert effekt i forhold til Nordregate 8. Forbruket i SpareBank1 er lavere enn i Nordregate 8, mye på grunn av varmebelastningene i Nordregate 8. Det kan også diskuteres om SpareBank1 burde bli sammenlignet med kontorinstallasjoner i forhold til bankinstallasjoner. Dette fordi fordelingen man her har sett på fungerer mer som en kontoravdeling enn en bankavdeling. Anbefalte dimensjoneringseffekt kan nedjusteres til 50 W/m^2 etter hvordan man tolker dataene gitt fra Siemens.

Resultatene i Tabell 17 viser at forbruket i begge installasjonene er lavere enn hva Siemens` foreslår for disse byggene. Nordregate 8 hadde lavere forbruk med 25 W/m$^2$, men ikke stor forskjell siden Siemens` foreslår 30 W/m^2. Dimensjoneringsdataene gitt fra Siemens tar ikke høyde for elektrisk oppvarming i installasjonene, og dette er nok hovedgrunnen til at det er så små forskjeller mellom foreslått og forbrukt effekt i Nordregate 8. Det kan diskuteres om disse lar seg sammenligne uten å skalere opp anbefaltdimensjonert effekt for den økte installerte effekten i installasjonen.

SpareBank1 hadde et mye lavere forbruk enn hva tabellene anbefaler for bankbygg og kontorbygg. Det kan diskuteres om tabellene burde endres i forhold til resultatene vist i beregningene. Nybygg blir satt opp med stort fokus på sparetiltak og energieffektiv belastning. Dette vil gjøre at nye installasjoner får et lavere effektforbruk, og flere installasjoner blir mer energieffektive som SpareBank1. Det blir selvfølgelig et tynt grunnlag å dømme verdiene gitt i tabellene på resultatene fra noen få installasjoner, men det gir en peker mot at forbruket ikke er like høyt som man dimensjonerer for, og heller ikke er så høyt som man anbefaler at de skal dimensjoneres for.

Installert effekt ble tatt opp i fordypningsprosjektet [1], og konklusjonen tok for seg problemer rundt fremtidig lastøkning i kursene. Hvis planleggeren tar høyde for eventuelle fremtidige belastnings økninger, og man beregner med vernets størrelse, vil dette være en feilkilde i beregning av samtidighetene. Dette vil kunne unngås med bedre informasjon fra planleggingsprosessen, noe som i dette prosjektet viste seg å være problematisk. Det er vanskelig å gjøre gode analyser uten å vite hvordan det ble planlagt og tenkt ved etableringen av byggene.

Måleresultatene på kursene viste seg å gi jevne resultater under beregningene utført med dataene. Dette viser at dimensjoneringsarbeidet på kursnivå er forholdsvis likt. Man ser fra Tabell 22 at stikkontaktskursene har de laveste samtidighetene og diversekursene har den høyeste. Dette gjenspeiler seg også i resultatene der man ser at disse kursene har de klart høyeste lastene i forhold til stikkontaktene.

SpareBank1 og Rosenborg Skole har de laveste samtidighetsfaktorene målt på fordelingsinntakene, Nordregate 8 ligger midt på og Munkvoll hadde den høyeste samtidigheten. SpareBank1 og Rosenborg har flere stikkontaktskurser, mens Nordregate og Munkvoll har mer kurser som går til spesifikke laster som varme og lys. Fra tidligere resultat viste kursene seg med dårligst samtidighet og det kan være naturlig at fordelinger med så stor del stikkontaktskurser også har en dårlig samtidighet på fordelingen.

Munkvolls topografisk kursinndeling og utbredt bruk av trefasekurser kan ha med den økte lasten per kurs, og da også de høye samtidighetsfaktorene på inntakene. Fordelingen i Munkvoll har vern på 50 A, og målingene på fordelingen L2 viser topplaster som overstiger vernets kapasitet. Siden det ikke ble nevnt at vernene hadde løst ut i måleperioden, og målingene viser ingen bortfall av last, er det rimelig å tro at overlasten varte så kort at den ikke utløste vernene. Målingene viser generelt over linjen høye strømmer, tett opp mot anleggets kapasitet. Dette peker mot underdimensjonering av fordelingen, men med «trege» vern virker det som installasjonen kan operere uten avbrudd.

Rosenborg Skole hadde den største fordelingen. Tabell 1 viser hvordan samtidigheten endrer seg med antall kurser, og dette kan være en av faktorene for den lave samtidigheten vist i Tabell 23. Samtidigheten i SpareBank1 er også veldig lav, men dette er en av fordelingene med færrest kurser, kursantallet har nok ikke noe med denne lave samtidigheten å gjøre. Munkvolls kursantall er også blant de laveste, og dette er en fordeling med svært høy samtidighet. Om noen av disse samtidighetsverdiene er påvirket av dette er vanskelig å si, men peker heller mot at antallet faktorer med på å avgjøre samtidigheten er stor.

Fordelingen i SpareBank1 hadde hele 9 av 28 kurser satt til reserve (Vedlegg 2), og det kan se ut som det er planlagt utvidet bruk av fordelingen. Dette kan være en av grunnene til den lave samtidigheten da fordelingen er dimensjonert for et utvidet forbruk.

Belastningene er ganske forskjellig mellom byggene. I SpareBank1 er store deler av belastningen arbeidsplassbelastninger som dokkingstasjoner, kaffemaskiner og PC skjermer, belastning som trekker forholdsvis lite effekt. Nordregate 8 har store deler av belastningen i varme, som er belastninger som trekker store effekter. Samtidighetene er veldig forskjellig mellom byggene. Installasjonene med høyeste målte samtidighet på inntaket er Munkvoll. Dette er en sykehjems installasjon uten tradisjonelt store belastninger, men måten denne fordelingen er lagt opp er noe annerledes med utbredt bruk av trefasekurser og topografiske oppdeling. Dette kan muligens forklare de store strømmene målt.

Sammenligningen av måleresultatene og Tabell 2, viste at de målte samtidighetene var langt unna de foreslåtte fra normguiden. Som nevnt er det mange faktorer som spiller inn, og det er ikke nok å vite hvem som belaster installasjonen.

Å finne informasjon om planlagt installert effekt, forventet forbruk eller FEBDOC beregningene utført i bygget viste seg å være vanskelig. Flere av aktørene kunne nevne hvordan man pleide å planlegge installasjoner, men veldig få kunne kommentere spesifikke tilstander i konkrete bygg. Mer detaljert informasjon om byggets planleggingsprosess, desto større er sannsynligheten for at beregningen blir best mulig.

7.4 Videre Arbeid

Det er mange spennende sider ved samtidighetsarbeidet man kan ta videre. Siden dette er en av de første analysene gjort på dette feltet, kan man i stor grad fortsette i de samme sporene for å skape høyere pålitelighet i resultatene. Utføre målinger på flere av yrkesbyggtypene, og sammenligne resultatene.

Utføre målinger på installasjoner man har full tilgang til dimensjoneringsdataene brukt under planlegging og oppsetting. Her vil man kunne sammenligne alle antagelsene gjort under planleggingen med hvilke belastninger man måler i installasjonen.

Flere målinger på samme installasjonene, både for inntak og flere av underfordelingene. Dette vil gjøre at man kan danne en total analyse av alle belastningene i en installasjon. Da kan man se en mer sannsynlig beregning av samtidighetene i de forskjellige kursene og fordelingene i installasjonen.

8 Konklusjon

8.1 Dimensjoneringen

Tabell 24 Dimensjoneringsdata fordeling SpareBank1 og Nordregate 8

Yrkesbygg	Dimensjonert W/ m^2	Siemens W/m^2	Forbrukt W/m^2
SpareBank1	90,86	42	10,50
Nordregate 8	65,16	30	26,73

- Dimensjoneringsgrunnlaget benyttet ved planlegging av yrkesbygg er dårlig (Tabell 24). Det blir dimensjonert for usannsynlige belastninger, og effektbehovet kjent fra eksisterende installasjoner blir ikke tatt godt nok med i planleggingen.
- Forbruket når ikke opp til de dimensjonerte effektene og installasjonene står med ubrukt effektkapasitet.
- Dimensjoneringsdata fra Nordregate 8 kompenserer ikke for elektrisk oppvarming i tallene fra Siemens, og dette er nok grunnen til at forbrukt effekt ligger så tett opp mot foreslått effekt.

8.2 Samtidighet

Tabell 25 Sammenligning samtidighet kursene

Fargekode	Beskrivelse	Samtidighet
	Varme	0,5138
	Diverse	0,6292
	Stikkontakter	0,1655
	Belysning	0,2631

- Stikkontaktskursene hadde de laveste samtidighetene og kom ut med gjennomsnittlig samtidighet på 0,1655, som er dårlig utnyttelse av den installerte effekten.
- Samtidigheten på belysningen var svært lav, noe som er overaskende siden dette burde være kjente stabile belastninger. At byggene ikke belaster kursene med mer en gjennomsnittlig samtidighet på 0,2631 er dårlig.

Tabell 26 Sammenligning samtidighet inntakene

Yrkesbygg	Samtidighet
Nordregate 8 (Kontor)	0,4559
SpareBank1 (Bank/kontor)	0,1344
Munkvoll Sykehjem	0,9413
Rosenborg Skole	0,1230

- Nordregate 8 har en stor del av belastningen i elektrisk varme, og dette er mye av grunnen til den høye samtidigheten.
- SpareBank1 er en energieffektiv installasjon, sammenlignet med andre eldre bygg. Den energieffektive installasjonen og rause dimensjoneringen har her resultert i lav samtidighet. Forventet utvidelse av belastningen i fordelingen kan være noe av grunnen til den rause dimensjoneringen.

- Munkvoll Sykehjem er en spesiell installasjon. Den har stor bruk av trefase kurser, og benytter topografisk kursinndeling. Lavt kursantall og inndelingen av fordelingssystemet er med på å drive samtidigheten opp.
- Rosenborg Skole har den største kursfordelingen sett på i denne oppgaven. Dette sammen med utbredt bruk av stikkontaktskurser er med på å øke samtidigheten.

Fastsetting av samtidighetsfaktorene i elektriske systemer er komplisert, og det er mange faktorer som spiller inn. Det viktigste man gjør i planleggingen av elektriske installasjoner er å fastsette korrekt installert effekt.

9 Kilder

[1] T. A. Johansen, «Dimensjonering av elektriske bygningsinstallasjoner,» NTNU, Trondheim, 2012.

[2] J. E. Ormbostad, Montørhåndboka, nelfo, 2002.

[3] J. E. Ormbostad, Normguiden NEK 400:2002, Oslo: nelfo, 2003.

[4] Siemens, «Totally Integrated Power, Basic Data and Preliminary Planning 2. edt,» 2009.

[5] Enova, «Manual for Enøk normtall,» Enova SF, Trondheim, 2004.

[6] A. Karlsen, Interviewee, [Intervju]. 23 5 2013.

[7] E. H. Hansen, *Elektroinstallasjoner*, Trondheim, Classica forlag AS, 2003.

[8] Steven, «myelecrical.com,» 2012. [Internett]. Available: http://myelectrical.com/notes/entryid/160/maximum-demand-estimation. [Funnet 27 09 2012].

[9] K. Sand, «Powerpoint Forelesning, ELK10,» SINTEF Energi, Trondheim, 2012.

[10] C. F. o. C. A. Susanne Lynum, «Energimerking og forbedring av energimerket med fokus på lønnsomhet,» Høgskolen i Oslo, Oslo, 2011.

[11] Realinvest. [Internett]. Available: http://www.realinvest.no/nordregate8.php.

[12] «Evotek,» [Internett]. Available: http://evotek.no/2011/03/sparebank-1-med-nytt-energieffektivt-hovedkontor/.

[13] T. kommune. [Internett]. Available: http://www.trondheim.kommune.no/munkvoll-hvsenter/.

[14] Skandiacup. [Internett]. Available: http://skandiacup.no/overnatting/.

[15] «www.elma-instruments.no,» [Internett]. Available: http://www.elma-instruments.no/_nb-NO/v:2278?visma5.prodno=5706445292479.

[16] S. Olsen, «NDLA,» [Internett]. Available: http://ndla.no/nb/node/9151.

[17] T. Wildi, Electrical Machines, Drives, and Power Systems, New Jersey: Pearson Education, Inc, 2006.

[18] «www.busytrade.com,» [Internett]. Available: http://www.busytrade.com/buying-leads/935958/Buy-Agilent-hp-34970a-And-34908a.html.

[19] «archiwum,» [Internett]. Available: http://archiwum.elektroinstalator.com.pl/artyk/2006_01/34.htm. [Funnet 9 12 2012].

[20] «www.pcmag.com,» [Internett]. Available: http://www.pcmag.com/slideshow_viewer/0,3253,l=277923&a=277923&po=1,00.asp.

[21] E. Åsmo, «Laststruktur i yrkesbygg,» Elektrisk Energiteknikk, NTNU, Trondheim, 2003.

10 Vedlegg

Vedlegg 1: Kursfortegnelse Nordregate 8, 5/6 etg

Kurs	Kursfortegnelse		Vern		Ledning		
			karaktere	[A]	[mm2]	Fort	R.kl.nr
1	Stikk + varme	6 etg	C	16/003	2x2,5	C	1-2
2	Varme mot bakgård	6 etg	C	16/003	2x2,5	C	3-4
3	Stikk kanal mot bakgård	6 etg	C	16/003	2x2,5	C	5-6
4	stikk kanal mot nordre	6 etg	C	16/003	2x2,5	C	7-8
5	varme mot notrdre	6 etg	C	16/003	2x2,5	C	9-10
6	Lys 6 etg	S1	C	16/003	3x2,5	C	11-13
7	Varme kortvegg	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	66-67
8	Stikk kanal kortvegg	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	68-69
9	Stikk kanal mot Nordre	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	20-21
10	Stikk kanal mot Nordre	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	22-23
11	Stikk kanal v/balkong	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	24-25
12	Stikk grenstaver	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	26-27
13	Varme v/skråtak	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	28-29
14	Stikk kanal v/skråtak	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	30-31
15	Stikk grenstaver	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	32-33
16	Stikk grenstaver	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	34-35
17	Stikk kanal v/skråtak	5 etg	C	16/003	2x2,5	C	36-37
18	Stikk kjøkken		C	16/003	2x2,5	C	38-39
19	Oppvarkmaskin+kjøleskap		C	16/003	2x2,5	C	40-41
20	Benkarmatur + kokeplate		C	16/003	2x2,5	C	42-43
21	Lys + varme wc + Stikk gang		C	16/003	2x2,5	C	44-45
22	Stikk serverrom		C	16/003	2x2,5	C	46-47
23	Dataskap		C	16/003	2x2,5	C	48-49
24	Lys gang + boder , stikk fordeling	S2	C	16/003	2x2,5	C	50-52
25	Lys kjøkken + skråtak		C	16/003	2x2,5	C	
	Kabel til bryter						56-58
	Kabel til armatur						53-33
26	Lys mot Nordre		C	16/003	2x2,5	C	59-60
27	Lys gang areal + v/balkong	S3	C	16/003	2x2,5	C	61-63
28	Stikk for varme v/ford AH		C	16/003	2x2,5	C	64-65
29	Varmovn mot Nordre		C	16/003	3x2,5	C	14-16
30	Varmovn mot Nordre + v/balkong		C	16/003	3x2,5	C	17-19
50	Varmekabler takrenne mot nordre gate		C	16/003	3x2,5	C	105-107
	Varmekabler takrenne rundt terasse 4 etg		C	16/003	2x2,5	C	108-109

Vedlegg 2: Kursfortegnelse SpareBank1 Blokk C 2.etg

Kurs	Kursfortegnelse	Vern		Ledning		
		karaktere	[A]	[mm2]	Lengde[M]	R.kl.nr
XQ100	Effektbryter 160A Normalkraft		160	4x150	80	
XQ101	Reserve	C	10		30	101
XQ110	Lys-kontorareal nord	C	16	3G2,5	30	110
XQ111	Lys-kontorareal sør	C	16	3G2,5	30	111
XQ112	Lys-Midtkjerne	C	16	3G2,5	30	112
XQ113	Lys-Møteron. Kopirom og sosial sone	C	16	3G2,5	30	113
XQ114	Reserve	C	16			114
XQ115	Reserve	C	16			115
XQ116	Reserve	C	16			116
XQ201	Stikk - oppvaskmaskin 1	C	16	3G2,5	30	201
XQ202	Stikk - oppvaskmaskin 2	C	16	3G2,5	30	202
XQ203	Stikk minikjøkken	C	16	3G2,5	30	203
XQ204	Stikk - Kaffeautomat	C	16	3G2,5	30	204
XQ205	Stikk - Kopi 1	C	16	3G2,5	30	205
XQ206	Stikk - Kopi 2	C	16	3G2,5	30	206
XQ207	Stikk - Møterom	C	16	3G2,5	30	207
XQ208	Reserve	C	16	3G2,5		208
XQ209	Stikk - Kontorareal Sone 2	C	16	3G2,5	30	209
XQ210	Reserve	C	16	3G2,5		210
XQ211	Stikk - Kontorareal Sone 4	C	16	3G2,5	30	211
XQ212	Reserve	C	16	3G2,5		212
XQ213	Stikk - Kontorareal Sone 6	C	16	3G2,5	30	213
XQ214	Stikk Midtkjerne	C	16	3G2,5	30	214
XQ215	Reserve	C	16	3G2,5		215
XQ216	Stikk Kaffeautomat	C	16	3G2,5	30	216
XQ217	Stikk - Sosial sone	C	16	3G2,5	30	217
XQ218	Stikk - Kontorareal Sone 6	C	16	3G2,5	30	218
XQ219	Svakstrømsnisje	C	16	3G2,5	5	219
XQ220	Reserve	C	16	3G2,5		220
XQ221	3fas stikk - Vaskeheis B/C og C/D	C	16	5G2,5	30	221
XF010	Målesikring	C	10			
RE001	Energimåler	C				
S110.1	Overstyring K110.1	C				
K110.1	Rele kurs 110	C				
K110.2	Rele kurs 110	C				

Vedlegg 3: Kursfortegnelse Munkvoll HSV

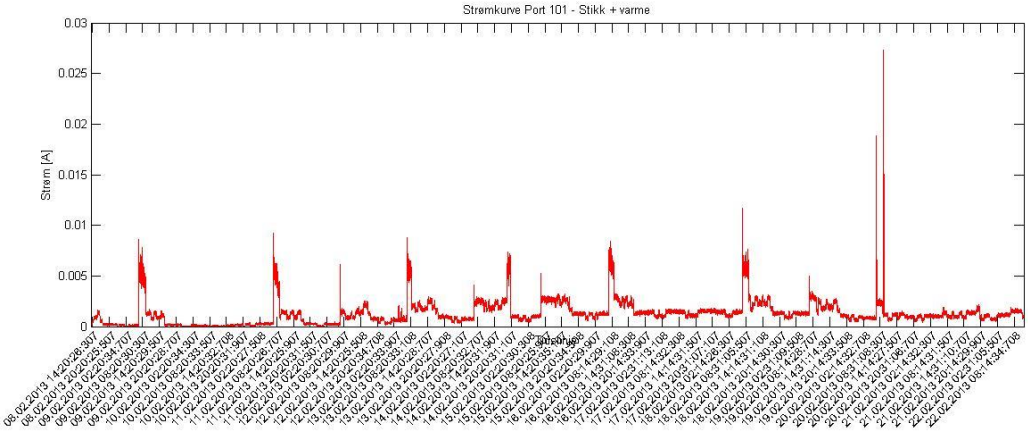
Rekkeklemme	Kurs nr.	Kursfortegnelse	Vern	Ledning
			[A]	[mm2]
	1	Styrestrøm	16	2x2,5
5-6	2	Lys korridor	16	2x2,5
9-10	3	Lyr korridor	16	2x2,5
13-14	4	Lys WC vask kontor	10	2x2,5
15-16	5	Lys lintøy kjøkken bk	10	2x2,5
17-17	6	Lys og stikk rek. Lintøy	10	2x2,5
19-22	7	Lys og stikk sengerom, bad	16	4x2,5
23-26	8	Lys og stikk sengerom, bad	16	4x2,5
27-30	9	Lys og stikk sengerom, bad	16	4x2,5
21-34	10	Lys og stikk sengerom	16	4x2,5
35-38	11	Lys og stikk stue, spises	16	4x2,5
39-42	12	Koppvaskemaskin	32	4x6
43-46	13	Tørketrommel	32	4x6
47-50	14	Kombidamper	16	4x2,5
51-54	15	Dekontermintor	16	2x2,5
55-56	16	komfyr	20	2x4
57-58	17	stikk kjøkken	16	2x2,5
59-60	18	oppvask micro	16	2x2,5
61-62	19	res		
63-64	20	Stikk korridor	16	2x2,5
65-66	21	Stikk, vask, skylle, kont, aut dører	16	2x2,5
67-68	22	Stikk medisinrom	16	2x2,5
69-70	23	Terassevarmer utelys	16	2x2,5
71-72	24	Res	16	
73-74	25	Kjølemaskin	10	2x2,5
75-76	26	Res	10	
	27	Arbeidsstikk/oppvask kjøkken	16	4x1,5
	S01	Hovedbryter	63	4x25

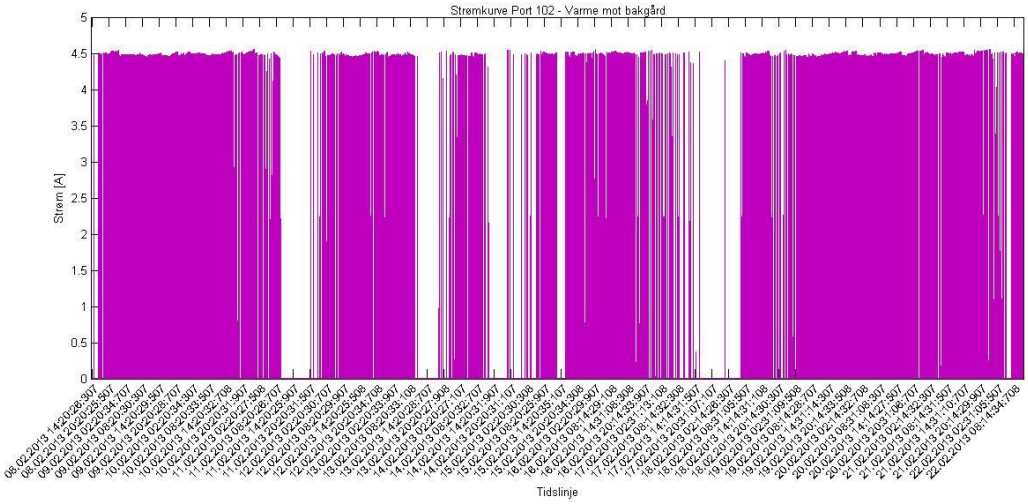
Vedlegg 4: Kursfortegnelse Rosenborg Skole

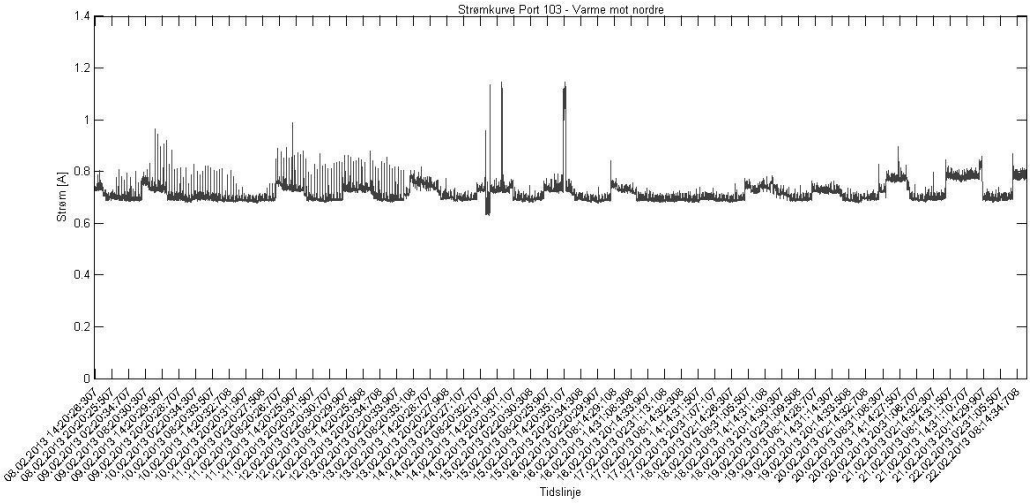
Kurs nr	Kursbeskrivelse	Sikr [A]
XQ-1	Lys elevgarderobe 106, HC park og WC 131 og 132	B10-2
XQ-2	Lys elevgarderobe 107 og smårom 133-136	B16-2
XQ-3	Lys fellesareal elever	B10-2
XQ-4	Lys elevareal 118	B10-2
XQ-5	Lys elevareal 118 og grupperom 143 og 144	B10-2
XQ-6	Lys fellesareal elever	B10-2
XQ-7	Lys formingsrom/amfi og utelys ved elevinnganger	B10-2
XQ-8	Lys elevareal 173	B10-2
XQ-9	Lys elevareal 173 og grupperom	B10-2
XQ-10	Lys elevareal 173	B10-2
XQ-11	Lys elevareal 172	B10-2
XQ-12	Lys formingsrom 117, grupperom 164 og lager 254	B10-2
XQ-13	Styrestrøm	B10-2
XQ-30	Stikk i tak og på vegg bibliotek	C16-2
XQ-31	Stikk i kanal og i tak på bibliotek	C16-2
XQ-32	Stikk i kanal på formidlingsrom 117	C16-2
XQ-33	Stikk i vertikal kanal og på vegg formidlingsrom	C16-2
XQ-34	Stikk elevgarderober og HcWc	C16-2
XQ-35	Stikk elevgarderobe 118	C16-2
XQ-36	Stikk elevgarderobe 118	C16-2
XQ-37	Stikk elevgarderobe 118	C16-2
XQ-38	Stikk elevgarderobe 118	C16-2
XQ-39	Stikk elevgarderobe 118	C16-2
XQ-40	Stikk i grupperom 144 og 174	C16-2
XQ-41	Stikk i grupperom 143	C16-2
XQ-42	ledig	C16-2
XQ-43	Stikk fellesareal elever	C16-2
XQ-44	Stikk fellesareal elever	C16-2
XQ-45	Stikk grupperom 175 og 176	C16-2
XQ-46	Stikk i kanal og i fak formidlingsrom/amfi	C16-2
XQ-47	Stikk amfirepos	C16-2
XQ-48	Stikk amfirepos	C16-2
XQ-49	Stikk i elevareal 173	C16-2
XQ-50	Stikk i elevareal 173	C16-2
XQ-51	Stikk i elevareal 173	C16-2
XQ-52	Stikk i elevareal 173	C16-2
XQ-53	Stikk i elevareal 173	C16-2
XQ-54	Stikk i elevareal 172	C16-2
XQ-55	Stikk i elevareal 172	C16-2
XQ-56	Stikk i elevareal 172	C16-2

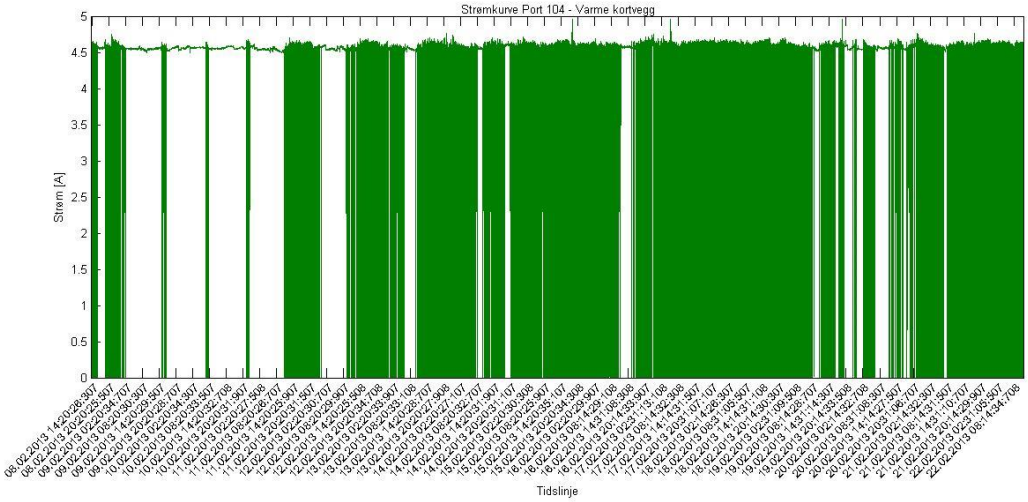
XQ-57	Stikk i elevareal 172	C16-2
XQ-58	Stikk i elevareal 172	C16-2
XQ-59	Stikk i elevareal 172	C16-2
XQ-60	Stikk lærerkontor 183	C16-2
XQ-61	Stikk lærerkontor 183	C16-2
XQ-62	Stikk lærerkontor 182	C16-2
XQ-63	Stikk lærerkontor 182	C16-2
XQ-64	Stikk lærerkontor 284	C16-2
XQ-65	Stikk lærerkontor 284	C16-2
XQ-66	Stikk grupperom 164	C16-2
XQ-67	Stikk lager kopi	C16-2
XQ-68	Stikk møte/sambruk	C16-2
XQ-69	Stikk gang ved lærer felles og HcWc	C16-2
XQ-70	Stikk for Pc rack lager 154	C16-2
XQ-71	Stikk for Pc rack lager 154	C16-2
XQ-72	Dørautomatikk 1.etg del B	C16-2
XQ-73	vvs automatikk 1 etg	C16-2
XQ-74	Varmekabel i stor trapp ved elevinngang	B16-2
XQ-75	Varmekabel i repos utenfor elevgarderober, bakkeplan	C25-2
XQ-76	Varmekabel i sluk og liten trapp ved elevgarderober	B16-2
XQ-77	Stikk lerret i formidling/amfi	C16-2
XQ-78	Av-rack formidling/amfi	C16-2
XQ-100	Lys og stikk i tavle, stikk utvendig	C16-2
XQ-101	reserve	C16-2
XQ-102	reserve	C16-2

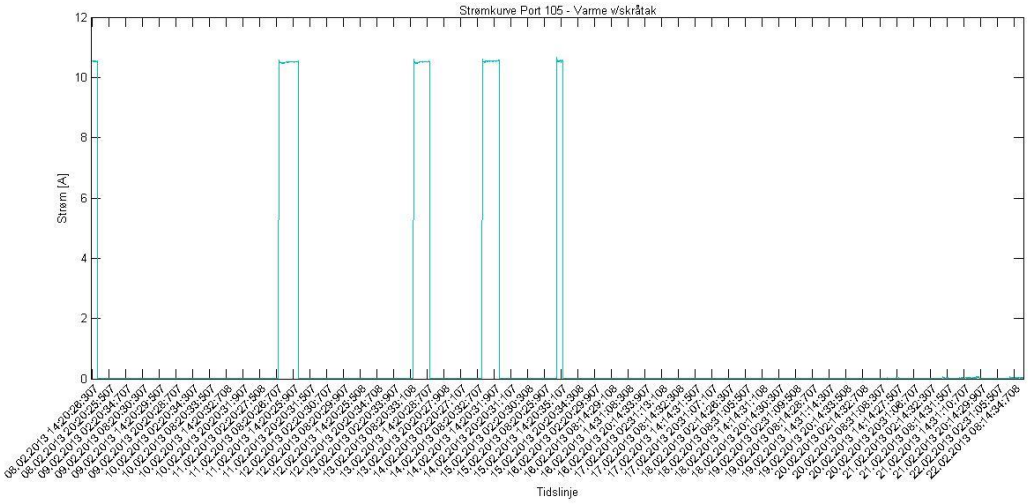
Vedlegg 5: Strømkurver Nordregate 8

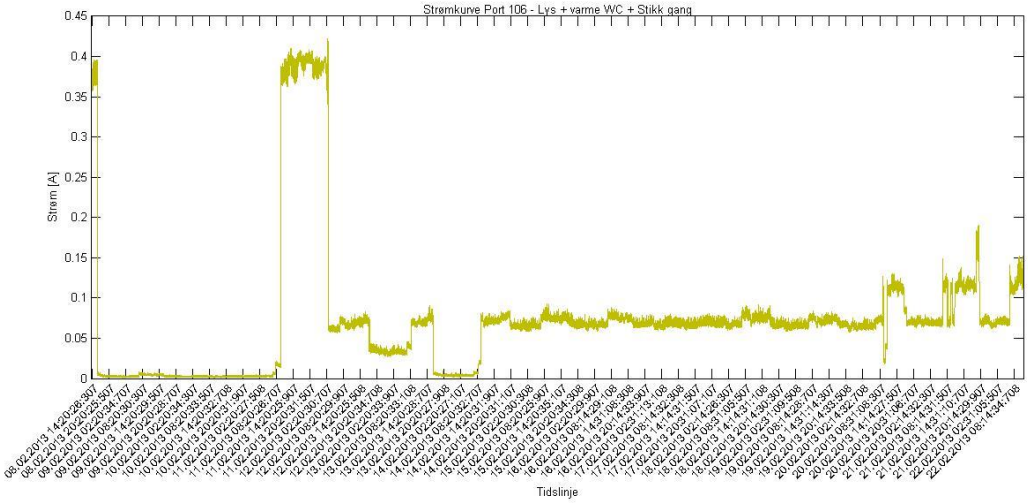


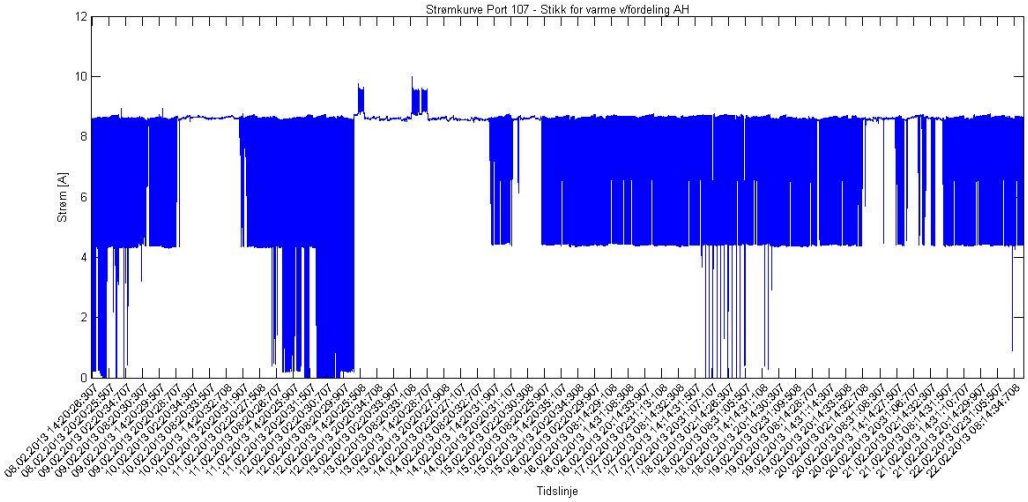


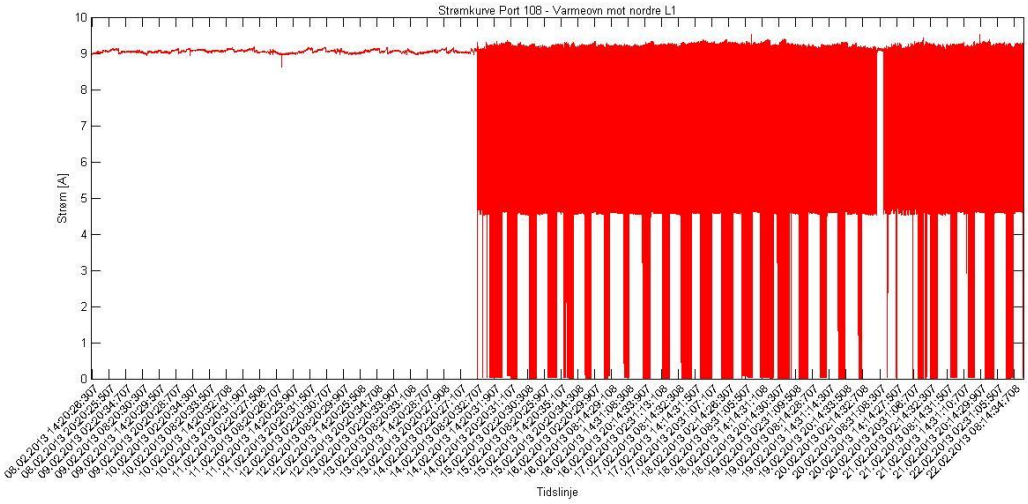


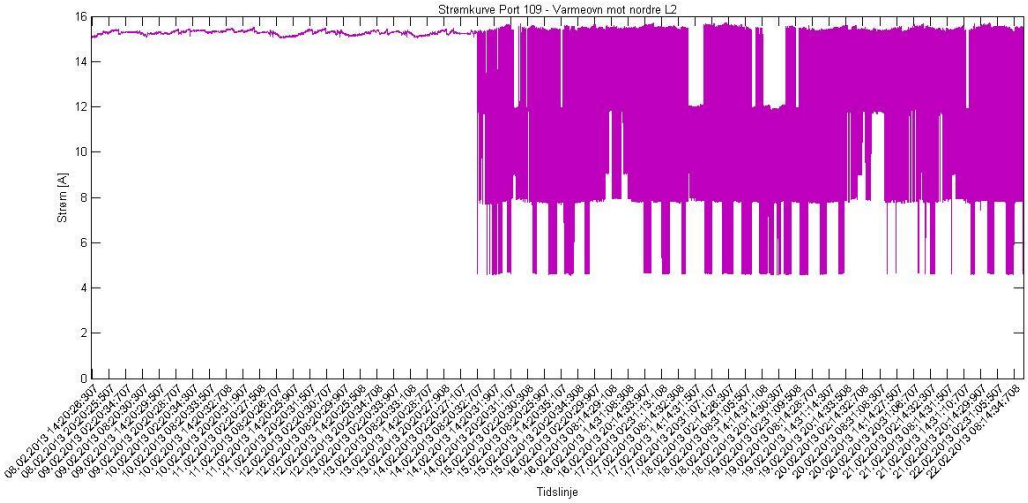

Strømkurve Port 104 - Varme kortvegg
Strøm [A]
Tidslinje

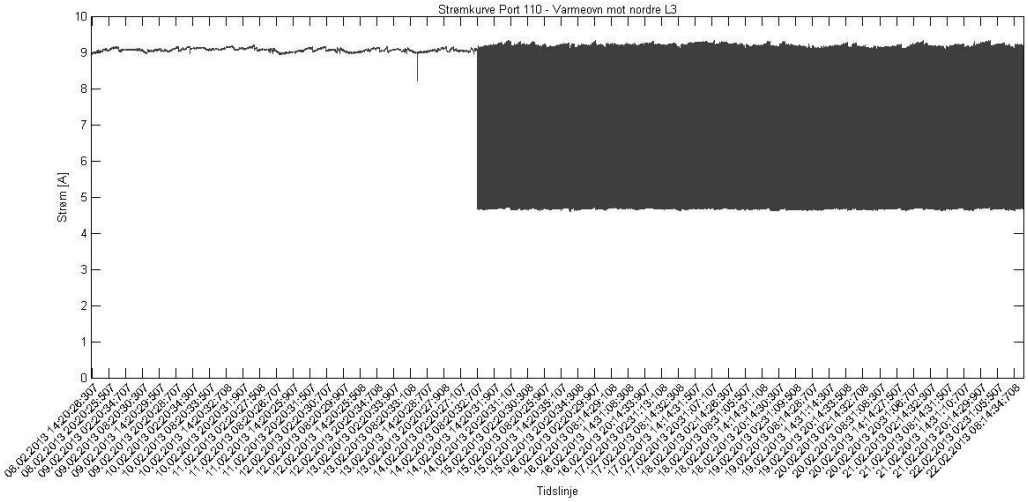

Strømkurve Port 105 - Varme v/skråtak
Strøm [A]
Tidslinje

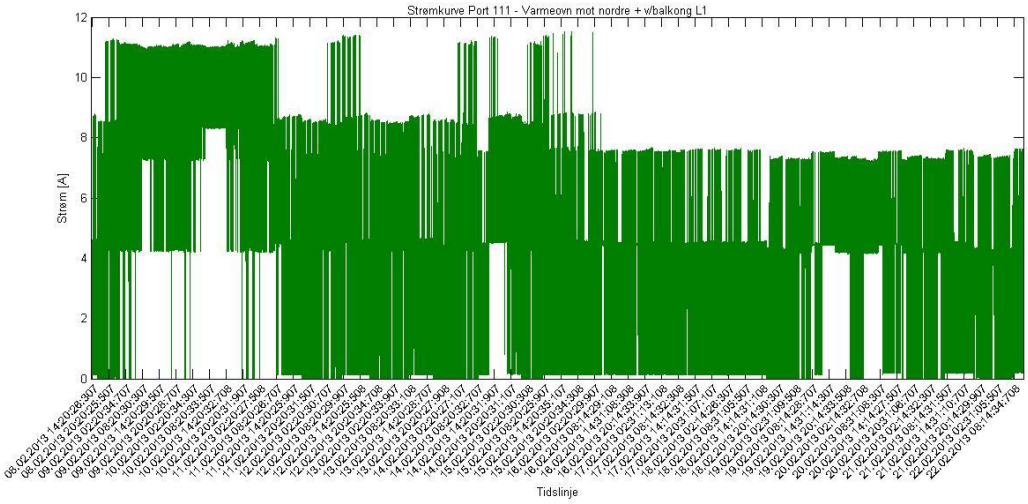

Strømkurve Port 106 - Lys + varme WC + Stikk gang
Strøm [A]
Tidslinje

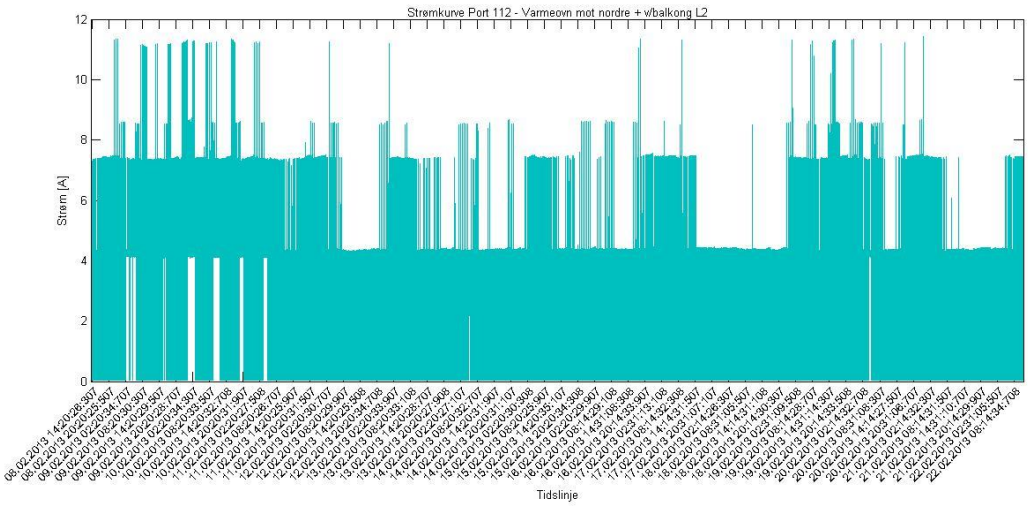

Strømkurve Port 107 - Stikk for varme vfordeling AH
Strøm [A]
Tidslinje

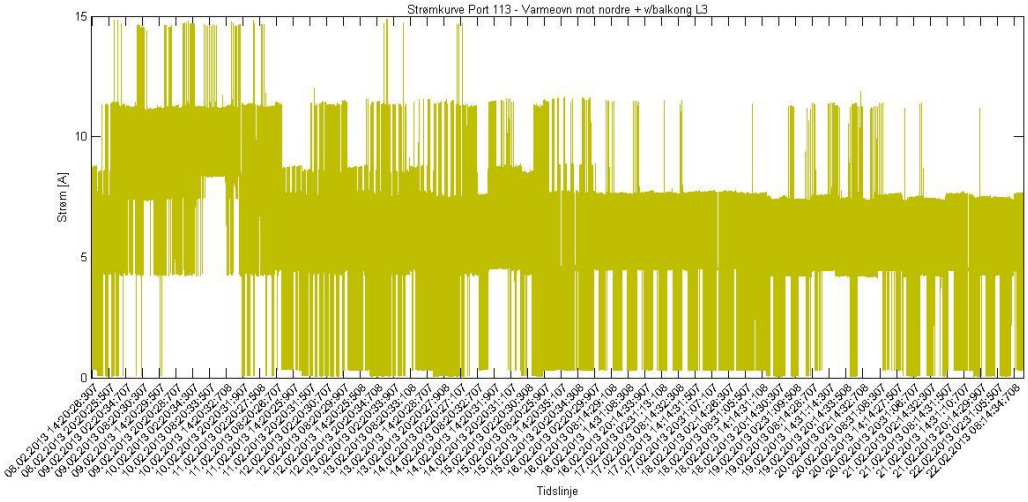

Strømkurve Port 108 - Varmeovn mot nordre L1
Strøm [A]
Tidslinje

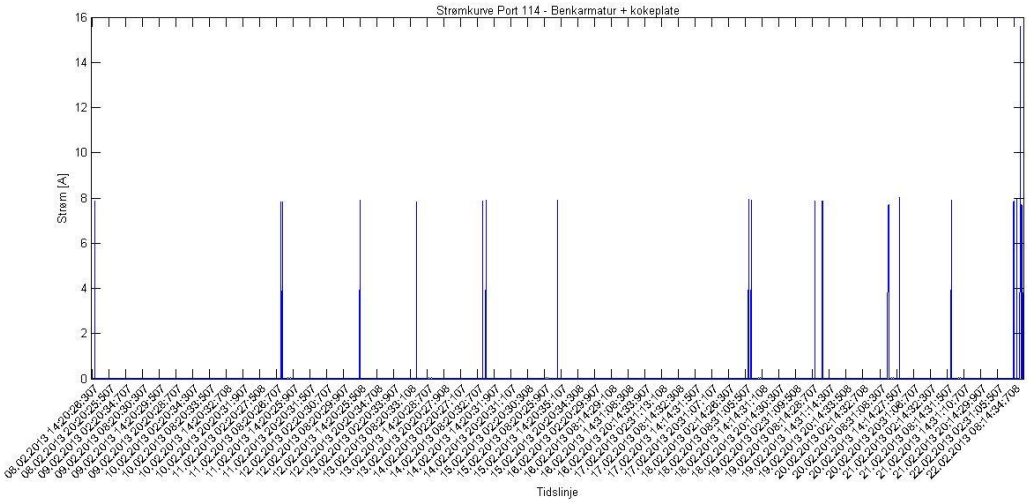

Strømkurve Port 109 - Varmeovn mot nordre L2
Strøm [A]
Tidslinje

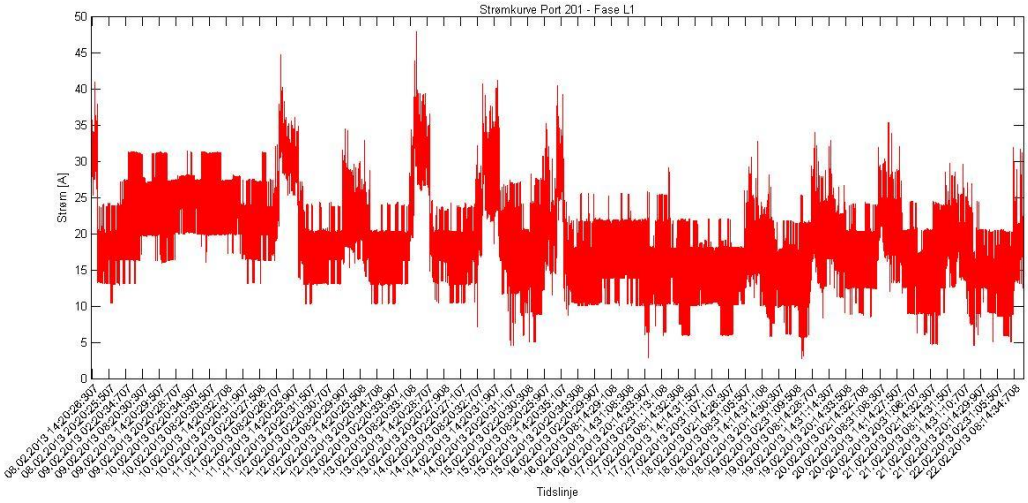

Strømkurve Port 110 - Varmeovn mot nordre L3
Strøm [A]
Tidslinje

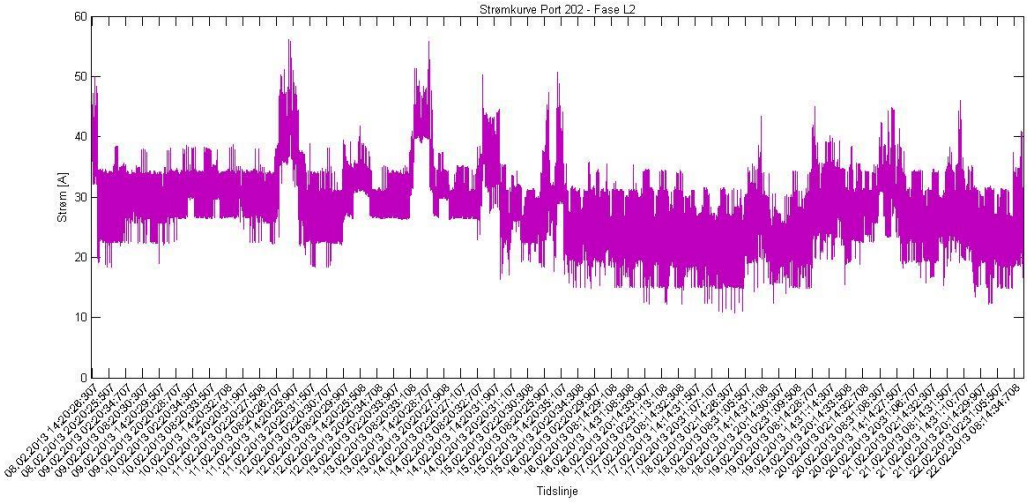

Strømkurve Port 111 - Varmeovn mot nordre + v/balkong L1
Strøm [A]
Tidslinje

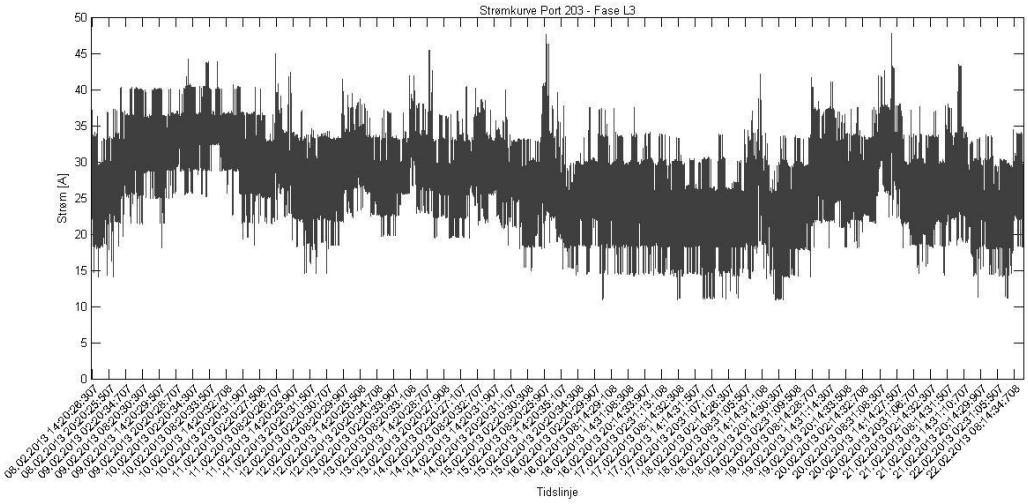

Strømkurve Port 112 - Varmeovn mot nordre + v/balkong L2
Strøm [A]
Tidslinje

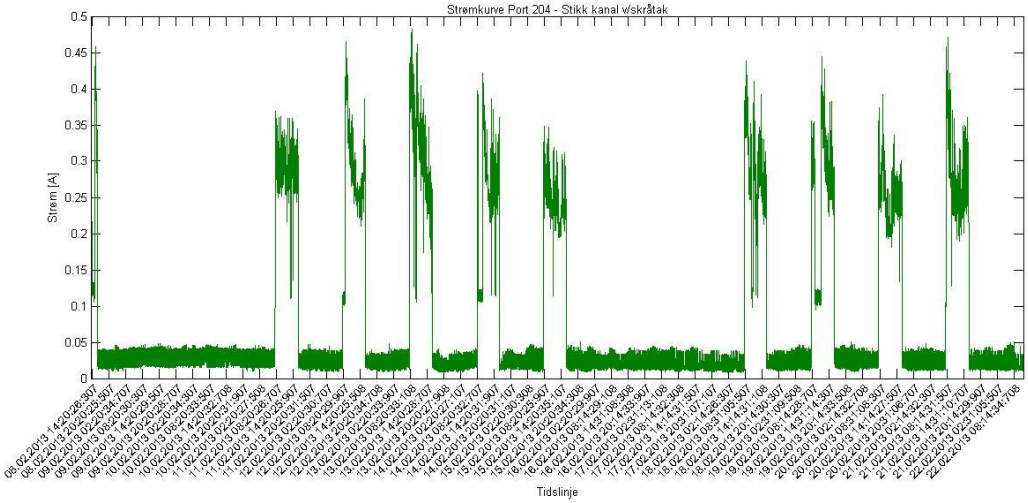

Strømkurve Port 113 - Varmeovn mot nordre + v/balkong L3
Strøm [A]
Tidslinje

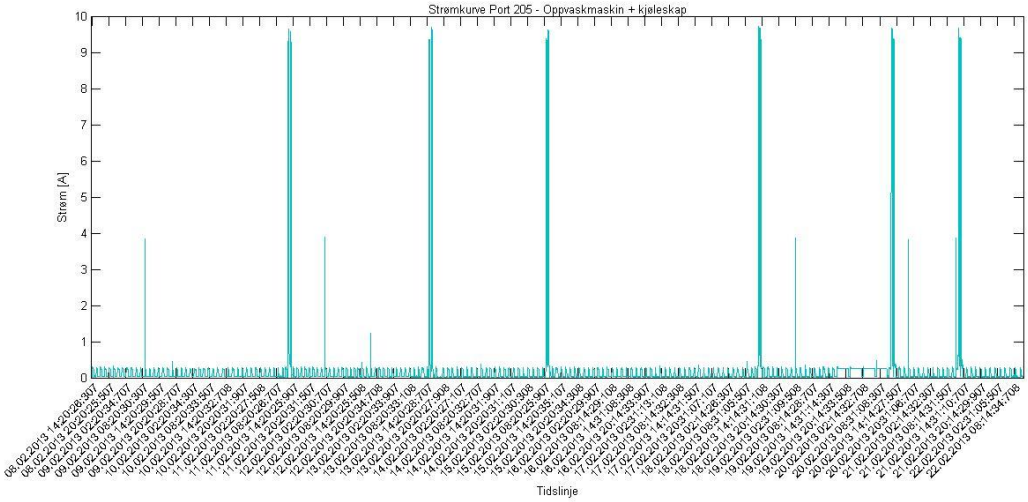

Strømkurve Port 114 - Benkarmatur + kokeplate
Strøm [A]
Tidslinje

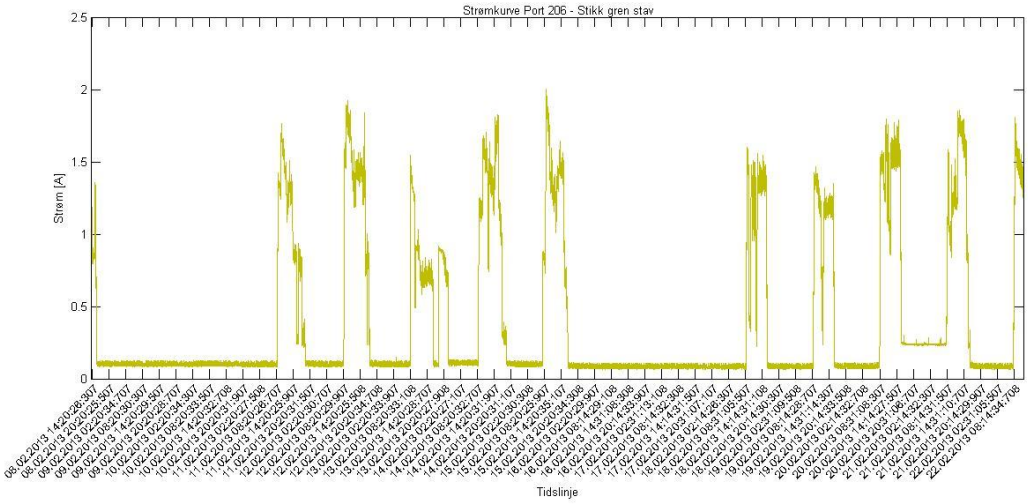

Strømkurve Port 201 - Fase L1
Strøm [A]
Tidslinje

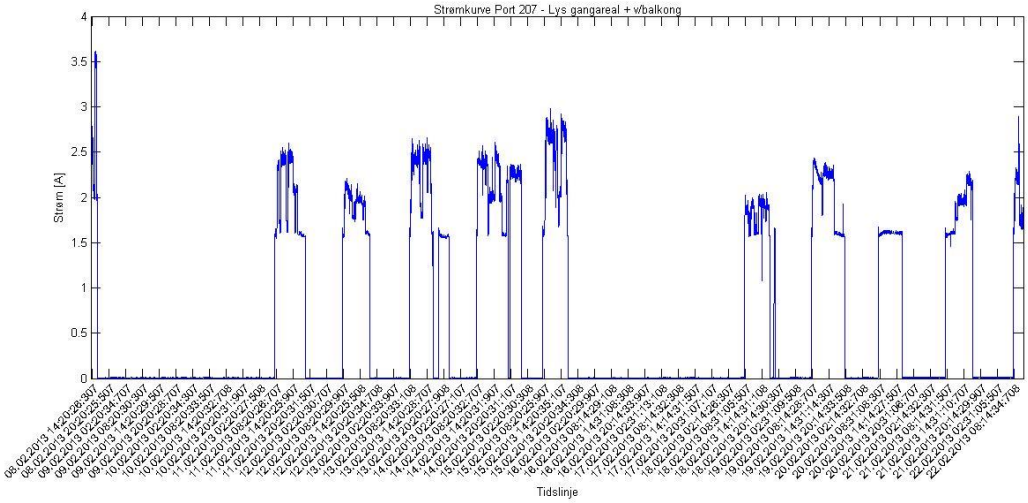

Strømkurve Port 202 - Fase L2
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 203 - Fase L3
Strøm [A]
Tidslinje

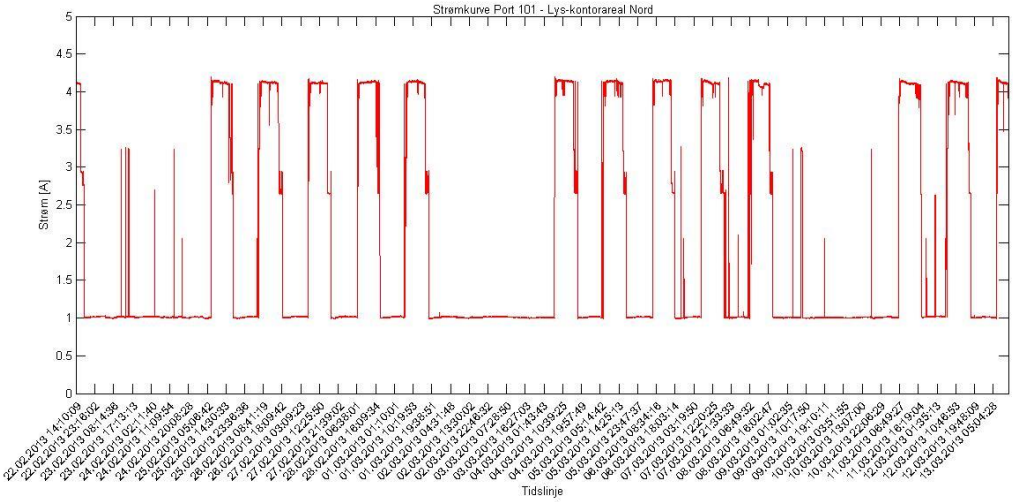

Strømkurve Port 204 - Stikk kanal v/skråtak
Strøm [A]
Tidslinje

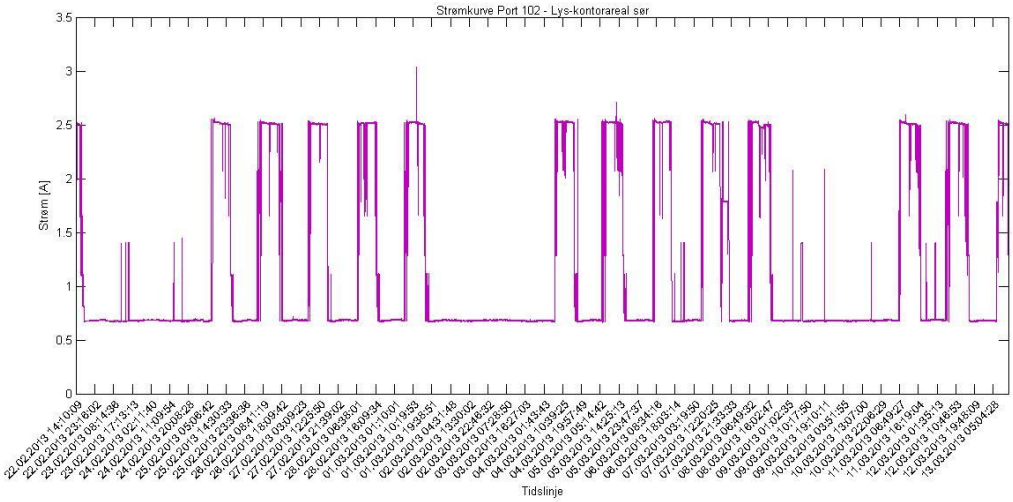

Strømkurve Port 205 - Oppvaskmaskin + kjøleskap
Strøm [A]
Tidslinje

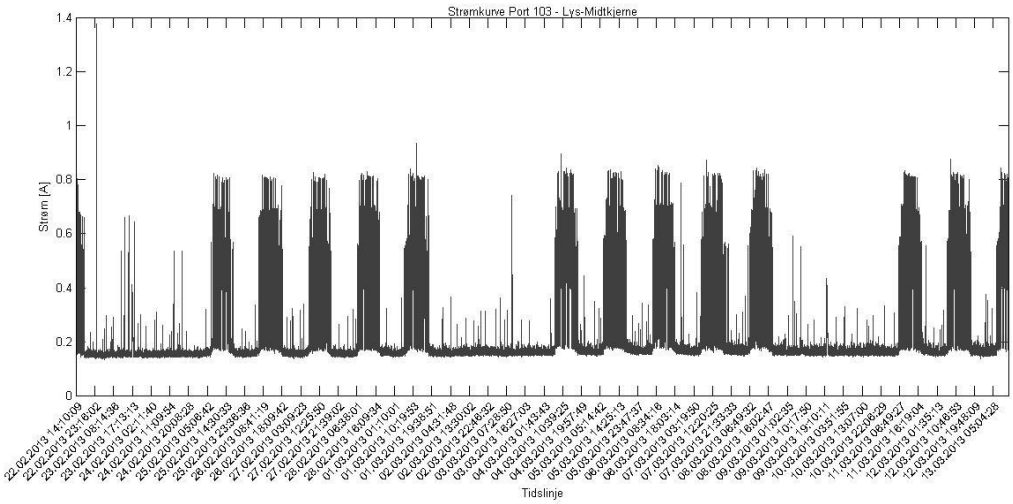

Strømkurve Port 206 - Stikk gren stav
Strøm [A]
Tidslinje

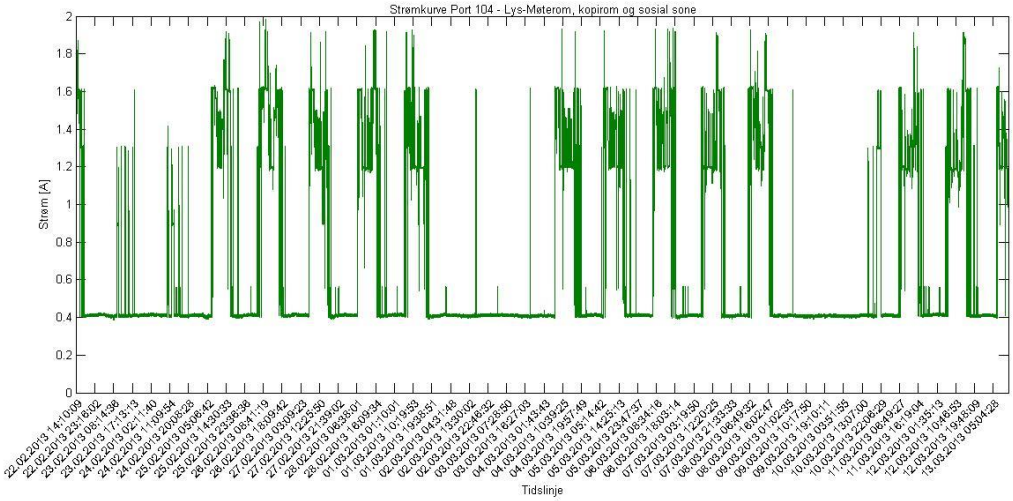

Strømkurve Port 207 - Lys gangareal + v/balkong
Strøm [A]
Tidslinje

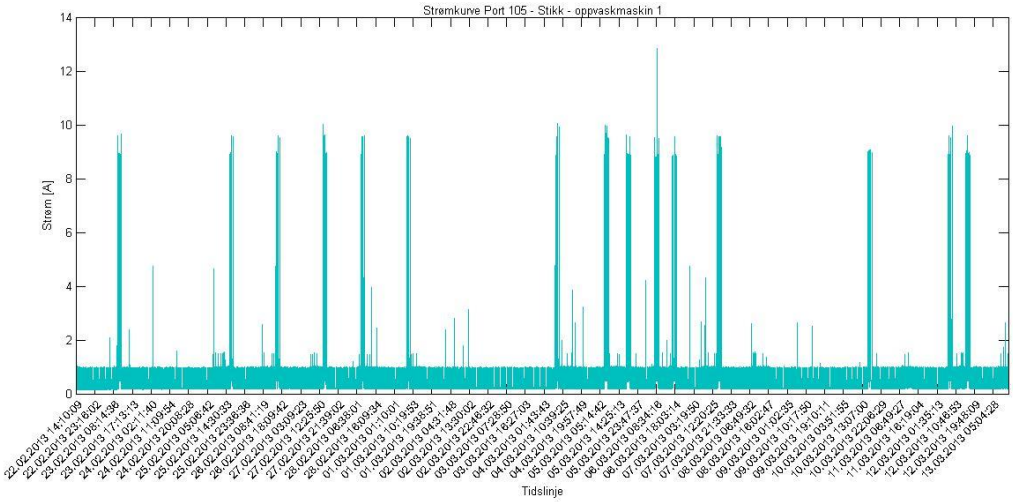
Vedlegg 6: Strømkurver SpareBank1

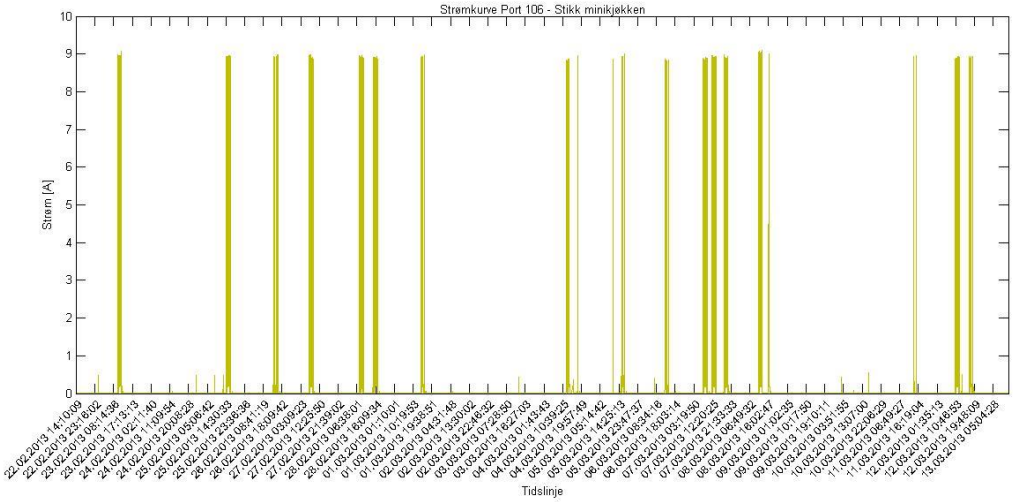


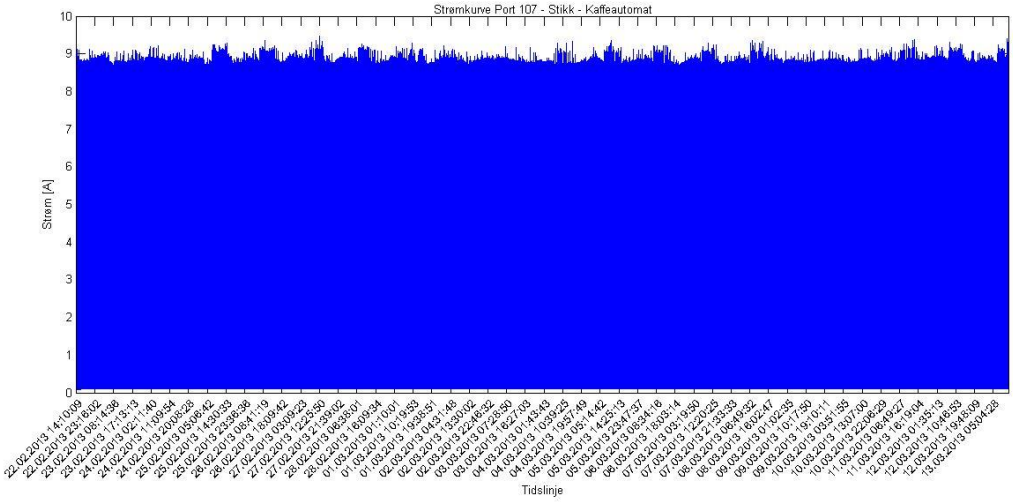


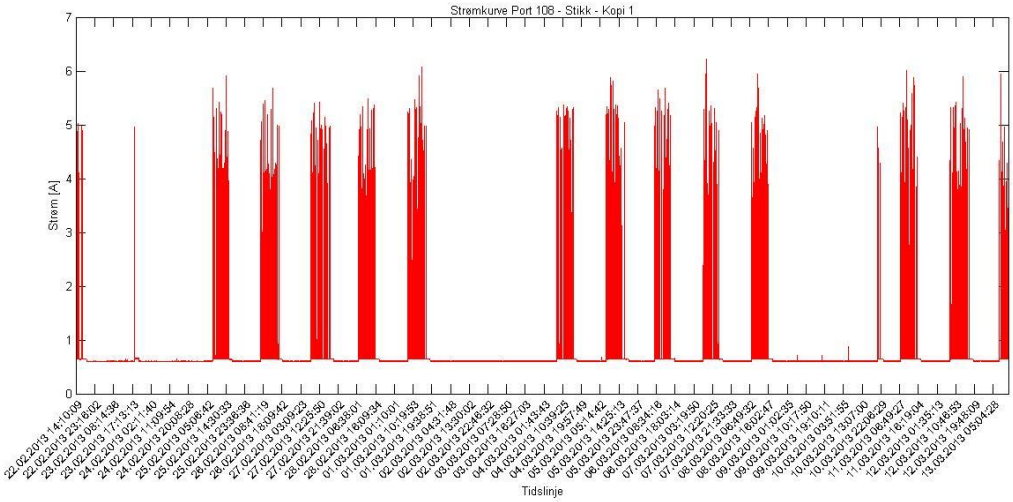


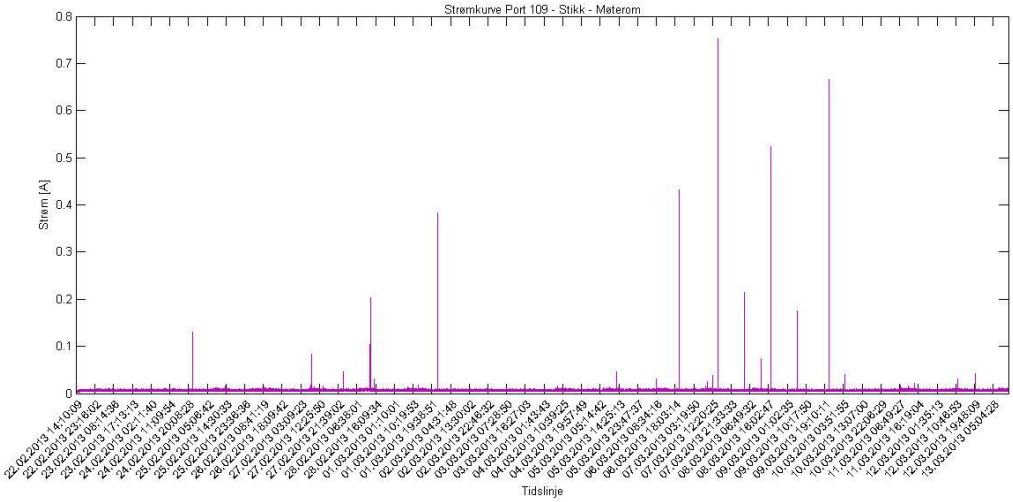

Strømkurve Port 104 - Lys-Møterom, kopirom og sosial sone
Strøm [A]
Tidslinje

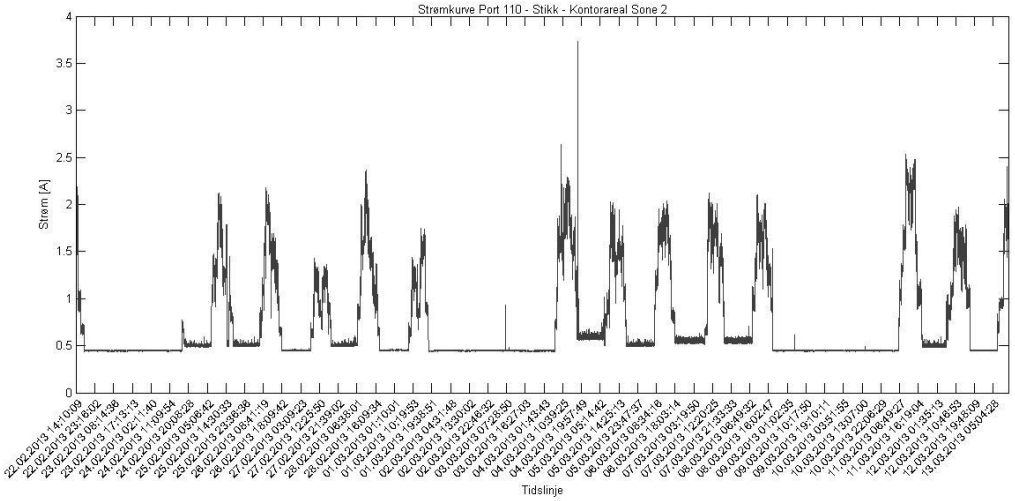

Strømkurve Port 105 - Stikk - oppvaskmaskin 1
Strøm [A]
Tidslinje

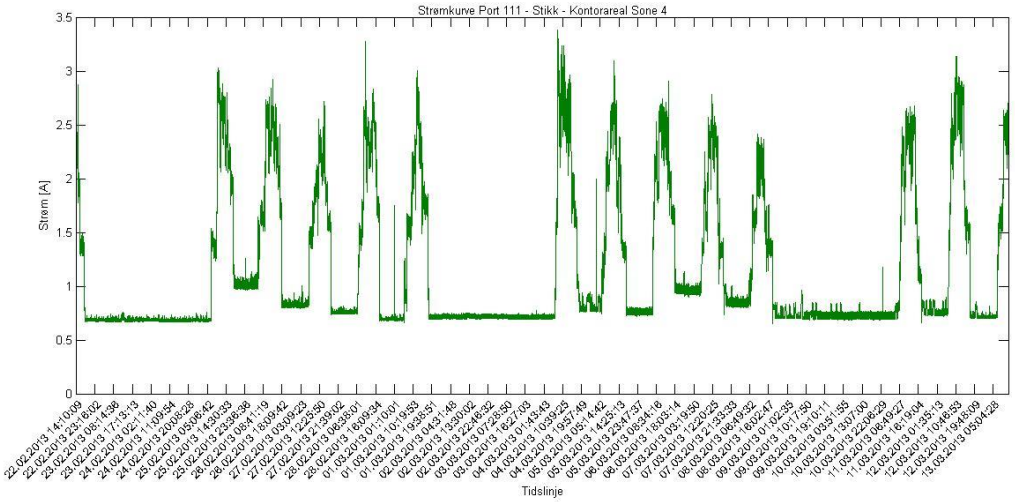

Strømkurve Port 106 - Stikk minikjøkken
Strøm [A]
Tidslinje

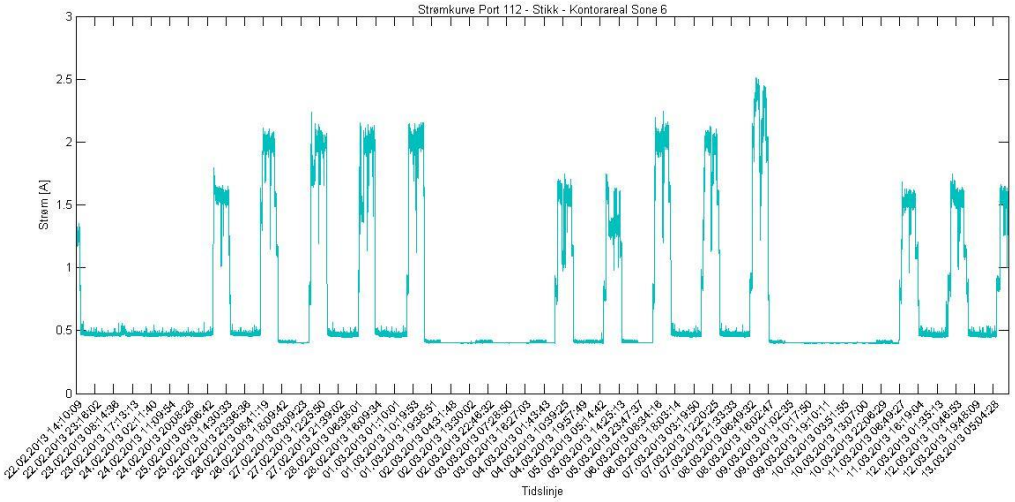

Strømkurve Port 107 - Stikk - Kaffeautomat
Strøm [A]
Tidslinje

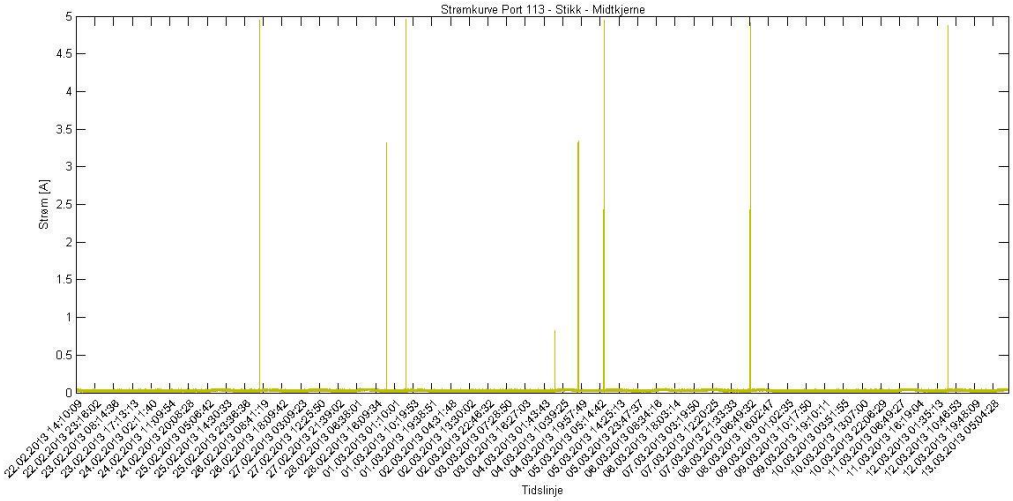

Strømkurve Port 108 - Stikk - Kopi 1
Strøm [A]
Tidslinje

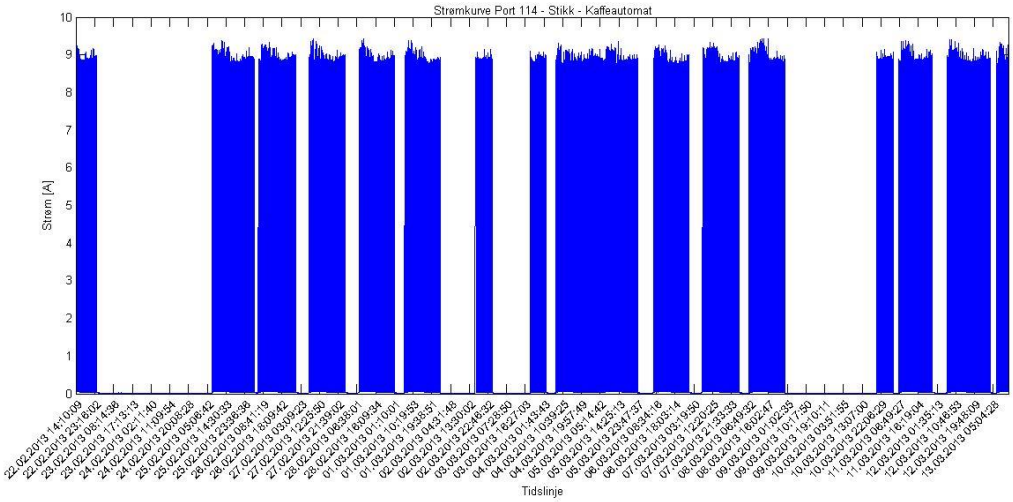

Strømkurve Port 109 - Stikk - Møterom
Strøm [A]
Tidslinje

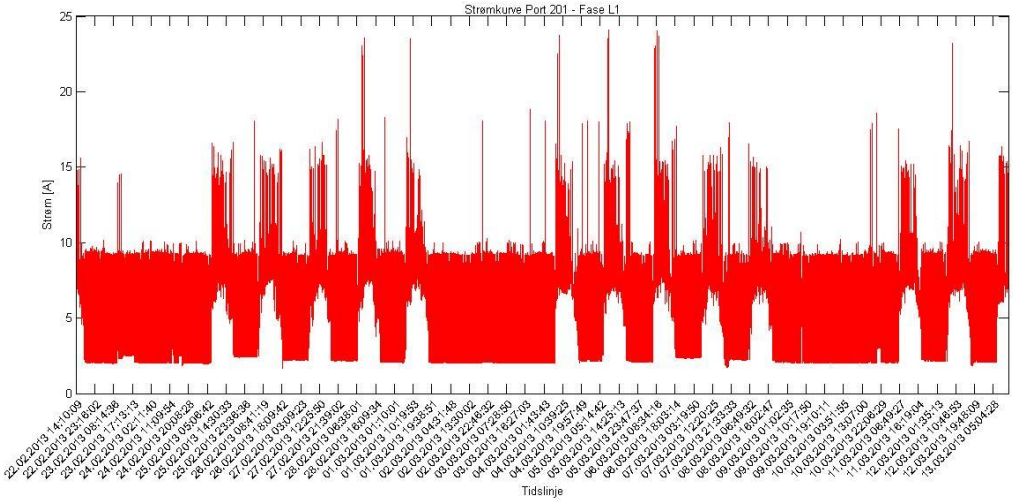

Strømkurve Port 110 - Stikk - Kontorareal Sone 2
Strøm [A]
Tidslinje

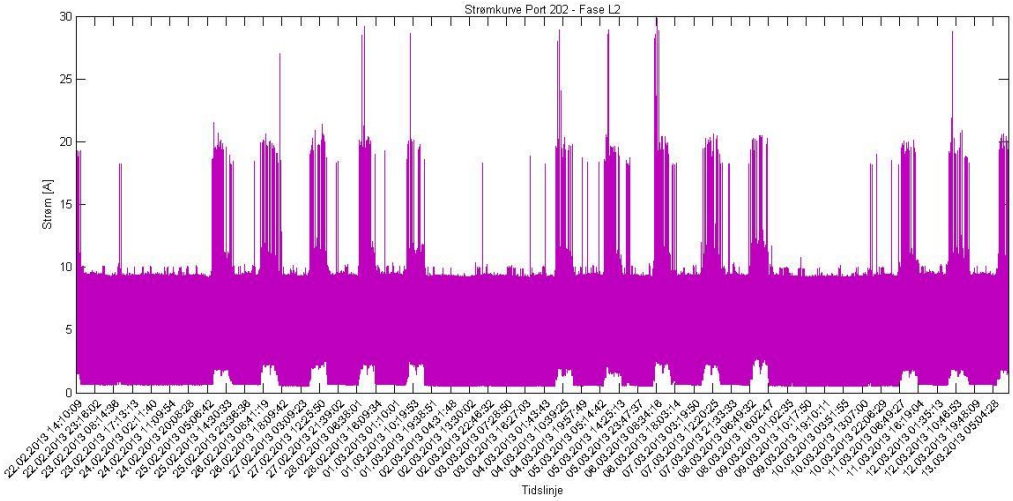

Strømkurve Port 111 - Stikk - Kontorareal Sone 4
Strøm [A]
Tidslinje

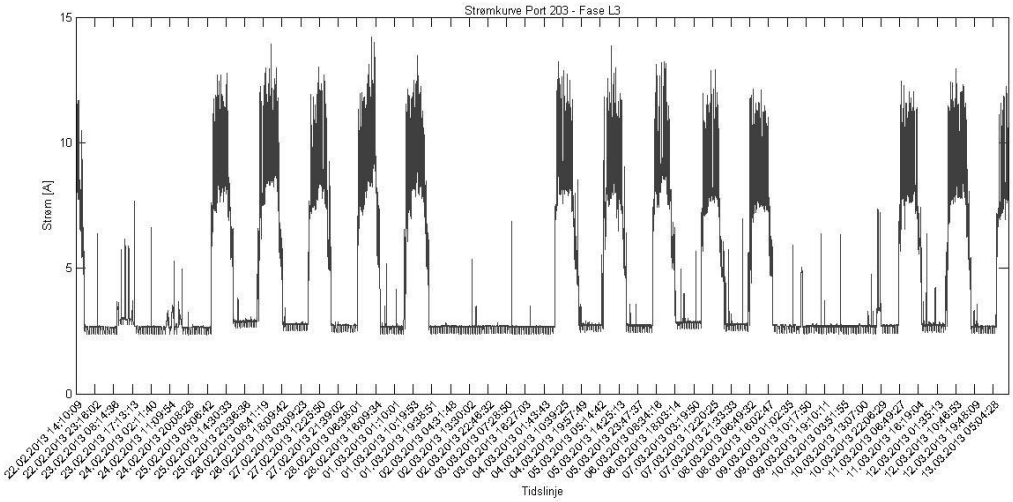

Strømkurve Port 112 - Stikk - Kontorareal Sone 6
Strøm [A]
Tidslinje

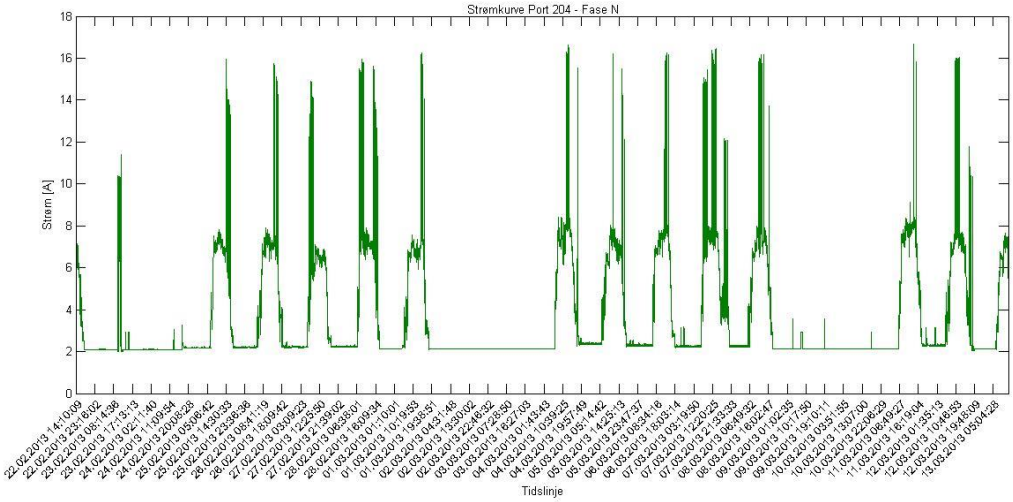

Strømkurve Port 113 - Stikk - Midtkjerne
Strøm [A]
Tidslinje

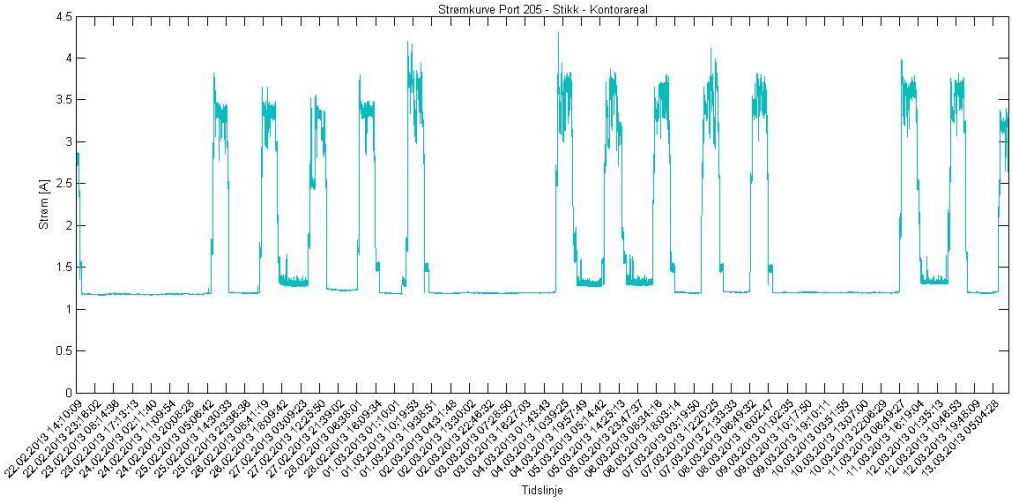

Strømkurve Port 114 - Stikk - Kaffeautomat
Strøm [A]
Tidslinje

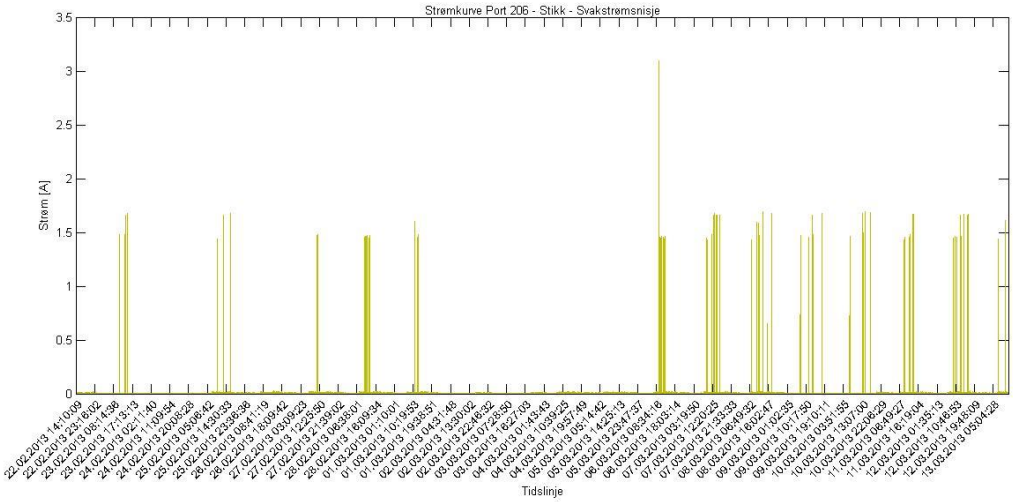

Strømkurve Port 201 - Fase L1
Strøm [A]
Tidslinje

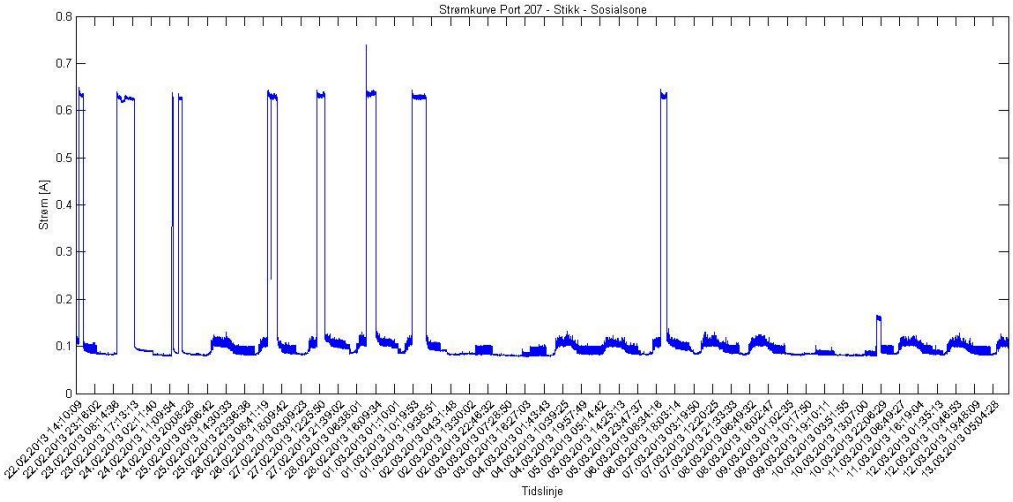

Strømkurve Port 202 - Fase L2
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 203 - Fase L3
Strøm [A]
Tidslinje

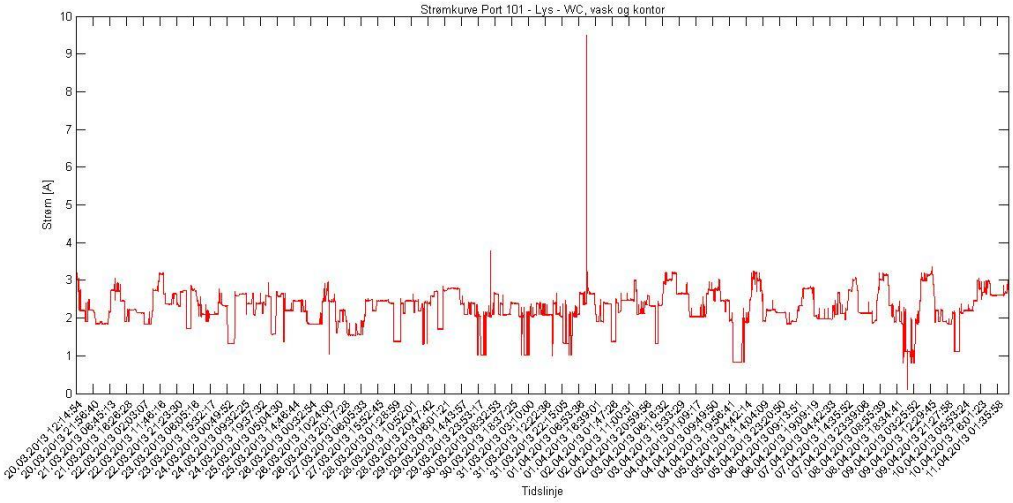

Strømkurve Port 204 - Fase N
Strøm [A]
Tidslinje

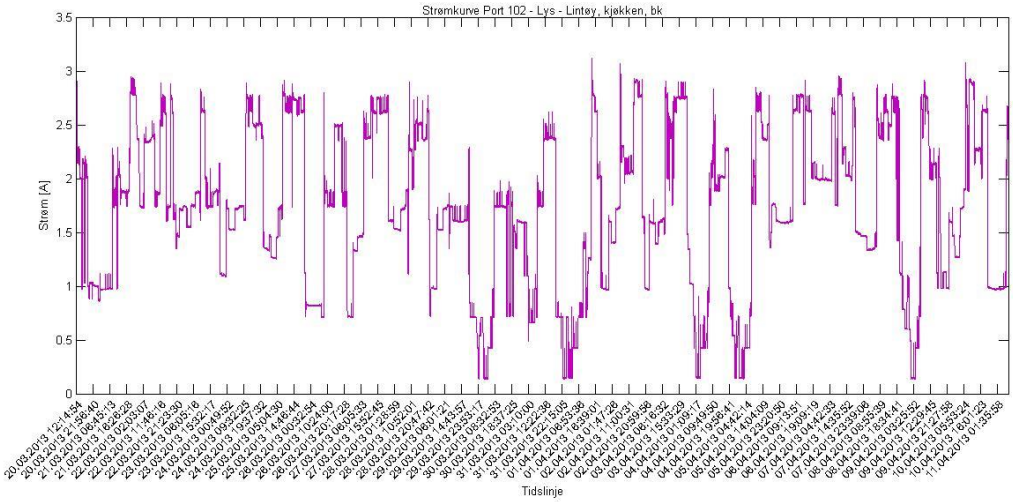

Strømkurve Port 205 - Stikk - Kontorareal
Strøm [A]
Tidslinje

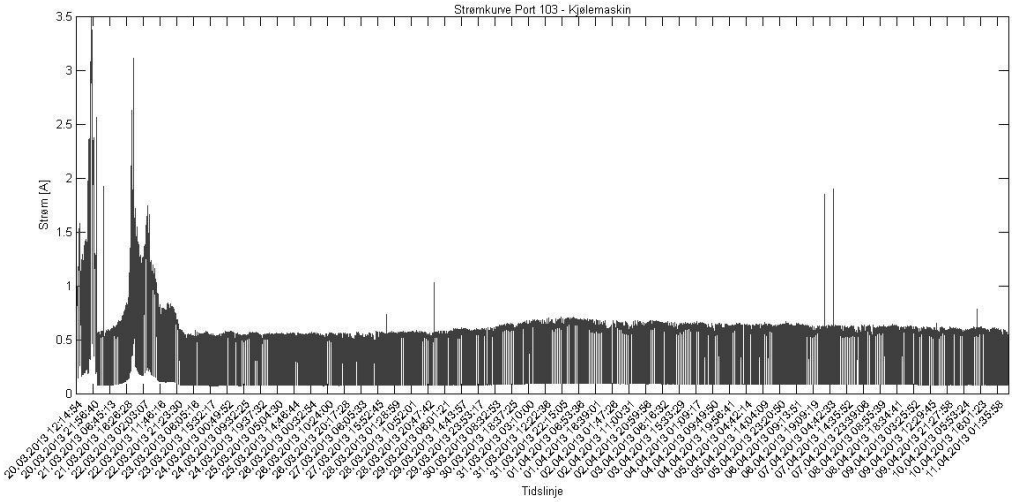

Strømkurve Port 206 - Stikk - Svakstrømsnisje
Strøm [A]
Tidslinje

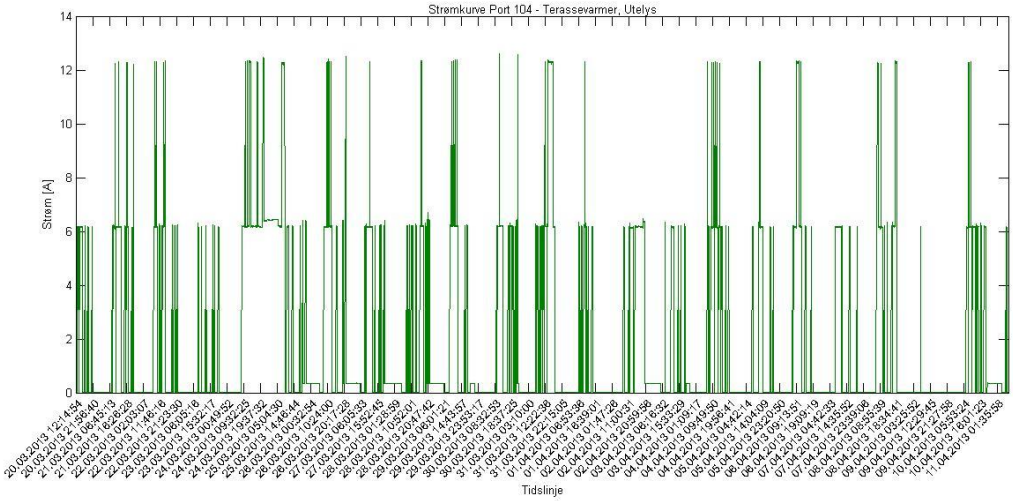

Strømkurve Port 207 - Stikk - Sosialsone
Strøm [A]
Tidslinje

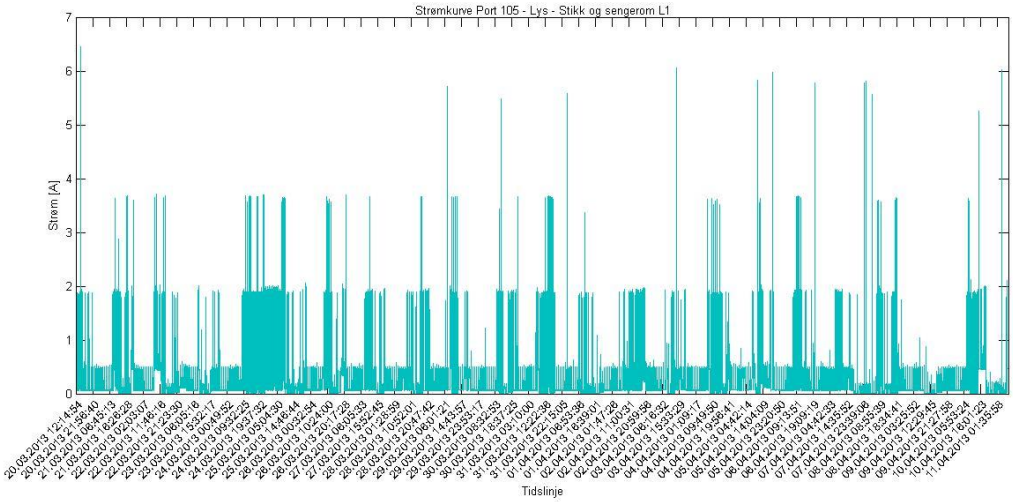
Vedlegg 7: Strømkurver Munkvoll HSV

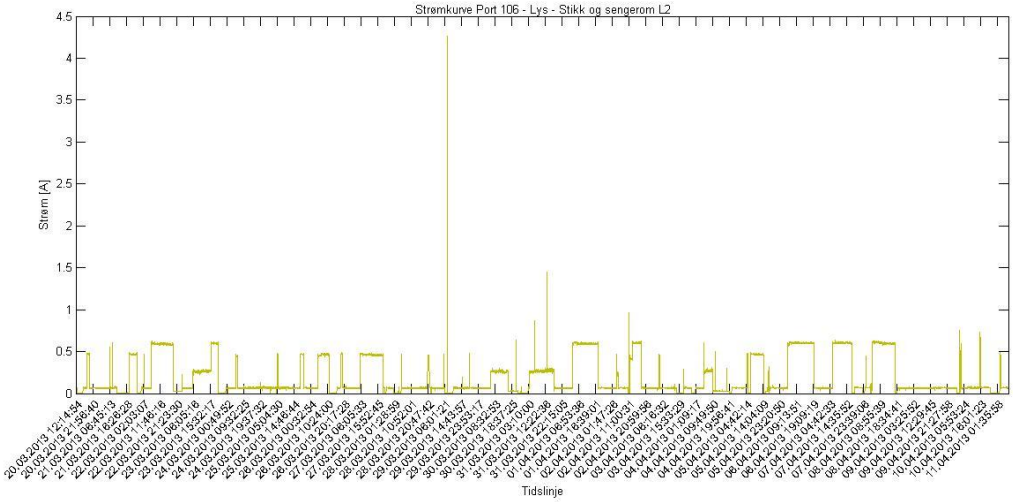


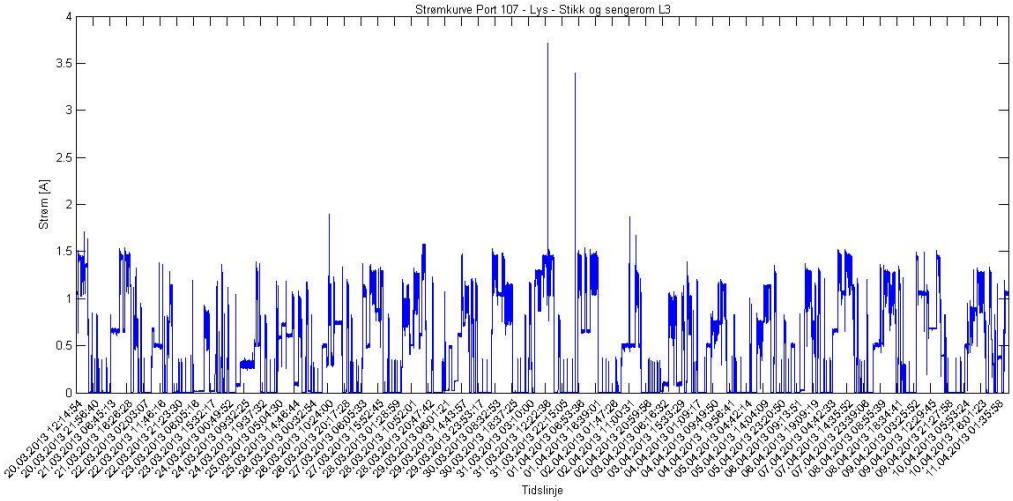


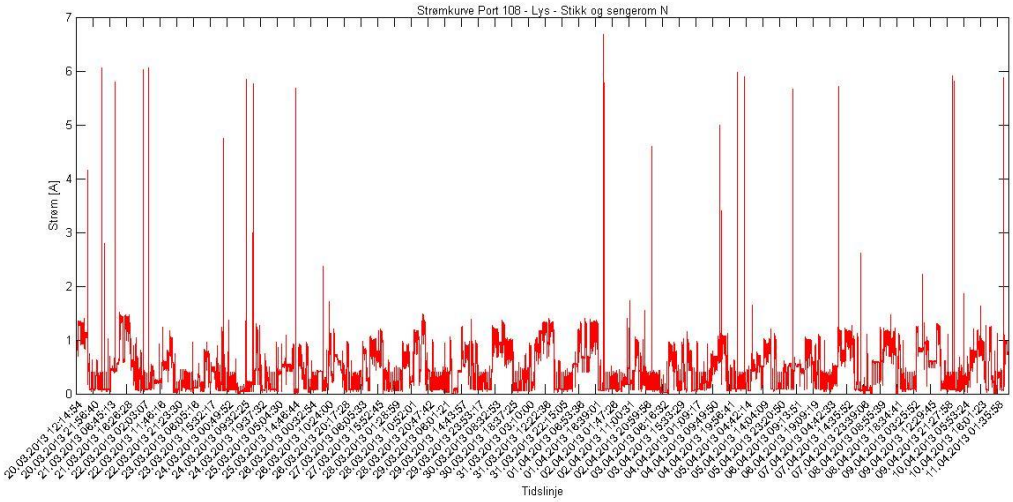


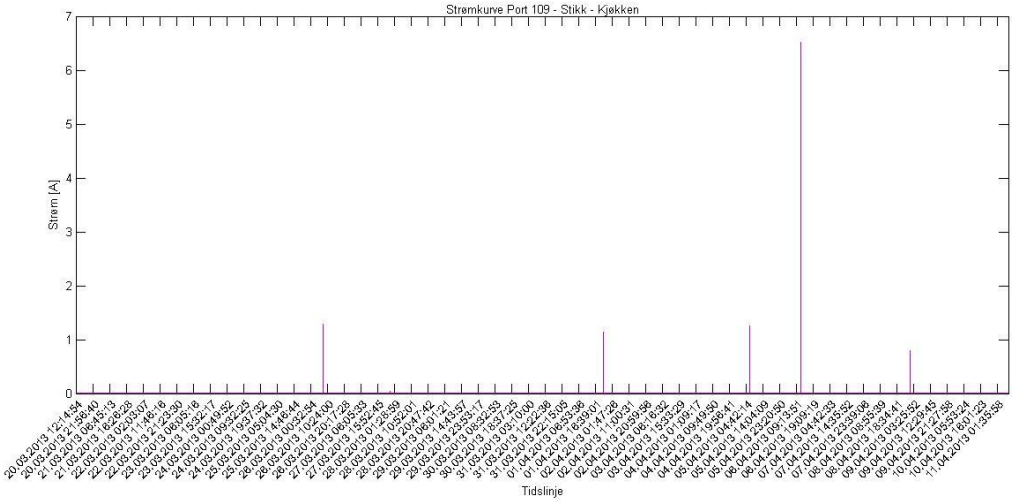

Strømkurve Port 104 - Terassevarmer, Utelys
Strøm [A]
Tidslinje

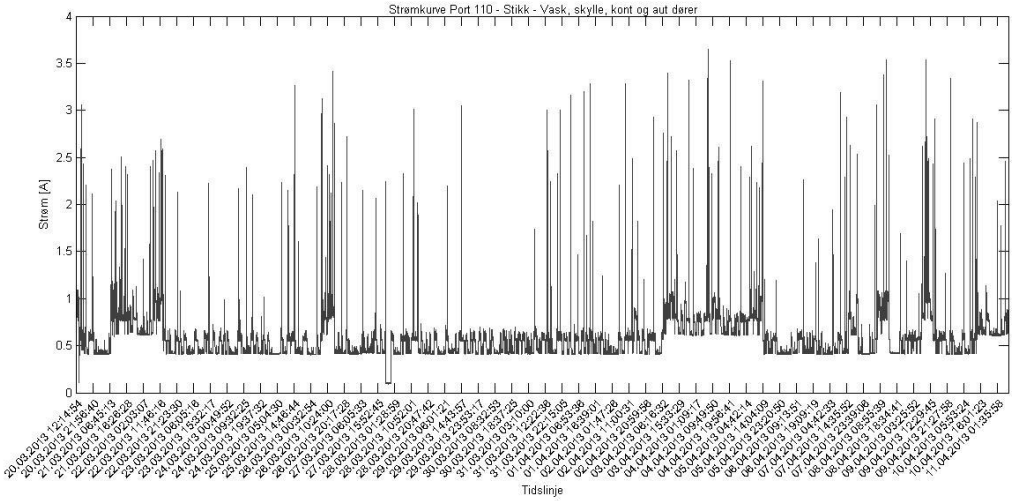

Strømkurve Port 105 - Lys - Stikk og sengerom L1
Strøm [A]
Tidslinje

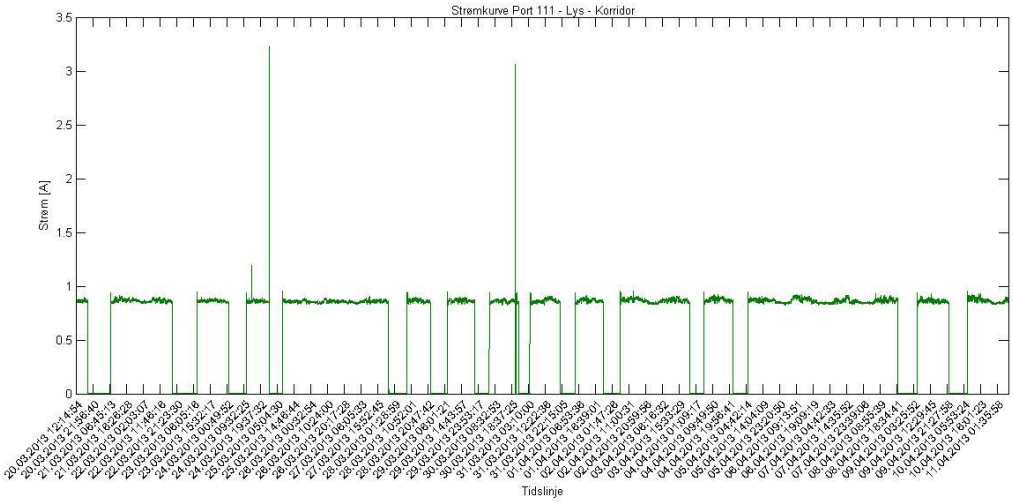

Strømkurve Port 106 - Lys - Stikk og sengerom L2
Strøm [A]
Tidslinje

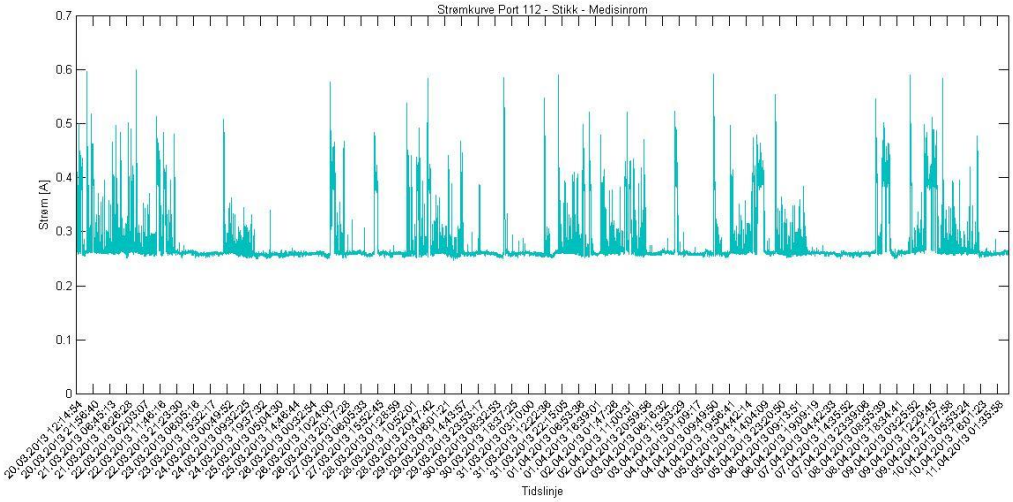

Strømkurve Port 107 - Lys - Stikk og sengerom L3
Strøm [A]
Tidslinje

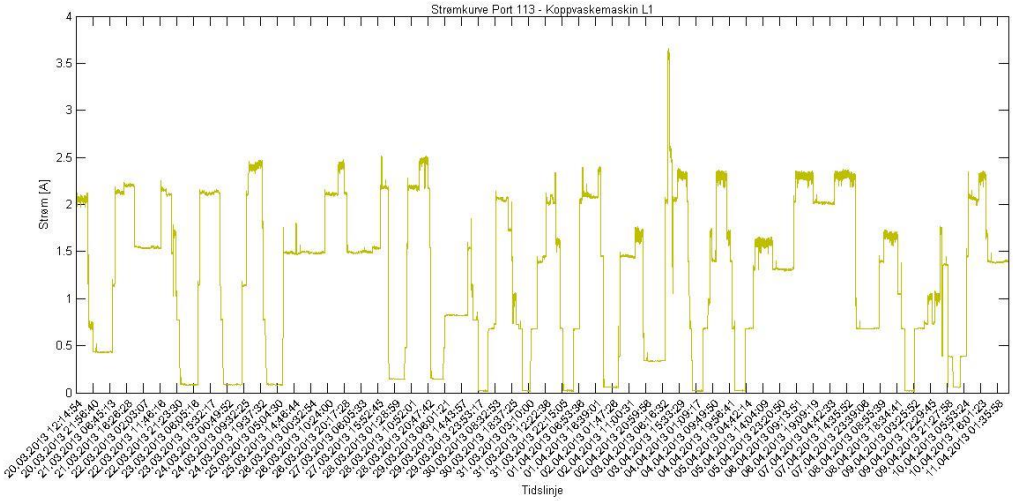

Strømkurve Port 108 - Lys - Stikk og sengerom N
Strøm [A]
Tidslinje

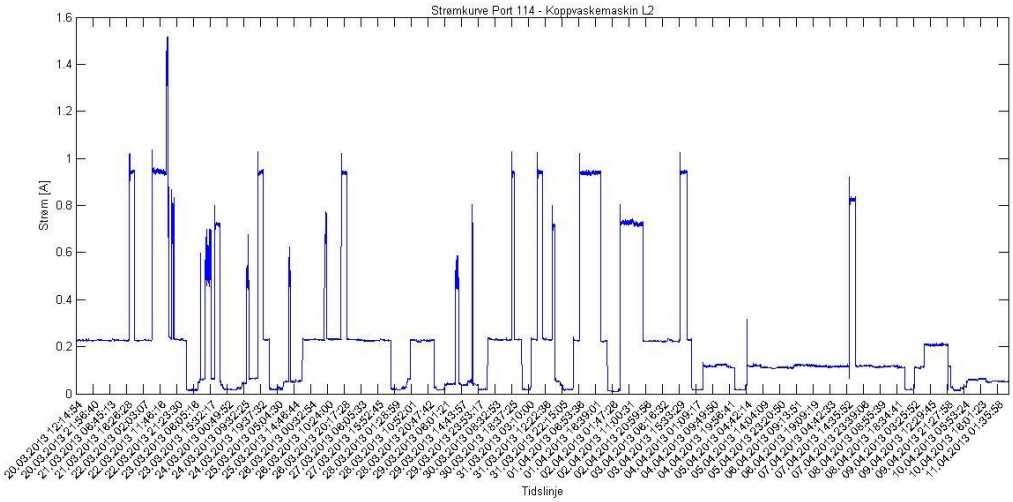

Strømkurve Port 109 - Stikk - Kjøkken
Strøm [A]
Tidslinje

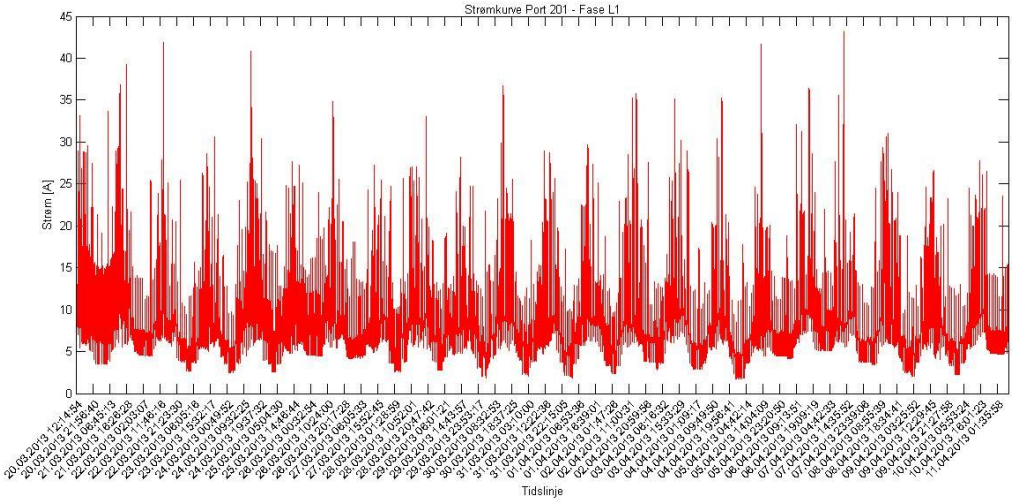

Strømkurve Port 110 - Stikk - Vask, skylle, kont og aut dører
Strøm [A]
Tidslinje

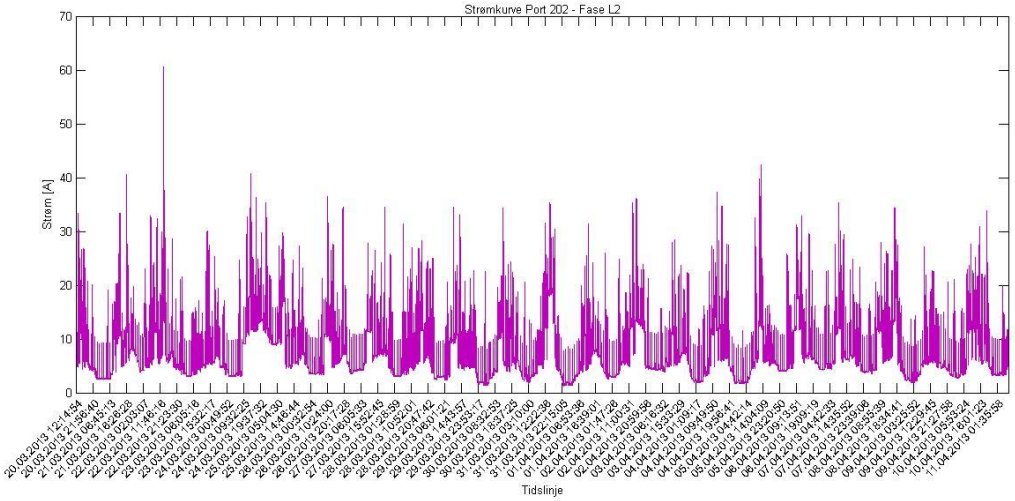

Strømkurve Port 111 - Lys - Korridor
Strøm [A]
Tidslinje

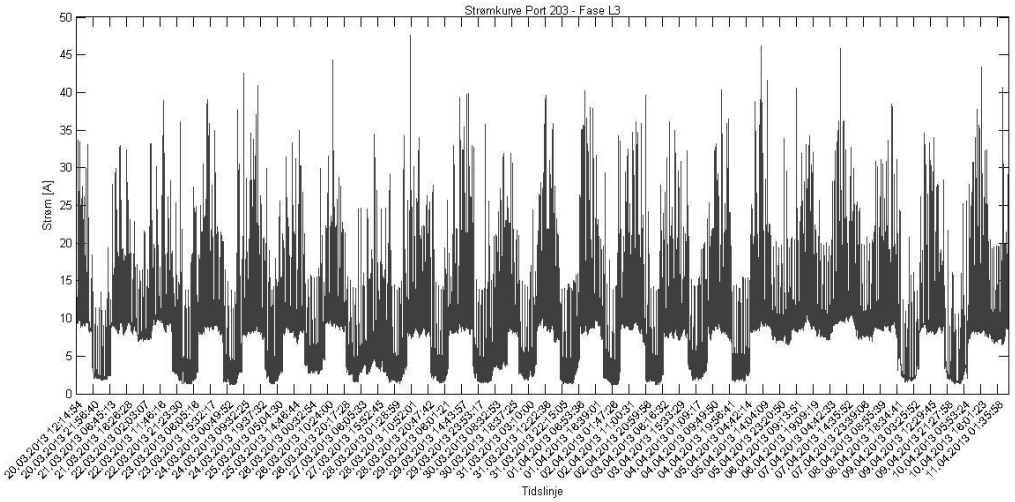

Strømkurve Port 112 - Stikk - Medisinrom
Strøm [A]
Tidslinje

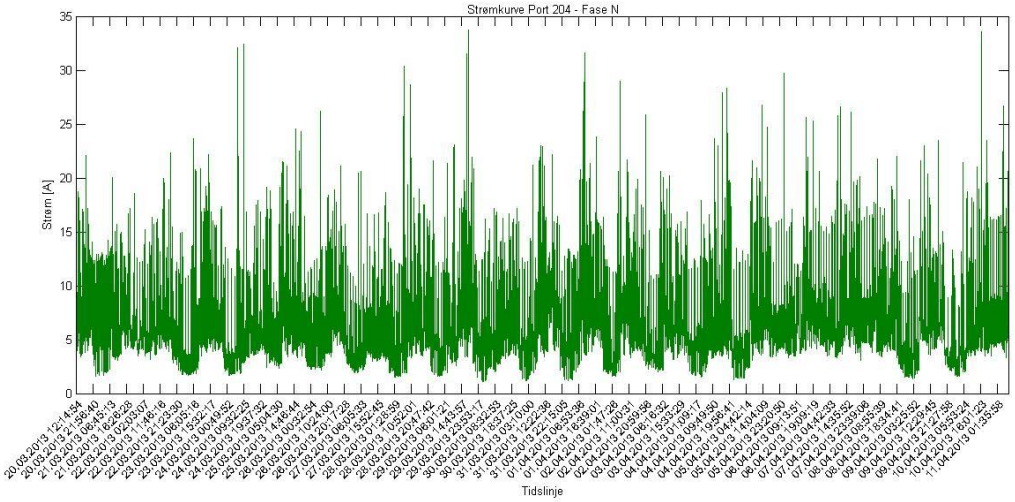

Strømkurve Port 113 - Koppvaskemaskin L1
Strøm [A]
Tidslinje

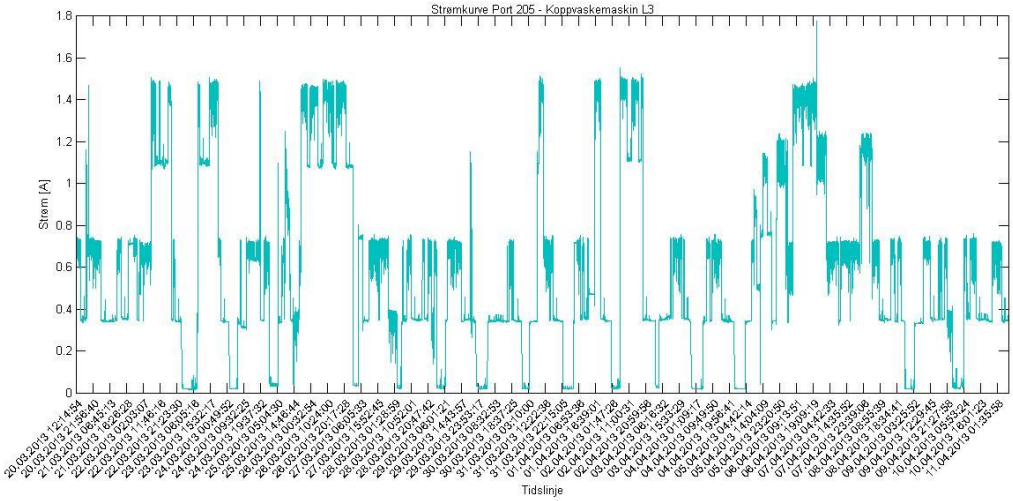

Strømkurve Port 114 - Koppvaskemaskin L2
Strøm [A]
Tidslinje

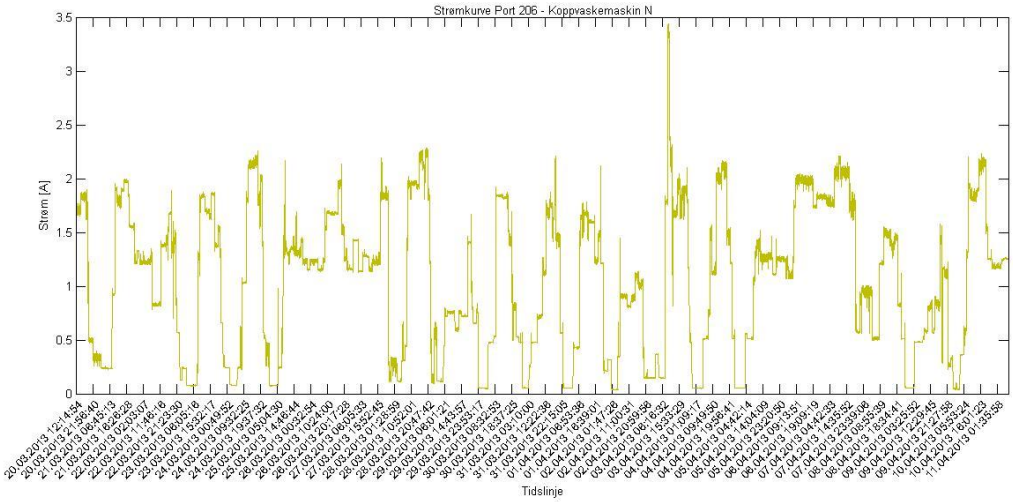

Strømkurve Port 201 - Fase L1
Strøm [A]
Tidslinje

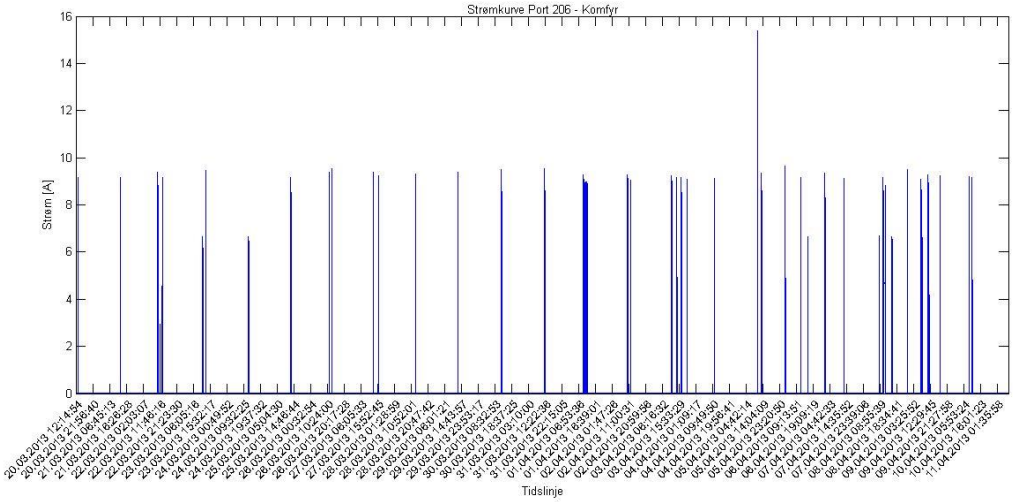

Strømkurve Port 202 - Fase L2
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 203 - Fase L3
Strøm [A]
Tidslinje

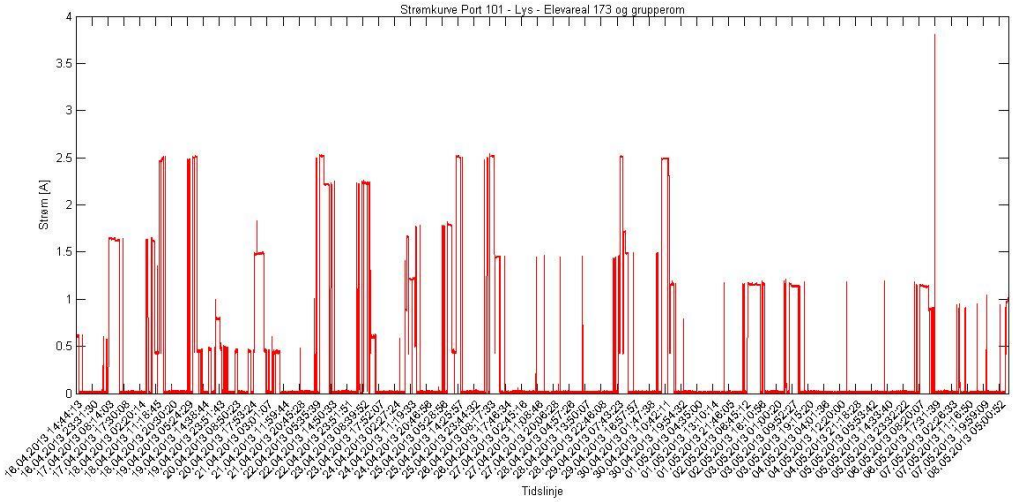

Strømkurve Port 204 - Fase N
Strøm [A]
Tidslinje

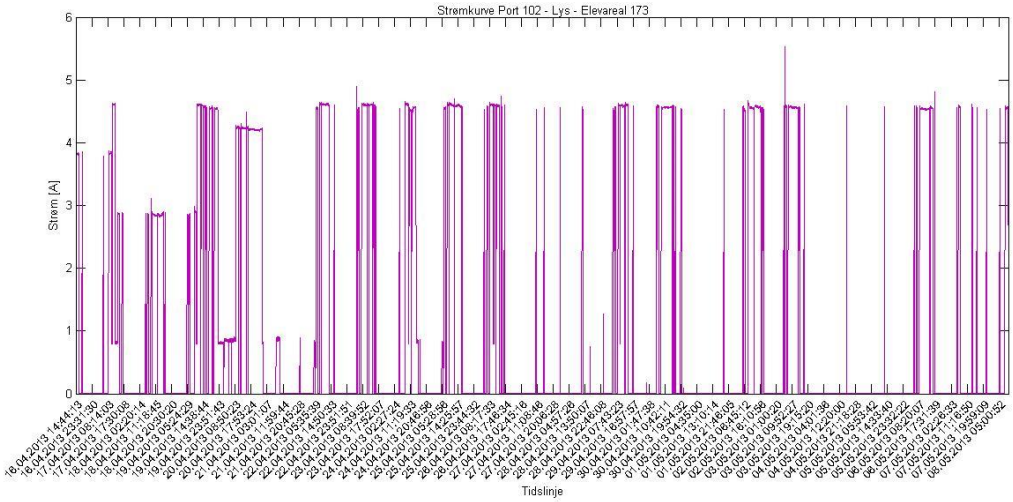

Strømkurve Port 205 - Koppvaskemaskin L3
Strøm [A]
Tidslinje

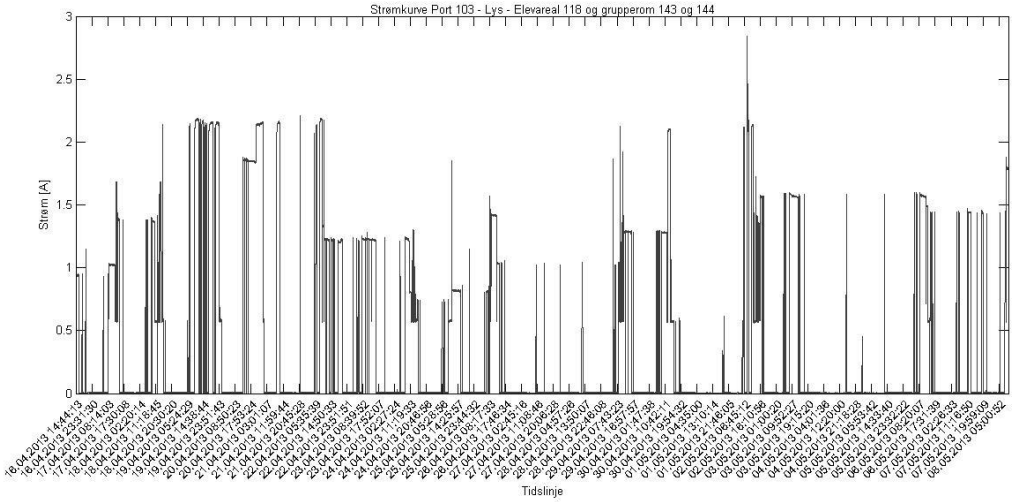

Strømkurve Port 206 - Koppvaskemaskin N
Strøm [A]
Tidslinje

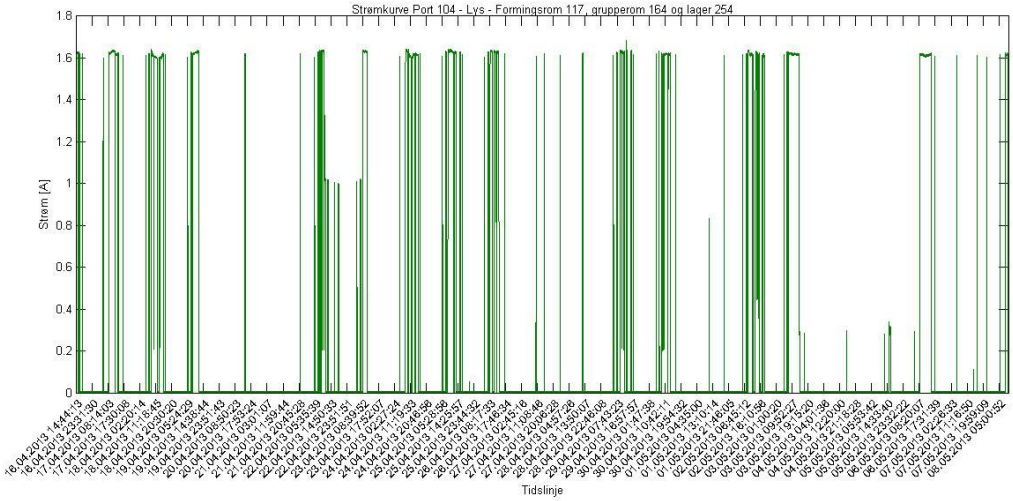

Strømkurve Port 206 - Komfyr
Strøm [A]
Tidslinje

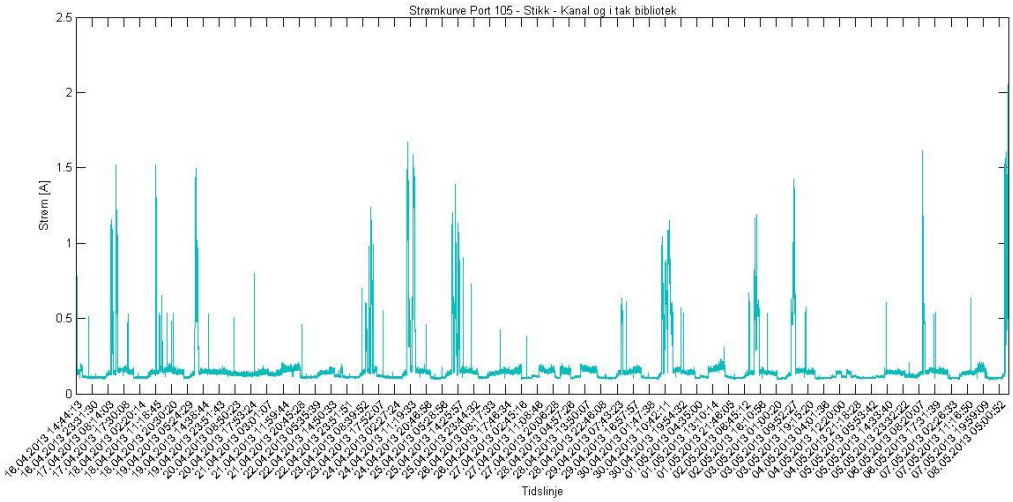
Vedlegg 8: Strømkurver Rosenborg Skole

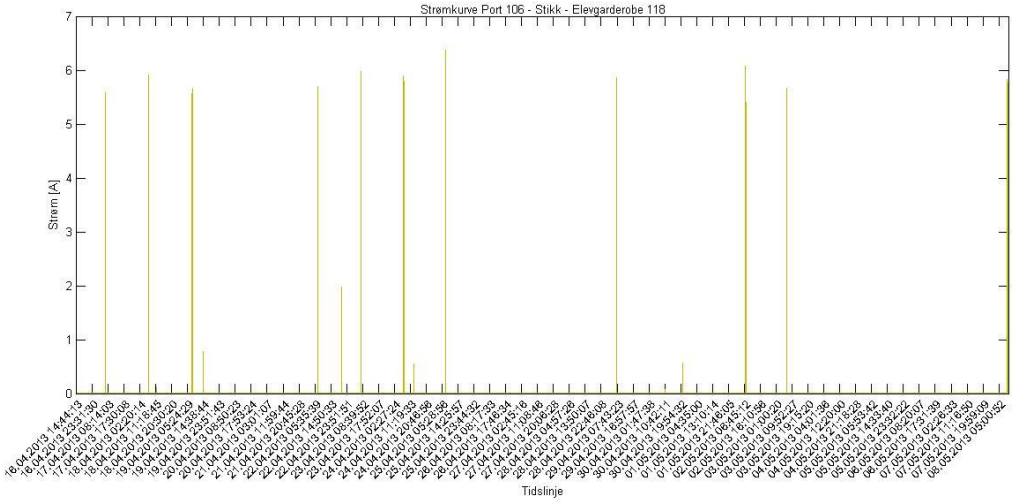


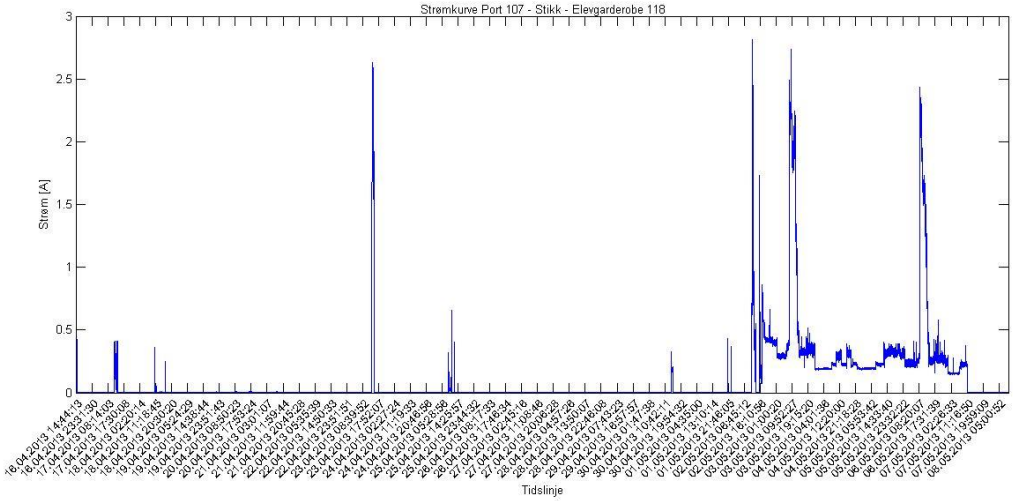


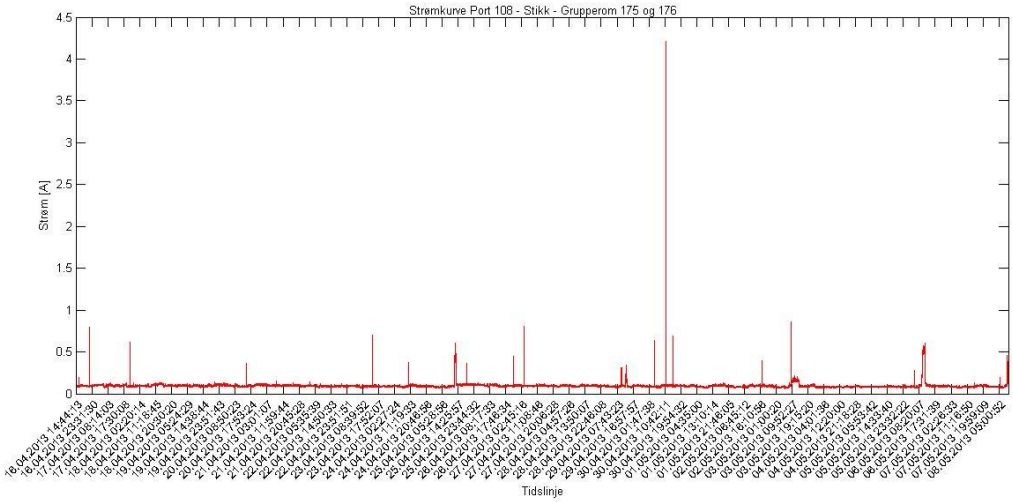


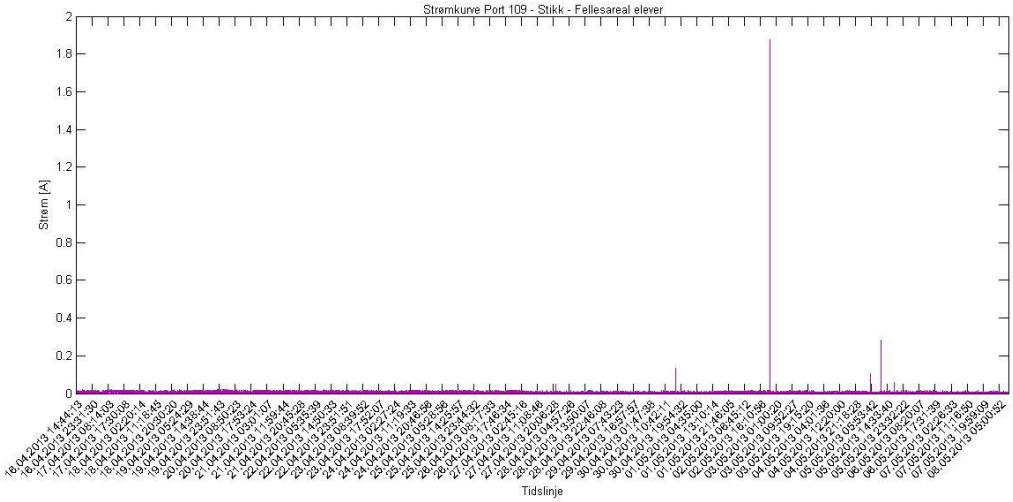

Strømkurve Port 104 - Lys - Formingsrom 117, grupperom 164 og lager 254
Strøm [A]
Tidslinje

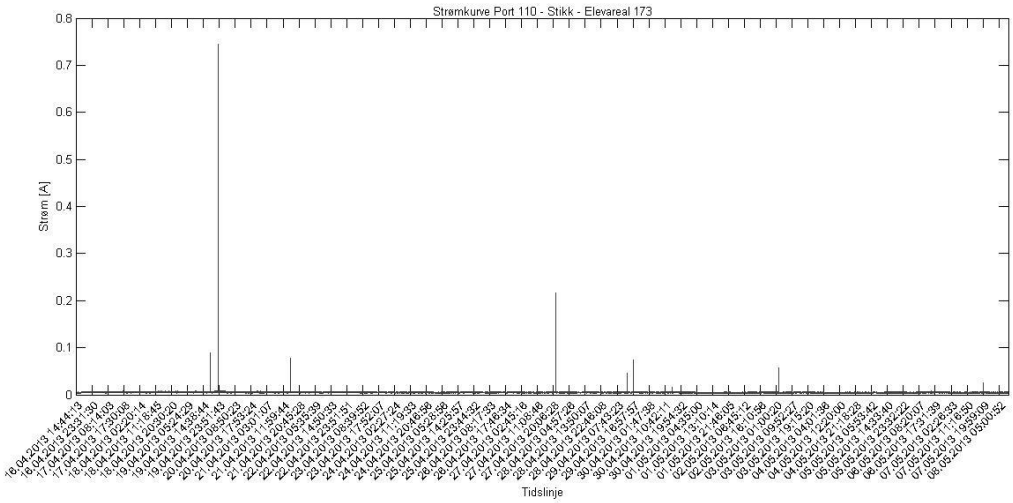

Strømkurve Port 105 - Stikk - Kanal og i tak bibliotek
Strøm [A]
Tidslinje

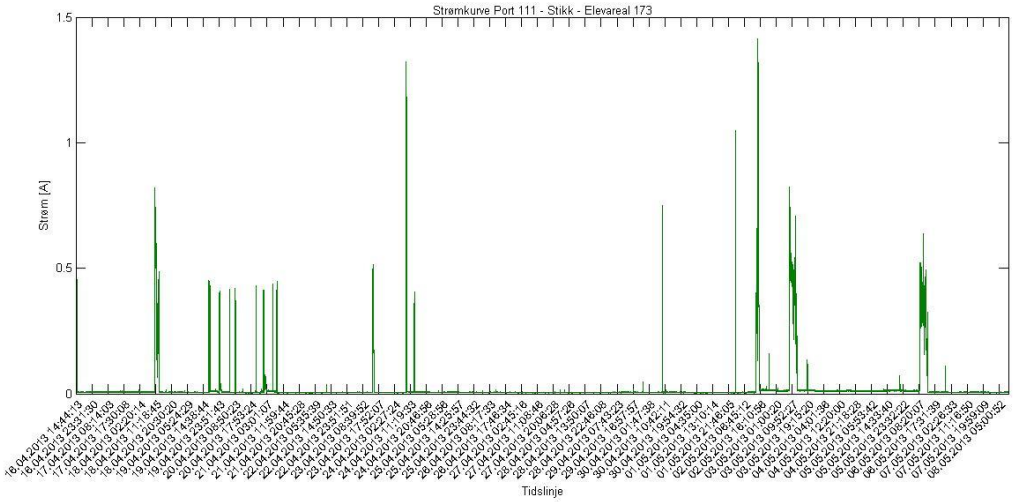

Strømkurve Port 106 - Stikk - Elevgarderobe 118
Strøm [A]
Tidslinje

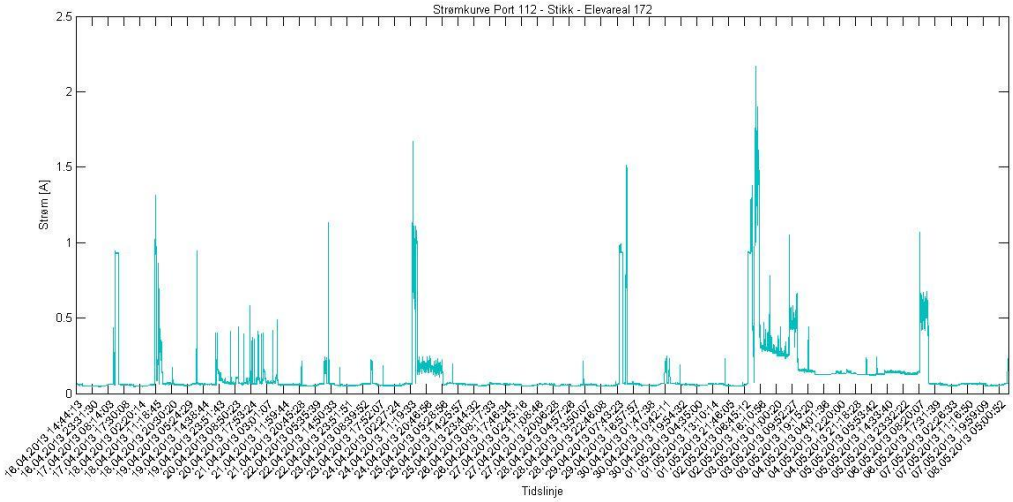

Strømkurve Port 107 - Stikk - Elevgarderobe 118
Strøm [A]
Tidslinje

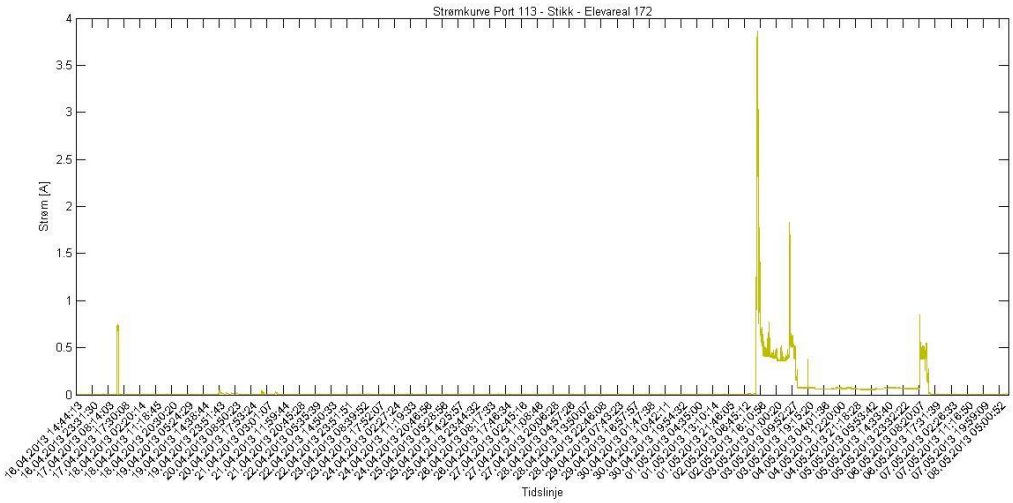

Strømkurve Port 108 - Stikk - Grupperom 175 og 176
Strøm [A]
Tidslinje

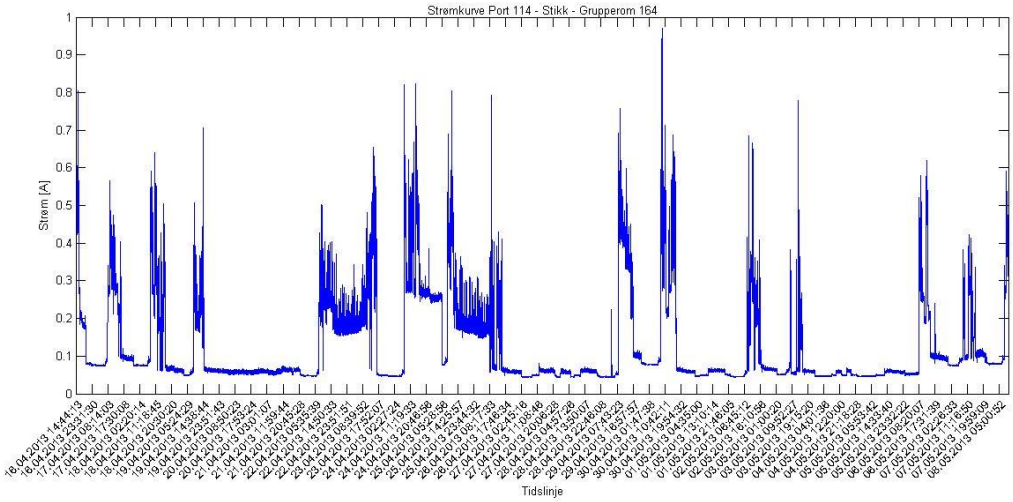

Strømkurve Port 109 - Stikk - Fellesareal elever
Strøm [A]
Tidslinje

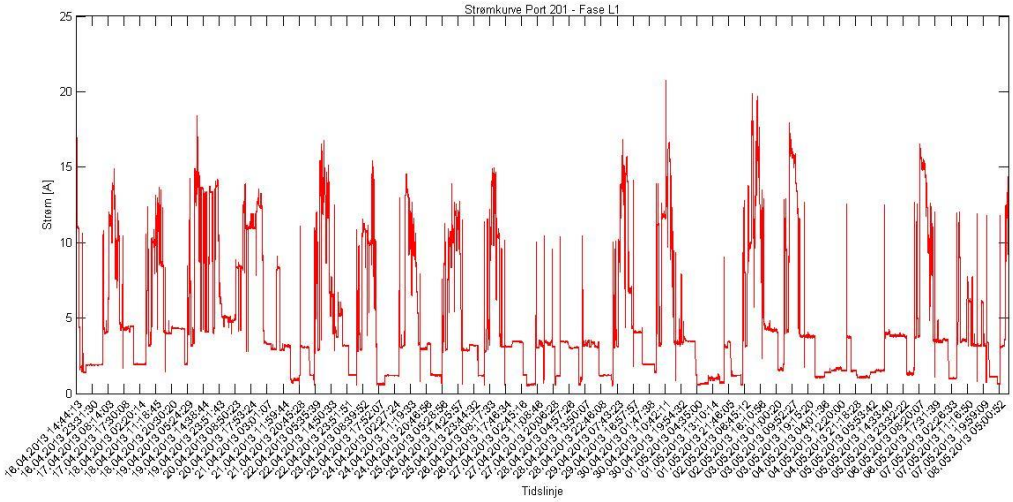

Strømkurve Port 110 - Stikk - Elevareal 173
Strøm [A]
Tidslinje

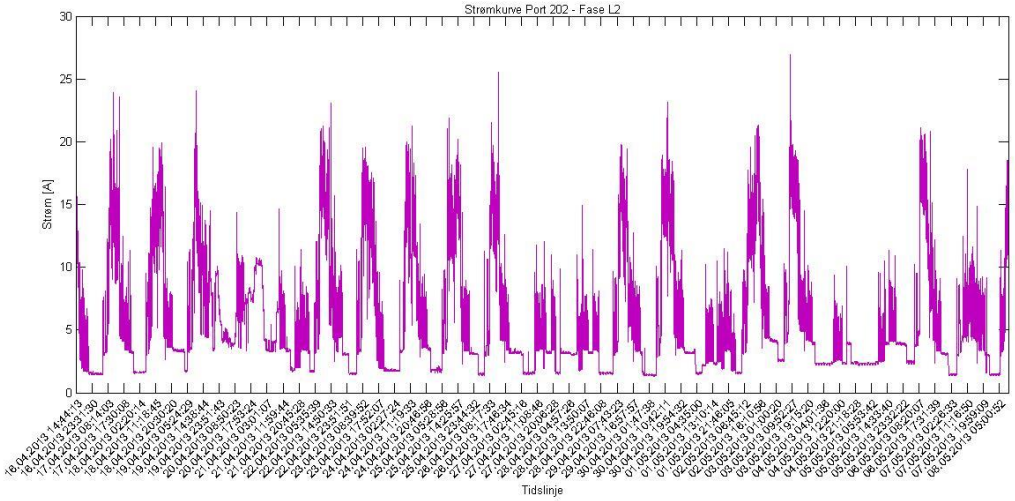

Strømkurve Port 111 - Stikk - Elevareal 173
Strøm [A]
Tidslinje

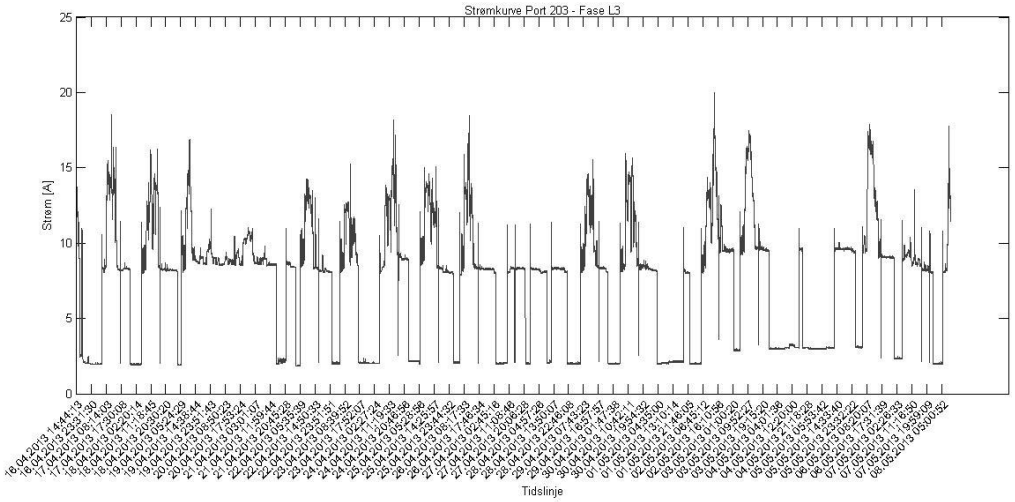

Strømkurve Port 112 - Stikk - Elevareal 172
Strøm [A]
Tidslinje

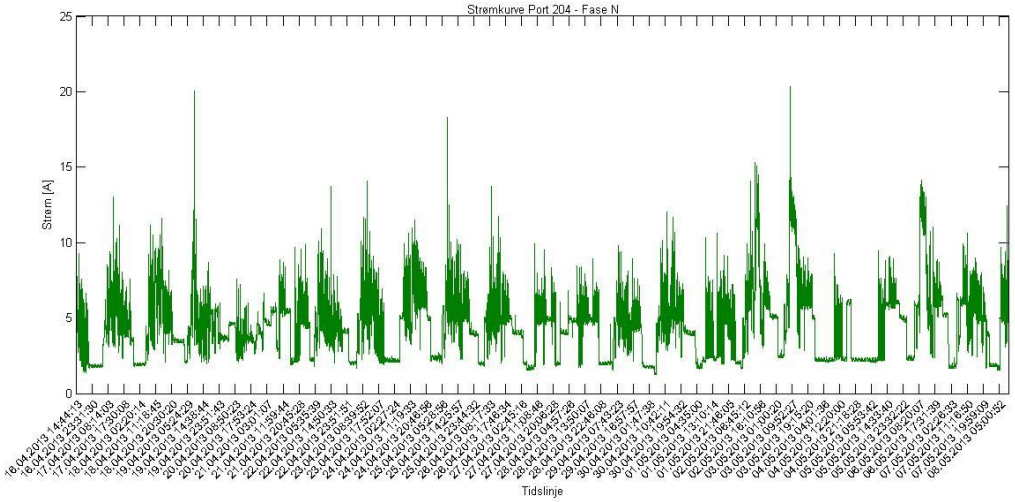

Strømkurve Port 113 - Stikk - Elevareal 172
Strøm [A]
Tidslinje

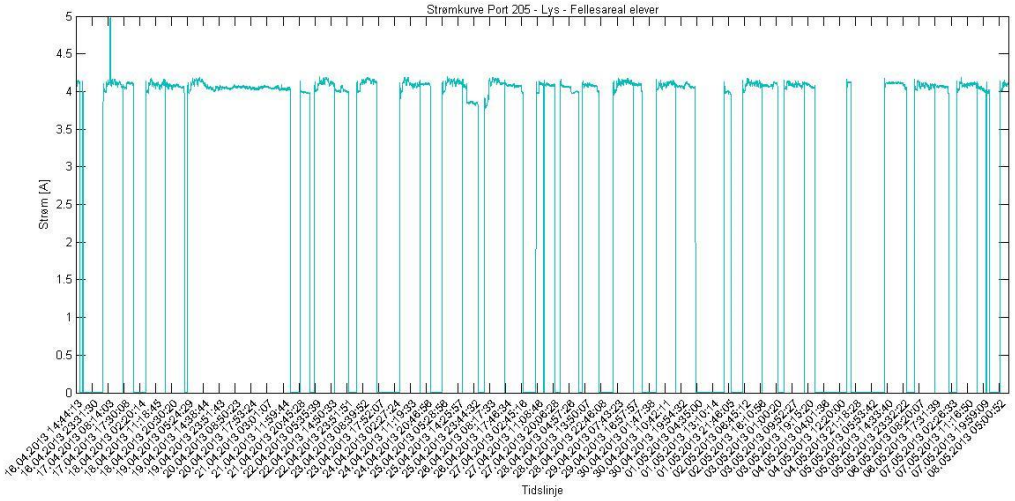

Strømkurve Port 114 - Stikk - Grupperom 164
Strøm [A]
Tidslinje

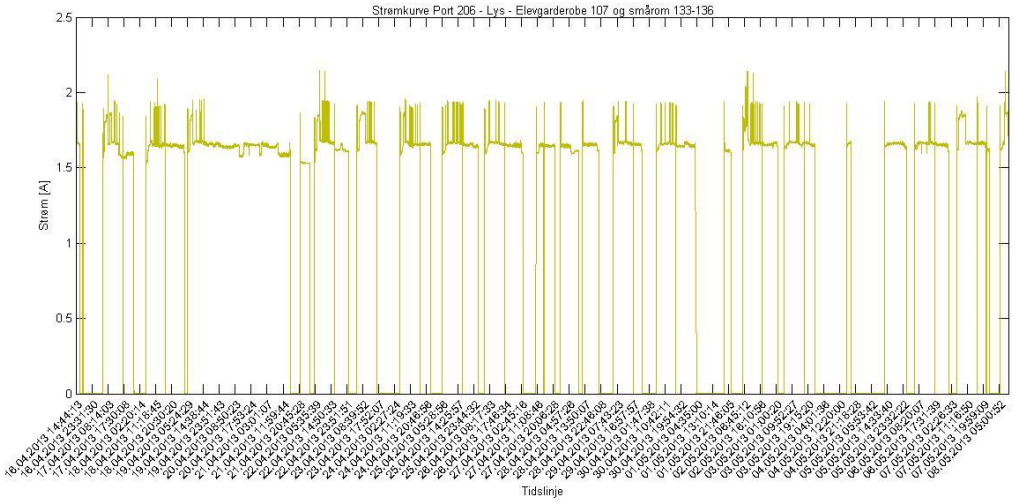

Strømkurve Port 201 - Fase L1
Strøm [A]
Tidslinje

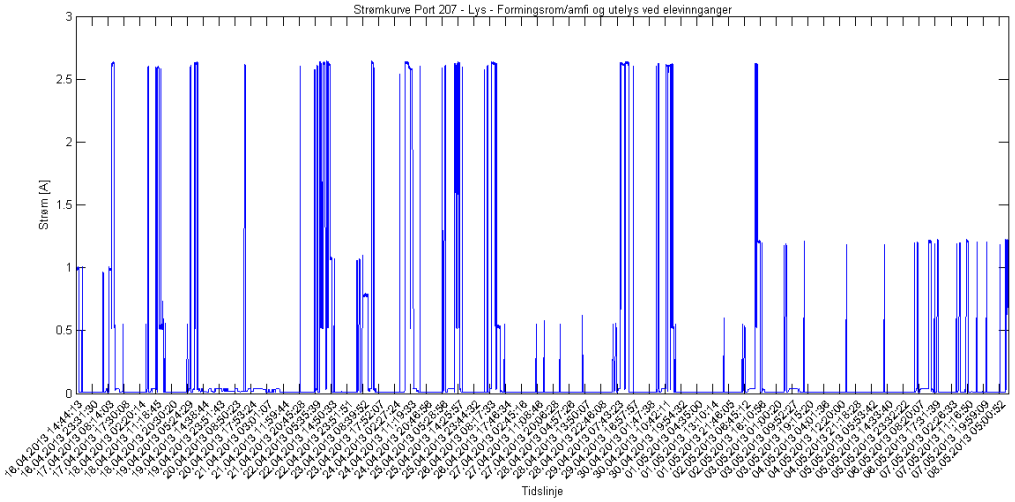

Strømkurve Port 202 - Fase L2
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 203 - Fase L3
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 204 - Fase N
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 205 - Lys - Fellesareal elever
Strøm [A]
Tidslinje


Strømkurve Port 206 - Lys - Elevgarderobe 107 og smårom 133-136
Strøm [A]
Tidslinje

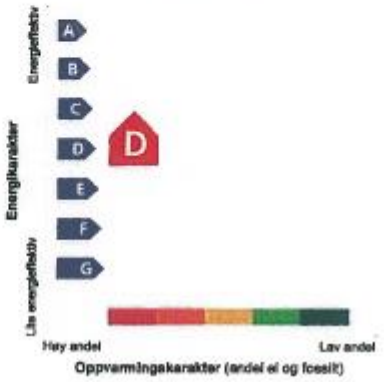

Strømkurve Port 207 - Lys - Formingsrom/amfi og utelys ved elevinnganger
Strøm [A]
Tidslinje

Vedlegg 9: Energiattest Nordregate 8

ENERGIATTEST

Adresse	NORDRE GATE 8
Postnr	7011
Sted	TRONDHEIM
Leilighetsnr.	
Gnr.	401
Bnr.	12
Seksjonsnr.	
Festenr.	
Bygn. nr.	10532871
Bolignr.	
Merknr.	A2012-163476
Dato	22.03.2012

Energimerke



Eier	ERICHSEN GÅRDEN AS
Innmeldt av	Pens AS v/ Magne Vågsland

Energiattesten er bekreftet og offisiell. Bygningens eierforhold er ikke bekreftet fra Matrikkelen

Energimerket angir bygningens energistandard. Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter, se figuren. Energimerket symboliseres med et hus, hvor fargen viser oppvarmingskarakter, og bokstaven viser energikarakter.

Energikarakteren angir hvor energieffektiv bygningen er, inkludert oppvarmingsanlegget. Energikarakteren er beregnet ut fra den typiske energibruken for bygningstypen. Beregningene er gjort ut fra normal bruk ved et gjennomsnittlig klima. Det er bygningens energimessige standard og ikke bruken som bestemmer energikarakteren.
A betyr at bygningen er energieffektiv, mens G betyr at bygningen er lite energieffektiv. En bygning bygget etter byggeforskriftene vedtatt i 2007 vil normalt få C.

Oppvarmingskarakteren forteller hvor stor andel av oppvarmingsbehovet (romoppvarming og varmtvann) som dekkes av elektrisitet, olje eller gass.
Grønn farge betyr lav andel el, olje og gass, mens rød farge betyr høy andel el, olje og gass. Oppvarmingskarakteren skal stimulere til økt bruk av varmepumper, solenergi, biobrensel og fjernvarme.

Om bakgrunnen for beregningene, se **www.energimerking.no**

Målt energibruk: Ikke oppgitt

Målt energibruk er gjennomsnittet av hvor mye energi bygningen har brukt de siste tre årene. Det er oppgitt at det i gjennomsnitt er brukt:

20 500 kWh elektrisitet	0 kWh fjernvarme
0 liter olje/parafin	0 Sm^3 gass
0 kg bio (pellets/halm/flis)	0 kWh annen energivare

Vedlegg 10: Matlabprogram for beregning av samtidighet.

```
%Lesing av XLS filer
    [ndata, text, alldata] = xlsread('nordre8.xls','nordre8','A31:AR20068');
    [ndata2, text2, alldata2] = xlsread('temperatur.xls','temp','A30:Q44');
    x1=zeros(length(alldata(:,1)),1);
       y1=zeros(length(alldata(:,1)),1);
        for r=1:length(alldata(:,1))
        x1(r,1)=alldata{r,1};
        for d=15:17
        c=2*d+1;
        y1(r,c)=alldata{r,c};
        end
        end

        x2=zeros(length(alldata2(:,1)),1);
        y2=zeros(length(alldata2(:,1)),17);
        for r2=1:length(alldata2(:,1))
        x2(r2,1)=alldata2{r2,1};
        for d2=6:6
        c2=d2;
        y2(r2,c2)=alldata2{r2,c2};
        end
        end
    x=cell2mat(alldata(31:20063,1:1));
    y=cell2mat(alldata(31:20063,3:2:44));
%Strøm
%     Vanlig strømplot
        plot(x1,y1)
%  Temperaturplot
hl1 = line(x1,y1,'Color','r');
axis([0, max(x1), 0, 12])
ax1 = gca;
set(ax1,'XColor','k','YColor','r')
ax2 =
axes('Position',get(ax1,'Position'),'XAxisLocation','top','YAxisLocation','right','
Color','none','XColor','k','YColor','k');
hl2 = line(x2,y2,'Color','k','Parent',ax2);
% % Effekt
% % Effekt målt i fasene
     TPF=0.9;
   E=(y1*230*TPF);
   MAX=(100*230*TPF);
% Samtidighet
        samt1=(E/MAX);
        plot(x1,samt1)
F=((samt1(1:length(alldata(:,1)),31:31)+samt1(1:length(alldata(:,1)),33:33)+samt1(1
:length(alldata(:,1)),35:35))/3);
%   Effekt 3 fase
F=((E(1:length(alldata(:,1)),31:31)+E(1:length(alldata(:,1)),33:33)+E(1:length(alld
ata(:,1)),35:35))/3);
    plot(x1,F)
 %X-lable
    set(gca, 'XTick', 31:360:20068);
    set(gca, 'XTickLabel',(alldata(31:360:20068,2:2)));
% Rotering av X-lable
    rotateXLabels(gca,45);
% Create title
title({'Strømkurve Port 207 - Lys gangareal + v/balkong'},'Units','normalized');
% Create xlabel
xlabel({'Tidslinje'},'Units','normalized');
% Create ylabel
ylabel({'Strøm [A]'});
```